

能量转换科技信息

广州能源研究所信息服务与编辑部

广东省新能源生产力促进中心

中国科学院可再生能源重点实验室

中国科学院天然气水合物重点实验室

广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室

第二十四期 2019 年 12 月

目 录

重点实验室动态--科研进展	1
扭曲椭圆管内降膜蒸发特性研究	1
废油脂生物柴油的脱硫处理研究	1
凹凸棒石负载 Cu-Fe-Co 基催化剂组合体系用于 CO 加氢制备低碳醇	1
桉木木质素提取及环氧树脂的合成表征	2
重点实验室动态	2
陈勇院士参加固体废物循环利用与污染控制第一届学术研讨会暨固废资源化技术创新高峰论坛	2
中国石油化工股份有限公司孙焕泉一行来访	3
国家纳米科学中心丁黎明研究员来访并作学术报告	4
粤港澳可再生能源科技创新论坛在广州能源所召开	4
重点实验室参加“第三年全球科技创新大会”	5
总论	7
数说行业	7
“十四五”清洁能源迈入加速期	7
“机器学习”或将破解家庭能源需求预测难题	8
全球温室气体浓度再创新高	9
新兴市场可再生能源投资增速放缓	10
不夜城能源印象	11
可再生能源将快速渗透全球能源系统	12
2019 年，全球 CO ₂ 排放量将创新高	13
区块链会给能源行业带来哪些变化？	14
区块链发展 能源领域不能盲目跟风	16
推广应用低碳技术 “十四五”将加强应对气候变化工作	16
联合国敦促各国减排“再加把劲”	17
欧委会新主席誓言全力对抗气候变化	19
阿尔及利亚修改能源法吸引外资	20
“十四五”可再生能源将迎“质变”	21
统计局：能源生产稳中有升 清洁发展趋势明显	22
山西能源转型动能强劲	27
欧盟展现全球气候治理雄心	28
中国能源结构转变让全球受益	29
联合国气候变化大会中国角发布环境资助者网络（CEGA）案例精选报告	30

中国湖州“生态+电力”示范城市建设白皮书亮相联合国气候变化大会	30
中国矿大能源资源战略发展研究院揭牌	31
热能、动力工程	31
发电装机第一大省试水优先发电改革（政策解读）	31
可再生能源全额消纳新政现雏形	33
脱碳需要更强劲联合	34
加州碳交易价格屡创新高	35
电化学储能路在何方	36
前十月规模以上电厂发电量同比增 3.1%	37
低阶粉煤回转热解技术通过鉴定	38
世界首例煤基制高碳醇工业试验完成	39
能源企业纷纷探路 CCUS 商业化	40
加拿大强推碳税引发连锁反应	41
技术创新助火电效率大幅跃升	43
内蒙古电力新能源消纳趟新路	44
国内首台千吨级循环床煤气化装置交付使用	46
加州户用储能市场蓬勃发展	46
大比例电气化是实现低碳发展的可靠路径	47
“我们将实现利用油页岩发电的梦想”	49
中英携手绿色金融 推动能源结构向低碳化转型	50
“十四五”煤电仍有超 1 亿千瓦增长空间	51
“欧洲绿色协议”提出 2050 年率先实现“碳中和”	52
地热能	52
我国首次成功申办世界地热大会	52
生物质能、环保工程	53
保加利亚垃圾发电厂获欧盟资金支持	53
2025 年底北京将实现原生垃圾“零填埋”	53
十部委印发《生物天然气产业化发展指导意见》	54
太阳能	55
协鑫纳米大面积钙钛矿组件认证效率达 15.31%	55
21.65%！隆基组件转换效率再创世界纪录	55
17.6%！国家能源集团旗下的神华光伏（NICE Solar Energy）创 CIGS 薄膜光伏组件全面积转换效率世界纪录	56
光敏蛋白+量子点造出新型太阳能电池	57
特变电工探索智慧能源体系，引领“光储+”业务模式	57
DEKRA 德凯发布光伏零部件事项白皮书	59
617MW！正泰继续发力美国光伏市场	60
国内首个天然气门站光伏发电项目落户保定	60
光伏发电明年如何突围？	61
海洋能、水能	62
四川金沙水电站实现三期截流	62
“海南明珠”的绿色基因	63
风能	64
维斯塔斯 V126-3.8 MW 中国首秀	64

三峡集团在粤首个海上风电项目首批机组并网	64
全球最大海上风电运营商再谋转型	65
多地探建“海上风电母港”	66
阳西沙扒海上风电场工程首批风机正式并网发电	68
中资企业助力澳大利亚塔州“国家电池”计划	68
华电集团首个海上风电项目开工	69
氢能、燃料电池	69
佛山高明区：建设独具特色的“中国氢城”	69
佛山高明区争当氢能产业“领跑者”	71
“氢城”佛山，打造全国领先的氢能高地	72
德国发力“电制气”产业	73
氢气应被赋予能源属性	74
氢能产业明年有望步入商业化阶段	75
换个“膜” 燃料电池汽车能跑得更远	76
亿华通全新 YHTG60SS 首发 开启国产氢燃料电池发动机新时代	78
氢能发展获政策支持 提前布局燃料电池控制领域	78
固体氧化物燃料电池技术破冰 产业链却亟待完善	79
核能	80
我国新一代“人造太阳” 预计明年投入运行	80
我国商用核能供热今冬“首秀”	81
首例核能供热项目投运 国家电投开辟核能综合利用新纪元	82
核电余热“水到”，清洁供暖“渠成”	84
再创新高！海南昌江核电年发电量突破 90 亿千瓦时	85
核电行业结束 3 年多“零核准”困局 今年多个项目启动	86
稳定发展节奏 逐步增加装机	88
东北两核能供热项目加快推进	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

扭曲椭圆管内降膜蒸发特性研究

林成迪 朱冬生 涂爱民 刘世杰 尹应德

摘要: 高效换热管有利于提高降膜蒸发器的传热性能,通过 FLUENT 软件对扭曲椭圆管内降膜蒸发过程进行研究,分析了液膜在扭曲椭圆管内的流动以及分布情况。研究表明:液膜在扭曲椭圆管内为螺旋流动,因离心力的作用会在垂直于主流方向产生二次流,从而增强对传热边界层的扰动;从壁面到液膜表面,液膜速度及压力都在逐渐增大,速度的变化率在逐渐地减小;相比于圆管,扭曲椭圆管内的液膜流动更为平稳,且液膜厚度的分布因扭矩的存在而具有一定的周期性变化规律;在扭曲椭圆管内,流体速度场与温度场的协同性相对来说比圆管的好,而速度场与压力场的协同性比圆管的差。

基金: 湖北省中科院合作专项(2018916000009); 广州市科技计划项目(201802010022); 中科院可再生能源重点实验室 2018-2019 年度基金项目

化学工程, 2019 年 11 期

废油脂生物柴油的脱硫处理研究

李惠文 李志兵 苗长林 杨铃梅 吕鹏梅 王忠铭 袁振宏

摘要: 液体燃料的硫排放是环境污染的一个重要来源。废油脂制得的生物柴油硫含量往往超出国家标准。在相同条件下,采用活性炭、阴离子交换树脂、活性白土 3 种吸附剂对地沟油生物柴油进行脱硫试验。结果表明:活性炭脱硫效果较好,在活性炭用量为地沟油生物柴油质量的 3%、吸附温度 65℃、吸附时间 30 min 条件下,生物柴油脱硫率为 11.7%。试验发现地沟油生物柴油采用双氧水洗涤后再进行二次负压蒸馏能达到显著的脱硫效果,生物柴油脱硫率达 77.8%;高含硫地沟油、棕榈酸化油制备的生物柴油最佳的脱硫工艺为原料油经双氧水洗涤、生物柴油粗品二次负压蒸馏,生物柴油成品脱硫率分别达到 95.6%、93.3%,硫含量分别为 6.7、8.9 mg/kg,满足国 VI 柴油排放标准(GB 19147—2016)的硫含量小于等于 10 mg/kg 要求。

基金: 国家重点研发计划项目(2017YFD0601003); 国家自然科学基金项目(51606201);

中国油脂, 2019 年 11 期

凹凸棒石负载 Cu-Fe-Co 基催化剂组合体系用于 CO 加氢制备低碳醇

郭海军 李清林 张海荣 熊莲 彭芬 姚时苗 陈新德

摘要: 采用浸渍法(IM)和浸渍燃烧法(IMSC)制备了凹凸棒石(ATP)及凹凸棒石-多孔硅胶微球混合物(ATPS)负载 CuFe-Co 基改性费托催化剂,通过 N₂ 吸附-脱附、X 射线衍射(XRD)、X 射线光电子能谱(XPS)、扫描电镜(SEM)、透射电镜(TEM)、H₂-程序升温还原(H₂-TPR)和 CO₂-程序升温脱附(CO₂-TPD)等手段对催化剂进行了表征,并将它们应用于 CO 加氢制备低碳醇反应。结果表明,IMSC 较 IM 制备催化剂更有利于 CuO 的负载、分散和还原,促进 H₂ 和 CO 与 Cu 活性位的接触,但两者的最佳低碳醇合成温度均为 280℃。通过对 ATP 和 ATPS 负载 Cu-Fe-Co 基催化剂(CFCK/ATP、CFCK/ATPS)与 Cu/ZnO/Al₂O₃(CZA)甲醇催化剂的组合体系的优化,获得较理想的低碳醇合成催化剂组合体系 CZA || CFCK/ATPS-IMSC。利用它们之间的"产物转化耦合效应",实现 CO 转化率为 46.3%,低碳醇选择性为 39.6%,C₂+醇含量为 22.7%。

基金：广州市科技计划项目（201707010240）； 广东省自然科学基金（2018A030310126，2018A030313150）； 江苏省科技计划项目（BE2018342）； 中国科学院可再生能源重点实验室基金项目（Y807jc1001）

燃料化学学报，燃料化学学报

桉木木质素提取及环氧树脂的合成表征

李惠文 苗长林 吕鹏梅 王忠铭 袁振宏

摘要：利用木质素大分子与双酚 A 相似性，采用木质素替代双酚 A 制备环氧树脂可减少化石原料双酚 A 的使用。采用衣康酸助催化高温液态水耦合酶催化水解法提取人工林剩余物—桉木的木质素。电子扫描电镜 SEM 检测表明：木质素分子量颗粒分布均一，木质素含量 97.6%，酚羟基含量 1.48 mmol/g。利用木质素与双酚 A 结构相似，在碱催化下与环氧氯丙烷反应合成木质素基环氧树脂。傅立叶红外光谱检测表明，氢氧化钠催化下发生了化学反应，生成了环氧基，环氧值为 0.36 mol/100g。热失重 TGA 分析显示：双酚 A 环氧树脂失重发生在 314.57℃~455.37℃，800℃时最终残余量（剩余物质质量）达到 6.813%；木质素环氧树脂失重主要发生在 85.62℃~335.82℃区间，800℃时最终残余量为 20.34%。通过对比木质素基环氧树脂热稳定性比双酚 A 环氧树脂好。

纤维素科学与技术，出版时间：2019-12-06

重点实验室动态

陈勇院士参加固体废物循环利用与污染控制第一届学术研讨会暨固废资源化技术创新高峰论坛

11月16日至17日，广东省科协主席、中国工程院院士、重点实验室学委会主任陈勇，以及重点实验室袁浩然研究员等一行9人在北京参加固体废物循环利用与污染控制第一届学术研讨会暨固废资源化技术创新高峰论坛。本次会议由中国科学院过程工程研究所、北京矿冶科技集团有限公司、北京工业大学、中国恩菲工程技术有限公司主办，中国21世纪议程管理中心、同济大学、武汉科技大学、中国地质大学（北京）、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、中国人民解放军军事科学院国防科技创新研究院、中国环境科学研究院、中国科学院广州能源研究所等单位协办。

中国科学院过程工程研究所党委书记朱庆山、科技部社会发展科技司康相武处长、科技部21世纪议程管理中心陈其针副主任、中国科学院过程工程研究所张懿院士致开幕式辞。陈勇院士应邀作了“废弃塑料污染防控与高值高效回收利用新技术”的主旨报告。

此次会议以“推进我国固体废物循环利用与污染控制领域科技水平的快速发展”为主题，并结合国家重点研发计划“固废资源化”重点专项项目部署情况，邀请了国内固体废弃物循环利用与污染控制领域的众多专家学者开展技术进展交流，并展开了“多金属固废/危险源头减量与清洁利用”、“大宗工业固废规模消纳与增值利用”、“新兴城市矿产智能拆解与循环利用”、“多源复合有机固废能源化高效转化”、“固体废物智慧感知与精细化管控”及“产业链接利用与综合示范集成和固体回收燃料国际标准发展论坛”七个专题研讨。



中国石油化工股份有限公司孙焕泉一行来访

11月5日上午，中国石油化工股份有限公司孙焕泉副总工程师一行9人来访、调研。广州能源所所长、中科院可再生能源重点实验室学委会副主任马隆龙研究员，广州能源所副所长、广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室副主任李小森研究员，以及重点实验室其他相关科研人员参加了此次座谈会。

座谈会上，马隆龙对孙焕泉一行表示了热烈的欢迎，他指出广州能源所与中石化在新能源利用、节能环保等方面一直保持着良好的合作关系，并有很多契合点。随后，汪丛伟介绍了能源所以及重点实验室科研发展的基本情况和代表性成果，李小森介绍了重点实验室在水合物方向的取得的科研成果和最新研究进展，蒋方明介绍了干热岩方向的研究进展。

孙焕泉等人认真听取了实验室在相关领域的研究进展，对实验室的科研成果表达了浓厚的兴趣，尤其表示针对天然气水合物成藏、开采技术，超长热管采热等资源利用技术方面有很好的契合点，希望细化合作方案，并建立双方联合研究、学术交流等长效机制。李小森表示可以充分发挥实验室在水合物、干热岩等方向的技术优势，架起双方合作的桥梁。双方就开展项目合作研究、定期举办学术会议、人才互动交流等达成初步合作意向。

会后，孙焕泉一行在李小森等的陪同下，参观了分析测试中心，以及相关的重点实验室研究室。



国家纳米科学中心丁黎明研究员来访并作学术报告

11月26日，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，国家纳米科学中心丁黎明研究员来访并作专题学术报告，报告题目为“第三代太阳能电池的分子设计和工艺”。重点实验室太阳能利用研究室徐刚研究员主持此次报告会。

报告会上，丁黎明研究员简单介绍了太阳能电池发展的历程并较为详细地介绍了其团队在D-A共聚物、费富勒烯受体材料、钙钛矿电池等方面的研究成果，同时指出了该领域目前面临的挑战及其需要解决的难题。丁黎明研究员的报告图文并茂、风趣幽默、充满激情。报告结束后，丁黎明研究员解答了现场师生的相关问题，并与在座的科研骨干一同探讨了太阳能电池未来的发展方向。

徐刚研究员，以及重点实验室太阳能研究室的徐雪青研究员和肖秀娣副研究员分别介绍了太阳能研究室在光热、太阳能电池、智能玻璃等领域的研究进展，双方就相关研究合作、项目展望进行了深入交流。



粤港澳可再生能源科技创新论坛在广州能源所召开

11月17-18日，粤港澳可再生能源科技创新论坛在中科院广州能源研究所召开。本次会议由中国可再生能源学会青年工作委员会主办，广州能源所和中科院青年创新促进会协办，中国科学院可再生能源重点实验室和广东省能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室承办。

中国可再生能源学会副理事长蒋利军、中国可再生能源学会青年工作委员会执行主任孙晓明，

中国可再生能源学会青年工作委员会副主任孙永明、李志念、向中华，以及部分青委会委员以及中科院青年创新促进会广州小组成员参加了会议。广州能源所党委书记、副所长夏萍出席会议。

会上，夏萍和蒋利军分别致辞。青委会秘书长向中华带领大家集体进行主题教育“不忘初心、牢记使命”学习。清华大学史翊翔教授、北京化工大学孙晓明教授、中国可再生能源学会咨询研究中心副主任肖明松、中科院近代物理研究所工程处副处长王思成、广州能源所海洋能研究室主任盛松伟研究员和能源战略与低碳发展研究室漆小玲副研究员等嘉宾分别做了专题报告。每个报告结束后，参会人员都进行了充分的交流讨论。

大会还围绕可再生能源及新能源、核能的消纳利用和多能互补与节能融合技术两个议题展开了头脑风暴讨论，与会专家从多学科、多领域交叉融合角度进行思想碰撞，激发创新火花，围绕粤港澳大湾区可再生能源发展新形势、新机遇、新挑战，达成了共识和有益的前瞻性创新建议。



重点实验室参加“第三届全球科技创新大会”

2019年11月20-22日，第三届全球科技创新大会（G-STIC）在比利时首都布鲁塞尔隆重举行。多国政府官员与专业领域人士共同围绕推动可持续发展的必要性、科技在实现可持续发展中的重要作用以及如何实现可持续发展等主题展开了深度的探讨。来自全球70多个国家约2000人参加了此

次大会。

2030 年联合国可持续发展目标（Sustainable Development Goals, SDG）主要针对发展中国家的
发展问题，在此背景下考虑，中国科研机构参与这一大会显得更加重要。广州能源所所长、重点实
验室学委会副主任马隆龙研究员表示，“中国因素带来的变化显而易见。可持续发展的目标很宏观，
但在具体项目上要具备操作的可能性。如何把宏观的目标转变为行动力，就需要技术的力量。通过
大会，我们就是要让世界听见中国声音，与世界分享中国科技创新，向全球贡献中国智慧。”

能源专场设有四个分会场，包括“将可持续能源战略纳入 NDC 合作模式”、“现代区域能源方
案”、“海洋能”和“地热能”。在三天时间里，来自全球各地的可持续科技创新领域的学者共同探讨
了如何实现联合国 2030 远景目标并为此献言献策。重点实验室廖翠萍研究员、盛松伟研究员等作了
口头报告。国家海洋技术中心副主任彭伟、中国科学院电工研究所阮琳研究员分别作了大会报告。

大会期间还以国家为单位进行了可持续发展创新科技成果展示，其中“中国馆”由中科院广州
能源研究所（重点实验室依托单位）联合国家能源集团北京低碳清洁能源研究院、陈清泉院士科创
中心共同主办，以 LED 视频、海报等形式展出我国生物航空燃料，生物柴油、生物燃气、海洋能，
太阳能、地热能、能源战略、氢能等清洁能源领域最新的研究成果。

全球科技创新大会由比利时弗拉芒技术研究院（VITO）在 2017 年创办并牵头主办，每年冬季
在布鲁塞尔举行。



总论

数说行业

5790 亿

根据国家能源局数据，10 月份，全社会用电量 5790 亿千瓦时，同比增长 5.0%。分产业看，第一产业用电量 66 亿千瓦时，同比增长 9.1%；第二产业用电量 4008 亿千瓦时，同比增长 3.4%；第三产业用电量 947 亿千瓦时，同比增长 14.5%；城乡居民生活用电量 769 亿千瓦时，同比增长 2.7%。

1-10 月，全社会用电量累计 59232 亿千瓦时，同比增长 4.4%。分产业看，第一产业用电量 647 亿千瓦时，同比增长 5.2%；第二产业用电量 39867 亿千瓦时，同比增长 3.0%；第三产业用电量 9941 亿千瓦时，同比增长 9.3%；城乡居民生活用电量 8777 亿千瓦时，同比增长 5.9%。

370

根据《2019 世界核能产业现状报告》，2019 年，全球核电发展步伐相对放缓，但是中国、匈牙利、墨西哥、巴基斯坦、俄罗斯和美国核电发电量稳步提升。2018 年，“五大”核能发电国家——按照排名顺序分别是美国、法国、中国、俄罗斯和韩国，发电量占世界核电总量的 70%。2002 年，中国排第 15 位，2007 年排第 10 位，2016 年排第 3 位。2018 年，美国和法国核发电量占全球总量的 47%。截至 2019 年 7 月 1 日，共有 417 座核反应堆在 31 个国家运行，比 2018 年 7 月增加了 4 座。当前世界核反应堆总名义发电净容量 370 吉瓦，比前一年增长 6.7 吉瓦。

中国能源报 2019-12-09

“十四五”清洁能源迈入加速期

未来我国将形成清洁低碳、安全高效的能源体系，与全球低碳发展和能源转型趋势相呼应。国网能源研究院 11 月 30 日举办的“能源转型：‘十四五’电力发展之路”论坛上，与会专家学者围绕能源转型发展展开热烈讨论。专家们普遍认为，“十四五”期间，我国电力需求增速将放缓，终端能源需求和一次能源需求于 2030 年进入峰值平台期。

专家一致认为，清洁低碳和电气化是新一轮能源革命的重要趋势，未来电力系统最鲜明的特征是高比例新能源配置利用。随着清洁能源大规模发展、电能占终端能源消费比重将不断提高。

“十四五”电力增速放缓

我国经济从高速增长阶段转向高质量发展阶段，面对日益复杂多变的外部环境，中长期发展的不确定性显著增加，研判“十四五”能源电力发展目标难度较大。论坛与会专家普遍预测，“十四五”期间电力需求仍将持续增长，但增速放缓，“三华”地区仍然是全国的负荷中心，特别是我国东中部地区，“十四五”电力平衡面临较大压力。

“现阶段看，我国还处于工业化发展阶段、城镇化水平还将持续提高、电气化水平还有很大提升空间，能源需求特别是电力需求还有较大增长空间。”国家电网有限公司总经理助理赵庆波表示，考虑明年国家加大经济调控力度、补短板等，总体判断电力需求比今年要好一些。初步预计，“十四五”全社会用电量年均增速 4.5%左右。

国网能源研究院副院长柴高峰分析，2019 年在中美贸易摩擦加剧，国内供给侧结构性改革加快等形势下，经济运行压力持续加大，电力需求增速将明显回落。“预计 2019 年我国电力需求增速回落近四个百分点，经济下行和气温异常是主要影响因素。”

能源清洁化率加速提升

与电力增速放缓相反，专家们一致表示，“十四五”期间，能源清洁化发展将迈入加速期。据国网公司预测，到 2050 年，我国能源发展会出现两个 50%：在能源生产环节，非化石能源占一次能源的

比重（能源清洁化率）超过 50%；在终端消费环节，电能占终端能源消费的比重（终端电气化率）超过 50%，电力行业任务重大。

中国科学院院士周孝信认为，为达到 2030 年非化石能源发电量占比 50%目标，需进一步提高非化石能源在一次能源消费中的占比。非化石能源消费主要以可再生能源发电、核电等“一次电力”形式为主。

“2035 年后，随着能源供给清洁化进程加速，能源清洁化率先于终端电气化率达到 50%。未来 30 年，能源清洁化率将加速提升，2050 年达到 57.3%。”国网能源研究院院长、党委书记张运洲预测，预计到 2050 年，发电用能占比将达到 70%，约 75%以上的发电用能来自清洁能源。

张运洲表示，从满足新增能源消费看，未来 30 年非化石能源是最主要的增量替代能源，提供约 10.8 亿吨标煤。其中，风、光等新能源新增规模超过非化石能源新增规模的一半。从满足未来新增用电看，非化石能源发电提供约 3.6 万亿千瓦时，在电力需求增量中的贡献率超过 76%，成为主导替代电源。

国网能源研究院发布的《中国能源电力发展展望 2019》预测，2025 年清洁能源电源装机容量达到 14.0 亿千瓦左右。未来 30 年，能源清洁化率将加速提升，2050 年达到 57.3%。电能占终端能源消费比重持续提升，预计到 2020、2025、2035、2050 年，电能占终端能源消费比重将分别达到 26.5%、31.4%、40.6%、51.7%。

能源碳排放提前 5 年达峰值

随着清洁能源发电量占比逐渐提升，电力系统碳排放总量在 2025-2027 年前后出现峰值。

《中国能源电力发展展望 2019》预测，化石能源需求量在 2025 年前后达峰值 43 亿-44 亿吨标准煤，一次能源需求总量在 2025 年达到 55 亿-56 亿吨标准煤，煤炭需求量仍处于峰值平台期。不过，“十四五”期间，煤电仍有 1 亿-2 亿千瓦增长空间。

国网能源研究院副院长兼国网能源互联网经济研究院院长王耀华表示，“十四五”期间煤炭需求规模距达峰值尚有距离，预计 2025 年后煤电需求快速下降。“非化石能源占一次能源比重稳步提升，2025 年将超过 20%，提前实现 2030 年发展目标。”

“能源行业二氧化碳排放预计 2025 年左右提前 5 年达到峰值，2030 年单位 GDP 二氧化碳排放较 2005 年下降约 69%。”张运洲表示，能源行业碳排放达峰时，电力行业碳排放占比约为 41%。能源行业碳排放达峰后一段时期内，由于越来越多的煤炭转化为电力高效利用，碳排放从终端用能部门转移到电力部门，电力行业将承担更多的碳排放，最大碳排放占比约为 44.9%。

苏南 中国能源网 2019-12-04

“机器学习”或将破解家庭能源需求预测难题

在燃气中混入 20%的氢气用于家庭烹饪、取暖等常规用能，英国的这一试点项目能够减排多少二氧化碳？有多少英国家庭愿意参与这项试点项目？能源种类的改变是否会带来不同的用能体验？在苏格兰，计划建设的 28 兆瓦 Kilbraur 风电场项目承诺，建成后将为周边 4 公里范围内的居民提供每兆瓦 5000 英镑的社区福利，要如何落实？领取电费补贴或家庭能效补助的方式是否会影响一个家庭的用电习惯？

试点研究、惠民项目层出不穷，那这些涉及千家万户的能源大数据要如何收集、使用和分析呢？

“能源大数据的运用眼下在英国是一个非常热门的领域。政府也牵头成立了能源数据工作组。但我们发现，在能源需求的预测上，大数据往往是擅长处理整体性的、国家层面的信息，一旦深入到个体或者居民家庭层面，就面临各种各样的问题。”英国皇家工程院院士、帝国理工学院教授蒂姆·格林（Tim Green）指出。当前，对于能源数据的应用，英国面临的一大挑战来自于分散的家庭用能市场。“简单说，就是如何预测一个个家庭的能源需求。”

“居民家庭的用能情况总有一些不确定性。”在蒂姆·格林看来，这些不确定性正是预测过程中的

难题。“从英国家庭用电的峰谷曲线图来看，多年来，英国家庭的用电低谷一般是在下午三点半左右，高峰则一般在晚上五点半到六点之间。这是常规情况。但有一天就出现了异常。”蒂姆·格林所指的明显异常是 2013 年 7 月 7 日，“那一天是温网男单决赛，好多英国人都去看比赛了，所以在本该是用电高峰的傍晚五点半左右，英国家庭的平均用电量却成了一天中的最低谷。”

除了特殊情况下的不确定性，蒂姆·格林表示，即便在常规环境下，家庭用能的分析预测也存在多种影响因素。“一个家庭的能源使用效率到底有多高？其中不仅仅涉及到气价、电价等价格因素，可能还受到家庭人数、收入、成员年龄、职业，甚至季节、天气等因素的影响。而且这些数据处理的过程中，还关系到家庭乃至个体的隐私保护等伦理问题。”

那么，面对这些挑战，渗透到个体、家庭的能源需求预测将如何实现呢？蒂姆·格林把目光放在了“机器学习”技术上。

的确，在日前中国电机工程学会发布的《电力大数据专业发展报告》中，以“机器学习”为代表的分析挖掘技术被列入电力数据分析应用的关键技术。近日，美国能源部能源高级研究计划署也宣布，将提供 1500 万美元的资金用于支持机器学习、人工智能等在能源技术和产品设计上的应用。

蒂姆·格林透露，目前英国很多相关研究机构都在使用“机器深度学习”的方式预测家庭能源使用。“机器学习是把计算机作为工具，真实、实时地模拟人类的学习方式，然后将学到的内容重新加工分析，进一步优化计算机程序。通过机器学习，可以分析家庭的电力消费规律，在哪些相对固定的时间段会使用哪些电器、家庭的用电负荷是多少……从而为一些需求侧方案相应提供参考。当然，我们预测的需求和现实的需求会有一定的差别，要想成功运用数据得出分析结论并非易事。”

除需求侧的预测外，蒂姆·格林还表示，随着技术的优化发展，机器学习对于电力系统的分布式控制、高频率的灵活响应等方面也将发挥重要作用。

本报记者 姚金楠 中国能源报 2019-12-02

全球温室气体浓度再创新高

11 月底，世界气象组织（WMO）和联合国环境规划署（UNEP）接连赶在第 25 届联合国气候大会召开前发布最新报告，不约而同地作出了“全球当前减排力度不够、地球变暖趋势无减缓”的论断。

其中，WMO 通过两份报告警示全球：大气中温室气体浓度再创历史新高，地球正处于有史以来最温暖的 5 年。UNEP 则呼吁所有国家做出更多贡献以实现组合效应，同时点名美国等发达国家应更快行动，以加速扭转温室气体排放快速增长的趋势。

碳排放量再创新高

WMO 最新的《温室气体公报》指出，去年大气中温室气体含量创历史新高，其中二氧化碳平均浓度达到 407.8 ppm（1ppm 为一百万分之一），较 2017 年上升 0.5%，是 1750 年工业化前水平的 147%。2017—2018 年间，全球二氧化碳排放增速超过了过去十年的平均水平。

WMO 援引美国国家海洋和大气管理局的数据称，自 1990 年以来，长寿命温室气体气候增温总效应增加了 43%，这其中有 82%是由二氧化碳引起。这种长期增长的趋势意味着人类未来将面临越发严重的气候变化，包括气温升高、极端天气、水资源压力、海平面上升以及陆地生态系统遭到破坏等。

值得关注的是，仅次于二氧化碳的第二大长寿命温室气体甲烷，去年在大气中的含量也创下历史新高，达到 1869ppb（1ppb 为十亿分之一），是工业化前水平的 259%。甲烷对增温效应的贡献约在 17%左右，2017—2018 年间甲烷增加值为过去十年来的历史第二高。

此外，一氧化二氮去年在大气中的含量达到 331.1 ppb，是工业化前水平的 123%，其对增温效应的贡献约为 6%，同时还会破坏大气的平流层和臭氧层。WMO 表示，全球约有 40%的一氧化二氮来自人类活动，包括生物质燃烧、化肥使用以及各种工业流程等。

WMO 数据显示，2015—2019 年间，二氧化碳和甲烷等温室气体排放量增长快于 2011—2015 年

间，增长率接近 20%。

地球正处于最暖期

WMO 在一份声明中表示：“我们可能正处于有史以来最‘温暖’的 5 年。”WMO 发布的《2015—2019 年全球气候》报告显示，2015—2019 年，全球的平均气温比 2011—2015 年增加了 0.2 摄氏度，是地球有记录以来最热时期，比工业化前平均气温度上升了 1.1 摄氏度。

WMO 表示，温度的上升与温室气体排放量增加成正比。尽管目前只有 6 个月的数据，但如果温度以目前的高水平持续到今年底，2019 年将成为有史以来最温暖的五个年份之一。按照目前的速度，到 2100 年，在最坏的情况下，全球平均气温可能会比工业化前水平高出 7 摄氏度。

无独有偶，UNEP 在最新的《2019 排放差距报告》中也作出了全球气温只高不低的预测。报告中指出，未来十年，全球每年至少需要减少 7.6% 的排放量，才能防止气温升高不超过 1.5 摄氏度，“这一结论十分暗淡，意味着我们未能阻止全球温室气体排放量增长的步伐，我们需要更深度、更快速的减排行动”。

UNEP 的专家们发现，在撰写这份报告的十年间，遏制温室气体排放应采取的措施与实际行动之间的差距不断扩大。如果维持目前的气候政策和国家自主贡献水平，预计全球温室气体排放量到 2030 年都无法达到峰值，更不用说 2020 年。

UNEP 强调，即使当前《巴黎协定》下所有无条件承诺都得以兑现，全球气温仍有可能上升 3.2 摄氏度，这将带来“更广泛、更具破坏性”的气候影响。

美国人均排放居全球之首

UNEP 建议，出于公平和公正的考虑，短期内发达国家必须比发展中国家更快实施减排，发展中国家可以借鉴发达国家的成功经验，甚至可以以更快的速度拥抱更清洁的技术。

对于美国退出《巴黎协定》的举措，UNEP 表示，美国目前仍是《巴黎协定》的参与国，退出要到 2020 年 11 月才能生效。目前，美国比《巴黎协定》规定的减排目标至少高出 15%，是未达到既定减排目标国家中“最严重”的一个，美国人均温室气体排放量居全球首位。

《2019 排放差距报告》中显示，虽然 2005 至 2017 年间美国碳排放量下降了 14%，但随后该国放宽了发电站和车辆排放标准，导致过去几年排放量上升。报告敦促美国加速实现电力供应 100% 无碳，并推出和实施到 2030 年所有新建建筑物和汽车“更清洁”的政策等。

美国能源信息署（EIA）在最新月度能源报告中指出，2018 年美国与能源生产和使用相关的二氧化碳排放量出现自 2014 年以来首次增加，达到 52.7 亿吨，比 2017 年增加 2.7%。其中，天然气总排放量增加了 10%，使得住宅二氧化碳排放量增加了 7.4%，商业部门二氧化碳排放量增加了 2.8%。

此外，2018 年，美国与石油消费相关的二氧化碳排放量也增加了 1.9%，与柴油消耗相关的二氧化碳排放增加了 6%。

本报记者 王林 中国能源报 2019-12-02

新兴市场可再生能源投资增速放缓

本报讯 11 月 25 日，彭博新能源财经（BNEF）发布年度 Climatescope 研究报告指出，2018 年，新兴市场在可再生能源电力领域的投资增速普遍呈现放缓的态势，与此同时，燃煤发电量却攀升至历史最高点。BNEF 担忧，在此环境下，全球要实现《巴黎协定》制定的气候目标仍面临很大的挑战。

BNEF 的报告共统计了 104 个新兴市场可再生能源电力领域的发展情况。数据显示，在电力产能方面，2018 年，新兴市场总共新增并网发电装机容量为 201 吉瓦，可再生能源电力装机容量为 107 吉瓦，占比 53.23%。其中，光伏发电新增并网装机容量最多，为 66 吉瓦；风电紧随其后，新增并网装机容量 29 吉瓦；另有小型水电、生物质能发电以及地热能发电项目共计新增并网装机容量 12 吉瓦。

在资金投入方面，报告显示，2018 年，新兴市场在可再生能源领域的投资为 1330 亿美元，低于

2017 年的 1690 亿美元，下滑明显。

报告指出，2018 年新兴市场可再生能源产业发展整体趋缓，主要是受几个主要的新兴市场新增装机容量及投资金额下降带动。数据显示，2018 年，印度光伏发电及风电新增装机容量分别下滑了 7%和 6%；同时，巴西、印度对于可再生能源发电项目的投资也分别减少了 27 亿美元和 24 亿美元。

但 BNEF 同时表示，近一年间，光伏发电和风电成本的下降，也是新兴市场对可再生能源电力领域投资额大幅减少的原因之一。

报告还显示，新兴市场在可再生能源发电量和电力消费方面的表现也不及预期。2018 年，新兴市场煤电消费量上升至 6900 亿千瓦时，较 2017 年的 6400 亿千瓦时增长 7.8%，占总电力消费的 47%。报告分析，这是由于可再生能源发电项目依赖自然资源，天气对项目发电量影响较大。而煤电厂发电则不受环境条件制约，可昼夜供电。

不过，在 BNEF 看来，和 2017 年相比，虽然 2018 年新兴市场在能源转型上的进展稍显逊色，但不乏新亮点的出现。在电力产能上，2018 年，103 个新兴市场的可再生能源发电新增装机总规模达 36 吉瓦，较 2017 年的 30 吉瓦增长 20%，创历史新高。投资方面，101 个新兴市场的可再生能源投资总金额达到 340 亿美元，较 2017 年的 300 亿美元增长 13.33%。其中，越南、南非、墨西哥、摩洛哥四国的投资额更是增长迅速，总共达到了 160 亿美元。

BNEF 美洲主管 Ethan Zindler 表示，研究结果表明，新兴市场的能源结构正在转型，逐步从化石能源向可再生能源转变。“但就如同巨型油轮转向，这一改变并不能一瞬间完成，还需要更长时间。”

油价网撰文称，尽管 BNEF 的报告肯定了新兴市场 2018 年在可再生能源领域的成绩，但不能忽视的是，报告同时表明补贴仍然是新兴市场可再生能源发展的主要动力，因此，当前新兴市场的能源转型速度仍显缓慢，恐怕不足以应对气候挑战。

BNEF 则提出，在新兴市场二氧化碳排放量增加的情况下，各国政府需要加大对可再生能源产业支持力度，尽快可再生能源电力成为更具有竞争力的产品。

董梓童 中国能源报 2019-12-02

不夜城能源印象

车水马龙不夜城、火树银花不夜天，这是澳门给人的第一印象。密密匝匝的建筑，东西方文化在这里交融，让人竟然毫无违和感。澳门的街道，不似海南般椰风海韵，白天看起来明晃晃、空荡荡，一到夜里，马上变了面孔：目不暇接、热闹非凡，所有的感官都被调动起来，上一秒东方、下一秒西方，好像恨不得把全世界都装进这小小的箩筐里。

澳门人骨子里的娱乐精神和“胸中有丘壑”的气象，就藏在鳞次栉比的巨型酒店里，连出租车司机都自豪：“这里的酒店全世界最好啦，你去美国也看唔到这样子的啦！”这样的城市，高耗能跑不了，但细打听才知，澳门人对于能源的节约也是渗透到骨子里的。

2019 年 6 月 9 日至 6 月 15 日是澳门节能周，澳门能源业发展办公室策划组织了一系列的节能活动，包括“便服夏，齐节能”、“澳门知慳惜电活动”、“5%节能行动抽奖活动”等。“便服夏”就是呼吁所有办公设施将室内空调系统维持在不低于 25 摄氏度，同时非因公务需要必须穿轻便的制服，不穿外套、不打领带；“知慳惜电活动”则分为酒店/综合度假村组、住宅楼宇公众用电组，其中酒店/综合度假村组以 2019 年 7 月至 10 月连续 4 个月的用电量与 2018 年同期比较，每组节约用电百分比最高的胜出比赛，设金、银、铜和优异奖，凡有实现节能的酒店或度假村，均会获颁嘉许状并受邀出席颁奖礼。

澳门人深知节能这项关乎千秋万代的事业，应该从娃娃抓起，上述节能活动也在学校中间展开。澳门的“校园节能文化活动”有悠久历史，自 2008 年开始举办至今，已经成功举办了 12 届。该活动旨在鼓励学校师生以不同形式实践节能，营造节能校园氛围、建立校园节能文化。除了嘉许优胜学校的总体表现并颁发“节能模范校园大奖”、“节能校园综合奖”外，还奖励在特定项目中表现出色的学

校、个人或组别，设立“能源管理及设施改善奖”、“能源教学活动奖”、“能源主题之科普活动奖”、“节能主题之写作奖”等。

澳门以博彩业闻名于世，娱乐场所是高耗能区域，节能工作体现在点滴细节中。澳门博彩股份有限公司（下称，澳博）负责楼宇设备的助理项目总监姚怡明告诉我，澳门人的节能意识是很强的。“亚洲人设计的建筑物都很亮，但是全部都采用更省电的 LED 灯来照明，而且配置了移动感应器，酒店房间里面的照明、空调、窗帘都是自动的，统一到一个控制单元，一张房卡就可以控制每一个房间的所有用能系统。”

澳门 90%的电都来自珠海，娱乐场所用电中，空调占 30%—40%，照明占到 10%—15%，此外就是各种令人眼花缭乱的灯具，用来装点不夜城的璀璨夜晚。澳门执行阶梯电价，有台风来袭，特区政府还为每户每年补贴 2400 元澳门币，以此来减轻因为台风给居民用电造成的损失。2018 年 9 月的史上最强台风“山竹”横扫珠三角，澳门所有娱乐场于 9 月 15 日晚间 11 时起关闭，这也是史无前例的一次。“山竹”之后，针对沿岸低洼地区在台风期间出现严重水浸、供电服务因区内电力设施受浸而中断的问题，特区政府与澳门电力联合制定了低洼地区电力设施优化方案。

除了电，2018 年澳门特区开始大规模改液化石油气为天然气，姚怡明所在企业旗下的六个娱乐场也陆续改造完成。目前正在竣工验收的上葡京项目，因为要修改天然气管道设计图纸而耗时最长。这座巨无霸酒店历时 12 年才建成，因为其出色的节能设计还申请了美国 LEED 绿色建筑认证。

澳门回归祖国 20 年，展现出了“一国两制”制度下持续的繁荣与稳定，人民喜乐祥和。从姚怡明所在企业的数据就可见一斑：今年仅 10 月份，澳博就营收 250 多亿澳门币，与往年平均持平，世界经济下行 的颓势在这里反映并不明显。

一边是乐天知命，另一边是居安思危。即使是在并不缺少能源供应的情况下，澳门国际清洁能源论坛业已连续召开了八届，特别是今年喜迎粤港澳大湾区建设国家规划的出炉，与会嘉宾人数超过了以往。来自广东的企业代表尤其踊跃，他们试图在这里寻求开发新能源的机会。而澳门呢，向来是来者不拒，就像她一如既往地拥抱全世界游客一样，正在向这些商业投资者敞开怀抱。

胡学萃 中国能源报 2019-12-02

可再生能源将快速渗透全球能源系统

“‘清洁低碳+电气化’是全球能源转型、应对气候变化的现实路径和必然选择。为此，世界各国还需在能源政策、能效提升、技术创新等方面加大力度并综合施策。”国网能源研究院副总经济师兼经济与能源供需研究所所长单葆国在 11 月 30 日举办的“能源转型：‘十四五’电力发展之路”论坛上发布《全球能源分析与展望 2019》时作出如上表述。

论坛与会专家一致表示，在世界各国共同应对气候变化背景下，能源绿色低碳转型已经成为共识，未来全球能源供应主体将持续向非化石能源过渡，可再生能源将加快成为能源增长的主体。

去年全球电力增速创五年新高

“2018 年，全球电力消费约 24.5 万亿千瓦时，较上年增长 3.1%，增速创近五年新高。”单葆国表示，去年亚太电力消费占全球的 47%，贡献全球增长的 3/4；欧洲、北美合计占全球的 41%，贡献率不足 1/5。中国电力消费约为美国的 1.6 倍；中国、美国、印度三国电力消费占全球总量的一半。

“2018 年全球发电装机达 71.6 亿千瓦，较上年增长 3.8%。其中，亚太贡献了新增装机的 72%，占全球的比重达 46%；欧洲、北美合计贡献率约 14%，占全球的比重为 42%。可再生能源发电装机占总装机的比重达 36%，发电量占比达 27%。”

《全球能源分析与展望 2019》现状分析部分搜集整理了 1980-2018 年全球、大洲及主要国家能源电力统计数据，大量数字背后所体现的是世界能源供需格局的深刻调整。长期以来，化石能源占据着全球能源供需的中心位置。未来，以风能、太阳能为主的可再生能源将迅速崛起，助推全球能源清洁转型。当下，新一轮能源革命蓬勃兴起，清洁低碳、电气化是其中的重要特点和趋势。

“欧盟多国和传统石油国家也提出了新能源发展目标。”电力规划设计总院原院长、党委书记谢秋野举例，德国提出到 2050 年可再生能源占能源消费的 60%，丹麦提出到 2050 年完全摆脱化石能源消费，沙特提出到 2020 年可再生能源满足 10% 的能源需求。

发展中国家是全球电力增长主力

当前，各国能源政策普遍支持电气化发展，无论是在供给侧加大可再生能源开发利用，通过发电提高化石能源的利用效率，还是在需求侧加大对化石能源的替代，都会提高终端能源消费中的电能规模。单葆国表示：“电气化水平是未来能源转型的主要路径，我们对电气化水平有一个乐观的判断，基准情景下 2050 年全球终端电气化水平约 34%，加快转型情景下达到 40%，中国电气化水平明显高于全球平均水平。”

未来，全球电力需求增长主要由电力供应的普及程度以及发展中国家的工业化进程、交通电气化加速、城市化发展等因素驱动。发展中国家人均用电水平低，伴随经济社会发展，电力需求存在较大增长空间，将是全球电力需求增长的主力。而发达国家人均用电水平高，部分国家受人口老龄化、用能效率提升影响已显现饱和态势。

《全球能源分析与展望 2019》预测，在加快转型情景下，2050 年全球发电装机约 250 亿千瓦，较 2018 年增长约 2.5 倍，其中亚太增至约 115 亿千瓦，约贡献全球增长的 46%。单葆国表示，预计 2050 年全球电力需求约 61 万亿千瓦时，较 2018 年增长约 1.5 倍，年均增长 2.9%。分地区看，亚太约贡献增量的近一半，贡献率较过去 38 年有所下降；北美、欧洲合计贡献率不足 30%。分部门看，工业、商业占比明显下降，居民占比略有上升，交通占比明显上升。

2050 年全球可再生能源装机占比超过 75%

据悉，当前全球约有 150 个国家就可再生能源发电制定了具体目标，主要集中在陆上风电、光伏发电。《全球能源分析与展望 2019》预期，在加快转型情景下，全球化石能源发电装机占总装机的比重从 2018 年的约 60% 降至 2050 年的约 20%，可再生能源发电装机占比在 2025 年前后达到 50%，2050 年超过 75%。

“在电力需求快速增长、传统火电逐步退出、系统接入更加灵活等多重因素推进下，可再生能源将以较快速度渗透全球能源系统。”单葆国判断，煤炭、石油、天然气依次到达峰值，2050 年非化石能源占比提高到 36%。

记者采访获悉，中长期来看，发达国家能源清洁转型进程快于发展中国家，主要因为发达国家能源需求增长潜力小、用能效率高、技术资金足，主要在存量领域推进清洁能源替代；而发展中国家能源需求增长潜力大、速度快、效率低，清洁能源主要用于满足需求增量。

苏南 中国能源网 2019-12-04

2019 年，全球 CO₂ 排放量将创新高

一项新研究表明，尽管太阳能等可再生资源的使用量有所增加，但全球二氧化碳（CO₂）排放量今年将再创历史新高。据美国《科学新闻》网站 4 日报道，到 2019 年底，全球燃烧化石燃料产生的 CO₂ 排放量将高达 368 亿吨，高于 2018 年的 365.7 亿吨。

研究人员根据不同地区报告和估算的月度排放数据得出了上述数据，发表于《环境研究快报》在线版。研究还预测，随着石油和天然气的使用量与日俱增，全球 CO₂ 的排放量可能会继续上升。

目前，尽管有些国家已开始使用可再生能源，例如，美国 2019 年的风力发电量比 2018 年增长了 8%，而太阳能发电量估计增长了 11%，但这种趋势还不足以阻止 CO₂ 排放量增加，导致气候变化、极地冰盖融化以及飓风加剧。

在《自然·气候变化》4 日发表的另一篇论文中，美国斯坦福大学环境科学家罗布·杰克逊说：“我们现在使用的大多数可再生能源并未取代煤炭和其他化石燃料，只是在增加新能源。”杰克逊及同事也提出了一些直接削减化石燃料使用的全球气候政策，例如放弃燃煤发电厂、采用从大气中获取碳

的技术等。

杰克逊说：“煤炭是唯一一种使用量呈下降趋势的化石燃料。”他的团队估计，全球煤炭使用量在2019年下降了0.9%，其中美国下降了10.5%，欧盟下降了10%。但全球天然气和石油使用量分别增长了2.6%和0.9%，抵消了煤炭小幅下降带来的好处。

杰克逊还指出，印度以及大部分发展中国家的CO₂排放量仍在上升，尽管美国和欧洲的排放量下降了约1.7%，但美国仍在“使用超过我们合理比例的化石燃料”。据悉，2018年，全球人均CO₂排放量约为4.8吨；而美国人的平均排放量为16.6吨。

刘霞 科技日报 2019-12-06

区块链会给能源行业带来哪些变化？

“把区块链作为核心技术自主创新的重要突破口”“加快推动区块链技术和产业创新发展”——1个多月前，党和国家领导人在中共中央政治局第十八次集体学习期间作出的这一前瞻判断，让“区块链”从幕后走向前台，进入大众视野。

一时间，区块链技术一跃成为各行各业争相追捧的热门，能源行业也不例外。据记者了解，目前已有多家主业覆盖电力、煤炭、油气等领域的能源企业正在或已经建立起区块链研发机构。区块链赋予了能源行业怎样的想象空间？这一新兴技术究竟能在哪些细分领域大展拳脚？

“区块链就是一台创造信任的机器”

什么是区块链？

“一个村子里，张三借给李四100元钱，他要让大家知道这笔账，就通过村里的广播站播出。全体村民听到了这个广播，收到了信息，他们进行点对点地核实后，就把这个信息记在自己的账本上。这样一来，全部村民的账本上都写着‘张三借给李四100元’。这所有的流程就是一个记账系统，并且根据时间顺序排列出一个个区块，区块又连起来成了一条链，这就是我们说的区块链。它按照时间的顺序头尾相连，可回溯，但不可篡改，因为它们都是加密的。”这个被广泛引用的区块链通俗版解读来自中国工程院院士、浙江大学教授陈纯。

“其实，区块链从诞生到现在，大部分的相关表述实际上用的都是机器语言，所以大家有时候会觉得听不懂区块链到底是什么。”国家能源集团信息公司研发部总经理张海飞认为，“在复杂的数学、密码学、计算机编程等学科技术下，区块链的关键作用是解决信任问题。”

中国区块链生态联盟副理事长、赛迪区块链研究院院长刘权进一步指出：“让人们可以在没有中央权威机构的情况下，能够对互相协作彼此建立起信心。简单地说，区块链就是一台创造信任的机器。”

“参与电力交易的主体越来越多元，区块链技术的优势就会越发凸显”

在国家电网电子商务有限公司网络信息化中心副主任、国网区块链科技（北京）有限公司负责人王栋看来，区块链技术的一个独特优势是可溯源，这使得区块链技术在电力、煤炭、油气等能源商品交易领域，特别是分布式能源领域，有不可估量的应用前景。

“举个简单的例子，‘双11’我要在网上购买一个东西，店铺的评分、介绍、月销售量都可能是我选择在哪家店购买的标准，但我其实无法确定所购买的东西是否货真价实、正规生产，即使拿到了实物，也存在高仿造假的可能。物品源头信息的缺乏正是网购假货泛滥的重要原因之一。”王栋告诉记者，“以分布式光伏电站运维管理为例，理想的运维状态是运维人员能够实时动态监测到每一个电站的设备运行状态、发电量、用电量等信息，一旦某个电站设备出现问题，运维人员可线上诊断，并进行有针对性的维修。这种‘理想状态’便可以依托区块链技术可溯源的优势去实现。通过对每一个电站设备数据的溯源，可确保数据真实可信，从而更高效地‘对症下药’，极大程度上减少‘误诊、错判’导致的人力、时间、效能的浪费”。

王栋强调，区块链技术最适合的应用场景是多利益主体参与、泛在互联的环境。“比如说常规的

居民购电场景：电厂发电，然后并网，居民从电网买电。这其中能不能应用区块链技术呢？一定能，但效果不会立竿见影。但是随着泛在电力物联网的发展，特别是家庭电站、分散式风电的发展，参与电力交易的主体越来越多元，区块链技术的优势就会越发凸显。”

“很多的方案还只是‘跃跃欲试’，并没有真正用起来”

依托于一些确定的政策和考核机制，能源领域正在尝试部分区块链技术应用的落地。

王栋告诉记者，目前，北京电力交易中心就在试行通过区块链技术完善可再生能源配额制的考核工作。“2020 年开始，我们就要在全国推行可再生能源消纳配额制的考核，每个省都有对应的清洁能源消纳比重指标。那么，谁来证明你用的电力是清洁电力？如何认定消纳的比例呢？其中涉及的环节非常多，有电厂、用户、售电公司、电网公司、各级地方能源主管部门等。通过区块链我们就可以实现跟踪追溯，可以看到用户通过哪些环节交易、从哪个电厂购了多少电，然后还会生成一个凭证，证明用户消纳过清洁能源。这个凭证还可以在省间交易。”

虽有部分尝试方案，但张海飞也指出，现阶段，在很多细分领域中，甚至是被认为拥有广阔市场前景的分布式能源项目中，区块链的应用仍存在“时机选择”的问题。“比如光伏建筑一体化(BIPV)业务，现在，对于 BIPV 等分布式的能源开发和运行模式，还有很多不确定因素。各市场主体如何分成、怎么管理、谁来运维、如何监管，随着项目推进，这些规则可能都会有调整。但这些因素恰恰是需要大家一致确认后，变成代码写入到区块链当中的，如果频繁调整，就会出现问題。”张海飞指出，区块链的技术特性之一就是一旦上马，虽然有一定的扩展空间，但很多硬性规则是无法改变的。“所以，需要找到一个合适的时点，然后推广才更有价值。”

刘权指出，这便是区块链技术应用中的关键要素——智能合约。“将可执行的程序和触发条件写入区块链，后续的执行是自动的、无法更改的。从技术角度说，区块链是去中心化的，但是事实上，区块链是一种共性机制，制定规则的团体是区块链的核心，规则制定完之后，执行是自动的。”

谈及智能合约，张海飞则认为，目前的智能合约在现实应用中还有很多的短板。“就像煤炭交易的过程中，我们可以约定一个条件，达到这个条件的时候自动交易。但市场瞬息万变，有市场因素也有非市场因素，如何将这些中长期变化因素转换成代码？特别是一些非量化条款、隐藏条款，怎么样才能一次性表达完整？不是说智能合约不够智能，而现实中有太多不确定性。也正是基于这些变化的因素，我们很多的方案还只是‘跃跃欲试’，并没有真正用起来。”

不仅如此，张海飞还指出，基于某些能源产品的特殊性，区块链的应用也有一定的局限。“比如煤炭就和电不同。电就是入网，入了电网之后会有国家的严格管控。但是煤装上火车还要卸，卸完还要混，混煤配煤之后，发热量、含水量、灰分、硫分等都会发生变化。火车从矿井跑到黄骅港，即使沿途严格保护，这些数值也肯定会发生变化。追溯起来就不会像电那么容易。”

“区块链的具体应用还是要配合一些其他技术”

既然区块链的应用还存在环境制约，那么在未来的推广中要如何克服这些问题呢？

“区块链的具体应用还是要配合一些其他技术。”张海飞表示，目前，国家能源集团信息公司正在研究如何破解产品追溯过程中遇到的难题。“利用一些物联网和大数据技术，即便是在混煤配煤的工序上，我们也能知道是在哪几个点混的，能够复原当时的环境。通过多种技术的综合运用，链内、链外结合去建立一个信任环境。”

对此，王栋指出，现实社会不可能完全“去中心化”，所以，具体应用中更多的是需要一种“准入制的联盟链”，即多中心或弱中心的场景。“比如，我们的国网商城里有一家供应商有 100 万元的应收账款，对应的是某个省级电力公司，我们就可以将该公司的征信信息‘上链’，银行看到之后，就可以放心地给这家企业贷款。”王栋表示，这一过程中，就有很多“链外”的工作要做，“例如利用区块链平台签署通过的电子合同，在现实中必须是真实存在和发生过的，也就是说在链外要严守风控的关口，这其中就涉及诸如可信计算等多种其他技术的应用。”

本报记者 姚金楠 中国能源报 2019-12-09

区块链发展 能源领域不能盲目跟风

10月下旬，中共中央政治局就区块链技术发展现状和趋势进行第十八次集体学习，确立了区块链技术的重要地位，为相关产业的未来发展指明了新方向。其中，“探索区块链在能源电力等领域的推广应用”作为会议核心部署内容，让能源人看到了无限的市场机遇。但区块链是一个仍在动态进化中的技术，它不是一个什么都可以装下的筐，也不是包治百病的万能药，能源行业在积极探索如何与区块链碰撞出火花的同时，也要警惕盲目跟风。

区块链作为一种充满颠覆性的新兴技术，问世之初即备受多国青睐，目前全球主要国家都在加快布局研发、推广区块链技术。在我国，区块链技术的应用前景也早已被各方看好，即便是在“传统”“保守”的能源领域，也已有多家主业覆盖电力、煤炭、油气等领域的企业正在或已经建立起区块链研发机构。能源领域响应如此迅速，大致有两方面的原因：一方面，得益于区块链自身的技术“吸引力”——在促进数据共享、优化业务流程、降低运营成本、提升协同效率、建设可信体系等方面，区块链的天然优势与能源企业的发展诉求一拍即合；另一方面，煤炭、油气、电力等能源各细分领域，具备推进和“领跑”区块链发展应用的资金实力，同时，敏锐抓住区块链技术融合、功能拓展、产业细分的契机，也是企业高效经营、抢占营收“新增长点”的内生需求。

跳出企业看行业，能源行业是关系国计民生的基础性行业，随着我国能源行业市场化改革的不断深入，区块链在推动交易高效、透明上的技术优势将拥有更大的用武之地，很可能会为我国能源行业实现高质量发展蹚出一条新路子。

风险与机遇是一枚硬币的两面。在区块链话题大热的背景下，率先试水的领域已经暴露出了诸多问题：一些人借助区块链的金融属性，大肆炒作股票等金融产品，催生市场泡沫；一些人蓄意拉大旗作虎皮，借“区块链”之名行非法集资之实；更有甚者利用公众对区块链的不了解，通过发行所谓的虚拟货币实施欺诈，或将子虚乌有的投资项目包装成区块链进行传销……凡此种种，在滥用、错用这一方兴未艾的新技术的同时，也造成了不良社会影响。能源领域要警惕重蹈此类覆辙。

区块链技术诞生至今不过10年左右时间，便已从“1.0时代”更新演进至“3.0时代”。不容忽视的是，区块链技术在本质上是一种艰深的计算机语言，而区块链的不断自我进化，更是增加了外界认识和理解它的难度。事实上，区块链的大量抽象概念、复杂应用场景以及尚不清晰地商业模式，都是已经摆在能源人面前的头疼问题，行业内由此发出了“区块链到底能干啥”的集体疑问。同时，能源产业自身具有较高的技术门槛，系统运行更是充满不可控的变量，如何与行业外的新技术有效互动，也是个不小的挑战。

面对类似区块链这样的新技术、新挑战，“不盲目跟风、不武断排斥，谨慎乐观地探索发展”或许才是应有的心态。

一分部署，九分落实。区块链发展的号角已经吹响，能源、工信等领域相关主管部门要时刻绷紧一根弦，加强对区块链技术的引导和规范，加强对区块链安全风险的研究和分析，为区块链发展营造良好生态，进而为加快推进“能源革命”提供更强有力的技术支撑和保障。

本报评论员 中国能源报 2019-12-09

推广应用低碳技术 “十四五”将加强应对气候变化工作

在国务院新闻办近日举行的发布会，生态环境部副部长赵英民表示，“十四五”期间是我国推动高质量发展、建设美丽中国的重要时期，我国将加强应对气候变化工作，并将应对气候变化融入国民经济和社会发展“十四五”规划纲要、“十四五”生态环境保护规划中。

经初步核算，2018年我国单位国内生产总值（GDP）二氧化碳排放强度下降4%，比2005年累计下降45.8%，相当于减排52.6亿吨二氧化碳，非化石能源占能源消费总量比重达14.3%，基本扭转了二氧化碳排放快速增长的局面。

赵英民说，生态环境部正在谋划“十四五”期间应对气候变化工作，将继续采取措施控制温室气体排放，支持和鼓励部分地方、重点行业结合自身经济社会发展实际，开展达峰行动，制定明确的达峰目标、路线图和落实方案；继续将单位 GDP 二氧化碳排放强度下降率作为一个指标，开展非二氧化碳温室气体排放管理，建立健全统筹协调、多部门参与、相互配合、各负其责的温室气体统计核算和管理机制，强化应对气候变化和污染防治、生态环境保护工作的全面融合，加快低碳技术推广应用和低碳产业发展。

赵英民表示，“十四五”期间将推动构建更公平合理、合作共赢的全球气候治理体系。“计划更新国家适应气候变化战略，推动农业、水资源、森林、海洋、人体健康、防灾减灾等领域的适应气候变化行动，加强适应气候变化的能力建设等。”

科技日报 2019-12-06

联合国敦促各国减排“再加把劲”

“人类必须在希望和投降之间做出选择，在与气候变化危机的对抗中，我们必须选择希望，难道我们真的要成为在地球燃烧时把头埋进沙子里且无所作为的一代人吗？”联合国秘书长古特雷斯在 12 月 2 日召开的联合国气候变化框架公约第 25 次缔约方大会上发表上述讲话。

本届气候大会是《巴黎协定》生效前缔约方最后一次“团聚”，近 200 个国家的代表将在为期 12 天的峰会上就建立国际碳排放交易机制、制定深度减排措施等议题进行决议，旨在为明年进入关键实施阶段的《巴黎协定》收尾。舆论普遍认为，地球即将面临升温失控的临界点，应对气候变化危机“已无退路”，人类不缺阻止气候变暖的知识和手段，缺的是政治意志和雄心。

多国减排努力“根本不够”

古特雷斯援引联合国刚刚发布的报告称，世界需要在 2020 至 2030 年间每年减少 7.6% 的排放量才能实现《巴黎协定》目标，否则本世纪平均气温将上升 3.2 摄氏度。

美国有线电视新闻网指出，此届气候大会号召全球各国必须提出切实可行的减排计划，甚至应该在“未来两周内”就展开行动。美国 CNBC 新闻网撰文称，此届气候大会旨在为《巴黎协定》做好收尾工作，因为各缔约国要在明年 11 月于格拉斯哥举行的第 26 届联合国气候大会之前履行各自减排承诺。

“各缔约方不仅要根据《巴黎协定》完成‘自主贡献任务’，甚至还应该大大提高‘减排野心’。”古特雷斯强调。在他看来，应对气候变化危机要进一步强化问责机制、责任和领导力。

事实证明，多国减排努力“并不够”，海平面上升、干旱、风暴等灾难性事故仍频发。马绍尔群岛总统 Hilda Heine 在会上发表讲话称，其代表受海平面上升影响的国家发出警告，突破 1.5 摄氏度上限意味着他们的家园将被吞噬，“由于海平面上升和毁灭性的风暴潮，我们这些最脆弱的环礁国家已站在死亡线上”。

国际知名慈善组织乐施会（Oxfam）和环球生态基金会（FEU）均在此届气候大会期间发布最新报告。Oxfam 警告称，气候变化的严重性已经导致地球上平均每两秒钟就有一人被迫离开家园。FEU 则强调，对《巴黎协定》作出承诺的 184 个缔约国中，只有 48 个为控制升温“真正努力”。

根据 FEU 数据，一些欧盟成员国仍在依靠化石燃料发电。去年欧盟内最大二氧化碳“贡献”国是德国，占比约 22%；其次是英国，约占 10.7%；意大利约占 10%；波兰约占 9.6%；法国约占 9.3%。

统一碳交易规则“待敲定”

“建立国际碳排放交易机制”是此届气候大会的要务之一。《德国之声》报道称，去年在波兰举行的第 24 届气候大会上曾商定了一些规则，但未能就新的国际排放交易体系达成一致意见，这一议题又摆上了今年的谈判桌。有专家指出：“我们等待的时间越长，采取的减排措施就会变得越严、越贵。”

业内普遍认为，有效的碳交易机制可以使行业应对气候变化的斗争更加公平和便宜。不过，国际排放交易体系的设计问题十分棘手，如果交易系统设计不当将会导致重复计算，会使减排程度比

实际更大，进而给发展中国家和相对落后国家造成不小的经济负担。

事实上，由于担心缺乏健全而透明的规则，全球推行统一的碳交易体系步履维艰。去年气候大会就因为巴西的强硬态度，导致这一议题的谈判未果，巴西方面希望利用本国大面积的雨林得到双倍的“碳信用”并且保留在《京都议定书》规则下积攒的大量尚未使用的“碳信用”，但西方发达国家则认为此举存在不透明等问题。

据了解，欧盟于 2005 年建立了世界上第一个碳交易系统，涵盖了欧盟污染最严重的电站、工厂、航空公司等。刚刚履新的欧委会主席冯德莱恩在此届气候大会上发表讲话称，将竭尽所能打造一个更强大的欧盟，而应对气候变化则是优先事项之一。“我们希望欧盟碳排放量在 2030 年前减少至少 50%，甚至是 55%，同时考虑向污染严重的外国企业征税，并改革欧盟现有向污染企业征税的体系。”她说，“力求到 2050 年成为全球首个气候中和大陆。”

《欧盟观察家》报道称，欧盟预计于 2020 年 3 月推出“欧洲绿色协议”，这将是自有史以来第一部实现 2050 年向气候中和过渡的欧洲气候法案，旨在将排放权交易扩大到所有相关部门，在减少排放的同时创造就业并提高生活质量。

中国减排成效获“点赞”

冯德莱恩对中国启动碳排放交易体系予以了高度赞扬，称新一届欧盟委员会把应对气候变化作为工作优先方向，高度赞赏中方为此所作的努力，愿同中方加强在应对气候变化、世界贸易组织改革等问题上的合作，推动欧中关系持续向前发展。

事实上，参与此届气候大会的诸多国家和代表，均对中国近年来在节能减排方面取得的成就给予了良好评价。西班牙埃菲社指出，中国在应对气候变化的领导作用愈发凸现。近年来，中国积极应对气候变化危机，坚持多边主义，在全球气候治理中发挥着重要的建设性作用。

12 月 3 日，外交部发言人华春莹在例行记者会上表示：“气候变化是全人类面临的共同挑战，应对气候变化必须坚持多边主义、加强国际合作。作为发展中国家，中国发展不平衡、不充分问题仍然突出，同发达国家相比仍有不小差距。在面临改善民生等艰巨发展任务的同时，中方积极承担符合自身发展阶段和国情的国际责任，切实实施应对气候变化政策行动，为全球生态文明建设贡献力量。”

根据 11 月 27 日发布的《中国应对气候变化的政策与行动 2019 年度报告》，中国已经提前完成了 2020 年碳减排国际承诺。报告全面反映了全国应对气候变化工作取得的明显成效，去年全国碳排放强度比 2005 年累计下降 45.8%，保持了持续下降，这个数字已经提前达到了 2020 年碳排放强度比 2005 年下降 40%至 45%的国际承诺。

中国碳排放权交易市场建设也在稳步推进。生态环境部从建立健全制度体系、建设基础支撑系统、开展能力建设等方面加快推进全国碳交易体系建设。目前，北京、天津、上海、重庆、湖北、广东、深圳试点碳市场初具规模并显现减排成效。

新华社援引参与此届气候大会中国代表团副秘书长、中国生态环境部应对气候变化司副司长陆新明的话称：“中国将积极地、建设性地参与气候多边进程，与其他各方一道，推动大会取得成功。”

美表态会继续对抗气候危机

然而，与参会各方的积极态度形成鲜明对比的是，美国在大会召开前不久，刚刚宣布启动退出《巴黎协定》进程，美国总统特朗普也拒绝出席此届气候大会。据美联社报道，仅有美国国会众议院议长佩洛西率领 15 人组成的美国国会代表团赶赴马德里。

不过，佩洛西在气候大会上发言称：“尽管特朗普政府退出《巴黎协定》，但美国仍将积极参与应对气候变化。美国拥有 2/3 人口的州和城市，以及所有民主党候选人都致力于实现《巴黎协定》目标。我们在这里代表众议院和美国国会对大家说，我们仍在其中，我们仍在其中。”

佩洛西反复重申，美国人民应对气候危机的承诺，称气候变化是“我们时代的生存威胁”。美国国务院在一份声明中表示，美国将继续参加正在进行的气候变化谈判和会议，以确保拥有一个公平的竞争环境，保护美国的利益。

欧洲新闻电视台指出，根据联合国报告，美国约占全球排放量的 13%，人均排放量更是位居全球首位，该国的“强势退群”对于限制全球变暖的努力将是重大打击。对此，世界自然基金会国际气候合作副总监 Brad Schallert 表示：“就算某人不在乎气候变化，但这是美国的长期利益。”

《金融时报》援引美国部分企业的一封公开信称：“一个稳定和实用的框架，对气候变化做出有效和平衡的全球应对，最符合美国企业的利益，《巴黎协定》就提供了这样一个框架。我们呼吁特朗普总统让美国这个人均水平最大排放国，留在《巴黎协定》之内。”

本报记者 王林 中国能源报 2019-12-09

欧委会新主席誓言全力对抗气候变化

本报讯 12 月 1 日，新一任欧盟委员会（下称“欧委会”）主席冯德莱恩（Ursula von der Leyen）正式就职。作为对抗全球气候变化的“急先锋”，冯德莱恩将在上任 100 天内推行“欧洲绿色协议”，誓将欧洲打造成为“世界上第一个气候中立大洲”。

据英国《卫报》报道，冯德莱恩在日前举行的一次会议中提出，欧盟作为世界重要的经济体之一，将要坚决抗击气候危机带来的“生存威胁”。

冯德莱恩强调，在任期内的首要任务就是解决气候危机，确保在本世纪中叶实现欧盟国家的零碳排放目标。冯德莱恩表示，将在年内正式公布“欧洲绿色协议”的实施方案，其中将包括更多细节，成立对抗气候变化基金，帮助欧盟成员国实现能源转型。

据路透社报道，早在竞选期间，冯德莱恩就一再强调其对抗气候变化的决心，并计划将欧洲打造成为全球对抗气候变化的领导者。为实现这一目的，冯德莱恩此前已提出了多个对抗气候变化的目标，到 2030 年，希望欧盟二氧化碳排放量将在 1990 年的基础上减少约 50%，这一指标是较上届欧委会制定的 40%减排目标更进了一步。同时，她表示她还将带领欧盟国家，持续探索减排 55%的可能性。

在冯德莱恩的“欧洲绿色协议”中，欧委会将重新为欧盟国家制定碳税体系，其中包括为进入欧盟的外资企业征收“碳排放边境税”，以保护那些致力于环保的欧盟企业。今年 10 月，欧洲钢铁巨头安赛乐米塔尔集团（ArcelorMittal Europe）表态支持征收碳边境税，称其“有效且公平”。

冯德莱恩表示，新碳税的征收将符合世界贸易组织的规定，同时欧委会未来还将针对海运、航空业、交通业以及建筑业等“若干特定行业”开始征收碳税，以降低能源以外行业的碳排放量。

同时，为响应部分仍依赖化石燃料的欧盟国家要求，欧委会也将成立基金组织，为在能源转型过程中需要经济资助的国家提供支持，其中主要包括波兰、匈牙利等国。

截至目前，这一基金规模尚未公布，但根据计划，这一基金规模将由欧盟 2021—2027 年的长期预算结果决定。路透社撰文称，这一基金总规模预计能够达到数百亿欧元，将为欧盟国家的能源转型提供帮助，并保障工作人员能够在更加环境友好的领域内就业。

与此同时，“欧洲绿色协议”还将包括更加绿色的投资政策。今年 11 月，欧洲投资银行（EIB）已经宣布停止为化石燃料项目提供资金。冯德莱恩称，她希望该银行到 2025 年能够将其一半的投资用于对抗气候变化。她还计划用“可持续的欧洲投资计划”为部分欧洲绿色交易政策提供资金，未来十年内该计划支持的投资规模将达 1 万亿欧元。

然而，据路透社报道，冯德莱恩的零碳构想也遭到了部分质疑。在减少碳排放方面，欧洲部分工业界人士认为减排 50%的目标将很难达成，而部分环保激进组织则认为，这一目标仍过于温和，需要更进一步将 2030 年的减排幅度扩大至 60-70%。另外，也有业内人士认为，冯德莱恩在 100 天内说服欧洲议会通过“欧洲绿色协议”的各项相关提案，也将是一个巨大的挑战。

冯德莱恩表示，不论对欧洲还是世界来说，对抗气候危机都是一个一直存在的问题，并希望“‘欧洲绿色协议’能够成为欧洲的标志”。

李丽旻 中国能源报 2019-12-09

阿尔及利亚修改能源法吸引外资

日前，阿尔及利亚上议院宣布通过新的能源法，计划放宽外商投资限制以吸引更多跨国企业参与该国油气开发。

新能源法获通过

据路透社报道，日前，阿尔及利亚上议会就 2020 年国家预算达成一致意见，计划加大部分领域的开放力度，允许外资持有份额提高至 50% 以上。同时，阿上议会也一致通过了新的能源法，新增一系列促进外商投资的条款，包括减少行政批准流程、调整相关税率、提供风险服务保障以及生产共享等。

分析指出，阿尔及利亚政府之所以再次放宽外资准入条件，是为了提振本国经济。多年以来，阿尔及利亚油气行业是其国民经济的重要支柱，数据显示，2018 年该国石油与天然气出口额占到了该国总出口额的 95% 左右。然而，今年以来，作为阿尔及利亚主要的天然气出口地，欧洲出现了天然气供应过剩的问题，来自美国、俄罗斯、澳大利亚等国的天然气“涌入”欧洲，阿尔及利亚天然气市场份额遭到挤占。

同时，阿尔及利亚本土能源消费量正以 7% 的速度逐年上涨，该国能源出口量预计将持续下降，能源出口带来的财政收入将进一步下滑。

路透社援引阿尔及利亚一位法律工作者的话称，新法案一旦签署，将有效提高阿尔及利亚能源产业对国际市场的吸引力，提振该国油气开发产业。

“在现有的政府框架下，我们有信心能够获得更多的合作伙伴，新的能源法案将更加吸引跨国企业。”阿尔及利亚国有能源企业 Sonatrach 首席执行官 Kamel Eddine Chikhi 说。

据了解，阿尔及利亚的油气资源开发此前大多由 Sonatrach 主导，外资少有介入。截至目前，Sonatrach 已与意大利油气巨头埃尼公司达成了海上油气合作开发协议，同时也与雪佛龙以及埃克森美孚等公司进行了商谈。

呼吁联合外资“转战”页岩

事实上，Kamel Eddine Chikhi 已多次呼吁，应当联合全球能源企业共同开发该国页岩气资源。

最新研究显示，阿尔及利亚拥有约 9800 万亿立方英尺的页岩气资源，高于此前估计的约 6000 万亿立方英尺，这也就意味着，该国拥有丰富的页岩气储量，可采页岩气储量约为 707 万亿立方英尺。然而，受到天然气市场不景气影响，阿尔及利亚页岩开发数度遭到搁置。

在近日举行的一次行业论坛中，Kamel Eddine Chikhi 再次表示：“阿尔及利亚的页岩气资源勘探结果十分鼓舞人心，资源禀赋甚至优于美国等多个页岩开采大国。未来希望与外资能源企业建立合资公司，共同开发阿尔及利亚页岩资源。”

Kamel Eddine Chikhi 强调称，阿尔及利亚拥有全球领先的能源出口基础设施，包括三条通往欧洲国家的天然气管道以及完备的 LNG 设施。

外资入局前景仍待考

事实上，多年以来，阿尔及利亚政府已多次向外资企业抛出“橄榄枝”，但到目前为止，这一举措仍收效欠佳。

路透社报道称，多家外国企业都曾批评阿尔及利亚在能源领域官僚主义严重、有不合理的合同设置，该国国有能源企业 Sonatrach 也因利益分配等问题与跨国能源企业存在“不睦”。同时，由于阿尔及利亚政局不稳，该国经济政策常有变动，能源项目延期问题明显，诸多不确定因素都将影响外资进入阿尔及利亚能源领域的收益。

另外，此前也有报道表明，阿尔及利亚页岩开发区域抗议频发，页岩气开采工作始终推进困难。一方面，该国部分地区处于非洲沙漠区域，水资源相对匮乏，当地居民拒绝使用大量水资源用于页岩气的水力压裂活动。另一方面，阿尔及利亚部分居民也对外资的介入表示担忧，认为由外资接管资源可能会威胁到该国能源安全。

雪上加霜的是，12月12日阿尔及利亚将迎来总统大选，而阿尔及利亚国内抗议活动不断，抗议者表示拒绝在大选前进行重大立法。受此影响，此次通过的新能源法可能短期内尚难以执行。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2019-12-09

“十四五”可再生能源将迎“质变”

核心阅读

“十四五”期间，风电、光伏将全面迎来平价上网时代，真正成为具有竞争力的能源品种，高质量、多元化将是可再生能源的关键词。与此同时，非电领域的可再生能源发展，如中浅层地热供暖、光能的中低温工业领域热利用以及生物质热利用等或将提速。

站在“十三五”即将收官的节点，“十四五”的可再生能源发展蓝图正越来越清晰。

业内普遍认为，“十四五”期间，风电、光伏将全面迎来平价上网时代，真正成为具有竞争力的能源品种，高质量、多元化将是可再生能源的关键词。

高质量和多元化是趋势

水电水利规划设计总院副总工程师谢宏文日前表示，回顾中国可再生能源的发展历史，“十二五”期间，可再生能源发展步入规模化；“十三五”期间逐步接近平价，“十三五”末风电太阳能基本实现平价。展望“十四五”，可再生能源发展的关键词将是高质量和多元化。

中国工程院院士、全球能源互联网研究院院长汤广福预测，到2020年，新能源（风+光）装机占比约19%，新能源（风+光）发电量占比约9%。“目前世界范围内开始了新一轮能源转型，可再生能源的大规模开发和利用成为世界能源体系不可逆的发展趋势。预计到2030年我国可再生能源发电装机占比将达52%，约为14.9亿千瓦。”

“风能、太阳能将是增长最快的能源品类，预计分别在2030年、2040年前后超过水能，成为主要的非化石能源品种。”国网能源研究院副院长兼国网能源互联网经济研究院院长王耀华说，“风电、光伏发电将逐步由电源增量主体演进为存量主体。”

水电水利规划设计总院院长郑声安也认为，未来，可再生能源将成为我国能源电力消费的增量主体，并为后期逐步实现增量全替代、存量替代做好过渡。据介绍，“十三五”前三年，可再生能源增量在全国能源、电力消费增量中分别占40%、38%，可再生能源在能源转型中尚处于增量补充阶段。

“十四五”需高度关注生态制约问题

根据国家能源局的数据，截至今年第三季度，全国风电累计并网装机容量达1.98亿千瓦，全国光伏发电累计装机达1.9019亿千瓦。业内预计，到今年底，风电和光伏累计装机均有望双双突破2亿千瓦。

王耀华认为，“十四五”期间，我国风电、光伏发电装机将实现“双4亿千瓦”发展规模，布局向中东部地区倾斜。中长期来看，风电布局仍将以“三北”地区集中式开发为主，光伏发电装机宜集中式与分布式并重。

业内人士告诉记者，在“十四五”期间，决定风电、光伏能否持续稳健发展的一个关键因素是，能否解决好项目开发与生态保护之间的协调发展问题。

业内专家认为，“十四五”期间，风电、光伏发电将改变过去主要依靠高强度补贴来推动的发展模式。绿色交易机制也将在“十四五”期间完善。保证“十四五”期间可再生能源高质量发展，必须把生态环境负面影响降到最低。

“‘十四五’期间，必须解决好风电、光伏发电开发、建设、运维、使用、退役等生命周期的无害化、绿色化问题；必须做到效益与生态兼顾，产业发展与自然保护协同。”国家发改委能源研究所可再生能源发展中心主任任东明指出。

郑声安也表示：“未来需要做好可再生能源规划与国土空间规划统筹，在严守生态文明建设要求前提下，为可再生能源发展预留空间。”

推动非电领域可再生能源发展

2020年后，伴随平价时代全面开启，我国将迎来光伏与风电大规模建设高峰。那么，如何真正实现可再生能源的高比例发展？

对此，郑声安认为，目前需要在满足相关规划、环保要求的前提下，梳理各类可再生能源资源可开发量。国土空间、生态红线、征地移民、环境保护、林业草原、海洋海事等政策要求日益严格，需要在严守生态土地政策的情况下，加强多规合一及行业管理衔接。

国家电网有限公司总经理助理赵庆波建议，“十四五”期间，按照新能源利用率管理目标不低于95%的目标，提出新能源合理开发规模和布局。集中开发与分布式并举，西部北部建设新能源基地，东中部因地制宜发展分布式能源和海上风电。

国际可再生能源署项目主管陈勇对记者表示，在平价上网的热潮下，也应冷静思考大规模波动型可再生能源并网所带来的电力系统综合成本上升。在“十四五”期间，同样应积极支持对电网冲击较小的可再生能源技术与规模化发展，如光热发电系统（带储能）和地热能发电等。虽然其单位发电成本目前比光伏、风电要高，但由于不会增加系统成本，有利于达到未来电力系统成本的最优化。而且，光热与地热也可以同时提供可再生能源供热。“未来的能源系统将是电力与非电力能源以及用户终端高度智能耦合的综合能源体系。”

“要实现可再生能源高比例发展，只靠发电远远不够，可再生能源要多元化发展，和其他相关产业融合，把更多产业变成相关产业。”谢宏文认为，可再生能源非电利用水平明显滞后。目前，可再生能源供暖面积仅占北方地区供暖面积的2%。

陈勇也认为，“在非电领域，尤其是建筑供热及工业用热方面，可再生能源发展较为滞后。我国在‘十四五’期间，应进一步重视非电领域的可再生能源发展，如中浅层地热供暖、光能的中低温工业领域热利用以及生物质热利用等。”

本报记者 苏南 中国能源报 2019-12-09

统计局：能源生产稳中有升 清洁发展趋势明显

能源生产稳中有升 清洁发展趋势明显

——第四次全国经济普查系列报告之七

2013年（第三次全国经济普查）以来，我国能源供需形势相对宽松，煤炭行业化解过剩产能初见成效，油气勘探开发力度进一步加大，清洁能源持续高速发展。

一、原煤生产基本平稳，产业集中度持续提升

2018年，原煤产量37.0亿吨，自2016年“去产能”政策实施以来优质产能加速释放，原煤产量连续两年回升，基本回升至2015年水平，比2013年下降7.0%；日均产量1013万吨，比2013年减少76

万吨。

图1 2013-2018原煤生产情况



企业生产规模显著扩大。2018 年，有原煤生产的规模以上工业企业共计 2556 家，比 2013 年减少 47.7%；户均产量 140 万吨，比 2013 年增加 59 万吨，增长 72.8%。其中，年产量 90 万吨以下的小型原煤生产企业 2237 家，比 2013 年大幅减少 2290 家，产量占比 14.4%，比 2013 年降低 3.9 个百分点。

表1 2013—2018年规模以上工业企业原煤生产情况

年份	企业数（家）	户均产量（万吨）
2013年	4885	81
2014年	4256	90
2015年	3662	101
2016年	3219	105
2017年	2805	123
2018年	2556	140

生产布局优化，产业集中度提升。近年来，相关部门不断完善煤炭产能置换政策，按照进一步推进煤炭企业兼并重组转型升级的要求，落后产能有序退出、优质产能加快释放，生产重心持续向蒙晋陕宁新转移，小煤矿集中地区产能有序退出。其中，内蒙古、山西、陕西、宁夏和新疆生产规模扩大，2018 年原煤产量 28.4 亿吨，产量占全国比重为 76.8%，比 2013 年提高 10.2 个百分点；江西、湖北、四川、贵州等小煤矿集中地区产能有序退出，原煤产量分别比 2013 年下降 81.6%、89.1%、43.3%和 22.6%，产量占比 5.1%，比 2013 年降低 2.2 个百分点。

二、原油生产略有下降，原油加工量超 6 亿吨

近年来，原油生产总体有所下降，但随着油田勘探开发力度不断加大，原油生产降幅连续收窄，加工能力稳步提升。

原油生产略有下降。2018 年生产原油 18932 万吨，比 2013 年下降 9.8%，年均下降 2.0%。近两年，黑龙江大庆油田、天津渤海油田、陕西长庆油田和延长油田、山东胜利油田以及新疆克拉玛依等主力油田积极增储上产，连续两年产量超过 1000 万吨，全国原油生产降幅连续收窄。

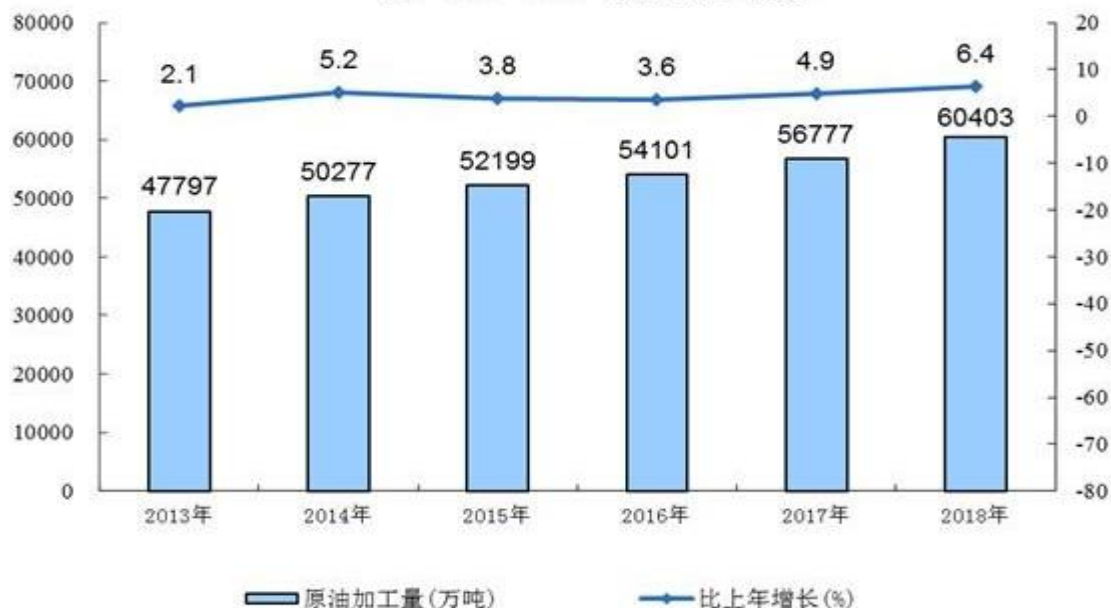
图2 2013-2018年原油生产情况



原油加工能力稳步提升。2018 年加工原油 60403 万吨，位居世界第二，仅次于美国，比 2013 年增长 26.4%，年均增长 4.8%。生产成品油 38230 万吨，比 2013 年增长 18.7%，其中汽油、煤油和柴

油产量分别增长 42.0%、89.7%和 0.5%，燃料油下降 17.6%。

图3 2013-2018年原油加工情况



地方炼厂占比提高。自 2015 年起，我国原油非国营贸易进口配额大幅增长，2018 年比 2013 年增长 389.4%，年均增长 37.4%。2018 年，地方炼厂加工原油 9665 万吨，占全国原油加工量的 16.0%，比 2013 年提高 9.1 个百分点。

三、天然气稳步增产，非常规天然气占比近 30%

近年来，随着天然气产供储销体系建设稳步推进，国内气田勘探开发力度明显加大，西南、长庆等常规天然气主力气田以及非常规天然气井增产上储形势良好，全国天然气产量稳步增长，连创新高。

天然气连续两年增产超百亿立方米。2018 年，天然气产量 1602 亿立方米，比上年增产 122 亿立方米，常规天然气和非常规天然气分别增产 94 亿立方米和 28 亿立方米。与 2013 年比，天然气产量增长 37.5%，年均增长 6.6%。

图4 2013-2018年天然气生产情况



非常规天然气占比达 29.3%。2018 年，生产非常规天然气 469 亿立方米，比 2016 年增长 12.1%，占全部天然气产量的 29.3%。非常规天然气生产主要集中在鄂尔多斯盆地、四川盆地和山西。其中，陕西致密砂岩气产量占全国的比重高达 97.0%，重庆、四川页岩气产量合计占比 94.5%，山西煤层气产量占比 70.6%。

四、发电量平稳增长，清洁能源发电比重上升

随着电能替代快速推广，产业结构、能源结构持续调整优化，高新技术迅猛发展新增用电需求，清洁能源发电建设规模持续扩大，全国电力生产平稳增长。2018 年，全国发电 7.1 万亿千瓦时，比 2013 年增长 31.3%；日均发电高达 195.4 亿千瓦时，比 2013 年增加 46.6 亿千瓦时。

西部地区发电增速高于中东部地区。与 2013 年比，2018 年东部、中部、西部和东北地区发电量分别增长 28.5%、22.2%、42.3%和 21.6%，西部地区发电增速较高主要得益于清洁能源开发和电力外送通道建设稳步推进，其清洁能源消纳能力不断增强。分地区看，有五个地区发电量比 2013 年增加 1000 亿千瓦时以上。其中，山东发电量增加 2316 亿千瓦时，增长 65.3%；新疆和内蒙古发电量分别增加 1625 和 1388 亿千瓦时，分别增长 38.9%和 97.4%；四川和云南发电增量均为 1061 亿千瓦时，分别增长 40.3%和 48.7%。



火电比重下降。2018 年，火力发电量 50963 亿千瓦时，比 2013 年增长 20.0%，远低于清洁能源发电 71.8%的增速。火力发电占比 71.5%，比 2013 年下降 6.7 个百分点，电力生产清洁低碳化趋势明显。分地区看，山东、江苏、内蒙古和广东火力发电量分列前四位，2018 年分别为 5525、4578、4164 和 3468 亿千瓦时，合计占全国的 34.8%。

水电稳步增长，水能资源富集地占比继续提高。2018 年，水力发电 12318 亿千瓦时，比 2013 年增加 3115 亿千瓦时，5 年间年均增长 6.0%。分地区看，四川、云南和湖北水力发电量分列前三位，分别为 3163、2695 和 1465 亿千瓦时，合计占全国水电总量的 59.5%，占比比 2013 年提高 6.7 个百分点。

核电连续 5 年保持 15%以上增长。2018 年，全国核能发电量 2944 亿千瓦时，比 2013 年增长 163.7%，年均增长 21.4%。分地区看，核电站主要分布于东部和南部沿海的辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东、广西和海南 8 个地区。其中，海南、广西和山东地区的核电站分别于 2015、2016 和 2018 年正式投产运行。

风电高速增长，西电东送保障风电消纳。2018 年，风力发电量 3553 亿千瓦时，比 2013 年增长 151.6%，年均增长 20.3%，占全部发电比重为 5.0%，比 2013 年提高 2.4 个百分点。随着内蒙古上海庙至山东临沂等特高压“西电东送”通道建成投产，跨区电网输送能力进一步提升，风电消纳能力不断提高。其中，内蒙古作为我国最重要的风电基地，2018 年风力发电量 629 亿千瓦时，占全国的 17.7%；内蒙古、新疆和甘肃等西部风电富集地区风力发电量占本地区发电量比重均超过 10%。

太阳能发电迅猛增长。2018 年，太阳能发电量 1536 亿千瓦时，比 2014 年增加 1284 亿千瓦时，年均增长 57.2%。分地区看，太阳能发电最多的四个地区是青海、新疆、内蒙古和河北，分别为 131、129、125 和 124 亿千瓦时；占本地区发电比重超过 5.0%的地区分别为：青海 16.2%、西藏 8.7%、甘肃 6.0%和宁夏 5.7%。



附注

1. 统计范围

报告中的产量数据统计范围为全部有能源生产的法人单位。

规模以上工业企业产量数据统计范围为年主营业务收入 2000 万元及以上的工业企业，调查单位每年发生变化。

国有控股企业产量数据统计范围为调查单位控股情况是“国有控股”的企业。

2. 指标解释

小型原煤生产企业：指年产量 90 万吨以下的原煤生产企业，引用原煤炭工业部制定的煤炭工业企业划分标准。

蒙晋陕宁新：指内蒙古、山西、陕西、宁夏和新疆五个原煤主产区。

成品油：包括汽油、煤油、柴油和燃料油。

地方炼厂：指企业控股情况为非国有控股的企业（不包括中国石化海南炼油化工有限公司），即为集体控股、私人控股、港澳台商控股、外商控股或其他的企业。

天然气：自 2016 年起，天然气进行了分组细化，其中非常规天然气包括煤层气、页岩气和致密砂岩气。

太阳能发电量：自 2014 年起，太阳能发电量列入发电量分组细项。

3. 调查方法

原油非国营贸易进口配额（即进口允许量）数据来自商务部。

统计局网站 2019-12-09

山西能源转型动能强劲

编者按：

山西是全国综合能源基地、煤炭产量第二大省，为全国经济发展作出重要贡献，点亮了全国一半的灯，但同时也带来“一煤独大”的结构性难题。顺应能源转型、绿色发展的趋势，如今山西已坚定走上资源型经济转型发展之路，煤炭领域正在“减”“优”“绿”，新兴产业快速崛起，对煤炭的依赖程度在降低。

当前，山西正以全国首个能源革命综合改革试点为契机，全面实现从“煤老大”到“能源革命排头兵”的历史性跨越。探路能源革命，山西有着怎样的路径和措施？日前，本报记者专访了成立仅一年的山西省能源局局长王启瑞。

中国能源报：持续推动煤炭行业供给侧结构性改革，在化解过剩产能方面，今年山西做了哪些努力，进展如何？

王启瑞：山西是煤炭资源大省，因煤而兴，但也带来结构失衡、生态破坏的副作用。在深入推进供给侧结构性改革、资源型经济转型的实践中，山西坚定实施煤炭供给侧结构改革，运用市场化法治化手段退出煤炭过剩产能。

2019 年全省要关闭退出煤矿 18 座，退出产能 1895 万吨/年；核减 6 座煤矿产能 850 万吨/年，总退出产能 2745 万吨/年。“十三五”前四年省内总计关闭煤矿 106 座、退出产能 11556 万吨，提前完成国家下达的“十三五”去产能目标任务。2020 年计划退出产能 1500 万吨/年以上（含减量重组退出产能）。

中国能源报：山西坚定实施煤炭“减”“优”“绿”，在产业结构优化升级方面，还做了哪些工作？

王启瑞：煤炭产业“减”“优”“绿”之路，“减”即坚定不移化解过剩产能；“优”即大力发展先进产能；“绿”指走绿色低碳清洁高效之路。“十三五”以来，山西省坚决淘汰落后产能、无效产能，按照法治化、市场化的要求，通过关闭退出灾害严重、资源枯竭、不具备安全生产条件、不符合煤炭产业政策的煤矿，缓解产能过剩矛盾，保障供需平衡，为发展先进产能腾出空间。

除化解煤炭过剩产能外，山西省一是积极推进煤炭减量置换，共完成 50 座资源整合煤矿的产能置换方案，涉及产能 4395 万吨。二是扎实推进优质产能煤矿核增，完成了 26 座高产高效矿井的生产能力核定和现场核查整改，国家已批复 16 座，净增加产能 2890 万吨/年。三是推动煤炭绿色开采，明确 10 座省级绿色开采试点煤矿，无省级试点煤矿的市至少选择 1 座绿色开采试点煤矿，为大面积推广应用绿色开采奠定基础。同时，加强煤炭洗选行业顶层设计，减少煤炭开发对生态环境的影响。

中国能源报：2019 年 5 月 29 日，中央全面深化改革委员会第八次会议审议通过了《关于在山西开展能源革命综合改革试点的意见》，这是 2014 年 6 月党和国家领导人提出“能源革命”以来，第一次确定能源革命综合改革试点，山西将如何为全国的能源革命综合改革探路？

王启瑞：在山西开展能源革命综合改革试点，这是党中央从世界能源大势和新时代能源战略全局出发，在新的历史时期和发展阶段作出的重大决策，也是赋予山西的重大使命，对加快推进全国能源革命进程，保障国家能源安全意义重大。山西将坚定落实党中央、国务院决策部署，切实担起改革试点的历史使命，发挥改革对发展全局的牵引作用，在理念、制度、效率、质量上推动能源发展实现变革，为全国能源革命发挥示范引领作用。通过综合改革试点，实施一批变革性、牵引性、标志性的重大举措，把山西建成全国煤炭绿色开发利用基地、非常规天然气基地、电力外送基地、现代煤化工示范基地和煤基科技创新成果转化基地，为资源型地区经济转型和高质量发展提供可复制、可推广的经验，坚决实现“能源革命、牵引转型，国内示范、全球影响”的战略目标。

中国能源报：发展新能源产业是山西能源革命的重要组成部分，目前山西的新能源产业发展现状和未来规划是怎样的？

王启瑞：除煤炭及煤层气资源外，山西还有可观的可再生能源资源。近年来随着能源转型步伐进一步加快，山西的光伏、风电等新能源正逐渐成为转型的重要突破口。

近 5 年来，山西风电装机年均增长 35%、光伏装机年均增长 230%，已成为全省第二、第三大电源。截至 2019 年 9 月底，山西省新能源和可再生能源装机容量达到 2447 万千瓦，其中风电 1177 万千瓦，光伏 1001 万千瓦，新能源装机占比达到 23%，在全国各个省市中排在第五位。

下一步，山西将持续发力、加速提质新能源产业发展。大力推进风电开发，加快晋北风电基地建设，统筹中南部低风资源开发。引导新能源企业加快技术创新、商业模式创新，降低土地等非技术成本，打造新能源全产业链，率先实现风光发电平价上网。同时，充分利用新能源制氢、焦炉煤气制氢等资源丰富和低成本优势，培育氢能优势产业集群。

中国能源报：以煤为主的能源结构在较长时间内不会发生变化，围绕煤炭的清洁高效利用，“十四五”期间，山西将如何做好煤炭这篇大文章？

王启瑞：通过技术创新，实现对煤炭的清洁高效利用既是基于国情的现实选择，也是山西实现能源转型发展的立足点和首要任务。“十四五”时期，作为中央首个全省域能源革命综合改革试点，山西将在煤炭安全绿色开发、清洁高效利用上持续发力，重点攻关“卡脖子”技术，实现煤炭利用由燃料、原料向材料转变，变煤炭为清洁能源，以技术创新实力为我国煤炭开发利用方式变革提供示范，力争煤炭清洁高效利用走在世界前列。

本报记者 于孟林 中国能源报 2019-12-09

欧盟展现全球气候治理雄心

应对气候变化迫在眉睫

“今年是全球应对气候变化的关键之年”——这是各界对在西班牙马德里举行的“第二十五届联合国气候变化大会（以下简称 COP25）”的共识。联合国秘书长古特雷斯指出，从 2020 年开始《巴黎气候协议》进入全面落实阶段，COP25 是各方提交其《国别自主贡献承诺》的最后机会，“所以今年务必就各方增加贡献度达成最终协议，为明年 9 月份在英国格拉斯哥召开的第二十六届大会做准备”。

除了强调各方承诺的紧迫性，COP25 还显现出了不少新亮点。大会首次将应对气候变化和保护生物多样性两大议题紧密连接，确认将保护生物多样性作为全球气候治理的核心议题之一，决定探索“通过生态系统手段拯救地球”的新路径；各方致力于建设统一标准的“全球报告机制”以监测环境政策落实情况；各方承诺将联合国绿色气候基金扩容至 74 亿美元，企业界在实现“温室气体零排放”目标上展现了更为积极的姿态，如亚马逊公司承诺在 2040 年前实现目标，全球有 87 家公司相关总投资有望达到 2.3 万亿美元。

欲掌握气候治理领导权

在参会各方中，欧盟在全球应对气候变化问题上力求掌握领导权的意图和举措愈加清晰。针对美国“退群”的恶劣影响，欧洲议会在大会前宣布“欧洲成为全球首个进入气候紧急状态的大洲”，为在立法层面防止个别成员国仿效美国单方面“退群”奠定了基础。

欧盟委员会新任主席冯德莱恩再次强调欧洲在 2050 年前建成首个“碳中和”大洲的雄心，并拟在本次大会结束前推动欧洲理事会以决议形式凝聚“欧洲统一意志”，在明年 3 月份前形成《欧洲绿色协议》的最终版本。德国环境部长舒尔茨和外交部长马斯则明确表示，欧盟必须成为全球气候治理的领导者。一方面，要通过提高欧盟承诺水平来敦促各方设定更高贡献目标；另一方面，要通过 COP25 协调各方弥合《巴黎气候协议》中尚存的分歧。

这当中，作为全球最大多边融资机构、全球最大绿色债券发行方，欧洲投资银行（EIB）提出了建成全球首家气候银行、十年内新增 1 万亿欧元绿色投资、2021 年开始全面停止石化类能源项目的贷款和投资等一系列雄心勃勃的计划。

EIB 在 COP25 召开前夕专门发布报告警告各成员国：欧盟要推行领导全球气候治理的综合战略，加大绿色投资是核心，但在这方面却落后于中国和美国。

该报告显示,2018 年欧盟在应对气候变化方面的投资额为 1580 亿美元,占其生产总值的 1.2%,不仅低于美国的 1.3%,更远低于中国的 3.3%,落后中美最多的是在低碳交通和应对气候变化研发两大领域,每年投资缺口至少为 2000 亿欧元。为此,EIB 建议欧盟成员国尤其是财务状况较好的国家,对能源和基础设施的绿色投资要尽快提升到国内生产总值的 3%以上。

作为欧盟货币政策制定者的欧洲央行也不甘落后。为回应舆论要求,欧洲央行增持绿色债券以支持《巴黎气候协议》的呼声,新任行长拉加德表示,欧洲央行时隔 16 年后将重新作出战略评估,首先要维持价格稳定,其次是应对气候变化产生的金融风险,气变因素将成为欧洲央行制定宏观经济模型和风险评估的重要指标。

此外,欧洲央行将调整其资产结构,总额高达 2.6 万亿欧元的资产池将逐步增持绿色金融产品、减持“导致大气变暖的资产”,希望欧洲其他金融机构跟进。

在担任国际货币基金组织执行总裁期间猛烈批评成员国补贴石化能源的拉加德认为,各国央行和金融监管者通过货币政策应对气候变化仍处于起始阶段,“但这应成为优先事项,并且要行动起来!”

承诺落实仍有不少困难

欧盟虽然在应对气候变化方面展现出更大雄心,但上述承诺的落实仍有不少挑战。

首先,内部分歧掣肘政策落实。虽然环保主义者充分肯定欧洲央行资产“去碳化”的主张,但针对拉加德运用货币政策撬动绿色投资、希望欧洲议会立法确定“绿色资产”分类的提议,欧洲央行最大出资方德国央行行长魏德曼则直接“怼了回去”。一向质疑欧洲央行重启“量化宽松”的魏德曼称,应对气候变化是各国政府的职责,欧洲央行不应越俎代庖,货币政策的核心是维持价格稳定,若再被用于实现气候目标,恐面临负担过重的风险。欧洲央行董事会有成员认为,各国央行可以促进实现《巴黎气候协议》目标,但不应站在应对气候变化的第一线,货币政策更不应成为在石化能源汽车等行业内改变消费者偏好的工具,否则将违反欧洲央行的“市场中性”和“行业中立”的原则。

其次,民意基础有所分化和削弱。EIB 气候民调显示,在应对气候变化的必要性和连续性上,有 59%的欧洲人认为可通过政策干预逆转气候变化态势,虽略高于美国的 54%,但远低于中国的 80%;仅有七成左右欧洲年轻人认为他们的日常活动可帮助实现《巴黎气候协议》目标,“说得多、做得少”恐成尴尬现实。EIB 负责气候行动事务的副行长纳瓦罗认为,这份民调凸显了欧洲人在“气候变化和日常生活互为影响”问题上较中国人仍有不小差距,超过四成的欧洲人仍乐观地认为气候变化无须干预。

“COP25 归结下来就一句话——行动起来!”刚获得 EIB 大笔融资的伊维尔德罗拉公司总裁加蓝在 COP25 现场信心满满地如此宣示。作为“欧洲气候雄心”的一个缩影,这家全球最大风电生产商早在 20 年前就开始在拉美布局。“尽管有诸多困难,但我们看好‘零碳经济’的前景,已累计投入了 1000 多亿欧元。”加蓝称。

经济日报 2019-12-11

中国能源结构转变让全球受益

中国的能源结构已经发生很大的改变,“从碳减排的意义来看,这能让中国自身乃至全球都受益”。《联合国气候变化框架公约》秘书处执行秘书帕特里夏·埃斯皮诺萨在这里举行的联合国气候变化大会上对新华社记者说。

埃斯皮诺萨说:“中国在可再生能源方面的投入已经形成一个非常大的市场,助推相关技术的价格降低。如今可再生能源技术在价格上已能与化石能源竞争,这是一个不可或缺的因素,帮助我们过渡到清洁能源消费,让全球实现可持续发展。”

据《中国应对气候变化的政策与行动 2019 年度报告》(下称《报告》),中国能源结构进一步优化,经初步核算,2018 年非化石能源在能源消费中占比为 14.3%;截至 2018 年底,全国可再生能源发电装机达到 7.3 亿千瓦,同比增长 12%,占全部装机的 38.3%,同比增加 1.7 个百分点;全国可再

生能源发电量达 1.9 万亿千瓦时，占全部发电量比重为 26.7%。

埃斯皮诺萨说：“中国采取多种措施转变（能源结构），从而推动绿色经济、绿色社会的发展，提升人们的福祉和健康。”

谈到气候谈判时，埃斯皮诺萨指出，中国长期以来在一些关键问题的谈判中起到了“桥梁作用”。

据《报告》介绍，2019 年以来，中国积极推动与柬埔寨、老挝、肯尼亚、加纳、塞舌尔的低碳示范区合作磋商和落实，推动与埃塞俄比亚、埃及、几内亚等 10 余国的减缓和适应气候变化物资赠送项目执行及与博茨瓦纳、乌拉圭、菲律宾等国的新项目磋商，并举办 9 期气候变化南南合作培训班，其中包括两期“一带一路”沿线国家培训班、两期太平洋岛国培训班。

经济参考报 2019-12-11

联合国气候变化大会中国角发布环境资助者网络（CEGA）案例精选报告

西班牙时间 12 月 10 日上午，在第二十五届联合国气候变化大会（COP25）期间，环境资助者网络（CEGA）联席主席、阿拉善 SEE 基金会秘书长张立，中国绿色碳汇基金会副理事长兼秘书长刘家顺，CEGA 执行主任张瑞英参加了生态环境部主办的“基于自然的解决方案”——应对气候变化的优良实践与合作机遇边会，发布了“CEGA 案例精选”报告，并分享了具体案例实践。

环境资助者网络（CEGA）案例精选报告浓缩了各基金会在各自工作实践中积累的丰富经验和成果，案例内容丰富多彩，涵盖生态保护、污染防治、气候变化、宣传教育、环境法治等诸多方面；特别是基于自然的解决方案相关案例受到关注，比如森林碳汇、生态修复、水资源保护、湿地保护，红树林保护等。

边会旨在共享“基于自然的解决方案”在应对气候变化领域的优秀实践经验，持续发挥中国在“基于自然的解决方案”领域的建设性引领作用，进一步巩固、推广联合国秘书长气候行动峰会的成果，促进以“基于自然的解决方案”开展应对气候变化的国际合作。

CEGA 环境资助者网络于 2018 年 1 月 29 日成立，是中国环境资助者交流合作的平台，旨在运用战略慈善理念，促进环境领域资助者的合作与发展，引领未来环境领域的资助方向，实现环境领域慈善资金社会效益最大化。

中国能源网 2019-12-11

中国湖州“生态+电力”示范城市建设白皮书亮相联合国气候变化大会

记者获悉，在第 25 届联合国气候变化大会召开期间，12 月 10 日十四时（西班牙马德里时间），国网湖州供电公司发布专题型白皮书《中国湖州“生态+电力”示范城市建设应对气候变化行动》，并介绍湖州市推进“生态+电力”行动促进节能减排的案例。国网湖州供电公司向联合国副秘书长刘振民赠阅白皮书。

这份近万字的白皮书，用“生态+电力”实践和创新，生动地展现了中国在推动能源生产和消费革命，控制和减少温室气体排放，助力生态文明建设等方面所作的努力。

白皮书显示，中国湖州积极落实国家应对气候变化战略，实施构建“生态+电力”助推生态文明建设，创新探索“生态+电力”发展模式、生活模式，将“生态+电力”建设融入全市经济建设、文化建设、社会建设各方面和全过程，优化社会用能结构，加快湖州经济社会生态化发展，完善应对气候变化体制机制，提高全社会应对气候变化意识，为应对全球气候变化提供可复制、可推广的行动经验。

白皮书全文分为四个章节，围绕构建“生态+电力”应对气候变化行动新思路、探寻“生态+电力”应对气候变化行动可持续路径、建立“生态+电力”应对气候变化行动评价指数、中国湖州“生态+电力”示范城市建设应对气候变化行动成效显现等维度全方位展示中国湖州“生态+电力”示范城市建设应

对气候变化行动方面的政策与行动及取得的成效。

白皮书指出，在城市层面开展“生态+电力”示范建设，实施应对气候变化行动具有重要的现实意义。“生态+电力”示范城市建设，首先将生态文明的理念全面融入以电为主的城市能源系统发展的各个环节，从空间和时间维度实现能源的可持续和绿色发展。同时，示范城市以绿色电力为媒介，通过制度创新、技术创新、文化创新，产业转型、消费模式与生活方式转变等多种手段，促进城市经济社会高质量发展与生态环境保护双赢，实现城市生态文明进步。

生态环境部气候司副司长孙桢指出，湖州市为应对气候变化提供了有价值的治理样本，期待在今后的工作中提供更多可推广、可复制的治理案例。

白皮书呼吁，世界各国政府、非政府组织、企业、民众，以更加积极的态度、更加开放的协作，主动发挥各自影响力和号召力，共做“生态+电力”的践行者、推动者、传播者，共同推动城市生态环保、低碳发展。

在联合国气候变化大会“中国角”边会期间，国网湖州供电公司的“生态+电力”图片展同步展出，吸引了来自世界许多国家的与会者驻足观看。

马爱平 科技日报 2019-12-13

中国矿大能源资源战略发展研究院揭牌

本报讯 日前，中国矿业大学能源资源战略发展研究院在北京成立，该研究院主要研究方向包括能源资源政策与发展战略、绿色矿山与矿山生态修复政策与战略、能源资源开发的安全与经济管理，聚焦能源资源领域，紧盯能源资源领域发展趋势，开展战略研究与发展规划，定期发布能源资源战略发展研究报告，主动对接国家和行业相关单位，加强能源资源领域智库建设等。

据该校相关负责人介绍，成立研究院是发挥学校在能源资源科技领域的优势，提升学校服务国家发展战略的能力，更好地为国家在能源资源科技发展规划、政策制定以及行业和企业重大决策规划、技术转移、成果转化等方面提供技术支持与智力保障。

赵亮 曲颂 中国能源报 2019-12-02

热能、动力工程

发电装机第一大省试水优先发电改革（政策解读）

核心阅读

山东此次发布的优先发电适用范围共分为两类。其中，一类优先发电包含：为保障电网安全稳定运行，承担调峰调频、电压支撑、基荷任务的各类机组发电；为保障供热需要，热电联产机组实行“以热定电”，供热方式合理、实现在线监测并符合环保要求的热电联产机组在采暖期内发电；纳入规划的风能、太阳能、生物质能等非水可再生能源机组发电。二类优先发电包含：跨省区受电中国国家计划、地方政府协议送电；水电、核电机组发电；余热、余压、余气、煤层气等资源综合利用机组发电；涉外机组在合同期内按合同约定发电。

日前，山东省能源局印发《山东省优先发电优先购电计划管理暂行办法》（下称《暂行办法》），标志着该省成为国家发改委、国家能源局今年1月发布《规范优先发电优先购电计划管理的通知》以来，首个针对优先发电优先购电出台专项管理办法的省份。

根据《暂行办法》，优先发电的适用范围共分为两类。一类优先发电包含：为保障电网安全稳定运行，承担调峰调频、电压支撑、基荷任务的各类机组发电；为保障供热需要，热电联产机组实行“以热定电”，供热方式合理、实现在线监测并符合环保要求的热电联产机组在采暖期内发电；纳入

规划的风能、太阳能、生物质能等非水可再生能源机组发电。二类优先发电包含：跨省区受电中国国家计划、地方政府协议送电；水电、核电机组发电；余热、余压、余气、煤层气等资源综合利用机组发电；涉外机组在合同期内按合同约定发电。

电力现货市场尚不完善 调控政策不可或缺

“山东省的火电装机量、发电量在各类电源中占绝对优势，在全国范围内山东也是知名的火电大省，所以在制定《暂行办法》时，我们也充分考虑了这一点。”山东省能源局电力处处长刘学军指出，例如在调峰调频的相关奖励计划上，参考机组的实际贡献率，对于低谷调峰、调频和机组稳定运行等方面都有相应的奖励规定。

“目前，电力现货市场还没有完全发展起来，山东的辅助服务市场也还不够完善，在这样的情况下，对于那些保证电网安全稳定运行的机组，必须要有一定的鼓励措施。这就需要政策调控来先行发挥作用。”刘学军强调，随着电力市场化改革的深入和相关机制的完善，未来，在调峰调频方面会“逐步撤出‘政策调控的手’”。

而对于涉及民生、保障供热的热电联产机组而言，刘学军强调，会一直保留“以热定电”机组的优先发电权。“山东是人口大省，保供热是民生需求，所以这部分机组必须保证优先级。”在具体操作方面，刘学军介绍，目前山东省能源局已经联合中国电力科学研究院和国家电网公司开发了一整套在线监测系统，对热电联产机组的热电比进行了精确评估和测算，并且保证实时监控。

为即将上马的大规模平价可再生能源留足空间

根据《暂行办法》，对于纳入规划的风能、太阳能、生物质能、水能等可再生能源机组以及余热、余压、余气、煤层气等资源综合利用机组，根据实际能力发电，整体预留发电空间，不下达机组发电计划。

国内某大型发电企业电力市场研究相关负责人陈某指出，“预留整体空间、不下达机组计划”是国内对于可再生能源优先发电的普遍政策。“这是由电源特性决定的，特别是风电、太阳能等波动性大的‘不听指令’电源，即便是单独给出发电计划，也不可能像火电机组一样容易执行，肯定不是多了就是少了，所以通常都是整体预留。”

对此，刘学军也表示，整体发电空间的确定会根据上一年度的发电量和本年度的新增装机综合考虑。但“整体预留”并非“集中打包”，风电、光伏、生物质能、水电等不同电源类型都有各自的发电空间，不会相互挤占。

同时，面对 2020 年即将实现平价上网的可再生能源项目，刘学军也强调，会为大规模上马的平价项目、无补贴项目预留足够的发电空间。“除了春节假期的特殊时段，目前山东省整体是不存在弃风、弃光的限电情况的，即便是未来有新增的无补贴和平价项目，我们也能够保障全额收购。”

“优先发电政策本身是一种过渡政策，并没有最优解”

对于此次山东省出台的《暂行办法》，陈某坦言：“很难说对于未来或者对于其他省份有怎样的借鉴意义，毕竟优先发电政策本身是一种过渡政策，并没有最优解。”

“仅就可再生能源发电一点而言，世界上可再生能源发展比较好的国家几乎全是完全市场化的。电力市场的基本准则应当是‘技术中性’，无论是火电、气电还是风电、光伏，在市场交易上应当是平等的，无所谓谁应该优先。国家对某一种电源的产业政策支持，都是在场外进行的。”陈某表示，场外支持可以通过国家补贴、财税优惠等形式展开，但进入市场后的竞争应当是公平的。

“这就像以前福利分房时代，大家通常是按资排辈，但不管单位怎么分都有人不满意，说领导不公平、政策不合理。后来有人说，我们抽签摇号，看似公平了，但分不到房子的人会抱怨‘命不好’。现在房子变成了商品，完全市场化，多花钱买大的，少花钱就买小的，就不会埋怨领导、怪罪命数了。”陈某指出，当电力市场逐步走向完善，可再生能源和化石能源充分竞争，“如果那时候可再生能源还存在限电，就不要再怪罪政策不合理了。”

本报记者 姚金楠 中国能源报 2019-12-02

可再生能源全额消纳新政现雏形

日前，国家发改委发布公告，就《电网企业全额保障性收购可再生能源电量监管办法（修订）（征求意见稿）》（下称“《征求意见稿》”）向全社会公开征求意见。《征求意见稿》显示，电网企业应全额保障性收购按照可再生能源开发利用规划建设、依法取得行政许可或者报送备案、符合并网技术标准并依法取得《电力业务许可证》（按规定豁免的除外）的可再生能源发电企业除市场交易电量外的所有上网电量。业内人士指出，此次《征求意见稿》对电网企业将起到进一步监管作用，但从执行角度来看，仍可能存在一定阻力。

解决当前行业消纳需求

根据《征求意见稿》，电网企业应按照国家规定，全额保障性收购可再生能源发电企业除市场交易电量外的所有上网电量，并明确规定，可再生能源发电上网电量包括优先发电电量和市场交易电量两部分，其中优先发电电量是指保障性收购电量等由国家政策明确要求优先上网的电量。

据介绍，《征求意见稿》是在 2007 年发布的《电网企业全额收购可再生能源电量监管办法》（原电监会 25 号令）基础上修订而成。《征求意见稿》进一步明确了保障性收购电量的核定需要综合考虑电力系统消纳能力、安全和可再生能源资源条件，参考准许成本加合理收益，并根据可再生能源并网、电网运行、产业发展和成本变化等情况适时进行调整。

可再生能源学会副秘书长李丹认为，目前制约我国可再生能源产业发展最关键的两个问题是补贴拖欠和并网消纳，此次文件出台的首要目的就是解决可再生能源发电并网问题，但与 12 年前相比，业内对可再生能源产业发展的期待已经大有不同。

“在我国可再生能源产业发展初期，可再生能源企业仍希望实现全额电量并网，但多年来可再生能源产业发展与电网的发展存在一定的不匹配性，目前业内更加希望利用电力市场交易的方式解决一部分消纳的问题。”李丹说。

光伏协会副秘书长刘译阳也指出：“自 2016 年核定可再生能源发电保障小时数以来，保障小时数之外电量是可以参与市场化交易的，此前版本已不适用于当前风光发电现状。若本监管办法能够出台并得到有效执行，将进一步缓解目前限电地区的弃风弃光现象，保障 2020 年全国平均弃风、弃光率控制在 5% 以内目标达成。”

对电网企业要求更加细化

据了解，与此前版本相比，《征求意见稿》对电网全额保障性收购的适用范围、执行细则等方面做出了调整。

李丹指出，此前版本中水力发电仍包含在可再生能源范畴内，而根据《可再生能源法》，可再生能源为风电、光伏等非水可再生能源，水力发电参照执行，总体上看，相关规定的条文规范性及统一性得到了提高。

同时，《征求意见稿》也明确表明，“电网企业应当按照相关规划和规定要求，规划建设或者改造可再生能源发电配套电网设施，按期完成可再生能源发电项目接入工程的建设、调试、验收和投入使用，保证可再生能源并网发电机组电力送出的必要网络条件。”对此，刘译阳指出，目前我国光伏、风电项目正逐步进入竞价、平价阶段，接网消纳则是项目建设的前置条件，本办法若最终出台也将有利于电网和企业方面更加有效衔接接网消纳意见及接入工程实施等事项。

另外，值得注意的是，此次《征求意见稿》对电网企业结算可再生能源电费、向监管机构报送发电上网相关情况的及时性也做出了要求。从监管层面来讲，《征求意见稿》也明确规定，国家能源局及其派出机构要能够依法对电网企业、电力调度机构、可再生能源发电企业、电力交易机构进行现场检查，对核查中发现的问题，相关机构应责令限期改正。李丹认为，与此前的电力监管政策相比，《征求意见稿》对电网要求进行了细化，考虑的因素也更加全面。

执行效果是关键

多位业内人士向记者表示，此次《征求意见稿》的出台，对可再生能源行业来说是一大利好，

对电网企业形成了一定的约束，但针对部分条款目前仍存在争议，未来能否有效执行才是这一政策的关键。

“从近期全国人大常委会对《可再生能源法》的执法检查情况来看，长期以来，在部分地区《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》并未得到有效执行。这一《征求意见稿》正是从监管层面入手，明确了上网电量包括优先发电电量和市场交易电量，并提出相应监管要求，对电网企业的监管将更加明确。在保留相关法律责任的同时，新增加的‘第二十一条国家能源局派出机构可根据辖区实际制定本地区监管办法实施细则’也有利于具体监管办法得到贯彻执行。”刘译阳说。

然而，刘译阳指出，目前部分电网企业对《征求意见稿》有一定的反对声音，如果最终出台，要执行这一政策可能仍有一定阻力。

在国家应对气候变化战略研究和国际合作中心原主任李俊峰看来，这一《征求意见稿》提出的对电网的监管和惩罚措施只是一项“保底”措施。“真正要解决消纳问题，不仅需要‘批评’，更需要调动电网进行可再生能源电量并网的积极性，鼓励电网利用多种途径主动进行消纳。”

本报记者 李丽旻 中国能源报 2019-12-02

脱碳需要更强劲联合

本报讯 近日，英国商业、能源和工业战略部（BEIS）发布的《加速推进低碳转型》报告指出，全球经济加速深度脱碳，需要各方在诸多领域展开更强劲且更有针对性的联合行动。

该报告深度探讨了全球排放量最高的 10 个产业——电力、农业和土地利用、汽车、卡车、航运、航空、建筑、钢铁、水泥以及塑料，为实现深度脱碳目标需要采取的跨部门重要行动和合作。

报告中指出，上述 10 个产业的排放量之和约占全球排放总量的 4/5，并且分别处于不同的低碳转型阶段，应各自有针对性地行动。

其中，农业和土地利用、航运和航空、钢铁、水泥、塑料和卡车处于低碳转型起步阶段，即加速学习期，应优先以新技术初步论证、测试和部署为基础；建筑、汽车和电力则处于低碳转型扩散阶段，即加速规模经济期，应优先通过市场创造政策，如补贴、标准、逐步淘汰高碳技术，支持低碳技术市场份额增长等。

值得关注的是，报告指出，电力行业占全球温室气体排放总量 25%，是低碳转型的重点。过去 27 年，全球电力行业排放量增长了一倍，预计到本世纪中叶，全球电力需求仍将增长 60% 以上。

当前，电力低碳转型核心技术已进入扩散阶段。过去 20 年，可再生能源在全球新增电力所占份额从约 1/5 增至近 2/3，有些国家正在加速电力低碳转型，但更多国家则仍处于扩散初期阶段。

此外，汽车也是低碳转型重点之一，该行业约占全球温室气体排放总量的 7%，占交通运输排放总量一半以上，预计到 2040 年，全球汽车保有量将翻一番，大部分增长将源自新兴经济体。过去 20 多年，各国都在努力推动向低排放汽车转型，目前行业竞争重点集中在 4 大技术：超高效内燃机、生物燃料、氢气和电力。

BEIS 国际气候变化战略和项目团队负责人 Simon Sharpe 表示：“我们应该意识到低碳转型不是纯粹的技术或经济活动，而是社会转型。我们应该采用更有针对性、更可行且更具战略性的政策制定方法，为各个领域的排放问题重构技术、商业模式、基础设施和市场。”

在 Simon Sharpe 看来，加速低碳转型，联合行动比单独行动之和更有效。国际合作模式必须与当前问题相符合，使不同的利益相关方进一步加强协调，电力、工业、运输、建筑、农业和土地利用等领域需要各自不同的制度助力低碳转型。“但令人震惊和沮丧的是，经过 30 年的气候变化国际谈判，深度脱碳政治和产业行动仍不足够。”他坦言。

就强化合作以应对气候变化危机的问题，中国能源研究会常务副理事长周大地表示：“还有很多人没有意识到气候变化的紧迫性，在中国乃至全球形成共识且采取进一步行动，我们还有很多工作要做。这种迫切性敦促我们采取更有力和协调一致的行动，加速电力、工业、交通、建筑等各个部

门的排放转型，尤其要针对各领域情况、转型阶段和具体规划展开。”

国际组织能源转型委员会（ETC）主席 Adair Turner 对中国在可再生能源领域的发展予以了肯定和赞许。他表示，中国目前正在向高质量的经济增长过渡，“照着目前节奏持续下去，中国 2050 年实现零碳排放不仅可能而且可行”。

显然，加速低碳转型要推进更强劲、更联合的国际行动，且应侧重于各领域技术和关键行动者。“我们需要基于《巴黎协定》甚至超越《巴黎协定》，更针对性地侧重具体部门、技术和行动者，将大的全球问题分解为可采取实际行动解决的小问题。”Simon Sharpe 强调。

王林 中国能源报 2019-12-02

加州碳交易价格屡创新高

作为全美首个设定低碳燃料标准（LCFS）的州，今年以来，加州碳信用额度价格不断刷新纪录，相比两年前已大涨两倍，达到近 200 美元/吨。虽然这间接导致该州汽油价格位居全国首位，但生物燃料行业却因此大大受益，尤其为航空燃料推广和利用创造了颇多商机。

价格不断刷新纪录

加州州政府官网最新数据显示，11 月第二周（11 月 4 日到 11 月 10 日）碳信用额度平均价格为 195.42 美元/吨，11 月 7 日更是达到当周最高价 208 美元/吨，当日交易量达 3000 吨。

加州贸易机构 SRECTrade 指出，今年第一季度加州碳信用额度现货市场均价为 191 美元/吨，进入第四季度价格持续增长，目前徘徊在 200 美元/吨上下，是 2016 年均价 65 美元/吨的 3 倍有余。

据了解，加州于 2011 年启动 LCFS，旨在对汽柴油等常规运输燃料设定碳强度指标，不同强度指标征收不同碳成本，目标是到 2020 年将州内运输燃料碳排放量降低 10%，但去年更新了 LCFS 之后，目标已改为到 2030 年将州内运输燃料碳排放量降低 20%。

为了维持在加州的业务，油气生产商、炼化商、汽柴油供应商必须通过购买碳信用额度，努力提高自身业务的“清洁度”，但随着该州愈发严苛的排放法规，这些公司过去几年积累的额度早已不够用，不得不花更多的钱购买额度。与之形成鲜明对比的是，研发、生产和提供低碳燃料的公司则可以“兑换”碳信用额度，间接节省了庞大的运营开支。

《华尔街日报》日前报道称，加州正在经历汽油价飙升的恐慌，持续走高的碳信用额度价格，是导致该州汽油价格全美最高的一大主因。福克斯新闻网调查显示，全美汽油均价是 2.65 美元/加仑，而加州的均价是 4.18 美元/加仑。加州州长加文·纽森 10 月底下令州总检察长 Xavier Becerra 对油气公司启动调查，以核实这些公司是否涉嫌向消费者过度收费和定价。

值得一提的是，加州带头设定的 LCFS 在美国俄勒冈州、华盛顿州等多个州得到了推行，就连加拿大不列颠哥伦比亚省和巴西也分别围绕 LCFS 建立了可再生燃料发展计划。其中，俄勒冈州于 2016 年底启动 LCFS，基本效仿加州的做法，也设定了碳信用额度购买标准。《金融时报》汇编数据显示，俄勒冈州碳信用额度价格于 9 月创下历史新高，约是两年前价格的 4 倍。

助推生物燃料业发展

加州低碳燃料联盟执行董事 Graham Noyes 表示，去年加州碳信用额度交易总额超过 20 亿美元，鉴于最近两个月价格接连刷新纪录，今年交易总额有望突破 30 亿美元关口。此外，去年加州碳信用额度交易创造了 3.53 亿美元的收入，占州总收入的 15%，今年第一季度也成为州收入的亮点，同比增加了 2700 万美元。

加州推行的 LCFS 及其碳信用额度购买机制给生物燃料行业发展带来了极大助力。美国红石生物燃料公司（Red Rock Biofuels）首席执行官 Terry Kulesa 表示，由于美国环保署向本土炼油厂提供了数十种豁免权，使其免于遵守生物燃料混合的强制性规定，因此 LCFS 和碳成本对可再生燃料生产供应商而言十分重要。“如果你是可再生燃料销售商，那么全球回报率最好的销售地点非加州和俄勒冈州莫属。”

扩大低碳航油商机

值得关注的是，加州去年还将碳信用额度购买机制扩大到了航空领域，为绿色低碳航空燃料的推广带来了庞大商机，一些利用食用油或动物脂肪废料加工成航空燃料的生产商在加州得到了前所未有的发展。

《金融时报》日前报道称，波士顿可再生能源供应商 World Energy 斥资 3.5 亿美元在洛杉矶郊外改造了一家炼油厂，利用农业废料制造航空生物燃料。World Energy 首席执行官 Gene Gebolys 表示：“到 2021 年底，我们在加州的投资规模将达到 10 亿美元，在 LCFS 框架机制下，资金不再是问题。”

据悉，World Energy 已经赢得了美联航的订单，后者从洛杉矶出发的航班已经开始使用航空生物燃料。根据双方达成的合作协议，未来两年美联航将向 World Energy 采购近 1000 万加仑航空生物燃料。此外，美联航还和加州可持续燃料开发商 Fulcrum BioEnergy 合作，向后者提供了单笔超过 3000 万美元的投资，创下全球航空公司在可持续燃料方面的最大单笔投资，并与其签订了 10 亿加仑的大型生物燃料采购协议。

美联航表示，与传统航空燃油相比，航空生物燃料可以有效地在一个生命周期内将温室气体排放量减少 60% 以上，因此使用可持续航空燃料是航空行业最直接有效的环保举措之一。

本报记者 王林 中国能源报 2019-12-02

电化学储能路在何方

核心阅读

电网侧储能项目单体容量较大，去年该类型项目发展迅速，直接带动了电化学储能井喷。今年电网侧储能市场发展速度减缓，导致电化学储能装机规模大跌。业内认为，电化学储能的持续发展有赖于可行的商业模式。

近日，中关村储能产业技术联盟（CNESA）发布今年前三季度我国储能市场发展情况。数据显示，前三季度，我国新增投运的电化学储能装机规模同比大降近 40%。

和年初乐观预测不同，从目前来看，我国电化学储能新增装机规模未能延续 2018 年爆发式增长的盛况。目前，国内电化学储能市场进展究竟如何，未来市场能否再现快速增长？

电网侧储能发展不及预期

今年，我国电化学储能新增装机量不及预期。据 CNESA 统计，截至 9 月底，我国电化学储能累计装机规模为 128.03 万千瓦，较 2018 年底增长 19.4%；今年 1-9 月，我国新增投运电化学储能装机规模为 20.76 万千瓦，同比下降 37.4%。这与年初“今年我国电化学储能累计投运规模达到 1.92 吉瓦，年增速约为 89%”的预测差距较大。

“其实，今年国内电化学储能市场发展只是稍有停滞，主要是因为电网侧储能市场发展速度减缓，没有延续 2018 年爆发式增长的热潮。”一位不愿具名的储能企业高管告诉记者。

数据显示，2018 年，我国新增投运电化学储能装机达 682.9 兆瓦，同比增长 464.4%。其中，新增投运的电网侧储能规模为 206.8 兆瓦，占 2018 年全国新增储能投运规模的 36%，是各类储能应用之首；年增速更是达到 2047.5%，呈爆发式增长态势。

江苏林洋能源股份有限公司能源互联网首席资深专家曾繁鹏表示，电网侧储能项目单体容量较大，2018 年该类型项目发展迅速，对整个电化学储能市场贡献不言而喻。今年来看，江苏等省份的电网侧储能项目建设进度都有所放缓，导致电化学储能新增装机容量同比下滑。

“总体来看，电化学储能累计装机规模仍维持增长，只是发展速度稍有波动。一个新兴市场出现这种情况十分正常，市场过热发展反而不利于企业静下心来认真思考，直线高速增长并非好事。”曾繁鹏认为，预计明年市场向好，但也不会重现 2018 年的爆发式增长的态势。

缺乏可行商业模式

值得注意的是，2018 年以来，我国有超过 13 个省市都出台了相关的储能政策，覆盖需求侧响应、调频调峰辅助服务、梯次利用等细分领域。然而，在众多政策的支持下，储能市场需求并没有迎来快速增长。

上述高管称，目前，储能产业的相关政策仅停留在“鼓励”层面上，没有能够形成盈利模式的具体措施。政策推进的是“一事一议”的示范项目，这不是一个市场行为，也无法促进市场化发展。

他举例说：“比如新能源汽车产业，政府推出了补贴政策，补贴带动了新能源汽车产业上下游及配套产业的发展，但政策‘只管一时，不管一世’。一个产业单靠补贴发展也不会好，还是要有盈利模式。”

据记者了解，目前，我国储能产业可行的商业模式并不多。在用户侧储能市场，有峰谷电价差套利，该模式是储能产业最基本的商业模式。在发电侧，参与火电调频较为成熟。其他商业模式仍不清晰。

今年 4 月，国家发改委发布了《输配电定价成本监审办法（修订征求意见稿）》，明确充电桩、三产、售电、抽水蓄能、电储能设施乃至综合能源服务等与输配电业务无关的费用，不得计入输配电定价成本，这意味着此前市场期待的输配电价还不能成为储能行业新的可行商业模式。

“储能作为一个新兴市场，产业整体成熟度还不够，不能简单套用成熟市场的模式。”北京索英电气技术有限公司董事长王仕城说，“建立市场化回报机制无疑为产业发展提出了新的挑战。”

未达到市场需求的成本

国家电网能源研究院副院长蒋莉萍认为，储能参与电力市场的空间，主要取决于国家能源转型目标中对可再生能源发展的要求，也取决于电力市场运行对风电、光伏等新型发电技术的要求。

然而，在企业看来，目前电力市场对储能的需求并不高，这也在一定程度上影响了储能规模化发展进程。

“鉴于国家对清洁能源的支持，弃风、弃光正逐年减少。可再生能源电站对储能装置的实际需求并不高。同时，目前可再生能源电力也还没有对电网造成较大影响，电网对储能的刚需也没有显现出来。”上述高管称，“用户侧方面，虽然仅近几年储能电池成本已有大幅下降，但仍维持在高位，没有达到市场实际需求的成本。用户花费大量资金安装储能装置后，并不能为其带来更多的效益，规模化发展也很难推进。”

曾繁鹏则表示，储能可作用于电力系统的不同环节，发挥多种作用，从削峰填谷、平滑输出，到调频调峰、实现黑启动等。但是，目前我国储能项目的功能较为单一，如果能将多重功能相结合，储能的竞争力将会相应提升。

除了自身发展外，清华大学电机系教授夏清表示，推动电力现货市场体系建设、灵活性资源市场化交易机制和价格形成机制等的建设也将促进储能朝着更高质量、更有效率、更可持续的方向发展。

本报实习记者 董梓童 中国能源报 2019-12-02

前十月规模以上电厂发电量同比增 3.1%

本报讯 实习记者杨晓冉报道：中电联 11 月 27 日发布的 1-10 月电力工业运行情况显示，各电源发电装机容量平稳增长，非化石能源发电量持续较快增长。1-10 月份，全国规模以上电厂发电量 58742 亿千瓦时，同比增长 3.1%。截至 10 月底，全国 6000 千瓦及以上电厂装机容量 18.7 亿千瓦，同比增长 5.8%。水电装机 3.1 亿千瓦，其中常规水电 2.8 亿千瓦；火电装机 11.7 亿千瓦，其中燃煤发电 10.3 亿千瓦、燃气发电 8928 万千瓦；核电装机 4874 万千瓦。

1-10 月，全国规模以上电厂水电发电量 10013 亿千瓦时；全国规模以上电厂火电发电量 42041 亿千瓦时；全国核电发电量 2826 亿千瓦时。但同时，全国发电设备累计平均利用小时仅为 3157 小时，比上年同期降低 55 小时。除水电外，其他电源全面降低：全国水电设备平均利用小时为 3244 小

时，比上年同期增加 162 小时；全国火电设备平均利用小时为 3495 小时（其中，燃煤发电和燃气发电设备平均利用小时分别为 3590 和 2168 小时）比上年同期降低 100 小时；全国核电设备平均利用小时 6040 小时，比上年同期降低 159 小时。

国家发改委新闻发言人孟玮日前在国家发改委 1-10 月宏观经济运行情况发布会上介绍，1-10 月，全国规模以上工业发电量同比增 3.1%，全国全社会用电量同比增 4.4%。其中，一、二、三产和居民生活用电量同比分别增长 5.2%、3.0%、9.3%和 5.9%，三产和居民生活用电继续保持较快增长。10 月份，全社会用电量同比增长 5.0%，增速比上月回升 0.6 个百分点。

业内分析人士指出，虽然宏观经济运行偏弱，但受益于大数据普及和电能替代因素，预计四季度的全社会用电量将继续中速增长，全年全社会用电量增速在 4.5%-5%之间。

同时，因沿海省份能源“双控”政策及水电来水较好、核电新机组增量较大等挤压了火电空间，造成火电发电量 4 月以来一度呈下滑趋势。但分析人士认为，水电对火电挤压效应或将下降，虽然总体发电量增速维持低位，预计年内后续月份火电电量有望保持较高增速。

中国能源报 2019-12-02

低阶粉煤回转热解技术通过鉴定

“每年低阶煤的产量大约有 20 亿吨。”中国石油和化学工业联合会煤化工专委会副秘书长王秀江在 11 月 26 日召开的“大型工业化低阶粉煤回转热解成套技术开发与应用”科技成果鉴定会上介绍，低阶煤具有储量大、埋藏浅、煤质好、开采成本低、高发热量等特点，特别适合煤炭分质清洁高效利用。

作为“十三五”期间国家能源战略的重点领域，煤炭分质清洁高效转化利用是实现煤炭行业转型升级的有效途径。目前煤炭分质利用主要以块煤为主，尽管粉煤热解工艺技术不断突破，但占煤炭开采过程中 70%以上的粉煤如何实现清洁高效利用，一直未得到有效解决。

本次鉴定的技术成果已在陕煤集团神木天元化工有限公司（以下简称“陕煤天元”）60 万吨/年粉煤分质综合利用装置成功运行。由中国石油和化学工业联合会组织的鉴定委员会认为，该技术探索出一条低阶粉煤清洁高效分质转化利用的新途径，“攻克了低阶粉煤清洁高效分质转化的热解关键性技术和装备，拥有自主知识产权，创新突出、产业延伸性强，经济、社会和环境效益明显，对促进低阶粉煤的高效转化、煤热解领域的科技进步具有积极意义。”

攻克多个技术难题，以粉煤为原料生产的三个主要产品应用领域广

粉煤是指粒度小于 6 毫米的煤，较块煤而言，在市场上并不“受宠”，大量粉煤积压问题日渐突出。一直以来，由于除尘、设备大型化、长周期稳定运行、产品应用、环保等难题未破解，对粉煤进行处理的难度很大。

“中低温热解是实现低阶煤分质利用、高效转化的重要方式。”一位业内人士对记者直言，我国对粉煤进行中低温热解，在煤焦油深加工和干馏煤气回收利用方面，缺乏系统的技术手段，致使大量煤焦油低效燃烧，干馏煤气无法有效利用而直接排放。

记者了解到，陕煤天元 60 万吨/年粉煤分质综合利用装置以神木地区粉煤为原料，经回转热解，制取提质焦粉、焦油和热解煤气三种主要产品，应用领域广。“提质焦粉可用于无烟煤替代、动力配煤、冶金行业高炉喷吹、清洁煤、环保燃料等。”华陆公司总工程师山秀丽表示，该装置提质焦粉的生产率约为原料煤的 70%左右，平均全水分 10%，平均灰分 7%，平均挥发分 10%，平均固定碳 82%，平均硫含量 0.25%。“装置实现了智能控制，产品还可根据用户需求调整。”

据山秀丽介绍，装置的煤焦油收率高，热解单元煤焦油收率达 11%左右，煤焦油含尘量只有 1%左右，密度小于 1.03g/L，甲苯不溶物 1.5%以下；焦油机械杂质含量低，“是后续深加工制取轻质化燃料、新型碳材料及高附加值化工产品的优质原料”；同时还获得高品质的热解煤气，其可利用的高附加值组分多，有效成分高达 85%以上，“其中甲烷含量占 40%以上，是制取 LNG、LPG 和其他化

工利用的优质原料”。

没花国家一分钱，历时八年从实验室走向市场

据悉，该技术由陕煤天元与华陆工程科技有限责任公司于 2012 年开始合作研发，先后攻克了设备放大、管道堵塞、油气中粉尘含量高、运行周期短、设备结焦、油水分离困难、污水量大、污水处理难等一系列难题，已获国家专利 56 项。

陕煤集团神木煤化工产业公司、天元化工公司董事长毛世强介绍，该装置于 2017 年 6 月开始设计，2018 年 3 月动工建设，同年 12 月中交，2019 年 5 月 11 日一次性投料试车成功，打通工艺流程，产出合格产品。“截至目前，已连续安全满负荷稳定运行 1152 小时，累计运行时间 2952 小时。”

记者进一步了解到，早在 2011 年，陕煤天元“低阶粉煤分质利用技术研发项目”已正式立项；2012 年，启动建设“5 万吨/年低阶粉煤回转热解制取无烟煤工艺技术研究项目”；2014 年，“60 万吨/年粉煤分质综合利用示范项目”被陕煤集团列为重点建设项目。

截至 2019 年 11 月 6 日，装置已累计加工原煤 14.24 万吨，生产煤焦油 1.3 万吨，生产热解煤气 1638 万 Nm³，生产提质焦粉 8.61 万吨等，销售收入 10192.5 万元，利润 1138.6 万元。低阶粉煤回转热解成套技术成果转化后，单系列装置每年可加工低阶粉煤 60 万吨，产高热值煤气 6294 万标方，加工原料煤焦油 5.35 万吨，产出提质焦粉 36.23 万吨。

“没花国家一分钱，从实验室走向市场，产学研合作取得了很好的效果。”与会专家对该技术表示肯定。

能源转化效率达 86.3%，专家建议尽早开展百万吨级大型工业化示范及推广应用

鉴定结果显示，技术的创新之处主要体现在回转反应炉、提质焦粉分级冷却及钝化系统中的冷却器，以及高效油气除尘及回收系统，不仅易于实现大型化，实现较长周期运转，整个装置的能源转化效率也高达 86.3%。鉴定委员会建议，应尽早开展百万吨级大型工业化示范及推广应用。

会上，有专家表示，该技术的主产品为替代型能源，在当前国际能源紧张、油价高企的大背景下，对于保障国家能源战略具有积极意义；同时，实现了粉煤热解提质与制备清洁燃料的一体化建设，对于推动行业技术优化、产业转型升级具有积极意义。

他同时认为：“副产品得到综合利用，循环经济效益明显，生产过程实现污水、废气零排放，有利于生态环保。生产过程中就实现了对干燥与热解水的分级回用，减少水资源消耗和污水处理量，对于煤炭资源丰富、水资源匮乏的西部地区具有重要意义。”对此，鉴定委员会也一致表示，该技术耗水少，适合在低阶煤资源丰富水资源缺乏的地区推广使用。

陕煤天元相关负责人还向记者透露，该项目可向社会新增就业岗位 800 个，每年向国家新增税金超过 10 亿。

毛世强表示，该装置的成功运行，为下一步工艺放大奠定了基础，目前，陕煤天元将继续有序推进实施 660 万吨/年粉煤资源洁净化分质利用示范项目。

本报记者 武晓娟 中国能源报 2019-12-02

世界首例煤基制高碳醇工业试验完成

本报讯 日前，“合成气制高碳醇钴-碳化钴基催化剂的创制及其在万吨级装置上的评价试验”在北京通过了中国石油和化学工业联合会组织的科技成果鉴定，鉴定委员会专家一致认为：合成气制高碳醇 Co-Co₂C（钴-碳化钴）基催化剂获授权发明专利 11 件，属于原创性技术，指标先进，应用性强，居国际领先水平。

该项目由中国科学院大连化学物理研究所与陕西延长石油榆林煤化有限公司共同开展，于 2018 年正式启动。项目创新性地首次采用大连化物所开发的碳材料负载的新型钴-碳化钴基催化剂，在大型浆态床反应器中完成了世界首例合成气一步制高碳醇联产液体燃料的万吨级工业试验，开拓了煤基制高碳醇的新途径。

项目负责人、中国科学院大连化学物理研究所丁云杰研究员介绍，高碳醇是重要的精细化工原料，用于合成增塑剂、洗涤剂、表面活性剂及多种精细化学品，其后加工产品在纺织、造纸、医药等领域的应用十分广泛。

据了解，当前，国际主流的高碳醇生产方法——高碳烯烃氢甲酰化法的原料和工艺技术被国外垄断，国内企业普遍采取油脂加氢法生产高碳醇，产能约 70 万吨/年。由于油脂加氢法所用原料国内无法生产，全部依赖进口，价格昂贵且来源不稳定，使得高碳醇产量始终无法扩大，相关下游产业也严重受限。该项目的推广实施，将为以高碳醇为原料的精细化工行业提供廉价而充足的原料来源。

此外，该技术通过调变催化剂可以改变产物中高碳醇与液体燃料的比例，符合我国大力发展煤制液体燃料、保障国家能源安全的指导思想，能够显著提升煤制燃料企业的经济效益。

聂云 中国能源报 2019-12-02

能源企业纷纷探路 CCUS 商业化

在当前全球碳减排的严峻形势下，传统能源企业纷纷谋求转型，以应对气候变化带来的挑战。尤其是以大型石油企业为代表的传统化石能源企业，开始在低碳能源创新、碳循环经济等领域布局。

近日，第十届道达尔中国科学论坛在成都召开，会议现场被提及最多的就是 CCUS（碳捕集、利用与封存），记者获悉，道达尔正着手在成都建立全球规模最大的 CCUS 项目，探路 CCUS 商业化。

从长远看，

CCUS 是最有效的碳减排方式

“根据各个石油公司和能源公司的预测，全球能源需求在未来二三十年还将处于增长期，尤其是在中国，而另一方面，我们全球的生态环境问题逐渐突出，因此我们不得不考虑推出新的办法。”中国科学院上海高等研究院教授孙予罕表示，“而我们考虑如何走向未来，实际上就是要把碳管理好，这是核心。”

孙予罕称，尽管这些年我国碳排放大幅下降，但是和欧美发达国家相比还是有 3-4 倍的差距，而且未来煤炭作为我国主要能源的地位不会变。

在这种严峻形势下，多位与会专家表示，从长远来看，CCUS 是最有效的碳减排方式。

“目前，二氧化碳的排放大多还是来自化石能源的开发利用。未来，当很多公司竞相去获得石油、天然气等化石能源项目时，有没有具备成熟、可靠的 CCUS 解决方案可能会成为一个先决条件。我们要对此做好充分准备。”道达尔集团亚洲研发副总裁徐忠华指出。

而据介绍，在碳排放大户的煤电行业，从度电二氧化碳排放强度来看，“燃煤+CCUS”技术的碳排放远低于燃气轮机联合循环技术。“CCUS 技术是我国煤电行业实现超低（近零）排放的唯一途径。”中国 21 世纪议程管理中心张贤博士说。

全球最大 CCUS 工业化

中试项目将落地中国

事实上，当前包括中国石油、中国石化、国家能源集团等在内的能源企业，均在 CCUS 技术创新上有创新实践。

中国石油在吉林油田建成国内首个二氧化碳分离、捕集和驱油等全产业链 CCUS 基地。国家能源集团在内蒙古鄂尔多斯建成 CCS 全流程示范工程，是国内首个全流程一体化项目。

除此之外，我国已在北京、天津、重庆、陕西等多地建立燃煤电厂 CCUS 示范项目。

而此次道达尔将携手清华大学、法国石油研究院、东方锅炉共 9 个工作组，在四川建设全新的 CCUS 项目——化学链式燃烧（CLC）技术。据介绍，这是欧洲“地平线项目”之一，投资总额近 2000 万欧元，预计两年建成后将是全球规模最大的 CCUS 工业化中试项目。

“CCUS 是全球性的话题，相对比较容易推进国际合作，中国有很好的基础和便利条件，拥有很多优秀的人才，未来也有很大的应用需求。技术一旦经济性、成熟度及安全等方面得到工业化规模

的中试论证,可与发电、炼油、煤化工等产业做有效整合,为未来的炼厂减排 15%-20%。”徐忠华说。

据介绍,该项目最创新的地方在于,设计了两个反应器,通过氧化还原的方式将二氧化碳、水蒸气和氮气分离。“它帮助我们生产得到高能量的水蒸汽、高纯度的二氧化碳,且不需要其他额外的装置,大幅度降低减排的成本。不管是从减排还是得到原料来说,它都是非常完美的方案。当然里面也有许多技术细节存在很多的挑战。”徐忠华说。

商业化模式待突破

但目前来看,CCUS 项目仍缺乏成熟的商业化模式。

“我们在全球诸多国家,包括法国、挪威、英国、中国、加拿大等都部署了 CCUS 的相关项目。现在,多数 CCUS 还是一个环境类项目,在没有碳税或者其它政策性条件支持下,企业很难通过 CCUS 挣钱,因为投资运营成本高,也欠缺成熟的商业模式。CCUS 要有更大的发展,需要政府配套性政策支持,同时大力开展国际合作。”徐忠华坦言。

据介绍,CCUS 技术是道达尔非常重视重视的领域,每年能源领域 10%的研发经费都投入到 CCUS,约达 6000 万欧元,以期在技术应用上有新的创新突破。

在国家能源集团碳减排技术研发部经理赵兴雷看来,想要推动 CCUS 商业化进程,应引进新型碳捕集技术进行测试与示范工作,寻求降低碳捕集项目成本与技术风险的最佳方案。“定位为‘中立’的测试平台,充分保护知识产权,与技术供应方共同发展与合作,促成不同路线的创新碳捕集技术从研发走向中试。”

徐忠华也表示,希望能更高效地把研发成果往产业应用方向推进。在四川德阳建设的、用于二氧化碳捕集的化学链式燃烧技术工业化中试项目成功后,我们会分享相关经验,让该项目的成果更早、更快地推广应用,为碳减排做贡献。

本报记者 李玲 中国能源报 2019-12-02

加拿大强推碳税引发连锁反应

加拿大总理特鲁多日前带领新内阁正式亮相,尽管加入了 7 名“新鲜血液”且十多名连任部长被替换,但“东重西轻”的格局难掩少数派政府堪忧的执政前景。大部分内阁成员来自东部地区,西部仅不列颠哥伦比亚省入阁 4 人,草原三省(艾伯塔省、萨斯喀彻温省和曼尼托巴省)只有 1 人入阁。

由于特鲁多政府实施的碳税政策极大打压了油气生产活动,以油气大省艾伯塔省为首的西部省份爆发了强烈不满,“自治”的呼声日渐高涨。据悉,特鲁多新任期的工作重点将围绕调和“内部矛盾”展开,缓解经济下行压力的同时,进一步平衡西部地区在碳税、气候变化等多项能源议题上的分歧。

“求同存异”式新内阁执政方针

特鲁多表示,尽管无法在每件事上达成统一,但是力求求同存异解决分歧。

加通社报道称,加拿大新内阁成员不包括特鲁多总共 36 人,其中因推行碳税而饱受舆论压力的原环境与气候变化部长 Catherine McKenna 被调任为基础设施及社区建设部部长,环境与气候变化部长改由 Jonathan Wilkinson 出任,自然资源部长则花落 Seamus O'Regan。

值得一提的是,前任外交大臣方慧兰(Chrystia Freeland)最受器重,被任命为副总理兼政府间事务大臣,这是加联邦政府 2006 年 2 月以来首次恢复副总理委任。方慧兰未来将和各省直接打交道,并将着重处理西部资源大省对联邦政府的碳税政策的不满。

分析认为,方慧兰的外交技能将在内阁中发挥领导作用,同时还能帮忙斡旋联邦与各省之间的争议,比如与几位公开反对碳税计划的省长深度交流,进一步助推多番推迟的跨山石油管道扩建项目等。

11 月 22 日,安大略省省长 Doug Ford 前往渥太华,与特鲁多进行会面,Doug Ford 自去年夏季上台后,在碳税、环保等问题上和特鲁多政府分歧严重。双方对于此番会面持积极态度,Doug Ford 表示,团结对于经济至关重要,为了吸引投资者并让商界安心,“我们想让世界知道我们是个大家庭”。

《多伦多太阳报》撰文称，特鲁多一直在与各省省长会面磋商，力求将加拿大当前“碎片化”的状态拼凑起来。事实上，从气候变化到移民问题，特鲁多政府始终对异见者持“不友好”态度，这也是导致该国内部分歧持续恶化的主因之一。对特鲁多而言，他带领的规模更大、区域代表更多的新内阁，有必要在新任期内做好石油经济和气候变化之间的效益平衡。

西部资源省谋求“自治”

舆论认为，平息西部省份“怒火”是新内阁的当务之急。受英国脱欧(Brexit)启发，“脱加”(Wexit)已经成为西部地区最热词汇，甚至已经发展出了脱加政党，该党派申请成为加拿大正式党派之一，旨在领导西部省份独立。

当前，“脱加活动”正在西部 4 省艾伯塔省、萨斯喀彻温省、不列颠哥伦比亚省以及曼尼托巴省持续蔓延。该运动由艾伯塔省石油工人发起，他们抗议特鲁多政府对西部地区的漠视，呼吁西部所有省份独立起来，甚至已经将独立版图划好，并强调石油收入可以让他们更自主自治。

市场研究顾问集团益普索最新民意调查显示，加拿大正在经历前所未有的“分裂”考验，尤其是艾伯塔省和萨斯喀彻温省，他们希望从加拿大分离出去的情绪创历史新高。益普索高级副总裁 Kyle Braid 表示：“这两个产油大省自认为在繁荣时期为国家经济做出了巨大贡献，但现在行业不景气了，不仅被联邦政府孤立，甚至被其他省和地区误解。”

《华尔街日报》消息称，由于担心更激进的气候政策进一步打击能源经济，艾伯塔省和萨斯喀彻温省的省长纷纷要求特鲁多达成一项新协议，旨在赋予两省更大政治自治权。有分析师指出，此举可能颠覆渥太华与 13 个省之间的财政关系，同时对渥太华的联邦职权造成冲击。

卡尔加里大学政治学教授 Barry Cooper 表示：“如果没有艾伯塔省提供丰富的石油和天然气，加拿大根本不会积累庞大的财富，甚至不可能为国民发放如此多的福利，安大略省和魁北克省也都是艾伯塔省的直接受益者。”

油企接连“移师南下”

由于西部产油区经济持续低迷，石油公司和油服商陆续踏上“南迁”之路，将总部和业务重心移向美国，这其中尤以加拿大能源公司(Encana)的“出走”最令加拿大联邦政府和艾伯塔省政府“寒心”。

加拿大广播公司新闻网报道称，作为加拿大历史最悠久的大型能源公司，加拿大能源公司日前决定将总部从艾伯塔省的卡尔加里迁至美国，同时更名为“Ovintiv Inc.”。这是继去年管道运营商横加(TransCanada)更名为“TC Energy Corp.”之后，对加西部石油行业的又一大打击。

加拿大能源公司首席执行官 Doug Suttles 表示，搬迁和更名是为了强化与投资者的联系，吸引更多美国指数基金和投资帐户，不会裁员也不会影响加拿大员工，同时不会改变艾伯塔省和不列颠哥伦比亚省的投资决策。

尽管 Doug Suttles 反复强调“加拿大的业务回报仍然和其他地区一样强劲”，但业内普遍认为，该公司“移师南下”进一步折射出加石油产业陷入危机的现状，鉴于石油是艾伯塔省的主要经济支柱，这一“出走”无疑意味着该省正进入“全面警戒”状态。

艾伯塔省能源部长 Sonya Savage 表示：“加拿大能源公司接连搬家的消息困扰着我，但可悲的是我并不感到惊讶，他们多年来一直努力转向美国，这意味着我们的大环境并不好，同时说明联邦政府甚至省政府仍然没有找到正确的解决方案。”

加拿大能源公司并不是唯一一家“搬迁”的公司。卡尔加里市长 Naheed Nenshi 接受加拿大《环球邮报》采访时透露，卡尔加里市中心的办公楼空置率多年来居高不下，约 20%左右，虽然市政府设立了 1 亿加元的基金来吸引公司入驻，但成效甚微。事实上，省政府推出的减税等其他利好举措始终未能阻止石油投资下降和开发活动疲软的步伐。

11 月中旬，钻井商 Citadel Drilling 开始拆除在艾伯塔省省会埃德蒙顿南部的钻井设备，为全面搬至美国德州西部和新墨西哥州东南部“收尾”。该公司首席执行官 Dan Hoffarth 表示，如果继续留在加拿大，将无力生存，因为这里没有足够的条件支持运营。

分析师指出，越来越多的加拿大钻井和油服商将目光投向美国德州，也有一小部分公司寻求在美其他州生存。2014年中油价暴跌前，加拿大重要产油区约有900座钻机处于工作中，目前仅剩550座，且有一半已经停机。

本报记者 王林 中国能源报 2019-12-02

技术创新助火电效率大幅跃升

华润阜阳电厂二期技术方案通过评审，额定工况设计供电煤耗可达249克/千瓦时，机组净效率达49.33%。

日前，安徽阜阳华润电厂二期（以下简称“阜阳二期”）2×660MW超超临界燃煤机组工程技术方案通过由中国工程院院士倪维斗、秦裕琨等9名专家组成的评审组评审。评审组认为，该方案先进、可行，“该项目示范实施对我国火电整体节能提效减排有重大意义，建议尽快实施。”

据了解，阜阳二期拟采用上海申能科技公司（以下简称“申能科技”）“单轴汽轮发电机全高位布置”“凝汽器低位布置”等系列技术，是国家示范工程——安徽平山电厂二期“1350MW高低位布置二次再热超超临界机组”的升级版，能够实现机组运行效率、经济效益进一步提升，工程建设技术方案的额定工况设计供电煤耗可达249克/千瓦时，机组净效率达49.33%。”

摆脱“管道”制约

按照煤电机组传统布置方式，锅炉与汽轮机之间需依靠一条高压蒸汽管道连接。为提高发电效率，煤电行业出现了一次再热技术甚至二次再热技术，使电厂在汽轮机高压缸、低压缸之间增加一个甚至多个中压缸，与锅炉连接的大口径高温高压管道的数量也随之增多。“高温蒸汽管道造价昂贵，总长度增加，不仅造成阻力和散热损失，而且增加了投资成本，对机组效率和经济性都形成了制约。”申能科技总经理冯伟忠告诉记者。

据了解，在国外较成熟的双轴汽轮机组技术基础上，冯伟忠创新发明了“一种新型的汽轮发电机组”方案，将高压轴系放置在锅炉本体外侧临近联箱处，低位轴系保持不动，即“高低位”布置方案。

高压轴系从原来锅炉的“脚边”位置挪到了接近锅炉“肩膀”的高度，所需高温高压蒸汽管道长度大幅缩短，这样阻力更小、散热损失更少、管道建设成本更低，机组效率与经济性得以显著提升。

提高蒸汽温度，是煤电机组效率提升的重要途径，但蒸汽温度上升对蒸汽管道材料提出了更高要求，管道价格也随之上漲。据了解，目前600摄氏度等级机组蒸汽管道综合造价不到20万元/吨，而正在研发的700摄氏度高效超超临界机组采用昂贵的镍基超级合金，管道价格达300万元/吨左右。

“这个方案可消除绝大部分高参数、高价值管道，大幅节约投资，为700摄氏度等级机组的发展消除了最主要的制约因素。”冯伟忠表示。

目前，安徽平山电厂二期项目采用“高低位”技术方案的一台1350MW机组正在建设，预计于2020年底前投产。而此次通过评审的阜阳二期工程“全高位”布置，便是由“高低位”布置方案升级而来，因汽轮机采用单轴全高位布置，造价相对较低。此外，由于所有高温高压管道都减至最短，机组经济性进一步提升。

树立煤电效率新标杆

阜阳二期并非华润电力与申能科技的首次合作。2015、2016年，铜山华润电力有限公司两台百万千瓦机组采用申能科技的技术方案完成改造，供电煤耗下降超过10克/千瓦时，年节约标煤超10万吨。

2016年，双方新的合作项目——华润曹妃甸电厂两台105万千瓦一次再热超超临界机组新建工程启动，机组在纯凝额定工况下的设计供电煤耗低至263克/千瓦时。今年4月25日，该电厂3号机完成168小时的满负荷试运行。

曹妃甸电厂新机组的低煤耗，不仅超越了上海外三电厂，也明显优于国内已投产二次再热机组的最好水平，其单位千瓦造价也仅为已投产二次再热机组的78%。根据国家能源局的数据，我国火

电机组平均供电煤耗为 321 克/千瓦时，阜阳二期投产后，249 克/千瓦时的设计供电煤耗将再次刷新曹妃甸电厂的煤耗纪录。

除了供电煤耗，阜阳二期机组净效率可达到 49.33%，这个数字意味着什么？

国家能源局今年 9 月发布的《关于政协十三届全国委员会第二次会议第 1910 号（工交邮电类 192 号）提案答复的函》（以下简称《答复》）称，科技部会同有关部门正研究部署面向 2030 年的煤炭清洁高效利用重大项目，力争到 2030 年在煤炭清洁燃烧与高效发电方面，“实现燃煤发电净效率突破 50%”、“燃煤发电机组实现 20%-100%调峰”。

记者了解到，目前国内已投产的最先进火电机组净效率可达 46%左右，曹妃甸电厂新机组净效率达 46.7%，而阜阳二期机组净效率设计值跃升至 49.33%，距离“2030 年突破 50%”的目标已十分接近。有评审组专家表示：“在国际上，煤电机组净效率提高 1 个百分点，就可以被视作一代技术水平的提升。阜阳二期项目建成后，将成为新的燃煤火电世界标杆。”

激发中小机组潜能

除机组效率外，《答复》中“要在 2030 年实现 20%-100%调峰”的任务目标，徐州华润电力有限公司（以下简称“徐州华润”）3 号机（32 万千瓦）已提前完成并实现超越。9 月 30 日，该机组成功实现在 6 万千瓦负荷下连续安全、稳定和环保运行超过 2 个小时，实现了 19%额定负荷的超低负荷运行。

据了解，江苏省按照负荷调节能力（40%、35%、30%）将煤电机组分为三档，而目前国内机组负荷调节深度能够达到 35%的仍很少。华润徐州 3 号机组 19%的低负荷运行不仅在国内，也在世界范围内实现了突破。

“就像骑自行车，骑快了简单，想骑慢了又不摔倒，就困难多了。”向记者解释机组调峰深度时，冯伟忠将机组调节过程比作骑自行车时控制平衡的过程，“同样，煤电机组锅炉在低负荷时的控制难度也大幅增加，随着负荷水平降低，熄火的风险也越来越高。”

2017 年，华润徐州 3 号机“亚临界机组节能综合升级改造”项目启动。该项目利用申能科技的高温亚临界系列技术改造机组，在压力不变的情况下将蒸汽温度由 538 摄氏度提升至 600 摄氏度，并与其他配套的系列节能创新技术相结合，额定工况的设计供电煤耗低至 287 克/千瓦时，较改造前下降 31 克/千瓦时之多，达到了超超临界机组的煤耗水平。由于压力保持不变，改造成本与工程量也大大降低。

“除大幅降低煤耗外，我们在设计时还考虑到，为消纳更多的可再生能源，电网将对煤电提出更高的灵活性及超低负荷运行要求，因此保留了锅炉汽包以及汽轮机调节级设计，使机组可以充分发挥变负荷响应快的优势。此外，还前瞻性地设计了超低负荷稳燃、低负荷脱硝等系列技术，通过项目成功实施得到了验证。”冯伟忠说。

据了解，截至 2018 年底，我国亚临界机组装机达 3.5 亿千瓦，在煤电总装机容量占比接近 1/3，30 万千瓦等级亚临界机组 943 台。“3 号机组的成功改造对于提高全国存量巨大的亚临界机组发电效率具有典型的示范作用，对于盘活亚临界机组生命力、提升资源利用率具有深远的影响。”华润徐州相关负责人表示。

卢彬 中国能源报 2019-12-02

内蒙古电力新能源消纳趟新路

“新能源发电利用率创近 5 年最好水平，内蒙古此前的弃电情况得到缓解。”内蒙古电力集团公司调控中心新能源处处长杭晨辉日前向记者介绍说。

近日，记者跟随国务院国资委组织的“走进新国企”活动走进内蒙古电力集团公司（以下简称“内蒙古电力”），实地探访新能源消纳和电改进程。

■弃风弃光同比下降

内蒙古作为我国重要的清洁能源输出基地，风能和太阳能资源富集。目前内蒙古电力装机总量达到 1.25 亿千瓦，排名全国第三（第一山东、第二江苏）。其中，蒙西电网装机 6966 万千瓦，传统能源发电装机占比 60.6%，可再生能源发电装机占比 39.4%。记者梳理发现，从 2006 年起，内蒙古风电的装机容量、发电量以及上网电量就长期领跑全国。然而，与装机成绩斐然形成反差的是新能源消纳不畅，曾经，内蒙古长期受困于“弃风”难题。2018 年起，内蒙古电力下大力气解决网内“弃风”“弃光”问题，新能源消纳难问题逐步得到缓解。

内蒙古电力提供的数据显示，2019 年 1-10 月，蒙西电网新能源发电量 419 亿千瓦时，同比增加 8.4%。其中，风电发电量 314 亿千瓦时，同比增加 3.4%；弃风率 8.3%，同比下降 8 个百分点。光伏发电量 105 亿千瓦时，同比增加 26.3%；弃光率 1.01%，同比下降 1.7 个百分点。

■创新消纳机制和模式

弃风率、弃光率同比下降的背后是内蒙古电力深入研究探索新能源并网消纳的技术和途径。

在没有任何参考样本的情况下，内蒙古电力开始在探索市场化道路上摸索前进，创新推出柔性消纳新能源市场机制和模式，鼓励新能源发电企业在自愿的原则下参与市场竞争。

内蒙古电力创新开展风火打捆柔性消纳模式，鼓励风电企业参与长协和挂牌交易，在确保风电保障性收购的前提下，消纳新能源装机的能力显著增强。

截至今年 10 月，电力多边交易市场成员已达 1820 户，风电 169 家，光伏 179 家。今年 6 月，作为国家八个电力现货改革试点之一，蒙西电力多边交易现货交易正式启动模拟试运行，形成了“中长期为主，现货为补充”的电力多边交易新机制。现货市场的优化运行，主要围绕解决地区火电装机大量富余、新能源接纳能力不足等问题为目标，以日前交易为入口，构建抽水蓄能、风电、光伏等可再生能源与常规火电之间的协同优化平台，增加新能源消纳。

“早在 1989 年自治区第一座大型风电场——朱日河风电场并入蒙西电网开始，我们就研究风电运行特性。”内蒙古电力相关人士表示，如今面对远距离、多通道、多落点、大容量清洁能源接入的电网运行格局，内蒙古电力通过提升自动化、智能化的控制手段，保障电网调度灵活、高效。

内蒙古电力从 2010 年开始建设投运集发电监视、功率预测、自动发电控制、自动电压控制、弃风电量运行数据统计等功能于一体的新能源技术支持系统，实现了新能源电站的全自动控制，为新能源最大化消纳提供了技术保障。2015 年至今，累计在新能源领域投入科研资金近亿元，逐步形成了一批具有自主核心技术的科技创新成果。

■优化网架结构助力新能源送出

内蒙古是我国最早实施“西电东送”的省区之一。内蒙古电力在全国率先提出“煤从空中走，电送北京城”战略，先后建成了 4 回路、两个 500 千伏西电东送大通道，送电能力从 5 万千瓦提高到 420 万千瓦，并连续十二年“西电东送”电量稳居全国省级电网之首，至今累计向华北送电 4154.3 亿千瓦时，向陕西榆林地区送电 161.94 亿千瓦时。

目前，内蒙古电力已建成了以“三横四纵”500 千伏为支撑、220 千伏为辐射的坚强供电网络，蒙西电网连续 21 年保持长周期安全稳定运行。与此同时，积极打造国际合作新平台，开创了电力走向国际市场的先例，通过 6 个口岸 7 条线路累计向蒙古国供电 73.92 亿千瓦时，并与蒙古国国家电网公司续签为期 6 年的购售电协议。

在“十三五”期间，内蒙古电力投资建设多项提高新能源消纳的输变电工程，极大地提升了新能源送出能力。如白同开闭站 500 千伏升压工程、察右后旗 500 千伏输变电工程、春坤山 500 千伏 3 号主变扩建工程等。其中 500 千伏坤德 2 线、德河 2 线投产，大幅提升了蒙西电网主要输电断面输电能力，呼包断面由 350 万千瓦提升至 400 万千瓦、呼丰断面由 550 万千瓦提升至 630 万千瓦，电网东西互济能力进一步提升，有效促进了蒙西电网新能源消纳。数据显示，2018 年包头地区风电平均利用小时较往年提升近 300 小时。220 千伏万成功变电站的建成投运，保障了达拉特光伏领跑基地项目汇集送出和消纳。

本报记者 苏南 中国能源报 2019-12-09

国内首台千吨级循环床煤气化装置交付使用

本报讯 从中国科学院获悉，由该院工程热物理研究所开发的我国首台千吨级循环床煤气化装置 12 月 4 日正式交付用户。这是我国首次将清洁高效的循环床煤气化技术，应用于合成氨行业，有望为如何破解该行业的环保困局提供新出路。

据了解，目前我国采用固定床气化炉为合成氨装置提供原料气的氮肥企业，占合成氨产能的 40%。根据环境预警级别，氮肥行业的固定床气化炉 50% 被环保部门要求停产甚至全部停产。每年冬季也是该领域环境预警高发季节。

此次交付的千吨级循环床加压煤气化装置，是我国首套低阶粉煤循环床加压煤气化示范项目，以合同能源管理的方式，向合成氨生产企业提供原料气。该项目同时也是中国科学院科技成果转化重点专项的示范项目。

据介绍，该院工程热物理研究所 30 年来致力于煤炭清洁高效利用，开发了循环床煤气化技术。截至目前，该所已实现 70 台（套）技术产品的工业应用，每年可减排含焦油和酚的污水 260 万吨。

邱晨辉 中国能源报 2019-12-09

加州户用储能市场蓬勃发展

加州是美国环境和清洁能源政策的领导者，在户用储能的发展上也走在了前列。

根据行业组织半岛清洁能源网站发布的消息，加州四个社区日前联合发布招标书，计划在阿拉米达县、圣马特奥县和圣克拉拉县部署装机总容量为 32.7 兆瓦的多个储能系统，以满足用户用电需求，提高区域电力弹性。这和加州能源委员会（CEC）颁布的《2019 建筑能效标准》不无关系。《2019 建筑能效标准》要求，从 2020 年 1 月 1 日开始，所有加州新建住宅（包括三层楼以下独栋或公寓）都要安装住宅光伏系统，并鼓励建筑商安装电池储能系统。这一规定并不要求新建住宅脱离电网、百分百使用太阳能，但要想实现这一目标，储能电池不可或缺。

加州户用储能一直在快速增长。美国智能电力联盟（SEPA）公布的调查报告表明，2018 年，加州户用储能系统容量增加了 175.5 兆瓦时，与 2017 年相比增长了 500%。近日，行业咨询机构伍德麦肯兹和美国储能协会（ESA）联合发布的美国储能监测报告显示，第三季度，美国户用储能系统得到破纪录增长，其中加州部署了 46.4 兆瓦时，为各州之最。

伍德麦肯兹高级储能分析师 Brett Simon 表示，预计到 2020 年，在加利福尼亚州部署的五分之一的住宅太阳能发电设施将与电池储能系统配套部署。

储能产业的发展离不开政策支持和市场激励。2001 年，加州推出自发电激励计划（SGIP），鼓励用户部署现场发电设施。2011 年起，储能被纳入 SGIP 的支持范围。在将储能纳入补贴支持范围的 8 年间，SGIP 经历了多次调整和修改。

根据最新的 SGIP 补贴情况和补贴办法，针对住宅储能项目，即规模小于等于 10 千瓦的储能系统，可以获得的补贴标准为 0.5 美元/瓦时。补贴资金发放经过五轮，第一轮于 2017 年 5 月 1 日起开始执行，当一轮资金被申请完后，将有 20 天的暂停期，然后再开始新一轮的补贴，且补贴标准将减少 0.1 美元/瓦时，之后三轮补贴标准将平均以 0.05 美元/瓦时的幅度递减。补贴标准除了随着时间的推移而降低，还随着储能系统的时长和能量规模的增加而减少。

在此前行业媒体 Energy Toolbase 举办的主题为“加利福尼亚户用储能项目经济建模”网络研讨会上，业内人士指出，太平洋燃气和电力公司（PG&E）在 7 月初启动了 SGIP 的第 5 步，南加州爱迪生公司目前处于第 5 步，圣地亚哥天然气和电力公司在一年前已经耗尽了户用储能预算。

彭博新能源财经（BNEF）认为，补贴仍然是现阶段户用储能系统在加州备受欢迎的主要原因，截至 6 月底，加州的储能系统安装数量已达到 11000 多个。

受高温、大风、地形复杂等因素影响，加州森林火灾频发。为保证电力供应、提高能源弹性，今

年 10 月，加州公共事业委员会对 SGIP 作出调整，表示将为可能受到森林火灾影响的户用光伏储能系统提供 1 美元/瓦时资助，并希望增加的激励能够促进储能部署。

研究机构 Navigant Research 公司分析师 Alex Eller 表示，SGIP 是全球运行时间最长、最成功的分布式能源激励计划之一，而加利福尼亚州此次提供的激励措施是对于用户侧电池储能系统提供的“史上最慷慨的措施之一。”

市场机制方面，BNEF 指出，CPUC 按照光伏发电曲线特性制定实施分时电价，在光伏发电高峰期，按低谷电价向用户收取电费；对日落后增长的电力需求，按高峰电价向用户收取电费。

尽管加州户用储能市场在蓬勃发展，但储能的经济性仍是其前进路上难以迈过去的一道坎。Alex Eller 指出，由于 SGIP 激励措施的结构问题，用户只能在储能系统部署并投入运行后才能获得这些补贴，而储能系统前期投入成本仍然相对较高。“要解决这一问题，需要太阳能开发商和储能供应商持续进行财务和商业模式创新，以降低客户部署储能的成本，并减少这些客户的预付支出。”

BNEF 分析认为，虽然电池与光伏系统成本正在快速下降，但是相应的补贴也在退坡。只有当设备成本下降的幅度足以抵消补贴退坡带来的负面影响时，光储系统的经济效益才会有所提高。此外，分时电价及净计量电价机制（对输送至电网的光伏电量按零售电价计价）的变化，也给未来光储系统的经济效益带来了不确定性。

BNEF 进一步指出，户用储能市场将获得更多发展机遇，随着光伏渗透率的不断提升，正在有越来越多的公用事业公司开始考虑变更现有光伏发电补偿机制和用户侧电费结构，加州户用光储市场的经验正在被广泛借鉴。

本报记者 樊桐杰 中国能源报 2019-12-09

大比例电气化是实现低碳发展的可靠路径

2018 年，我国单位国内生产总值二氧化碳排放强度同比下降 4%，超出年度预期目标 0.1%，比 2005 年累计下降 45.8%，相当于减排二氧化碳 52.5 亿吨——生态环境部近日发布《中国应对气候变化的政策与行动 2019 年度报告》表示，我国已基本扭转碳排放快速增长的局面。

《报告》还显示，2018 年，煤炭、石油、天然气和非化石能源在能源消费中占比分别为 59%、18.9%、7.8%、14.3%，较 2017 年分别下降 1.4 个百分点，提高 0.1 个百分点、0.8 个百分点及 0.5 个百分点，我国能源结构进一步优化。

在此基础上，如何保障实现 2030 年碳排放达峰的既定目标？中国工程院院士、中国节能协会理事长江亿认为，以能源供给侧和消费侧革命为机遇，大比例提高可再生和零碳电力的比重，是一条实现低碳发展的可靠路径。

“煤改气对治理雾霾有好处，但对实现低碳发展基本没贡献”

应对气候变化的关键，在于降低二氧化碳排放。为实现《巴黎协定》提出的“将全球升温控制在 2 摄氏度以内”的目标，江亿表示，到 2050 年，全球碳排放总量应小于 1.5 亿吨。按照我国人口占全球总人口约 20%的比例计算，所对应的碳排放总量不超过 3000 亿吨。

“若进一步将升温控制在 1.5 摄氏度，全球碳排放总量应小于 0.5 亿吨，我国不能超过 1000 亿吨。2015 年以来，我国每年排放的二氧化碳已超 100 亿吨，随着社会、经济等发展，用能总量仍在增加。如不及时调整能源结构，实现减排目标将非常困难。”江亿指出，探索一条世界领先的低碳发展路线至关重要。

结合现状，江亿进一步表示，目前“全面走向天然气的呼声”较高，但该路线有待商榷。一方面，出于能源安全的考量，完全依靠进口天然气并不现实；另一方面，即便将煤改为天然气，仍未从根本上解决碳排放问题。“传统观念认为，在放出同等热量的情况下，天然气碳排放量约为燃煤的 50%。但现有研究已表明，天然气开采、运输到末端燃烧的全过程，同时伴有 2%-3%的泄漏。泄漏气体实际就是甲烷，进入大气之后，GWP（一项全球变暖潜能指标，即各类温室气体对应的二氧化碳质量）

等于 25。”

GWP 等于 25，意味着每“泄漏”一个碳分子，与化石燃料燃烧产生的 25 个碳分子作用相同。“换句话说，天然气中一个碳分子产生的温室效应，相当于二氧化碳所含一个碳分子的 25 倍。综合来看，使用天然气导致的温室效应，与燃煤大致相同。因此，煤改天然气对治理雾霾有好处，但对实现低碳发展基本没有贡献。”江亿称。

“可再生和零碳电力至少占比 60%以上，才能支撑能源结构调整”

究竟什么样的路线才能真正实现低碳发展？江亿提出，今后 30 年，应大力发展风电、光电、水电、生物质能及核电，以此构成低碳、乃至零碳能源的主要结构。

具体而言，江亿表示，我国已是世界水电发展最好、用量最大的国家，在充分考虑环境影响的前提下，水电仍有一定提升空间。以风电、光电为代表的可再生能源，主要成本也已实现大幅下降，并有进一步压缩的空间。而在核电装机 4000 万千瓦的基础上，未来有望进一步增至 1 亿千瓦。

“特别值得一提的是生物质能，作为目前唯一可见的零碳燃料，能够直接替代化石能源。”江亿强调，农业秸秆、林业枝条等生物质能，目前总量折合可达 7-8 亿吨标准煤。但由于人均生物质资源量并不多，且利用程度过低，合理、高效的开发利用方式仍待挖潜。

按照上述规划，江亿认为，未来低碳能源的特点是以电力为主，依靠可再生能源通过电力形式输出。基于此，可再生和零碳电力至少占电力总量的 60%以上，才能支撑能结构调整，而目前该比例仅为 30%左右。

“除了 60%的可再生电力，我们还需 40%左右的燃煤电厂。”江亿补充，在发展水电等蓄能方式的同时，用于补充总电量及调峰的火电资源仍不可少，这也是今后火电功能及其必要性所在。“以北方地区为例，未来需要 4-5 亿千瓦的燃煤电厂，既可为电力系统调峰，也能通过热电联产方式提供建筑热源。按照 4 亿千瓦热电联产机组的体量计算，全部回收其排放的乏汽余热，可在冬季输出 6 亿千瓦以上热量，为 180 亿平方米建筑供暖的基础热源，恰好解决北方地区城镇供热问题。”

“要求能源消费侧推行相应革命，解决电力供给与需求间的不匹配”

江亿同时指出，虽同为用电，未来的“电”却有所不同。“过去是燃料燃烧，通过火出热、热做功、功再发电的形式，即直接发电，且燃煤电厂可调、可控。未来，一边要大比例提高电力在终端用能的占比，一边也要大幅度减少对直接燃烧燃料的需求，风电、光电等可再生电力是主力。”

在江亿看来，用好可再生能源的关键，不仅仅是装机多少、消纳多少，而要看其有效替代多少化石能源。“风、光等特性，带来电源侧的不稳定和不确定性，源与用的匹配成为关键。这就要求，能源消费侧也要推行相应革命，以解决电力供给与需求间的不匹配。”

对此，江亿提出，一要解决发、储、输、荷间的匹配，实现供与用之间柔性连接；二是推动能源消费由燃料转为电力，迎接新一轮的电气化；三是调整结构、节能优先，解决消费侧用能的根本问题。

以能源消耗大户——工业为例，江亿表示，由于前期城镇化及大规模基础设施建设，带动钢铁、建材等需求旺盛，工业用能最高占据我国能源消费总量的 65%左右。进入新时期，城镇化及建设速度放缓，量的增长随之转为质的提高。“下一步重点是调结构、改流程、提效率、促循环，推动以煤为燃料的行业，转向以电为主要能源。工业用能方式的革命，正是低碳发展的重要途径之一。”

再如交通行业，江亿表示，大比例电气化也是其结构调整的核心。针对物流，重点在于“公转铁”，减少长途重载运输；针对客运，推行“油改电”，进一步提高电动汽车的使用比例。“实现交通电气化，不仅是提高效率、减少排放。电动汽车所用的电池，还是难得的柔性用电装置，配合智能充电桩系统合理使用，可有效改善用电结构，解决电力供需之间不匹配的问题。”

本报记者 朱妍 中国能源报 2019-12-09

“我们将实现利用油页岩发电的梦想”

地处油气资源丰富的中东地区，约旦却长期面临能源短缺，能源对外依存度超过 90%，每年能源进口支出占国内生产总值近两成。不过，从 2020 年开始，该国能源短缺的状况将得到大大缓解。

转变开始于约旦参加“一带一路”建设。中国企业深度参与的阿塔拉特油页岩电站项目，让该国位列世界第四的油页岩储量得到有效利用。约旦时任首相穆勒吉称，该项目“帮助约旦实现自力更生”。

共建一带一路让项目迎来生机

约旦油页岩探明储量约 700 亿吨。然而，在此之前的 60 多年间，受技术和资金限制，约旦一直苦苦探索油页岩的勘探、开发和利用。中国能建南方建投广东火电工程有限公司（简称广东火电）总经理助理张文锋告诉记者，早在 2011 年，爱沙尼亚、马来西亚和约旦的公司就成立合资公司，拟投资开发阿塔拉特油页岩电站项目，后来又与广东火电签订总额 16 亿美元的“设计—采购—施工”总承包合同。不过，由于融资遇到巨大困难，项目陷入停滞。

阿塔拉特油页岩电站项目约旦籍公关经理雅赞·吉达说，共建“一带一路”让项目迎来生机。2015 年 6 月，项目各方达成新协议：中国广东能源集团持股 45%，马来西亚杨忠礼电力国际公司持股 45%，爱沙尼亚能源公司持股一成，中资银团为该项目提供 16 亿美元的融资，并由中国出口信用保险公司承保。电站建设取得实质性进展。

“在中国企业的帮助下，我们将实现利用油页岩发电的梦想。”2018 年 2 月，穆勒吉率内阁成员现场检查指导工作时说。据权威机构测算，2020 年电站建成投产后，年供电量可达 37 亿千瓦时，可满足约旦 10%至 15%的用电需求。

携手建设全球最大的油页岩电站

阿塔拉特油页岩电站地处茫茫戈壁，方圆几十公里荒无人烟。记者从约旦首都安曼乘车出发，1 小时车程里大部分时间手机没有信号。

进入施工现场，辽阔的厂区井井有条，油页岩开采区、粉碎区、电厂锅炉等区域车辆穿梭不停，来自广东火电的数百名建设者和约旦当地工人一道，正有条不紊地施工。不远处，以白色为主色调的办公楼、住宿区等建筑群内，身着蓝色统一工服的工作者进进出出，为黄沙大漠增添不少生气。

中国企业带来的不仅是解燃眉之急的资金，还有处于世界前沿的技术和先进管理经验。马来西亚籍华人刘国俊是该项目的甲方代表，在美国取得电气工程硕士学位后，长期在西方及中东国家的电力工程项目上工作。“集成创新是中国电力工程总包企业的核心竞争优势。”刘国俊说，过去几十年来，中国电力供需紧张状况得到有效缓解，背后是一大批电力工程的成功建设运营，中国电力工程企业积累了丰富经验，“中国企业有强大的系统整合能力，完成设计、制造、监造、测试、设备供应、全厂建筑、安装、调试等全流程”。

具体到技术层面，张文锋介绍说，阿塔拉特油页岩电站采用世界上最先进的油页岩循环流化床锅炉，建设 2 台汽轮发电机组，每个单元净出力为 235 兆瓦，预计年消耗 800 万吨油页岩。该电站也是全球最大的油页岩电站。

油页岩是一种高灰分的含可燃有机质的沉积岩，看上去跟常见的岩石性状差不多。广东火电副总工程师罗雄东介绍说，有效控制油页岩直径大小是最关键环节。经过多次试验，广东火电制定出多次粉碎的方案，即大块油页岩粉碎为 200 毫米直径颗粒，200 毫米直径以下的粉碎成 50 毫米直径以下颗粒。

“这个过程称之为‘点石成金’毫不为过。若无法变成适当大小的颗粒，从发电角度看，油页岩跟石头没什么区别。”刘国俊补充说。油页岩开发利用需要大量用水，生产过程会产生大量粉尘。阿塔拉特油页岩电站项目采用全球最严格的行业环保标准，比如要求每天地下水用量不得超过 500 吨。

大风起兮，黄沙漫天。记者得知，这里夏季地表温度近 50 摄氏度，酷暑难耐，冬季入夜气温低至零下一二十摄氏度，寒风刺骨。与技术同等重要的，是建设者的精气神。“中国工人的坚韧超乎常人。”项目防火门、金属门窗供货商代表穆罕默德说，即便是最冷的 1 月，供货量也未较平常下降。

各方紧密团结在一起才更有力量

一个项目、三个股东、四个国家、四面八方的员工……关系理顺了能释放活力，关系理不顺则成为阻力。合作共赢是这一项目的主基调。

吉达告诉记者，仅在项目现场工作的当地员工就有近 300 人，若加上分包、运输等环节，间接创造就业岗位超过 1500 个。张文锋举例说，项目需近 2.7 万吨钢筋，堪比迪拜哈里发塔商业区，而这些钢筋除少数特种材料，尽数在当地采购。项目管件、钢材供应商代表伊布拉欣感慨，源源不断的订单，让他及手下员工经常加班，但这是“幸福的烦恼”。

为当地创造就业的同时，中国企业也十分注意履行社会责任，与当地居民维持良好关系。

项目股东及股东与总承包商之间的关系，也颇为融洽。记者采访时正值当周最后一个工作日。晚餐时，结束一周辛苦工作的甲、乙方代表齐聚一堂，这在海外工程项目上并不多见。“大家一起努力，打造单元体系之下的多元思维。”刘国俊说，虽然来自不同企业，但大家在项目动工前就达成共识，要建成世界上最大的油页岩电站，使之成为技术最先进、环保最优秀的典范。“包括总承包商、分包商在内，各方紧密团结在一起才更有力量。”

曲翔宇 刘慧 人民网-人民日报 2019-12-09

中英携手绿色金融 推动能源结构向低碳化转型

中国能源报-“在接下来的 3 个月中，我们将在北京、上海、广州和深圳组织一系列高级别的研讨会，促进中英两国的金融机构的联合，以寻找新的机会，加深在资产管理、保险等方面的合作，推动对绿色能源、绿色交通、绿色基础设施等方面的投资。”在北京世园会英国国家日活动中，使馆相关人员介绍到。

据了解，上述活动是英国驻华大使吴百纳（Dame Barbara Woodward）今年 9 月提出的“绿色先锋在英国”活动中的一部分，旨在提高各领域，特别是民众对于全球气候挑战的认识。活动重点关注了绿色金融、可再生能源等方面。

使馆工作人员告诉记者：“英国在碳排放交易市场方面有着丰富的经验。与此同时，中国也一直致力于气候的改善。在今年 6 月举行的第十次中英经济财金对话中，中英双方重申，互相认同对方是彼此在绿色金融领域的主要合作伙伴，双方欢迎在伦敦设立中英绿色金融中心。未来，两国将在可再生能源绿色债券发行等项目上不断合作，助力“一带一路”沿线能源等相关项目的发展。

近年来，中英两国一直在不断深化投资贸易关系及往来。2018 年，两国贸易总额达到 673 亿英镑，由于能源需求和经济增长紧密相连，可再生能源成为中英能源合作的亮点之一。

今年在伦敦举行的第六次中英能源对话中，中英两国强调了共同解决气候变化和能源转型的重要性。英国繁荣基金项目也将向中国连续 3 年提供 1800 万英镑的项目资助，助力中国低碳转型。

而两国在海上风电的合作无疑为日后更广、更深的交流开了先河。

据英国驻华大使馆数据，英国海上风电市场发展较为成熟。英国海上风电的发电量占总发电量的 8%。预计到 2030 年，这一数据将扩大到 33.33% 以上。“英国有先进的海上风电技术，同时，在海上风电场的设计、开发、建设和运营等诸多方面拥有丰富的经验。而中国在港口建设等方面实力较强，这使得两国在海上风电产业上具有很强的互补性。”使馆相关人士表示。

据悉，今年 5 月，中英合作在烟台建立了一个海上风电研究中心，该中心致力于海上风电技术的开发和海上风电场的建设。10 月，英国驻华大使馆在北京和深圳组织了海上商业风力发电研讨会，汇集了 20 多家英国公司和 4 家中国企业，对市场的进展以及未来合作的需求和范围进行了详细的讨论。

“双方的开放都预示着具体的商业成果可以增加现有的成功。未来，我们希望能和中国更加紧密地合作，以助力全球能源结构转型的实现。”上述工作人员表示。

董梓童 中国能源报-中国能源网 2019-12-09

“十四五”煤电仍有超 1 亿千瓦增长空间

中国能源报-国网能源研究院 11 月 30 日举办“能源转型：‘十四五’电力发展之路”论坛，与会专家学者围绕能源转型发展展开热烈讨论。

专家普遍认为，“十四五”期间，我国电力需求增速将放缓，终端能源需求和一次能源需求将于 2030 年进入峰值平台期。清洁低碳和电气化是新一轮能源革命的重要趋势，未来电力系统最鲜明的特征是高比例新能源配置利用。随着清洁能源大规模发展、电能占终端能源消费比重将不断提高。

预计“十四五”电力增速放缓

我国经济从高速增长阶段转向高质量发展阶段，面对日益复杂多变的外部环境，中长期发展的不确定性显著增加，研判“十四五”能源电力发展目标难度较大。论坛与会专家普遍预测，“十四五”期间电力需求仍将持续增长，但增速放缓，“三华”地区仍然是全国的负荷中心，特别是我国东中部地区，“十四五”电力平衡面临较大压力。

“现阶段看，我国还处于工业化发展阶段、城镇化水平还将持续提高、电气化水平还有很大提升空间，能源需求特别是电力需求还有较大增长空间。”国家电网有限公司总经理助理赵庆波表示，考虑到明年国家加大经济调控力度、补短板等，总体判断电力需求比今年要好一些。初步预计，“十四五”全社会用电量年均增速 4.5% 左右。

国网能源研究院副院长柴高峰分析，2019 年在中美贸易摩擦加剧、国内供给侧结构性改革加快等形势下，经济运行压力持续加大，电力需求增速将明显回落。“预计 2019 年我国电力需求增速回落近 4 个百分点，经济下行和气温异常是主要影响因素。”

能源清洁化率将加速提升

与电力增速放缓相反，专家普遍表示，“十四五”期间，能源清洁化发展将迈入加速期。据国网公司预测，到 2050 年，我国能源发展会出现两个 50%：在能源生产环节，非化石能源占一次能源的比重（能源清洁化率）超过 50%；在终端消费环节，电能占终端能源消费的比重（终端电气化率）超过 50%，电力行业任务重大。

中国科学院院士周孝信认为，为达到 2030 年非化石能源发电量占比 50% 的目标，需进一步提高非化石能源在一次能源消费中的占比。非化石能源消费主要以可再生能源发电、核电等“一次电力”形式为主。

“2035 年后，随着能源供给清洁化进程加速，能源清洁化率将先于终端电气化率达到 50%。未来 30 年，能源清洁化率将加速提升，2050 年达到 57.3%。”国网能源研究院院长张运洲预测，到 2050 年，发电用电占比将达到 70%，约 75% 以上的发电用电来自清洁能源。

张运洲表示，从满足新增能源消费看，未来 30 年非化石能源是最主要的增量替代能源，提供约 10.8 亿吨标煤。其中，风、光等新能源新增规模超过非化石能源新增规模的一半。为满足未来新增用电量，非化石能源发电将提供约 3.6 万亿千瓦时，在电力需求增量中的贡献率超过 76%，成为主导替代电源。

国网能源研究院发布的《中国能源电力发展展望 2019》预测，2025 年清洁能源电源装机容量达到 14.0 亿千瓦左右。未来 30 年，能源清洁化率将加速提升，2050 年达到 57.3%。电能占终端能源消费比重持续提升，预计到 2020、2025、2035、2050 年，电能占终端能源消费比重将分别达到 26.5%、31.4%、40.6%、51.7%。

能源碳排放提前 5 年达峰

《中国能源电力发展展望 2019》预测，化石能源需求量在 2025 年前后到达峰值 43 亿-44 亿吨标准煤，一次能源需求总量在 2025 年达到 55 亿-56 亿吨标准煤，煤炭需求量仍处于峰值平台期。“十四五”期间，煤电仍有 1 亿-2 亿千瓦增长空间。

国网能源研究院副院长兼国网能源互联网经济研究院院长王耀华表示，“十四五”期间煤炭需求规模距达峰尚有距离，预计 2025 年后煤电需求快速下降。“非化石能源占一次能源比重稳步提升，

2025 年将超过 20%，提前实现 2030 年发展目标。”

“能源行业二氧化碳排放预计 2025 年左右提前 5 年达到峰值，2030 年单位 GDP 二氧化碳排放较 2005 年下降约 69%。”张运洲表示，能源行业碳排放达峰时，电力行业碳排放占比约为 41%。能源行业碳排放达峰后一段时期内，由于越来越多的煤炭转化为电力高效利用，碳排放从终端用能部门转移到电力部门，电力行业将承担更多的碳排放，最大碳排放占比约为 44.9%。

苏南 中国能源报-中国能源网 2019-12-12

“欧洲绿色协议”提出 2050 年率先实现“碳中和”

据新华社布鲁塞尔 12 月 11 日电（记者王子辰）欧盟委员会 11 日在布鲁塞尔公布应对气候变化新政“欧洲绿色协议”，提出到 2050 年欧洲在全球范围内率先实现“碳中和”，即二氧化碳净排放量降为零。

欧盟委员会当天发布公报说，“欧洲绿色协议”旨在通过将气候和环境挑战转化为政策领域的机遇，以实现欧盟经济可持续发展。为此，“欧洲绿色协议”提出了行动路线图，通过转向清洁能源、循环经济以及阻止气候变化、恢复生物多样性、减少污染等措施提高资源利用效率。

人民网—人民日报 2019-12-13

地热能

我国首次成功申办世界地热大会

本报讯 北京时间 11 月 28 日，在新西兰奥克兰召开的国际地热协会理事会上，国际地热协会理事会决定将 2023 年世界地热大会主办权授予中国。这是中国首次获得世界地热大会主办权。

国际地热协会（International Geothermal Association，缩写 IGA）成立于 1970 年，是现有规模最大的地热协会。世界地热大会（World Geothermal Congress，缩写 WGC）由国际地热协会主办，是全球地热资源领域政、产、学、研各方面交流最新研究成果、最新进展的重要平台，大会每五年举办一次，第一届世界地热大会于 1995 年在意大利佛罗伦萨举办，截至目前已成功举办五届。第六届世界地热大会将于 2020 年在冰岛雷克雅未克举办，从 2020 年开始，世界地热大会改为每三年举办一次，中国北京获得 2023 年世界地热大会主办权。

此次，由国家地热能中心依托中国石化新星公司，携手中国能源研究地热专业委员会、中国矿业联合会地热开发管理专业委员会、中国地球物理学会地热专业委员会、中国地质学会地热专业委员会等多家机构成立联合体，代表中国申办 2023 年世界地热大会，与俄罗斯、意大利等国同台竞标。经过激烈角逐，中国最终获得主办权。

我国十分重视地热能资源科学开发利用。我国地热资源丰富，2017 年 1 月 23 日，国家发展改革委、国家能源局、国土资源部发布《地热能开发利用“十三五”规划》，是我国历史上首次颁布地热能开发利用专项规划，提出，到 2020 年，地热供暖（制冷）面积累计达到 16 亿平方米，地热发电装机容量约 530 兆瓦，替代标煤 7000 万吨。国家能源局依托中国石化新星公司成立国家地热能开发利用研究及应用技术推广中心，重点开展地热能能源发展战略规划、关键技术研发、人才培养和国际交流等工作；2016 年 11 月，国家能源局正式授权中国石化组建“能源行业地热能专业标准化技术委员会”。同年，“中冰地热技术研发合作中心”挂牌成立。

中国石化领跑全国中深层地热供暖。中国石化坚持以“雄县模式”为引领，积极支持北方地区清洁取暖，重点围绕“2+26”城市，推动“地热城”建设，山西太原经开区，河北雄县、大名、故城、清河、霸州、容城、辛集、陕西武功，山东商河等 10 个市县地热供暖初具规模，目前已基本建成地热供暖

“地热城”。地热业务已辐射河北、陕西、山西、河南、山东、湖北、天津等 13 个省区市，供暖能力近 5000 万平方米，年可替代标煤 142 万吨，减排二氧化碳 370 万吨。预计到 2023 年，整体实现地热供暖能力达 1 亿平方米。

石化 中国能源报 2019-12-02

生物质能、环保工程

保加利亚垃圾发电厂获欧盟资金支持

本报讯 据合众国际社近日报道，欧盟日前批准了一项计划，支持在保加利亚首都索非亚市，建设和运营一座将垃圾转化为能源的高效热电联产工厂。

据报道，在全部财政援助中，约 9080 万欧元的赠款将由保加利亚管理的欧盟结构基金提供资金，其余约 300 万欧元的援助将由索非亚市政府提供其全资拥有的 Toplofikacia EAD 公司，用于建设工厂并将其与索非亚地区供暖网络相连。该工厂将生产大约 55 兆瓦的热量和 19 兆瓦的电力，每年约有 18 万吨不可回收的城市垃圾将被用来为工厂提供燃料。

据了解，该工程将于 2023 年底完工，与热电分开生产的情况相比，新工厂的热电联合生产预计将节省 46.5% 的一次能源。

仲蕊 中国能源报 2019-12-02

2025 年底北京将实现原生垃圾“零填埋”

再有不到 5 个月，修改后的《北京市生活垃圾管理条例》（以下简称《条例》）将正式实施。目前，全市上下正积极开展《条例》的宣传和相关的配套准备工作，北京市生活垃圾分类工作行动方案及四个实施办法将于年底前出台。12 月 6 日，北京商报记者从市城市管理委得知，东城、西城、石景山力争于今年底实现垃圾分类全覆盖，通州区也已开展全覆盖创建工作。北京将运用经济手段促进餐饮单位源头减量，因地制宜推进厨余垃圾就地处理，到 2025 年底全面实现原生垃圾“零填埋”。

涉及 60 余项工作任务

“我们目前主要是要把垃圾分类的工作做到前头。”北京市城管委固废处处长康凯告诉北京商报记者，“现在，我们主要在制定北京市生活垃圾分类工作行动方案和四个具体实施办法，包括居住小区、党政机关社会单位、收集运输、垃圾减量，目前已经成稿，预计年底前就会印发。这个行动方案里我们梳理出 60 余项工作任务，包括时间表、工作任务、路线图”。

具体来说，康凯表示，目前垃圾分类的工作主要包括四个“先行”。首先是配套措施、方案先行，配套实施办法按照具体的时间节点都制定了任务书、时间表、路线图，保证各部门都动起来；第二个是标准规范先行。围绕《条例》修正，比如要求全过程密闭、无二次污染等，提高生活垃圾投放、收集、处理的标准规范。

此外，设施服务先行也是关键所在。住建部发布的《生活垃圾分类标志》标准已于 12 月 1 日起正式实施，主要对生活垃圾分类标志的适用范围、类别构成、图形符号进行了调整。康凯提到，生活垃圾容器的标准规范也要根据新国标进行配备或修改。

城市副中心启动分类全覆盖

除了行动方案的具体内容和进展，康凯也提到，目前每个区的进度不太一样，要根据各个区的情况因地制宜制定工作计划，实现示范区引领的效果。东城、西城、石景山是目前做得比较好的，计划在年底前实现垃圾分类全覆盖；通州由于面积较大，各地情况不一，目前也已开展全覆盖创建工作。

作为城市副中心，通州近年来在垃圾处理后端的做法形成了一些经验。位于通州区张家湾镇的通州区有机质资源生态处理站于 2019 年 8 月 20 日正式进入商业试运行阶段，是京城惠通环保有限公司与北京市通州区城市管理委员会以 BOT 模式签订的市政建设项目。

京城惠通环保有限公司总经理于广涛告诉北京商报记者：“该项目主要处理通州的餐厨垃圾、粪便及污泥。目前，日均处理餐厨垃圾约 200 吨，粪便约 300 吨以及污泥约 100 吨。主体采用“预处理+油脂提取+联合厌氧消化”工艺，主要产出品为粗油脂和沼气，后期将增加沼气发电，每天可产生 2.5 万立方米的沼气，一立方米大概能产生 1.7-2 度电。除了处理厂自用，剩余的都将输送至国家电网。”

据介绍，将三种垃圾进行联合厌氧处理的，在国内尚属首例；此外，处理站位于张家湾污水处理厂边，两者协同处理，节约大量运输成本。污水直接进入张家湾污水处理厂，产生的污泥则进入有机质资源生态站进行有机处理。“有机物质处理+污水处理”的模式在北京也属于首例。

全面实现资源化处理

截至目前，通州再生能源发电厂已经处理了 113 万吨生活垃圾，输送到国家电网共计 2.6 亿度电。通州全区目前日均产生生活垃圾 2000 吨左右，发电厂基本处于饱和状态。由于城市副中心的持续建设，全区生活垃圾量还会有所提高，目前再生能源发电厂二期也已开始规划，计划日均处理生活垃圾 1700 吨。

值得一提的是，通州区再生能源发电厂的外观打破了群众对于垃圾焚烧厂的一贯印象。北京商报记者实地探访发现，红蓝黄三大色块拼接成厂区的外观，整个园区已经打造成为具有“视觉地标”属性的城市景观和环保生态景区。近千平方米的环保教育宣传展厅和工艺流程参观走廊，也成为了宣传教育活动的主要基地，去年共举办 311 场宣传活动。

目前，北京市在运行的生活垃圾处理设施共有 29 座，其中焚烧厂 10 座，生化处理厂（堆肥或厌氧发酵）8 座，卫生填埋场 11 座。此外，全市还有 9 座大型生活垃圾转运站。按照北京市设施建设推进情况，卫生填埋场将主要以焚烧残渣填埋为主，最终实现原生垃圾“零填埋”，全面实现生活垃圾资源化处理。

据市城管委给出的数据显示，2019 年 1-10 月，北京全市生活垃圾清运量 790.36 万吨，日均 2.6 万吨，无害化处理率达到 99.97%。目前，生活垃圾处理设施共 30 座，总设计处理能力 30331 吨/日。预计到 2020 年底，北京市焚烧和生化处理能力达到 2.34 万吨/日，且结构不断优化。到 2025 年底全面实现原生垃圾“零填埋”。运用经济手段促进餐饮单位源头减量，因地制宜推进厨余垃圾就地处理。

陶凤 王晨婷 北京商报 2019-12-09

十部委印发《生物天然气产业化发展指导意见》

国家发展改革委、国家能源局、财政部、农业农村部、住建部、生态环境部等十部委日前联合印发了《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》，以支持生物天然气产业发展。

生物天然气是指以各类城乡有机废弃物为原料，经厌氧发酵和净化提纯生产的绿色低碳清洁可再生的非常规天然气，同时厌氧发酵过程中产生的沼渣沼液可生产有机肥。

支持生物天然气产业发展，对于加快推进畜禽粪污资源化利用，解决秸秆露天焚烧等环境污染问题，以及高效处置垃圾分类后的城乡有机生活垃圾具有重大意义。同时，发展生物天然气可有效替代农村散煤，增加县域天然气供应，提高我国能源安全保障程度。更重要的是，发展生物天然气，可改变我国现代农业生态结构，增加农村绿色发展动力，助力实现人类永续发展。

《意见》提出，到 2025 年，我国生物天然气年产量将超过 100 亿立方米，形成绿色低碳清洁可再生的燃气新兴产业。到 2030 年，年产量将超过 200 亿立方米，规模达到世界前列。届时，产业拉动投资将超过 1.2 万亿元，年处理各类有机废弃物 3.5 亿吨，带动 100 万人就业，年增加农民收入 600 亿元。

《意见》提出，加快生物天然气工业化商业化开发建设步伐。构建以整县推进，资源就近收集，

产品就近消纳的分布式产业布局。项目实施专业化企业化投资建设管理。拓展生物天然气多元化利用方式，整合上下游产业链，培育和创新商业模式，鼓励探索谁污染谁付费，谁处理谁受益的原料收集保障体系，提高企业盈利水平。

《意见》强调，进一步强化政策支持。研究建立绿色燃气配额机制，制定生物天然气优先利用政策措施。支持生物天然气无障碍并入城镇燃气管网。引导金融机构加大对生物天然气项目的信贷支持，制定先行先试项目奖补政策。同时，完善和落实各项优惠政策，对生物天然气项目实施高效简便管理，加快生物天然气产业化发展步伐。

中国能源网 2019-12-14

太阳能

协鑫纳米大面积钙钛矿组件认证效率达 15.31%

本报讯 日前，协鑫纳米钙钛矿组件通过 TUV Rheinland 的新一轮产品测试：在 1241.16 平方厘米的有效面积上，协鑫纳米的实用化钙钛矿组件效率达到了 15.31%。目前，协鑫纳米是全球唯一一家取得钙钛矿组件实用化产品商业测试的企业。

根据 TUV Rheinland 的测试结果，协鑫纳米的钙钛矿组件温度系数低至-0.001%，而晶硅组件的温度系数通常为-0.3%至-0.4%。也就是说，钙钛矿组件在 25 摄氏度下的效率和在 50 摄氏度下的效率是一样的，而晶硅组件的效率从 25 摄氏度到 50 摄氏度会下降 10%。因此，同样标称功率的钙钛矿组件，在实际工况之下工作，至少将比晶硅组件多发 10%的电。

协鑫纳米的钙钛矿组件也在全球范围内率先突破了 1000 平方厘米以上尺寸，并具备了非常出色的长时间稳定性，在钙钛矿光伏的产业化进程上迈出了至关重要的一步。

目前，协鑫纳米正在规划建设 100 兆瓦量产生产线，将把组件面积扩大至 1 米×2 米，组件光电转化效率提高至 18%以上。据估算，在现有的工艺条件下，100 兆瓦量产线的钙钛矿光伏组件的成本预计将低于 1 元/瓦，量产组件的工作寿命将达到 25 年以上。当产能扩大到 1 吉瓦以上时，钙钛矿组件的制造成本还将进一步下降到 0.7 元/瓦左右。

方玉华 中国能源报 2019-12-02

21.65%！隆基组件转换效率再创世界纪录

近日，经第三方认证测试机构 T?V 莱茵测试，隆基 60 型 PERC 双面组件正面转换效率达到 21.65%，再次创下新的单晶 PERC 组件效率世界纪录。

组件转换效率的提高是降低度电成本的重要因素，如何通过最优组件效率降低系统成本，是光伏企业长期致力的关键所在。隆基此次依托高效 PERC 电池技术及双面组件领先的设计思路，实现了正面最高 21.65%的组件转换效率，以突破性的单晶技术引领光伏行业在技术创新和度电成本优化等领域不断企及新高度，为整个产业向着平价、经济、可持续领域的发展带来了更大的发展空间。

隆基始终在技术研发上保持着较高投入，在高效产品的战略布局及技术迭代上，隆基也始终领跑行业。

过去的三年间，隆基连续推出基于 PERC 技术的四代 Hi-MO 系列产品，引领了 PERC 技术的创新风潮。此外，隆基 PERC 电池、组件效率多次突破世界纪录，成为行业内率先实现 PERC 高效技术规模化的企业，不断引导着光伏产业向着高效率的进阶之路。

全球能源正向着更加清洁化、低碳化的方向加速变革。根据 IREA 全球能源转型路线图（2019 年版）：2050 年电力将占整体能源结构的近 50%，而可再生能源占全球发电量的 86%，2050 年光伏

全球装机 8500GW。很显然，光伏技术创新为行业发展所带来的价值将更加巨大，隆基用每一次颠覆自我的技术革命，引发产业的蜕变。

隆基乐叶副总裁吕俊表示，“隆基一直以来不断尝试突破 PERC 效率的极限，进一步提升 PERC 产品的性价比。本次组件转换效率的新突破同时印证了 PERC 的发展空间。未来，隆基将在各个研发团队的不断努力下，推动各种新技术和新工艺快速应用于规模化生产，引领光伏行业不断进步，推动以太阳能为主导的能源革命。”

效率纪录

2018.1.18 60 型高效 PERC 组件光电转换效率达到 20.41%，创造了单晶 PERC 组件转换效率新纪录。

2018.2.28 单晶 PERC 电池转化效率最高达到 23.6%，再次成为新世界纪录保持者。

2018.4.24 60 型单晶 PERC 半片组件功率突破 360W，刷新世界纪录。

2018.5.25 60 型双面叠片组件正面转换效率达 20.66%，突破世界纪录。

2018.11.8 60 型组件光电转换效率达 20.83%，再次打破单晶 PERC 组件效率世界纪录。

2019.1.16 单晶双面 PERC 电池正面转换效率达 24.06%，商业化尺寸效率首次突破 24%，创造新世界纪录。

2019.5.7 72 型双面半片组件正面功率突破 450W，达到 450.363W，成为目前全球 72 型双面半片组件最高功率，再度刷新世界纪录。

隆基乐叶 2019-12-10

17.6%！国家能源集团旗下的神华光伏（NICE Solar Energy）创 CIGS 薄膜光伏组件全面积转换效率世界纪录

国家能源集团、上海电气、北京未来科学城、德国曼兹公司共同成立的神华光伏科技研发公司（NICE Solar Energy）近日宣布由中德科学家团队共同研发、德国产线生产的铜铟镓硒（CIGS）薄膜光伏组件以 17.6%的全面积光电转换效率创 CIGS 量产组件冠军效率世界纪录，该效率数据已获得德国莱茵 T?V（Technischer überwachungs-Verein，技术监督协会）认证。这一成就显示了该公司在提升 CIGS 组件转换效率方面的决心与实力，同时再次验证了 CIGS 光伏技术的发展潜力。

NICE Solar Energy 以 17.6%获得全面积 CIGS 组件转换效率世界纪录

中德团队紧密合作的成果

神华光伏科技研发公司（NICE Solar Energy）于 2017 年 5 月成立，是掌握世界领先 CIGS 技术的中德合资公司。自公司成立以来，中德团队携手合作，在提升 CIGS 电池及组件转换效率、降低制造成本以及为大规模 CIGS 产线提供工艺技术解决方案等领域不断取得突破，已成长为世界 CIGS 薄膜光伏领域的技术领军者。

在不到两年的时间内，中德技术团队进行了富有成效的合作，将冠军组件转换效率提升至 17.6%，创造了新的世界纪录。这一成绩是中德团队共同努力的阶段性成果。公司联席总经理 Bernd Sprecher 指出“我们的技术突破将提升 CIGS 产品的竞争力，这些技术将会被尽快地应用在中国的产线上”。另一位联席总经理张波认为“中德团队在短时间内实现文化、技术上的高效融合是一个良好的开端，为未来进一步提升 CIGS 组件效率奠定了了的基础”。

CIGS 产业发展的有力推动

神华光伏科技研发公司（NICE Solar Energy）此次获得世界纪录认证的 CIGS 组件为全面积效率（无任何面积扣减），若将此项技术应用到更大面积的 CIGS 组件上，转换效率将进一步提高。全面积组件转换效率的提升对于指导规模化量产具有重要意义，有助于实现高效率 CIGS 电池从科研成果向规模化、高品质、低成本的量产工艺技术转化，缩短低污染、低能耗、高环境效益的新一代 CIGS 薄膜光伏技术与晶硅技术在产业化发展进程上的距离。同时，由于 CIGS 薄膜光伏组件拥有优异的

光电性能和色彩、尺寸可定制化等优势，特别适用于 BIPV（建筑光伏一体化）领域，组件效率的提升将有助于更好地开辟建筑节能市场。

中国能源报 2019-12-04

光敏蛋白+量子点造出新型太阳能电池

俄罗斯国立核能研究大学莫斯科物理工程学院的科研人员以量子点和光敏蛋白组成的混合材料为基础，研发出一种新型太阳能电池。有关专家指出，这种电池在转化太阳能和光学信息处理方面具有极大潜力。相关研究发表在《光敏传感器和生物电子学》杂志上。

单细胞生物的蛋白能够把光能转化成化学能（类似植物的叶绿素），这一切是通过细胞膜的正电荷传递发生的。单细胞与叶绿素的重大区别在于离开氧气存活的能力，单细胞生物能生活在类似死海深处、极富侵蚀性的环境中。从进化的角度来说，它们的化学稳定性、热稳定性和光学稳定性高。在此情况下，单细胞生物的蛋白可在亿万分之一秒内多次改变颜色，因此是制造全息处理器的极有前景的材料。

研究人员将单细胞蛋白与半导体纳米粒子（量子点）结合起来，大大改善了这些性能。维克托·克里文科夫介绍说：“我们制造了高效运行的光敏晶格，它在光子能非常低的光的影响下产生电流。在普通条件下，这种光敏晶格不工作，因为光敏分子只在非常狭窄的能量范围内吸收光。而量子点只在非常宽广的范围内才能这么做，甚至可以把两个低能光子转变为一个高能光子，就像把它们合并在一起一样。”

有关专家指出，上述研究显示了在生物结构的基础上制造高效光敏元件的潜力。它们不仅能应用在太阳能转化中，也可用在光学信息处理中。

科技日报 2019-12-03

特变电工探索智慧能源体系，引领“光储+”业务模式

特变电工新能源公司认为“技术创新是内部驱动力，市场需求是外部驱动力，两者通过商业模式耦合来促进储能发展。”鉴于储能行业的发展日趋迅速，近日华东储能领跑者联盟采访了特变电工新能源公司微网专家、作为储能匠人的黄浪。？

“光储+”业务模式创新发展？

特变电工新能源公司自成立以来，始终肩负“奉献绿色能源，创造美好生活”的使命，为行业提供度电成本最优的解决方案。公司位列全球绿色公司 200 强第 32 位，2019 全球新能源企业 500 强第 89 位。

未来，特变电工新能源公司将围绕构建“能源物联网+风光储输一体化+多能互补+智慧能源平台”的新能源体系，推动“特变电工绿色能源全生态链应用解决方案”在多应用场景、多技术场景、多运行场景的“三多场景”下的全面应用，引领“光储+”业务模式创新发展。

黄浪介绍了公司的储能业务前期在发电侧、电网侧和用户侧都有技术储备及示范试点。面对国内市场，公司前期已布局示范试点项目，目前处于较为冷静理智的观望期。

由于海外储能市场较为成熟，公司目前商业化的储能业务重心在海外市场，项目规模在 10MWh—100MWh 的区间。发电侧储能项目公司最早是 2016 年开始建设，在青海的格尔木建设了一个 50MW 光伏+15MW/18MWh 储能的光储电站，是国内首个商业化运营的光储电站，主要是为了解决基地的弃电问题。

2017 年公司在西安产业园探索了用户侧储能项目，是一个 2MW 源网荷储协调的微网项目，配置了 2MW 屋顶光伏，1MWh 储能系统，采用了虚拟同步机并联运行技术，主要是为了降低采用两部制电价的工业园区电费。

电网侧储能项目国内布局较少，目前在海外有电网侧储能项目的开发，主要是在中东和东南亚一带。

关于产业园区的微网项目，因为园区采用的是两部制电价，相比于别的用户侧储能项目，其系统容量设计也是比较特殊，配置了 1MW/1MWh 的磷酸铁锂电池储能系统，既做容量支撑，也做能量支撑，充分发挥了储能系统的能量价值和容量价值双重价值，实现多种盈利模式的叠加，达到商业化经济运行的目标。

光伏持续增长带动储能持续发展？

特变电工新能源引领着光伏领域的市场，逆变器的出货量达到 25GW，光伏 EPC 连续三年全球第一。说起特变电工新能源一直在光伏领域保持持续增长的原因，可以归纳总结了两个核心动力：

一个是外部两个市场协同的需求增长：特变电工新能源公司的国内市场 and 国外市场具有几乎相同的比重，两个市场的并举协同能够推动公司的稳定持续增长；受行业政策影响，国内市场目前具有一定的增长风险，而海外市场的需求可以抵消国内市场的一些风险，拉动市场的增长。

另一个是内部技术创新驱动的供给改革：结合市场需求进行“解决方案+产品”的立体式技术创新，来强化市场纵深，并面向新业务、新业态适当进行市场横向扩展，是保持快速增长的内因。

最初西北大规模电站时期，特变电工新能源主要研发、生产、销售大型的集中式逆变器；现在，世界能源形式发生变革，分布式新能源发展迅猛，公司也快速推出组串式逆变器来满足市场需求，快速占领新市场。

另外，面对未来低碳化、去中心化、数字化的世界能源发展趋势，公司也积极进行新业态、新业务技术探索，为公司二次转型腾飞提供源动力。例如能源互联网体系下的微网与储能业务，也是目前公司的重心。

微网快速孵化

黄浪主要负责特变电工微网领域，他首先介绍了微网的孵化历程。

2016 年正值谋划新产品发布之际，赶上李克强总理在政府工作报告中提出“互联网+智慧能源”的发展理念，为了践行国家战略和价值主张，特变电工根据市场需求提出了基于电力电子变压器的电能路由器产品，作为分布式能源、微网等系统的核心设备发布。

2019 年以前，微网一直在特变电工新能源研究院进行研究孵化。

2019 年初，公司分析内外部环境形势，认为微网已达到市场化的拐点，具备商业化条件，于是将微网从研究院脱离出来孵化，形成西科公司的微网产品线。黄浪介绍微网技术是紧随目前能源形势发展趋势，符合市场及用户对低碳化、去中心化、数字化的能源互联网的需求。

微网产品线主要是通过系统级的解决方案，融合源网荷储去做优化协调，从而促进分布式能源的消纳，提高清洁能源的占比，节约用能成本。

黄浪还对特变电工西科微网产品线的发展战略进行了详细介绍，西科微网产品线秉承“微网即服务（MGaaS）”的核心理念，以多端口的电能路由器为技术引领核心（一核），以数字化的能量管理系统和模块化的储能系统为新业态市场驱动（两驱），主要面向工商业园区、数据中心、海岛或偏远地区等多应用场景，提供交流、直流、交直流混合等多技术场景，实现需求响应、调度响应、孤岛运行、低碳运行等多运行场景的解决方案（X 场景），打造“1+2+X”的全生态链微网解决方案，实现能源互联网体系下的综合能源服务落地。

低碳化要求是储能发展的助推剂

新能源公司储能的核心价值是解决不同时间尺度的能量不平衡问题，不同的储能技术路线在不同时间尺度上各有优势，哪种场景用哪种储能技术路线要具体分析。

储能本身既不仅仅是发电设备，也不仅仅是用电设备，而是以不同时间尺度的能量平衡服务主体进入电力系统，所以黄浪认为在能源互联网浪潮中，储能角色是根据自身性能为电力系统提供能量平衡服务的。

从本质来说，提高清洁能源占比、提高能源利用效率是能源互联网、数字电网等新业态的核心

目标，而微网是在局域场景下实现上述目标的一种具体的、系统化的解决方案，这套解决方案的重点支撑技术之一就是储能，后期新能源公司持续关注、探索、开发储能技术，从而实现低碳化的目标。

价值需要价格表现

储能技术的发展还需要加强对市场的理解，以及与市场的沟通，这样更能够满足客户和市场的需求，通过技术方案整合去实现多盈利点的叠加，通过技术优化来提升项目的投资回报，从而加快项目的落地。

现阶段储能最需要解决的问题是如何通过合理的政策法规去引导市场通过价格正确地反映储能的价值。

这需要回答三个问题：

一是要回答储能的核心价值是什么，这是产品定义；

二是要回答什么样的价格才能正确反映需求价值，这是价格机制设计；

三是要回答什么样的政策法规去维护储能的市场秩序与合法地位，这是市场环境创建。

由于储能实际并不仅仅是常规的发电设备，也不仅仅是常规的用电设备，其价值和商业模式并不像大家熟知的光伏电站、水电站这种发电主体，或者空调、电视机这种用电主体那么简单。

所以在目前市场对储能的核心价值认识还不是那么清晰深刻时，市场环境还不够健全时，就需要政府或行业去制定相关的政策、标准来引导、激励并保障逐步形成一个健全、合理的市场环境，实现储能的价值与价格高效吻合。

储能的核心价值是解决不同时间尺度的能量不平衡问题。从电力系统角度讲，电化学储能不仅具备长时间尺度的能量支撑价值，也具备中时间尺度的容量支撑价值，还具备短时间尺度的功率支撑价值，在制定价格机制时要反映这三个价值。

而电化学储能具有响应快、控制精准、充放电深度和充放电效率都比较高的优势，特变电工新能源公司黄浪表示更喜欢用快、准、狠形容电化学储能的核心优势，也就是说电化学储能的三个价值中容量价值和功率价值优势更为明显，而当前以电度电价为主的单部制价格机制，不仅无法体现电化学储能的多价值叠加特点，还容易造成主要价格机制与核心价值的错位。

所以要促进电化学储能的良性发展，建议价格机制上要制定反映其容量价值的容量电价和反映其功率价值的辅助服务电价。当市场的价格可以反映储能的价值时，储能的发展就顺理成章了。

多价格机制健全后，市场领域会进一步细分，各个企业会去梳理清楚自己在各细分领域的优劣势，再针对聚焦后的优势细分市场进行技术创新和降本优化，企业就能够健康发展，行业与市场也可以良性发展。

特变电工新能源 2019-12-06

DEKRA 德凯发布光伏零部件事项白皮书

本报讯 国际知名的第三方检验检测认证机构 DEKRA 德凯日前发布《光伏组件大电流环境下的太阳能零部件注意事项》白皮书。白皮书从发热原理入手，抽丝剥茧，透过现象看本质，旨在为广大光伏产品制造商提供专业的意见与建议，最大程度的排除掉一切潜在危险因素，避免光伏产品失效产生的安全隐患。

随着新技术的发展，组件短路电流不断提高。大电流概念的引入，除了是对大尺寸电池片和组件的一次考验，同样也给众多的太阳能零部件提出了严峻的命题：太阳能零部件如何能够负载大电流？

白皮书简要说明了电流的增大带来的发热功率的变化而可能造成的过热隐患。并根据不同的失效原因，抛砖引玉，提出建议与意见。

DEKRA 德凯东亚及南亚区太阳能总监柏成立表示，近年来光伏平价上网的呼声愈加强烈，面对

新技术，新产品，应该以系统的角度去分析和看待其所带来的安全问题，切记不要希望通过一两个小测试就能解决大电流造成的过热问题，制造商与检验检测机构都需要从整体上去考量，寻找解决方案，共同攻克新技术所带来的安全隐患。

姚兴玲 中国能源报 2019-12-02

617MW！正泰继续发力美国光伏市场

近日，正泰新能源与美国客户签署了光伏组件供货订单，为 13 个项目提供 617MW 的光伏组件，本次订单产品包含单晶、多晶、双面等多种类型，将全部在 2020 年内完成供货。

正泰新能源一直致力于从传统制造业向智能制造转型，通过充分吸收和借鉴全球先进制造经验，结合自主研发的生产运营管理系统，在杭州、海宁多地建成了国产自动化透明智能工厂，成为行业首家实现晶硅太阳能电池 EL 瑕疵 AI 自动检测的企业。其中杭州工厂入选“工信部中德合作创新示范项目”，被称为“会思考的智能工厂”。

高效可靠

正泰新能源光伏组件产能达到 4000 兆瓦，组件指标达到“国内一流，国际先进”水平，拥有全球主流市场认证体系，是浙江省第一部光伏组件产品标准的主要执笔者。根据市场需求和行业方向，正泰新能源 2019 年推出全新“ASTRO 4 For”系列组件，继原有 ASTRO 系列基础上全面升级，运用高密度技术、半片、多主栅、大尺寸硅片等新一代技术并合理配比实现高效和可靠兼具，最高功率直击 480W，做到真正意义上的颜值与实力并存。正泰新能源 ASTRO 4 For 系列组件高效可靠的品质已受到多方认可，多次被国际权威财经公司彭博列为全球光伏组件第一梯队供应商；荣获 TUV 质胜中国“发电量仿真优胜奖”，并三次获得 DNV GL“顶级组件性能”称号。

长期稳定可追溯

正泰新能源自 2006 年开始进入国际市场，并积极迎合“一带一路”政策，海外市场多点开花。截止目前，正泰新能源组件销往泰国、西班牙、美国、保加利亚、荷兰、土耳其、印度、罗马尼亚、南非、韩国、日本、越南等 55 个国家，全球累计投资建设光伏电站超过 4000 兆瓦，光伏组件拥有卓越的产品质量、长时间的可追溯性以及长期现场运行稳定性。据大同领跑者基地组件监测结果显示，正泰 ASTRO 4 For 系列组件衰减率仅为 0.78%，名列前茅。此前，正泰为位于意大利东北部的 Rovigo70MW 大型地面电站提供 15MW 的多晶及单晶光伏组件。该项目自 2011 年并网投入运行以来，正泰光伏组件在抗击恶劣气候环境及提供稳定、可靠能源等方面都获得客户的高度认可，在所有组件供应商的发电性能测试监控中，诸多数据排名第一。

品牌服务

正泰新能源是正泰旗下集清洁能源开发、建设、运营、管理于一体的系统能源解决方案的提供商。凭借集团在电力能效管理领域超过 30 年的深耕积累以及电器全产业链，正泰新能源已成为业内同时具备系统集成和技术集成优势的综合能源解决方案提供商。出众的服务品质和出色的产品性能，使得正泰品牌获得海内外市场的广泛认可，品牌影响力及知名度日益提升。未来，正泰新能源将以服务为导向，为客户提供全方位的解决方案，致力于成为全球领先的清洁能源解决方案提供商。

正泰新能源 2019-12-09

国内首个天然气门站光伏发电项目落户保定

本报讯 日前，中石油昆仑能源河北徐水门站光伏电站发电试运行发电量达 11188 度，国内首个天然气门站引入太阳能发电项目全面投入运行，预计可节约年电费 2.2 万元，实现降本增效。

2019 年以来，河北保定中石油昆仑能源公司积极探索降本增效新途径，与英利集团旗下的河北因能科技股份有限公司达成合作协议，将分布式光伏发电系统引入该公司所属的徐水门站。

徐水门站光伏发电项目设备及建设投资由河北因能公司承担，保定能源公司提供 800 平方米站内用房屋顶搭设太阳能板。项目采用合同能源管理模式，预计年发电量 8.6 万度，其中 3 万度供门站免费使用，每年可节约电费 2.2 万元。余电并入电网，收益归河北因能公司所有。此举促进门站节能环保，也为河北因能公司带来可观收益。

目前，太阳能板已全面投入运行，对于地区天然气门站节能增效具有示范推广作用。

杨毅 刘蕊 中国能源报 2019-12-02

光伏发电明年如何突围？

核心阅读

业内认为，今年的光伏竞价项目采用了新机制，政策讨论时间较长，工程建设时间不足、前期和准备工作不够、资金落实受困等因素造成项目建设并网延迟。由于部分光伏发电竞价项目转至明年并网，预计将在明年产生显著的叠加效应。

即将迎来平价上网之际，光伏行业如何保持平稳持续发展？在今年光伏装机面临大跌的背景下，明年能否绝地反弹？

日前，记者从相关的行业论坛上了解到，明年光伏政策将延续今年政策，仅进行局部微调。业内预计，今年底，光伏累计装机将大概率突破两亿千瓦，明年光伏装机量将会较今年有显著增长。

光伏装机一改往年增势

今年破天荒出现大降

今年光伏发电行业最大的变化是，一改往年新增装机同比增长态势，破天荒出现了同比显著下降趋势。2019 年 1-10 月，光伏发电累计装机 1.92 亿千瓦，新增装机 1761 万千瓦，同比减少 51%。为什么今年光伏新增装机量大幅减少呢？

在国家发改委能源研究所研究员时璟丽看来，主要原因是有补贴的竞价项目、平价项目并网时间都较企业申报和预期时间有较大的延迟或滞后。今年的竞价项目采用了新机制，政策讨论时间较长，工程建设时间不足、前期和准备工作不够、资金落实受困等因素造成项目进程较预期有所延迟。“今年的新增光伏装机量、并网装机量较少，主要以前期工作为主，但可以预测，明年装机量会有显著增加。”

据时璟丽预测，从市场预期看，今年底，风电和光伏累计装机均能双双实现突破两亿千瓦，风电、光伏发电、生物质发电规模明年将有较大幅度增加。“光伏发电 2019 部分竞价项目转至 2020 年并网，或将在明年产生显著的叠加效应。”

明年产业政策将保持连续性 仅局部微调

时璟丽透露，近日相关部门就明年的光伏竞价机制分别与企业及地方能源主管部门进行了座谈讨论，明确延续今年的整体思路和框架，仅做局部微调，以保证政策的稳定性。“2020 年光伏发电政策研究工作基本完成，政策制定正在进行中。”

水电水利规划设计总院院长郑声安表示：“我国可再生能源发展思路是，从补贴推动逐步转向内生驱动，持续提升可再生能源的系统经济性。预测到 2025 年，光伏度电成本平均降至 0.25 元/kWh 左右。”

据记者了解，今年，户用光伏在 5.0 元/瓦的初投资水平下，大部分地区民用用户光伏发电补贴需求在 0.2 元/千瓦时以内（自用比例 15%，9 年回收）；明年考虑初始投资下降因素，大部分地区民用用户光伏发电补贴需求可降至 0.1 元/千瓦时甚至更低。分布式光伏在 4.2 元/瓦的初投资水平下，工商业用户自发自用比例达到 30%，大工业用户自发自用比例达到 70%，除了个别资源差的省市外，完全可以不依赖补贴。

业内人士指出，不同类别用户对度电补贴需求差异较大，甚至自发自用比例不同，对度电补贴需求的差异也很大。再考虑到分布式市场化交易试点中明确的电价和补贴政策影响，各光伏项目的

收益只能单独分析。

据了解，目前，集中式电站和分布式电站在太阳能资源较好、具备接网和消纳条件的部分地区，已经可以实现去补贴。此外，有一定自发自用比例的非民用项目已经具备去补贴的条件。

智能制造将成降本驱动力 技术迭代深挖降本空间

无论着眼于明年的装机量，还是更长远的发展，光伏要增强竞争力，就必须进一步降低成本，实现平价上网并非终极目标。业内普遍认为，光伏智能制造是其挖掘降本潜力重要驱动力。

中国光伏行业协会副秘书长刘译阳表示，光伏智能制造是中国光伏产业可持续发展的推动力，是进一步奠定中国光伏产业世界领先优势的基础。光伏制造未来的发展方向是自动化、信息化、智能化，迈向全球产业价值链的中高端。智能制造是平价上网的必由之路。

“在降低成本方面，除了技术进步因素外，制造、运营、管理等环节的成本控制仍有很大空间，这也是企业挖掘盈利潜力、保持竞争力的重要领域。”刘译阳认为，“智能化是帮助产业节约成本、提质增效的关键手段。”

据了解，智能光伏系统集成与运维助力平价上网，包括 MBB 技术、半片技术、叠瓦技术、双面发电技术、大硅片技术等在内的新技术，正不断提升太阳能组件的功率密度，帮助光伏进一步降低成本。比如，MBB 技术可以提升 5W-10W 的组件功率，叠瓦技术最大可以提升 20W 的功率，目前常规 60 片组件最大可做到 370W，而在 2015 年，同样 60 片组件的主流功率仅为 250W。

浙江正泰新能源开发有限公司副总裁黄海燕认为，光伏制造正从“自动化”走向“智能+平台化”。三五年前，整个光伏行业都在进行自动化的相关工作，随着自动化的推广普及，信息化也逐步导入到制造领域，在如今的智能化阶段，所有信息与大数据结合，并进行对应的分析处理，反过来对整个光伏制造过程进行系统智能化的管控，从而大大提升了光伏制造质量水平。

“变革一直贯穿于光伏产业发展的脉搏和血液中，光伏行业的技术迭代非常快。目前来看，高效组件技术对平价上网的推动作用至关重要。”唐山海泰新能科技股份有限公司品质总监李纪伟对此颇有感慨。

本报记者 苏南 中国能源报 2019-12-02

海洋能、水能

四川金沙水电站实现三期截流

本报讯 11 月 28 日，位于金沙江中游的攀枝花河段的国家重大建设项目、四川省重点工程——金沙水电站成功实现三期截流，预计明年底实现首台机组发电。

金沙水电站是金沙江中游 10 级水电枢纽规划的第 9 级，电站最大坝高 66 米，总装机 56 万千瓦，属于大型水电站，从 2012 年前期工程开工建设到三期截流，金沙水电站离蓄水发电的目标更进了一步。三期截流后，工程建设进入发电机组安装的高峰期，计划 2020 年底实现首台机组发电，2021 年工程竣工。届时，金沙水电站年发电量将达到 21.77 亿度，可满足攀枝花一半以上家庭一年的用电需求。

金沙水电站除了发电以外，同时还兼有供水、改善城市水域景观、提升城市品味格局、筑牢长江上游重要生态屏障，以及对上游的观音岩水电站进行反调节等综合效益。电站建成后，库区水位将抬高约 20 米，将打破攀枝花城区“有水无景”的历史。

李欣忆 中国能源报 2019-12-02

“海南明珠”的绿色基因

位于海南琼中的黎母山，是中国热带生物资源最丰富地区之一，也是物种保护的重要“基因库”。被誉为“海南明珠”的我国首个海岛抽水蓄能电站——海南琼中抽水蓄能电站（以下简称“海蓄电站”），“扎根”于这片风光旖旎的热带植物“王国”，将绿色能源送至千家万户。

在支撑海南建设清洁能源岛，构建安全、绿色、集约、高效的清洁能源供应体系中，海蓄电站发挥了哪些作用？在绿色电站建设、实现生态和谐方面又有哪些成功经验？近日，本报记者实地探访了海蓄电站。

满足海南电网近半调峰需求

海蓄电站主体工程于2014年4月1日开工，2018年7月29日全面建成投产。电站由上水库、下水库、输水系统、发电厂房和地面开关站等部分组成，安装3台20万千瓦可逆式水泵水轮发电机组，总装机容量为60万千瓦，以4回220千伏交流出线接入海南电网，设计年发电量10.02亿千瓦时。

“海蓄电站是南方电网公司建设智能、高效、可靠、绿色电网，服务五省区经济社会发展，助力海南能源体系升级的重要支撑项目。”海蓄公司党建人事部专责张柳琦告诉记者，“作为海南昌江核电项目的重大配套工程，海蓄电站对于保障核电投运后海南电网的安全、稳定和经济运行发挥着重要作用，不但能满足海南电网近50%的调峰需求，还有利于提高电网供电质量和供电可靠性。”

据了解，海蓄电站紧邻海南负荷中心及核电送出通道，重点承担海南电力系统调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等任务。今年5月，海南电网启动智能电网“十四五”及中长期发展规划工作，着力打造与海南自由贸易试验区和中国特色自由贸易港建设相适应的数字化、可视化智能电网。作为优良的大容量储能电源，海蓄电站将对智能电网中可再生能源的接入，适应分布式发电和微电网接入发挥重要作用。

谈及海蓄电站工程建设的艰辛，海蓄公司工程部主任宿生感叹道：“由于琼中属于典型热带气候，台风、暴雨等极端天气对大坝填筑、公路等地面工程施工影响较大。另外，要在砂岩地层中构筑大跨度地下厂房，灌浆处理难度也很大。”

宿生告诉记者，海蓄电站最大的特点，就是上水库大坝采用沥青混凝土心墙土石坝型式，这在国内抽水蓄能电站工程中属首例，也是国内热带地区该坝型的第一次工程应用。另外，输水系统两级斜井均采用 $\phi 2.0\text{m}$ 反井钻+一次扩挖成型的施工工艺，技术难度大，在国内也属首例。

与自然环境和谐“相处”

在海南省打造“碧水蓝天”国际旅游岛，大力发展绿色、低碳、循环经济的背景下，海蓄电站更是一张绿色发展的“名片”。

据了解，根据《南方电网抽水蓄能电站绿色指标体系》要求及海蓄电站现场建设实际情况，海蓄公司已着手对电站设计期、建设期、运行期三个阶段进行评价、评级、找出差距和不足，并采取优化调整措施，计划率先将海蓄电站建设成为三星级绿色电站。同时，结合电站情况，对绿色指标体系进行动态优化调整，为后续绿色蓄能电站项目建设提供可操作性的指南。

“通过优化施工组织布置，减少建设征地约230亩，电站最大程度减轻了施工活动对原地貌扰动和原有生态景观的破坏，下一步将借助水库风景，配合海南省政府关于打造黎母山5A级景区的要求，建成具有民族文化与自然美景、工业文明相融合的旅游胜地，更好地服务海南国际旅游岛、自由贸易港建设。”宿生向记者表示。

采访中，全程参与过海蓄电站工程建设的宿生和记者一起来到海蓄电站上水库，走进了驻扎在库中岛上工程建设初期的指挥部。“上水库雾大的时候，站在路上，都看不清自己的鞋子！现在这里还会经常碰到猴子、老鹰、野山羊、眼镜蛇等珍稀动物。”宿生说。

“为做好水土保持和景观恢复，我们对工程建设开挖形成的边坡优先采用植物复绿的方式进行防护、治理，最终形成植物群落与周围环境和谐共存，力求做到绿化不硬化，避免出现大面积喷混凝土

土支护边坡，形成人为荒漠化。”宿生告诉说，“海蓄电站在选址建设过程中始终强调因地制宜，尽量减少环境影响，力求电站与自然环境的和谐融洽。”

本报记者 李文华 中国能源报 2019-12-02

风能

维斯塔斯 V126-3.8 MW 中国首秀

本报讯 日前，随着五台维斯塔斯 V126-3.8 MW 机组在内蒙古霍林河顺利完成并网，维斯塔斯成功将 4MW 平台的第二款机型安装在中国市场，同时也标志着维斯塔斯与项目业主国家电投的第一个合作项目顺利开花结果。

截至 2019 年第三季度 V126-3.3/3.45/3.6/3.8 MW 的全球装机量已达到 6.8 GW，使其成为 4 MW 平台成熟、通用与可靠性的代表。

维斯塔斯从 2010 年起便推出了 4 MW 平台首个机型，并得到了广泛的应用。如今维斯塔斯的 4 MW 平台已经发展到第四代，风轮直径覆盖从 105 米到 155 米，功率可从 3.3 MW 到 4.3 MW。4 MW 平台如今已经成为维斯塔斯的销售主力。2019 年上半年全球 8.37 GW 订单中有 7.14 GW 订单来自 4 MW 平台，占总订单量的 85%。上半年的吊装量中 4 MW 平台也占据了 47%。

维风骏 中国能源报 2019-12-02

三峡集团在粤首个海上风电项目首批机组并网

本报讯 11 月 29 日，在美丽的南海海域，随着风机叶轮在 100 米高空徐徐转动，标志着三峡集团在粤首个海上风电项目首批机组正式并网发电。

该项目是三峡集团广东阳江“百万千瓦级”海上风电基地一期项目，位于阳江市阳西县沙扒镇海域，风电场离岸距离约 28 公里，场址面积 50 平方公里，场区水深 27 米—32 米，装机容量 30 万千瓦，共安装 55 台 5.5 兆瓦大容量海上风电机组，计划 2020 年底实现全容量达产，年上网电量将达 8 亿千瓦时，可满足约 50 万户家庭一年用电量，与同等规模燃煤电厂相比，每年可节约标准煤约 25 万吨、减排二氧化碳排放约 65 万吨，相当于种植阔叶林约 1800 公顷，对当地优化能源结构、促进节能减排、助推经济社会发展具有重要意义。

广东省高度重视海上风电产业发展，作为三峡集团在粤首个海上风电项目，在各方的大力支持下，项目建设以来，建设团队充分发挥技术、管理、人才等方面优势，先后克服南海海域地质条件复杂、水域深、涌浪大、台风频发等诸多困难，严控时间节点，精心制定建设计划，统筹协调船机资源，抢抓海上施工窗口期，高效有序推进项目建设。同时，不断开展设计优化论证，最大限度降低工程造价、施工风险，先后完成了国内最大最重单桩基础施工、国内同容量最轻海上升压站吊装，创造了国内单柱复合筒及多筒导管架风机基础型式等多项第一，为探索更适合南海海域海上风电建设施工技术方案积累了宝贵经验。

项目成功并网发电是三峡集团贯彻集中连片规模开发海上风电重要决策部署的具体实践，是落实三峡集团与广东省战略合作框架协议的具体举措，将以点带面，带动后续阳江二至五期 140 万千瓦项目建设。同时也为三峡集团在粤千万千瓦级海上风电基地成功打响第一枪，美好愿景正逐步由蓝图变为现实。

下一步，三峡集团将坚定不移实施“海上风电引领者”战略，全力在粤港澳大湾区辐射范围打造世界一流海上风电场，多渠道加快海上风电开发建设，打造基地型、规模化海上风电项目，立足做强做大海上风电全产业链，助力广东省新兴产业高质量发展，助推粤港澳大湾区绿色能源经济可持

续发展。

据悉，阳江正在建设世界级风电产业基地，力争到 2021 年底，海上风电建成投产 300 万千瓦；到 2025 年，海上风电建成投产 1000 万千瓦；到 2030 年，海上风电建成投产 2000 万千瓦

孙肃然 中国能源报 2019-12-02

全球最大海上风电运营商再谋转型

8 月上旬的英国大停电事故，让全球最大海上风电运营商丹麦沃旭能源（Orsted）有了危机感，因为其负责运营的全球最大海上风电场——英国北海的 Hornsea 1 正是导致这场停电的“元凶”之一。在沃旭能源看来，这次的大停电敲响了警钟，应该跳出“舒适圈”，在开拓更多市场的同时扩大陆上风电、太阳能和储能的业务规模。

2032 年减排 50%

沃旭能源在一份声明中表示，2019 至 2025 年间将至少投资 2000 亿丹麦克朗（约合 300 亿美元），其中 1/4 用于陆上风电和太阳能等业务发展。

根据该公司制定的最新气候目标，到 2032 年将运营、供应链和产品销售在内的整体排放规模减少 50%，其未来将寻求以更环保的方式建设风电场。

沃旭能源首席执行官 Henrik Poulsen 表示，海上风电是一个需求迅猛增长、竞争日益激烈、成本加速下降的行业。“过去 3 至 4 年，我们就看到了竞争激烈这一趋势。”他在接受采访时坦言，“在成熟市场中，我们的回报率已经被大大压缩，拓展新市场将是下一步的重点。”

Henrik Poulsen 强调：“我们不打算在西北欧海上风电市场驻足不前，这是一个非常有吸引力却也竞争异常激烈的市场。我们应该将我们的海上风电技术和经验带向全球，同时将业务范围扩张至陆上风电、太阳能和储能领域。”

涉足北美和亚洲

在沃旭能源看来，北美和亚洲是无疑是新市场的首选。7 至 8 月间，沃旭能源先后在美国纽约州和新泽西州的海上风电拍卖会上赢得了两份大合同。

美国商业资讯指出，沃旭能源还向新泽西州推介了一个大型海上风电项目，这个名为 Ocean Wind 预计装机 1.1 吉瓦的海上风电场将是该州首个大型海上风电场，同时有望成为美国最大海上风电场。

新泽西州当前制定了到 2030 年拥有 3.5 吉瓦海上风电的目标。根据新泽西州公用事业局(NJBPU)官网介绍，Ocean Wind 海上风电场将是美国第一个超过 1 吉瓦的海上风电场，根据沃旭能源的最终投资决定，预计将于 2024 年完工。

Henrik Poulsen 表示，规模是竞争力的驱动力，这才是沃旭能源掌握的游戏规则，“新泽西州正处于海上风电的核心”。据悉，沃旭能源已在新泽西州东南部大西洋城设立了办事处，这座海滨城市正努力从赌场业和建筑业双重衰退的困境中走出来，该公司驻扎于此就是为了在距离海岸 15 英里投建 Ocean Wind。

Ocean Wind 是沃旭能源扩大在美海上风电装机计划中的一个项目。根据该计划，沃旭能源将在 2022 年至 2024 年间完成 2.2 吉瓦的装机规模，其他项目包括预计 2022 年投产装机 120 兆瓦的马里兰州 Skipjack、预计 2022 年投产装机 130 兆瓦的纽约长岛 South Fork，以及预计 2023 年投产装机 704 兆瓦的 Revolution Wind，其在罗德岛和康涅狄格州的装机分别为 400 兆瓦和 304 兆瓦。

成熟市场风险犹存

“成熟市场出现的预料之外的风险让我们有所警觉。”Henrik Poulsen 强调。可以说，英国脱欧和大停电事故是助推沃旭能源下定决心转型的决定性因素。

《卫报》报道称，Hornsea 1 可谓全球海上风电市场快速成长的“象征”，但其拖累英国电网从而导致大停电事故的突发性结果，让行业对于清洁能源顶替传统燃料的“不可控”担忧进一步加剧。

8 月 9 日，贝德福德郡 Little Barford 天然气电站和 Hornsea 1 几乎同时脱网，停止向英国电网供

电，导致电网频率下降到脱离安全范围，最终导致英国大部分地区陷入黑暗。Hornsea 1 可能因风机低压穿越能力不足而突然失去部分负荷，输出突降约 900 兆瓦，这意味着虽然风机仍在旋转，但却是在脱网状态下运行。

英国电力监管机构 Ofgem 下令要求英国的电网系统运营商英国国家电网公司提出“紧急且详细的报告”，说明造成停电的原因。目前，沃旭能源和 Little Barford 运营商德国公用事业巨头莱茵(RWE)正在配合调查。

10 月底，沃旭能源还将其在建的 7 个大型海上风电项目的生命周期内预期回报率从此前的 8% 降至 7.5%，不过仍然维持了 2019 至 2025 年间公司平均资本回报率达到 10% 的目标。沃旭能源今年上半年收入较去年同期增长 29%、净利润增长 33%；1 至 9 月调整后未计利息、税项、折旧及摊销前的利润同比增长 19% 至 129 亿丹麦克朗（约合 19 亿美元）。

不过，沃旭能源对英国脱欧可能带来的负面影响表示担忧。鉴于该公司在英国拥有大量海上风电资产，脱欧后英镑汇率大跌的预期，将给英国经济带来严重冲击，进而影响该国海上风电行业的发展。

在沃旭能源看来，转型成为不得不行的一步棋。伯恩斯坦研究公司分析师 Deepa Venkateswaran 表示，谋求转型的沃旭能源肯定会在初期较为艰难，但是原地踏步就是退步，尤其还是技术更新快、成本下降快的可再生能源行业，这一决定本在情理之中。

二次转型被看好

这并非沃旭能源最大的一次转型，但肯定算是又一次业务突破。彭博社指出，业务调整势必伴随着风险，沃旭能源债务水平预计会随着业务扩张而上升，该公司目标是将经营活动现金流和净债务的比例维持在 30%，比率越高偿债能力越强。

据了解，这是 Henrik Poulsen 2012 年担任首席执行官以来第二次推进转型，首次转型时该公司还是名为东能源（DONG Energy）的集油气、燃煤和风电为一体的濒临破产的综合能源公司。在抛弃化石燃料全面专注海上风电这一问题上，董事会予以了极大支持，重塑之后的沃旭能源迎来了成功，从 2016 年上市至今其股价已经翻了一倍有余。

对于“二次转型”，业内普遍持乐观态度。沃旭能源摆脱化石燃料并成功过渡到可再生能源固然令人羡慕，但这一成功很难被复制。咨询公司 Carbon Tracker 的新能源策略师 Kingsmill Bond 指出，这不是一条易于追随的道路，毕竟放弃利润庞大的化石燃料，并不是所有股东都乐意追求的。

Henrik Poulsen 承认，在追求利润最大化和绿色能源转型之间有过“短暂权衡”。“当你彻底转向绿色能源时，肯定会失去黑色能源的庞大利润，但我们坚信绿色能源持续增长的前景能够完全弥补这一缺失。”他坚定地称。

本报记者 王林 中国能源报 2019-12-09

多地探建“海上风电母港”

核心阅读

“海上风电母港”这一概念最早由欧洲国家提出，作为海上风电产业的“后来者”，我国将如何借鉴“欧洲经验”，探索适合我国产业发展现状的“海上风电母港”建设模式？

日前，江苏如东有关部门表示，如东“海上风电母港”已正式通航，预计该港口将建成为集产品研发制造、安装出运、检测维护为一体的海上风电全产业链基地。

“海上风电母港”这一概念最早由欧洲国家提出，作为海上风电产业的“后来者”，我国将如何借鉴“欧洲经验”？仍处于探索起步期的“海上风电母港”建设，未来又将如何推动我国海上风电产业发展？

多地布局“海上风电母港”建设

根据如东“海上风电母港”建设规划，如东海上风电港口能够满足 5000 吨以上船舶全天候出运，

为风电产业链提供所需原材料及成品物资，并配套有仓储、运输、运维等服务。如东作为我国海上风电产业发展的“前沿阵地”，目前已并网海上风电规模达到 103 万千瓦，占全国总规模的 23.2%。

截至目前，除江苏如东外、广东阳江、揭阳等我国海上风电先行区也相继发布“海上风电母港”建设规划。此前，广东阳江有关部门透露，阳江将发挥当地沿海优势，建造广东（阳江）海上风电装备制造产业基地，一旦建成，该港口将有望对广东、福建和浙江多地海上风电项目建设提供支持。

一位不愿具名业内人士告诉记者，“海上风电母港”的建设主要能够实现海上风电产业链集成，进行货品运输、装存以及后勤保障工作，风电母港不仅能够有效解决小散码头运输效率低下的问题，同时也能够满足我国海上风电迈入“深海”的需求。

中国可再生能源学会风能专委会秘书长秦海岩曾表示，广东、江苏等地区具备建设“海上风电母港”的优良条件，依托海上风电开发，通过产业配套及产业组合，能够实现海上风电全生命周期产业价值的集合，形成千亿元级产业集群。

非专业港口给行业带来风险

此前，有行业报告指出，我国海运业历史悠久，具备建设大型港口的强大能力，但截至目前，我国海上风电机组的输送和安装大多仍是通过重新配置及协调现有港口工作来完成，并没有专门用于海上风电产业的港口。受限于非专业港口，我国海上风电项目开发商往往会在开工前几个月与港口进行接洽，港口租赁期也相对短暂，在统筹规划缺乏的情况下，这一模式不论对开发商或是港口方面都可能带来一定风险。

为此，业内人士指出，随着我国海上风电产业规模逐步扩大，我国海上风电产业对“海上风电母港”的需求预计也将逐步显现。

记者了解到，“海上风电母港”这一概念最早诞生于欧洲，截至目前，英国、德国、丹麦等“老牌”海上风电国家均有运行成熟的“海上风电母港”。以丹麦为例，早在十多年前，丹麦就先于其他欧洲国家，制定了专门用于运输风机、叶片等货物的港口规划，不仅为丹麦的风电设备、安装船只提供了空间，更迅速占领了欧洲北海海上风电运维、物流等市场制高点。

某航运公司相关负责人告诉记者，欧洲等国家海上风电事业起步较早，海上风电产业链条相对完善，从国际建设“海上风电母港”的经验来看，港口建设的主要目的是锁定项目资源，在港口储存项目所需货物，减少因供货不足而导致的施工待机时间，快速推进项目。

探索“中国模式”

分析认为，我国已在长三角、珠三角、渤海、东南沿海和西南沿海均形成了密集的港口集群，而在黑龙江、淮河水系、京杭大运河沿线也建有港口集群，我国现存港口将为“海上风电母港”的实践带来便利。

然而，上述负责人告诉记者，尽管现有多地推出“海上风电母港”计划，但从目前公布的规划来看，我国仍是以“产业链生产基地”的模式推进港口项目，与“欧洲模式”存在明显不同。

“一方面，我国海上风电项目开发模式与欧洲国家不同，类似欧洲国家的‘海上风电母港’的建设难以由单一或多个开发商完成；另一方面，我国海上风电产业链尚未成熟，目前海上风电处于‘抢装期’，我国海上风电供应链暂时主要围绕着制造基地、船边交货这种模式，暂无产业链供应储备，在短期内将难以实现大规模的物流仓储。”上述负责人告诉记者。

对此，有业内人士建议，我国“海上风电母港”建设应从实际出发，在海上风电供应链逐步成熟后，单一开发商可首先从小规模建设自身供应链“仓储”起步，并逐步扩大其在区域内的影响力，进而在政府、开发商等海上风电产业相关利益方共同支持下，提供海上风电项目所需服务，摸索我国“海上风电母港”的建设路径。

本报记者 李丽旻 中国能源报 2019-12-09

阳西沙扒海上风电场工程首批风机正式并网发电

11月29日，由中国能建广东院勘察设计、广东火电、西北电建参建的阳西沙扒海上风电场工程首批风机正式并网发电。

该项目装机容量30万千瓦，配套建设220千伏海上升压站一座和陆上集控中心。广东院先后开展了升压站、风机基础多项国内首创设计，为探索更适合南海海域海上风电工程建设的技术方案积累了宝贵经验。

中国能源报 2019-12-09

中资企业助力澳大利亚塔州“国家电池”计划

当地时间12月6日下午，由中国电建投资开发的澳大利亚牧牛山风电项目隆重举行首批风机并网发电仪式。澳大利亚塔斯马尼亚州能源部、中国驻墨尔本总领馆、项目投资方、澳大利亚联邦及塔斯马尼亚州各级政府部门、当地社区代表及中外主流媒体近100人参加了庆典仪式。

牧牛山风电项目是电建海投公司代表中国电建集团进入发达国家开展可再生能源业务的首个“先行先试”项目，由电建海投公司（80%）和金风科技公司（20%）共同开发建设，总投资约3.3亿澳元。项目位于澳大利亚塔斯马尼亚州中央高地，总装机148.4MW，建设安装48台GW140-3S风电机组，通过4公里220kV输电线路与澳大利亚国家电网连接，投产后年均上网发电量约4.4亿度，预计为塔州提供5%的电力，为超过6万个家庭提供优质的清洁能源，将为塔斯马尼亚州政府与澳大利亚联邦政府实现可再生能源战略发展目标做出积极贡献。

塔斯马尼亚州能源部长Barnett先生代表塔州政府为电建海投公司颁发“嘉许状”，表彰公司为塔州新能源发展做出的突出贡献。他强调牧牛山项目的顺利实施，将进一步增加塔州政府推动可再生能源发展的信心，为塔州“国家电池”计划的顺利落地做出了巨大贡献。Barnett先生对项目实施过程中，中国电建大力促进塔州经济发展，充分使用当地各类资源，创造数千个就业机会为当地地区优先提供150个工作岗位，改善当地人的生活条件，提高生活水平，给予了高度评价；对中国电建投资建设牧牛山项目，大力支持塔州政府2022年全面实现100%可再生能源自给自足的目标落地，给予了高度赞许。

电建海投公司董事长盛玉明指出，牧牛山风电项目作为电建海投公司代表中国电建集团进入发达国家开展新能源投资业务的第一个项目，意义重大。投资开发牧牛山风电项目是落实中国电建“实现全球清洁低碳能源建设领域领导者”发展目标、践行“开发清洁能源，营造绿色环境”理念的直接体现。项目建设过程中，中澳两国建设者秉承“共商、共享、共建”的精神，精诚合作、携手共进，实现了项目建设重大节点。在高标准推进项目投资建设的同时，重视环境保护和社区公益，注重为利益相关者创造价值，为塔州政府与澳大利亚联邦政府实现可再生能源战略发展目标做出积极贡献。希望以牧牛山项目为契机，进一步深化与澳洲政府、企业、社区的合作，在澳大利亚将投资更多的可再生能源项目，为进一步促进当地经济发展和中澳务实合作做出贡献。

中国驻墨尔本总领馆商务参赞王晓佳在致辞中，对项目首批机组顺利并网发电表示热烈祝贺，指出牧牛山项目的投资开发，得到了中澳两国政府、中国驻澳大利亚大使馆的高度关注。近年来，电建集团作为全球领先的电力投资开发建设企业积极响应“一带一路”倡议，加快实施“走出去”战略，取得丰硕成果，希望电建海投和金风科技发挥自身优势，高标准推进有关项目建设，不断提升经营管理水平，锻炼培养人才队伍，积极履行社会责任，造福当地社区，为促进中澳两国经贸发展、互惠共赢作出更多贡献。

塔州电网、项目用地地主、当地居民代表也在发言中积极评价牧牛山风电项目，称赞项目的开发建设为当地带来了积极的变化。

苏南 中国能源网 2019-12-09

华电集团首个海上风电项目开工

本报讯 11 月 23 日，福清海坛海峡海上风电项目 A01 机位#1 钢管桩经过 2 个小时的锤击，顺利完成沉桩。此举标志着福清海坛海峡海上风电项目主体工程正式开工。

福清海坛海峡海上风电项目是华电集团第一个开工建设的海上风电项目，于 2016 年底核准。项目总投资约 60 亿，规划装机容量 300MW，安装 46 台国内先进的 6MW 以上大容量风机，年发电量 10.58 亿千瓦时。项目投产后每年可节约标准煤 31.92 万吨，减少二氧化碳排放 93.91 万吨。

作为华电集团首批核准、风电资源条件最好的海上风电项目，福清海坛海峡海上风电项目得到各方的高度关注。主体工程正式开工意味着项目经过两年多的施工准备期后，进入建设“快车道”。目前项目施工正紧锣密鼓推进，力争 2021 年全面投产发电。

张建 中国能源报 2019-12-02

氢能、燃料电池

佛山高明区：建设独具特色的“中国氢城”

香槟色调的流线型车身，与地铁列车外形相似；3 节编组、60 个座位，最大载客量 285 人；首尾均设有驾驶室，可双向行驶——11 月 29 日，世界首条商业运营氢能源有轨电车在佛山市高明区正式上线。

不同于传统有轨电车，新车的“头顶”少了 2 根天线，多出 6 个储气瓶，其额定工作压力为 35MPa，储氢量可达 20 千克。以氢燃料电池为动力源，氢与氧反应产生的电能可源源不断为车辆供电，真正实现污染“零排放”。这不仅是高明交通发展史上的一项重大工程，更是当地乃至佛山氢能产业的一个里程碑。“佛山是全国率先推动氢能产业发展的城市，其中高明区已燃起氢能的点点星火。以氢能源有轨电车为切入点，一举填补行业多项空白。”佛山市副市长许国如是说。

11 月 28-29 日，以“新机场、新能源、氢城而出”为主题，2019 年佛山氢能源产业交流峰会在高明区同期举行。来自国内外的 300 余名政府官员、行业专家、企业代表齐聚，共商氢能发展大计。国能联盛与雄韬氢熊战略合作项目、广东泰极动力科技有限公司与佛山交盈产业投资合伙企业增资合作等近 10 个项目现场签约。

平均 15 分钟

可加满一辆有轨电车

据高明区轨道公司相关负责人介绍，现代有轨电车示范线总投资为 10.7 亿元，此次上线的首期工程全长约 6.5 公里，沿途设车站 10 座，平均站间距约 640 米。其最大特点在于，采用氢燃料电池作为动力源。

“简单来说，氢燃料电池相当于一个发电机，通过内部氢和氧相结合的化学反应产生电能，驱动有轨电车。”该负责人表示，氢燃料电池发电的本质是将化学能直接转化为电能，唯一产物是水，因此可实现污染“零排放”。

车辆生产方、佛山中车四方轨道车辆有限公司副总经理古文祥进一步透露，此次亮相的有轨电车，其实已是第三代产品。“从一代 150kW 氢燃料电池，到三代 200kW 的氢燃料电池，目前加注一次氢即可续航 100 公里，真正实现有轨电车的无接触网长距离运行。而且，作为世界首条商业化运营的氢能电车，我们没有标准可参考，在设计上完全是自主研发。”

既无参考先例，大家最关注的安全问题如何保障？古文祥表示，早在设计之初，项目便充分考虑安全性能，6 个加氢罐全部安放车顶，一旦发生气体泄漏可快速扩散，不会在车辆内部聚集。“车辆同时装有智能监控和安全防护系统，实时监控加氢罐、管路、氢气泄漏状态等信息。如发生泄漏，

可及时切断系统、确保安全。”

另据介绍，该有轨电车搭载了 230kW 大功率氢燃料电池堆和大容量钛酸锂电池，两者配合为车辆供电，具有响应快、启动加速性能好、制动能量回收效率高等优势。“我们为此配备 2 台加氢机，平均 15 分钟左右就能加满一辆车。”广东国能联盛（佛山）新能源汽车有限公司总经理王德新称。

初步形成以氢能有轨电车
为核心的产业链

备受瞩目的有轨电车示范线，还只是高明区氢能产业发展的一个缩影。

记者了解到，围绕“湾区西部综合交通枢纽、珠西先进制造新高地、岭南田园城市新样本”的发展定位，高明区先后成立氢能发展领导小组、编制氢能产业发展规划、积极培育产业项目、推进基础设施建设，并出台《佛山市高明区新能源公交车推广应用和配套基础设施建设财政补贴资金管理实施细则》配套补贴措施，引导氢能产业有序发展。

“高明是佛山氢能产业布局的重要组成部分，有着自身产业优势。”高明区发改局相关负责人表示，坐拥国内少有的氢燃料电池有轨电车生产线，高明区首先具备差异化竞争优势，并把握氢能源产业中游核心技术。得益于当地氢源供给潜力，高明区较佛山乃至周边城市，也有显著的氢源保障能力。此外，珠三角枢纽机场建设带来临空经济、机场设施应用、人才吸引等吸引力优势。相比珠三角等地，高明还有相对充足的土地储备，可保障项目落地实施。

在此基础上，以氢燃料电池有轨电车为核心的氢能源产业链初步形成，涵盖基础设施、燃料电池核心部件及动力总成、下游装备制造等环节，数 10 家涉氢整车及新能源汽车零部件企业落户。而在基础设施建设方面，加氢站、氢源等项目纷纷布局。其中，广东国联氢能将投资 2.04 亿元，打造综合气体生产项目，达产后预计年产氢气等产品 13 万吨。

“以氢燃料电池为突破口，高明将继续推进燃料电池关键技术研发，培育并带动制氢、输氢、储氢、用氢以及相关制造业的快速发展，提升创新研发能力。”该负责人称。

力争成为佛山氢能
产业发展的主阵地之一

在取得成绩的同时，高明区充分认识到，发展短板尚存。“目前，仍面临自主创新能力待提升、配套支持政策待完善，以及产业统筹布局相对滞后、资源短缺问题相对突出等自身问题。”佛山环境与能源研究院院长赵吉诗直言。

如何破题？峰会现场发布的《氢能及燃料电池汽车产业发展的佛山模式研究》《高明区氢能源产业发展规划（2019-2030 年）》（下称《规划》），为发展提供权威参考。

根据《规划》，高明区将以打造“新机场、新能源”为重要平台，建设独具特色的“中国氢城”。在此过程中，逐步构建完善氢能源“制-储-运-加-用”的产业链条，重点推进覆盖佛山全市的氢能供应体系、燃料电池整车、涉氢装备制造等项目，建设临空氢能产业园区和全球首座以氢能应用为特色的枢纽机场。由此，进入佛山氢能产业发展的主阵地之一。

赵吉诗进一步解读，围绕总体目标，《规划》划分了近期（2019-2021 年）、中期（2022-2025 年）、远期（2025-2030 年）三个“时间表”，分阶段、分步骤予以实施。

“到 2030 年，机场用氢燃料电池汽车总量达到 2000 辆，氢能占到枢纽机场能源消费的 10%；推广应用公交车 220 辆，游船 20 艘以上。培育 20 家以上龙头企业，全区氢能产业产值达到 300 亿元；培育高新技术企业 5 家，建成省级重点实验室及省级新型研发机构各 2 家。同时，完善氢能供应体系，建成城市输氢管网和 40 座加氢站，融入广东省氢能供应体系。”赵吉诗表示，以《规划》为蓝本，高明将提供政策、资金、组织、人才等多方支持，保障氢能产业因地制宜、有序推进。

本报记者 朱妍 实习记者 赵紫原 中国能源报 2019-12-02

佛山高明区争当氢能产业“领跑者”

“经过 6 年多的积极探索，世界首条商业运营氢能源有轨电车正式在高明上线启动。高明区氢能源产业发展实现了从无到有，并成为全国氢能源产业领先示范基地，氢能产业将为高明区探索实践提供产业支撑和创新动力。”11 月 29 日，佛山市高明区区委书记徐东涛在“2019 年佛山氢能源产业交流峰会暨世界首条商业运营氢能源有轨电车上线启动仪式”上表示。

根据《佛山市高明区产业发展规划（2017-2025 年）》的“一区一园一城+若干特色小镇”的产业整体空间布局，高明区氢能源产业将形成“东部核心区—西部临空经济区”的空间结构。近期，高明区将以强化轨道交通产业的辐射带动作用，中远期以氢能源与临空经济和机场建设相结合为重点，最大限度发挥高明自身优势。

据悉，高明区拥有国内少有的氢能源有轨电车生产线，具备差异化竞争优势。近年来，高明区通过城市更新、闲置土地清理、低效产业用地专项整治等行动释放了较多的土地空间，在相比珠三角、大湾区其他地区，土地资源优势凸显，能充分保障项目落地实施。

截至目前，高明区已初步形成年产现代有轨电车 300 辆或地铁 150 辆的产能，并拥有中车四方、国能联盛、德方纳米等数十家涉氢整车及新能源汽车零部件企业，逐步构建以氢能源有轨电车为核心的氢能源产业链，涵盖基础设施、燃料电池核心部件及下游装备制造等环节。

上游基础设施建设方面，高明区有轨电车示范线加氢站和更合加氢站已调试投产，分别为氢能源有轨电车和公交车提供氢源保障，日加氢能力分别为 1000 千克、500 千克。

今年，高明区成功引进广东泰极动力和松澜（科曼斯）日本汽车零部件产业园等重点项目，其中广东泰极动力主要从事氢燃料电池膜电极技术开发与生产。

佛山市高明区发改局副局长谭希杰透露：“高明区以氢燃料电池的核心部件之一——膜电极为开发重点，拟建设膜电极研发中心，将助力高明在膜电极领域占据国内领先地位。”

终端产品应用方面，高明区预计今年底将有 5 列氢能源有轨电车和 80 辆氢能源公交车投入运行。未来，高明区将积极推进氢能源有轨电车、公交车、轻型货车、叉车、船舶等氢能源交通的示范应用，推动氢能源在交通运输领域的多元化应用。

但是，当前佛山市的氢气主要以外购为主，其运输距离较长，氢气使用成本较高，制约了氢能产业的发展。为降低氢气综合成本，高明区积极推进制氢项目，同时在加氢制氢一体站建设方面寻求突破。

高明区正规划推进氢能源供应体系建设，从制氢项目到输氢管道、制氢加氢一体站等构造成低成本低廉的氢能源供应链，从而降低运营方压力。目前正推进投资 2.04 亿元的综合气体生产项目，预计达产后年产 13 万吨氢气、氧气等气体产品，可为整个佛山甚至珠三角地区提供稳定气源。

未来，高明区将充分利用制氢项目优势，推动高明区成为珠江西岸氢源枢纽。围绕高明区氢气供应体系建设，近期布局耐氢腐蚀涂料及氢气压缩机，可根据发展情况适时引入储氢材料研发生产项目。

同时，发展氢能源中游产业，围绕广东泰极动力项目推进膜电极生产，并积极引进相关企业布局相关材料或部件研发生产。引导支持川东磁电等本地企业开发氢燃料电池汽车、加氢站等领域的关键零部件。

高明区经济科技促进局党组副书记黄婉明表示，高明区将以珠三角枢纽（广州新）机场规划建设为重要契机，构建完善氢能源核心产业链，培育发展临空氢能源产业工业园，加速推动燃料电池汽车生产本地化，将氢能源产业发展融入到新机场经济圈建设中，以打造“新机场、新能源”为重要平台，建设独具特色的氢能产业。

本报实习记者 赵紫原 中国能源报 2019-12-02

“氢城”佛山，打造全国领先的氢能高地

“人没有氧活不了，没有氢活不好。”这句话出自佛山市人民政府副市长许国，一位专注氢能产业多年、将其视为“科学信仰”的先行者。其所在的佛山，于2014年率先布局氢能，致力打造全国领先的氢能产业高地。当多地还停留在研究、尝试等前期阶段，佛山氢能产业及其基础设施建设已渐成规模，在全国创下多个“行业第一”。近日，2019年佛山氢能源产业交流峰会暨世界首条商业运营氢能源有轨电车上线启动仪式在佛山高明区举行，再度吸引多方关注。资源禀赋不算突出的佛山，为何选择氢能、发力氢能？当前氢能已在全国大热，佛山又将如何应对激烈竞争？许国在接受记者采访时表示：“‘氢城’佛山，未来已来。”

取得多个“第一”

担当氢能先锋军

世界首条商业运营的氢能有轨电车示范线、国内首条中外合资的燃料电池电堆生产线、国内首座由央企参与的油氢合建站，以及在全国创新建立加氢站行政审批模式……提及佛山氢能发展的多个“第一”，许国如数家珍，“我们可以自豪地说，佛山正在用自己的双手，谱写中国氢能产业的新历史。”

地处沿海与内陆结合部，佛山既无先天资源禀赋，也不具备海港、海岸线等区位优势，一度缺乏大型央企国企、高等院校等配套，凭何担当氢能发展的先锋军？在许国看来，机制体制、产业政策、基础设施等因素缺一不可。

“发展初期，佛山已专门成立氢能领导小组，市长、副市长分别担任组长、副组长，站在全市层面统筹发展。这样的做法，当时在全国也属先例。”许国介绍，在此带动下，氢能产业政策体系逐步完善。佛山不仅是最早编制氢能产业发展规划的城市之一，科技创新、人才引进、优惠扶持等方面的政策力度也不断加大。

以行业普遍面临的短板——加氢站建设为例，许国坦言，佛山清晰认识到：加氢站建得越早，产业发展越快；建得越多，产业规模越大。“由于国家层面的审批机制暂时空缺，不少地方还为建站审批而烦恼，甚至缺乏概念，把加氢站简单等同于加油站。通过科学决策，佛山率先打破机制约束，确定了由住建部门牵头的审批模式，填补政策空白。”

目前，佛山已建成12座加氢站，其中7座正式投产、5座调试中。而截至今年3月，我国已投产的加氢站总量仅为25座。“今年底共将建成15座加氢站，在现有768辆氢能公交车、物流车的基础上，为覆盖1000辆以上氢能公交车奠定基础。”许国直言，在氢能基础设施层面，佛山已是遥遥领先。

破除氢能发展的

“三大观念”藩篱

历经从无到有、从有到多、从多到优，佛山现已形成较为完整、具备自主知识产权的氢能全产业链，建成广东新能源汽车产业基地、现代氢能有轨电车修造基地、氢能产业研发生产基地。在氢能发展道路上探索出独特的“佛山模式”。对此，有何宝贵经验？

许国告诉记者，转变理念应摆在第一位。“佛山是全国最早发展氢能的城市，之所以率先走出这一步，正是因为有着深刻认知。我们深知氢能在推动生产力发展中的关键作用，并将其升级到战略性新兴产业和能源革命的高度。发展氢能，首先要统一认识、更新观念。”

具体而言，许国认为“三大藩篱”必须破除。一是打破“谈氢色变”的观念，氢虽是危险气体，但只要科学开发、合理使用，安全性就有保障。二是破除“大鸡不啄小米”的束缚，氢能产业看似单一、偏小，实际意义重大，是真正没有天花板的产业。三是警惕“叶公好龙”的思想，发展高科技产业，一不小心很容易成了“叶公”，做氢能一定要真抓实干、务求做实。

许国举例，在备受关注的《粤港澳大湾区发展规划纲要》中，“氢能”并未被提及。“世界三大湾区已抢先布局氢能产业，遗憾的是，翻一翻我们的规划只字未提。我认为，很大程度上就是观念不

到位，这一课亟待补上。”

超前“谋划”

重视科技、人才的力量

许国同时坦言，先天劣势导致佛山的氢源总体匮乏、依赖外部输入，进而带来价格偏高等现实问题，这也是佛山氢能产业的最大短板。“我们正在做输氢管网等规划，目前基本找到解决方案，致力于解决氢源短板。未来，佛山要做最便宜的氢气。”

除了短期目标，许国认为，长远发展主要体现在“谋划”二字。为打造全国领先的氢能产业示范城市，佛山今年推进了一项“1111”战略，包括建立一个国家级氢能产业标准化创新研发平台、创建一个具有国际领先水平的研发机构、组织召开中国氢能产业大会，以及推广一千辆以上氢能公交车运营。

以此为方向，如何把氢能产业做大做强？一方面，重视科技的力量。“在刚刚开通的氢能有轨电车示范现场，我们专门竖起一块石头，刻着‘科学技术从来没有像今天这样深刻影响着国家前途命运和人民生活福祉’。这是时刻提醒大家，国家对科学技术的关注程度，已到了前所未有的高度，而氢能就是这样一项具有颠覆性的重要技术。”许国强调。

另一方面，重视人才的培育与集聚。在许国看来，氢能产业的未来竞争就在于人才。“眼见为实，认识一个人，要看其怎么说、怎么做以及做了什么。佛山已做的事情、奠定的基础，就是吸引人才的最大说服力。”

为此，佛山打造了国家技术标准创新基地（氢能）、广东省武理工氢能产业技术研究院、佛山（云浮）氢能产业与新材料发展研究院、佛山环境与能源研究院、云浮（佛山）氢能标准化创新研发中心等多个创新服务平台。正在筹建的能源科学与技术广东省实验室氢能中心，将依托新型科研平台，引进一批行业高端领军人才、高层次人才，承接产业核心技术引进吸收和自主创新等工作。

本报记者 朱妍 中国能源报 2019-12-02

德国发力“电制气”产业

本报讯 据路透社消息，11月26日，德国天然气行业组织 DVGW 称，德国将建立 5 吉瓦的“电制气”项目，利用可再生能源电解水制氢以及生物质制沼气等“绿色”燃料，为居民、工厂以及交通等领域提供“清洁能源”。根据计划，到 2050 年，德国“电制气”产业规模预计将达到 40 吉瓦。

路透社报道称，为实现德国的“去碳化”目标，今年年底前德国政府预计将出台氢能战略，大力推动电解水制氢工业以及农林废弃物制沼气产业的发展。截至目前，德国约有 40 个“电制气”试点项目，其中大多是使用富余的风电电解水制氢。其中，目前最大的“电制气”试点项目规模仅为 6 兆瓦。

在 DVGW 的年度活动上，德国最大的天然气管道商 OGE 董事会成员、DVGW 副主席 Thomas Huewener 表示，随着可再生能源不断扩张，整个产业都将发生变化，天然气管道以及储气领域都将变得更高效以及更加绿色。同时，DVGW 董事总经理 Gerald Linke 也表示，规模为 1 吉瓦的“电制气”项目预计耗资为 10 亿欧元，目前国内外企业都对此表示了兴趣。

另外，多家天然气管道运营商都在活动中指出，在天然气中混入氢气将有效降低天然气系统的碳排放量，在现有天然气供给中混入 10% 左右的氢气，将不用对现有天然气管道系统进行大的改造，即使混入 20% 左右的氢气，对天然气管道的改造成本也在可以接受的范围内。

德国天然气业界指出，在德国“弃煤”、“弃核”的战略下，天然气将成为德国能源转型的重要过渡能源，以上述方式对现有天然气工业进行改进，较完全电气化相比，将能够更快地实现“绿色转变”。

路透社分析认为，德国此前制定减碳目标称，到 2030 年德国二氧化碳排放量需较 1990 年下降 50%，到目前为止，德国仍远没有完成减排目标，德国政府需要更大力度地推动可再生能源以及其他减碳技术的发展。Thomas Huewener 表示：“为未来准备好用于交通、工业和供暖的‘绿色天然气’和氢气，是实现气候目标的最有效的方式。”

德国经济部门此前也曾公开表达过德国在氢能领域的“雄心壮志”，计划与其他欧洲国家共同建

立欧盟氢能全产业链，并为氢能相关技术提供认证。

德国经济部部长 Peter Altmaier 指出，德国政府相信氢能不仅是能源转型的重要因素，也将是德国未来工业的重要一环，为此，不论在基础研究领域还是工业实践领域，德国都需要打败其他国家，成为氢能技术的引领者。

李丽旻 中国能源报 2019-12-02

氢气应被赋予能源属性

一家公司，迄今为止已专注气体生意 140 年。氧气、氮气、氩气，甚至各种稀有气体都是这家公司的产品。这家公司就是发轫于德国的林德公司——全球最大工业气体生产和销售企业。

“饮料中的二氧化碳、食物保鲜所需要的干冰、医疗用氧气、建筑保温材料、石油炼化、煤化工、电子、冶金等众多日常生活和工业加工场景都有我们林德的身影。”日前，林德大中华区总裁方世文接受本报记者采访时介绍说。

1987 年，林德成为首家进驻中国大陆的国际气体公司，历经 30 多年“在中国”战略，林德如何定义中国市场？接下来的发展重点何在？方世文一一给出解答。

气体巨头布局氢能

带来全新业务经营模式

“中国是林德战略发展的重要板块，也是林德增长最快的市场之一，迄今为止，林德在华总计实现了逾 50 亿美元的投资额。”方世文表示，未来林德也将把氢能作为其开拓发展的重要领域，推进氢能在新能源汽车上的大规模使用。“我们对燃料电池乘用车的未来充满信心。氢燃料电池汽车作为一种真正意义上的‘零排放，无污染’载运工具，随着进一步研发与规模化，必将掀起全球汽车工业领域的一场新革命。”

“与国外的公共加氢站不同，国内的氢燃料电池车尚处于从技术示范走向商业示范的早期发展过程，因此现有的加氢站多为企业自有。”方世文表示，首先，氢燃料电池车从制氢、储氢、运氢、加氢到燃料电池技术等一系列环节的成本较高。其次，对消费者来说，与传统的燃油车相比，氢气价格并不占优势，其便利性也存在市场短板。因此目前中国的氢燃料电池车主要集中在商用领域，而对这一产业链上游环节的成本降低，林德也提出了自身的解决方案。

“作为最早从事氢气生产的企业，林德在技术上非常成熟和全面。可以结合不同地点、不同应用场景选择不同的氢气生产方式。”方世文介绍道，林德在氢气的生产、运输、存储和压缩等环节拥有领先的技术和工程力量，在氢能供应上具有高安全性、高效率和高可靠性等优势。“氢气作为特殊的气体产品，需要较强的专业运输能力。林德可以提供专业的管道运输、高压罐车运输、液氢运输等方案。此外，与传统企业使用膜压机相比，林德使用氢气离子压缩机，稳定性更高，至于加氢服务方面，目前林德已为国内提供加氢站的技术服务，以及与车辆生产厂商共同研发车载氢能系统。”

应赋予氢气能源属性

应用场景需合理

新能源行业的飞速发展给氢能产业带来了新的机遇，但目前，氢能行业又面临着高昂的储运成本和安全性等问题，限制了发展。氢能产业该如何突破瓶颈，这是燃料电池产业关注的焦点。

“与国外先进技术相比，国内加氢站的效率有待提高。例如 100 公斤氢气进入加氢站，由于各个环节造成的损耗，最后实际加注给车辆的氢气量不到 80 公斤，也就意味着实际效率不足 80%，而国外成熟的加氢站能达到的效率则远远超过 80%。因此公路运输的成本降低和加氢站效率的提高，能够使得氢能的成本进一步降低。”方世文坦言，“目前在中国，氢气仍按照危化品进行管理，氢气应被赋予其能源属性，才能使氢气在管理方面获得更大的突破空间。”

今年 6 月上海驿蓝金山加氢站投运，该加氢站由林德气体提供离子压缩机等高端技术设备，其运营后的氢气源也由林德气体通过管道提供。林德拥有 8 个型号的加氢机，目前加氢效率最高的产

品——采用离子压缩机的加氢机，压力最高可达 110 兆帕，可对采用 70 兆帕或 35 兆帕储氢罐的轿车、35 兆帕储氢罐的客车加注氢燃料。

“驿蓝应用场景很‘中国化’——每天有几十辆通勤巴士往返在市区与上海化工园区之间，需求固定。”方世文表示，类似通勤、物流等场景更适合氢燃料电池车的推广。

绿氢是未来发展方向

“氢气生产一直延续商业化的生产模式，氢气生产装置的建设和制氢领域没有补贴。针对目前社会上对氢气的热议，我认为不应该以过不过热来判定，而应该是有没有社会意义。”方世文告诉记者，目前社会批评人士认为氢气成本比较高，制氢最常用的方法是通过化石燃料，会产生污染，因此要做一个氢气的重整和转化。

“针对氢气行业的现状，我们看到利弊的同时，也关注到行业的最新进展，比如近期热议的绿氢，用可再生能源发电制氢成为一种环保可行的制取方式。”方世文预测，随着这种制氢技术的进步，不久的将来绿氢将可大规模获取，届时，氢燃料电池车的前景将更加可观。

“几乎所有行业都离不开气体。作为全球领先的综合性气体和工程公司，林德对于气体在不同行业的应用技术也不断进行创新和拓展，例如在燃烧、食品、激光等领域。我们希望以‘气体行家’的身份为中国发展持续贡献自己的力量。”方世文补充说。

本报记者 王海霞 路郑 中国能源报 2019-12-02

氢能产业明年有望步入商业化阶段

核心阅读

当前，我国氢能产业发展形势火爆，大量资本和人才快速汇聚，创新和应用成果此起彼伏，但鉴于氢能缺乏国家层面顶层设计，定位和方向尚不完全明确，业内呼吁，将氢能产业提升为国家战略，明确氢能可在能源体系中的定位，制定系统的氢能发展规划，有序开展基础设施建设。

“2019 年是中国氢能产业发展的关键一年，总体上看，我国氢能技术正逐步获得验证，尤其是燃料电池汽车已经进入市场化示范阶段，预计 2020 年前后将进入产业化和商业化发展阶段。”与会专家在近日举办的“第五届中国能源发展与创新论坛”上的一致看好氢能产业化前景。

氢能技术不再是瓶颈

“2019 年是中国氢能产业发展的关键一年。”中化石油勘探开发有限公司新能源事业部总经理肖芳锋指出，在新能源汽车国家规划中，氢燃料电池车与电动车是两条并行的路线，各有优势。与电动车相比，氢燃料电池车在续航里程、加注时间、低温性能、可回收等方面具有优势。

“经过大量运营实践（大规模、长距离），燃料电池车技术路线在世界范围内得到充分验证，形成完整的产业链闭环，开始逐步进入商业化阶段。‘十四五’期间，产业链将全面发展，实现燃料电池大规模应用。”肖芳锋说。

数据显示，全球有超过 1.8 万辆氢燃料汽车在上路运营，此外有 2.8 万辆燃料叉车在运营；国内氢燃料汽车超过 4000 辆车，行驶里程超过 1400 万公里，燃料电池车技术路线得到了广泛认可，国内产业链正趋于完善。

国家电投集团氢能科技发展有限公司董事长李连荣透露，2019 年底，国家电投研发的 100kW 燃料电池及系统完成实验室测试，具备上车条件。2020 年上半年，国家电投将完成膜电极、双极板和电堆自动组装中试线建设，具备小批量生产能力。2020 年底，完成上车测试，电池中试定型，进入批量生产阶段。未来将通过自主化与规模化，大幅降低成本，并促进更大规模的应用。

商业风险正全面降低

如今，氢能广受各方关注。国家明确氢燃料电池车补贴较长时期内不退坡，36 个城市已出台氢能发展规划，更多的城市也正在谋划发展氢能产业。今年 9 月，中共中央、国务院印发的《交通强国建设纲要》明确指出，加强加氢等设施建设。

业内普遍认为,在上述政策“加持”下,我国氢能产业及装备在国产化加速推进的同时,还有利于降低氢能项目的商业风险。

“如今,膜电极、催化剂、双极板等部件均实现了国产化覆盖,进一步打开了降本空间。制氢、储运、加氢等环节正积极推进国产化,并由公交领域转向物流领域这一更大市场。”肖芳锋表示,氢燃料电池依托国产化和技术进步,叠加初步产业化,带来成本大幅下降,年均下降幅度超过30%。“当燃料电池发动机系统从年产1千套增长到年产1万套时,成本可下降约65%,初步具备与锂电的竞争性,当年产达到10万套时,初步具备与燃油车的竞争性。”肖芳锋说。

氢燃料电池的规模化带来成本下降,2016-2018年期间,氢燃料电池成本每年下降约30%,氢能商业模式与盈利能力正在获得认可。截至2019年8月,全国各地共有29个氢能产业园区,全国已公开的氢能项目投资规划超过2500亿元。以国内唯一一家批量出口的膜电极企业——深圳市氢雄燃料电池有限公司为例,旗下的雄韬氢雄武汉和大同的氢能产业园,燃料电池发动机系统年产能均可达1万套。

截至目前,中石化、中石油、中化集团、宝武集团、国家电网、国家能源集团、华能集团、国家电投集团、三峡集团、东方电气集团、中核集团、中广核集团等央企涉及氢能业务布局。此外,北京亿华通科技股份有限公司、广东国鸿氢能科技有限公司等企业正准备科创板上市。

立足全局谋划长远

当前,我国氢能产业发展形势火爆,大量的资本和人才快速汇聚,创新和应用成果此起彼伏。不过,不容忽视的是行业起步较晚,面临技术性能指标有待提升、基础设施配套滞后、行业标准法律法规不完善,行业秩序未建立等诸多问题。

鉴于氢能缺乏国家层面顶层设计,定位和方向尚不完全明确,业内人士呼吁,将氢能产业提升为国家战略,明确氢能在能源体系中的定位,制定我国氢能发展规划,明确产业布局和发展路径,制定氢能基础设施建设规划,有序开展基础设施建设。

李连荣认为,推进氢能技术进步、推动我国氢能经济的健康有序发展,当前的重要任务是打造中国的氢能技术研发体系,形成中国的氢能产业链,催生中国氢能经济的规模发展。他建议,将氢能管理逐渐的从危化品中分离出来,纳入到能源体系进行管理,便于氢能应用,明确加氢站等审批流程,促进基础设施建设,加强氢安全技术研究,形成覆盖全产业链的标准体系。

中国石油化工股份有限公司新兴业务研究与规划专家邢璐对此表示认同。她指出,我国氢能产业链诸多环节和国际领先水平相比仍存在不同程度的差距,关键材料和核心技术尚未实现自主研发。例如,燃料电池核心的质子交换膜、铂催化剂、金属双极板基本依赖进口,大功率电堆尚未实现国产化;在车用氢燃料电池关键部件的衰减机制、储氢压力-材料-效率-成本平衡等基础研究方面仍然薄弱。

“氢能产业是一个系统工程,横跨能源、材料、装备制造等多个领域,能有效带动传统产业转型升级并催生新产业链,对促进经济新旧动能转换具有重要意义,需要立足全局,谋划长远。”邢璐说。

本报记者 苏南 中国能源报 2019-12-02

换个“膜” 燃料电池汽车能跑得更远

新知

燃料电池汽车作为一种新能源电动车,只需要一两分钟即可加满燃料,核心组件就是燃料电池,其中质子传导膜的导电性在很大程度上影响着燃料电池的能量转化效率。近日,天津大学化工学院教授张生与英国曼彻斯特大学诺贝尔物理奖得主安德烈·海姆爵士等人合作,证实了石墨烯、氮化硼等二维材料具有质子传导性,并进一步发现,自然界中广泛存在的云母用于燃料电池的高温质子交换膜比目前商用膜性能更优,更加节能环保。这两项研究成果近期发表在《自然·纳米》与《自然·通讯》上。

寻找更薄的“膜”提高续航里程

据悉，与目前常见的家用锂离子电动汽车相比，燃料电池汽车省去了漫长的充电时间，只需要一两分钟即可加满燃料。同时燃料电池汽车不经历热机过程，不受热力循环限制，能量转换效率极高，续航更长，而燃料电池发电过程的产物只有水，更加环保，因此燃料电池汽车成为了未来汽车的主要发展方向之一。

燃料电池的工作原理是阳极燃料氢气失去电子成为质子，而后穿过质子交换膜到达阴极与氧气、电子结合生成水，质子在电池内部传输与外电路的电子构成电流回路，因此质子传导性能对于燃料电池能量转化效率非常关键。目前商用全氟磺酸质子传导膜厚度至少在 5 微米以上，需要在 100℃ 以下处于水合状态才能发挥作用，此时对氢气的纯度要求较高。若开发出 100℃ 以上可以高效传导质子的膜材料，将有助于提高燃料电池效率，降低对氢气纯度的要求，简化水管理系统，达到降低成本、减少污染的目的，对燃料电池汽车的商业发展具有重要意义。

“寻找高效的高温质子传导膜材料并不容易。”张生介绍说，“这种材料不仅要求薄，而且在允许质子高速通过的同时，还得阻挡氢气的渗透。因为氢气的渗透会产生副反应，降低电池输出电压，影响燃料电池的整体反应效率。同时它还需具备耐高温的特性。”

石墨烯等二维材料是理想材料

张生首先与合作者制备了微米级的单层石墨烯、氮化硼薄膜，厚度约为 0.3 纳米（1 纳米等于 0.001 微米），将该薄膜两侧分别放置于不同浓度的盐酸溶液中，由于浓差梯度的存在，浓度高的一侧的离子会向浓度低的一侧扩散，离子的运动形成了电流。

他们根据理论计算出具有六边网格结构的石墨烯和氮化硼等二维材料由于其特殊的物理结构，只允许直径小于 10 皮米（1 皮米等于千分之一纳米）的粒子通过。盐酸由氢离子和氯离子组成，质子半径约为 0.001 皮米，氯离子半径约为 180 皮米，所以只有较小的质子才能通过该薄膜。由此证明，该实验中通过二维薄膜的电流全部是由质子传导产生的，而体积稍大的氯离子则完全没有贡献。张生表示：“通过这个实验证明，石墨烯与氮化硼二维材料只允许质子通过，能阻挡其他离子与分子，包括氢气的通过，满足了燃料电池质子传导膜材料的要求。”但他也坦言，石墨烯和氮化硼虽然比商业质子传导膜更薄（相差一万倍），但由于结构过于致密，导致质子传导阻力大于商业膜，能量转化效率并没有提高，不适宜做商业化推广。

云母膜比石墨烯更具应用前景

在证实石墨烯等二维材料可以作为质子传导材料的基础上，张生和合作者们经过两年的积极探索发现另一种二维材料云母比石墨烯在燃料电池领域更具应用前景。

“云母是一种在地壳中储量极其丰富且价格十分低廉的矿物，其主体由像海绵一样的铝硅酸盐层组成，钾离子则像水一样在其中的孔隙中大量存在。”张生介绍说，由于离子交换反应，钾离子可以很容易地与质子进行交换。因为钾离子半径约为 100 皮米，而质子半径约为 0.001 皮米，体积要小得多，因此质子可以很好地在钾离子所在的孔隙中进行传输。

研究发现，离子交换处理后的云母膜，质子传导率得到极大提高，且使用温度可以从 100℃ 延伸到 500℃，极具应用前景。张生介绍说：“我们发现离子交换反应后的云母膜质子传导率提高了 100 倍。同时云母膜热稳定性更高，且储量丰富、价格低廉。”研究还发现在 150℃ 的温度下，云母膜质子传导率超过了目前商业化要求的两倍，应用于燃料电池后，汽车的行驶里程将会有很大提高。

目前张生正带领研究团队制备大尺度云母薄膜，利用其高效的质子传导性和优良的耐热性，对现有燃料电池技术进行改良，推动燃料电池汽车的发展。除了燃料电池之外，张生还计划将上述质子传导膜材料用于太阳能光解水、海洋蓝色能源提取，以及二氧化碳电化学转化成甲酸、乙醇、乙烯等化工原料的众多清洁能源技术。

陈曦 张华 科技日报 2019-12-02

亿华通全新 YHTG60SS 首发 开启国产氢燃料电池发动机新时代

中国能源报-12月7日，在北京市人民政府、国务院发展研究中心主办的2019全球能源转型高层论坛上，亿华通自主新品YHTG60SS正式首发，开启国产氢燃料电池发动机新时代，为氢能产业发展及能源转型提供更优解决方案。

在世界能源转型大语境下，减碳加氢是人类社会能源利用方式演变的必由之路，氢能凭借其清洁、高效、可持续性等特点，以及在工业、建筑、交通、电力等多领域、大纵深应用优势，成为构建未来多元化清洁能源供给系统的重要载体，氢能的开发与利用成为新一轮世界能源技术变革的重要方向。

氢燃料电池发动机是实现氢能应用重要载体，广泛应用于交通、分布式发电、移动电源、热电联供等众多领域，尤其是大规模消纳风光电等可再生能源，实现电网、气网互联互通的重要手段，被认为是同时解决能源资源危机和环境危机的最佳途径。在交通领域，推进氢能与燃料电池汽车技术进步，则成为产业未来发展的战略制高点。

此次发布的YHTG60SS实现氢燃料电池技术跨越式突破，核心零部件首次100%国产化，功率密度突破500W/kg，并同比降本30%。产品轻量化、智能化进一步提升，具备更强高海拔及高低温环境适应能力，动态响应时间大幅缩短，广泛适用于团体客车、物流车、公交车等车型，为推动交通能源转型、激发氢能产业活力、构建清洁低碳能源体系奠定坚实基础。

别凡 中国能源报-中国能源网 2019-12-09

氢能发展获政策支持 提前布局燃料电池控制领域

日前，工信部装备工业司发布《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》（征求意见稿），并公开征求各方意见，截止时间为12月9日，其中提到了有序推进氢燃料供给体系建设、推进加氢基础设施建设、支持有条件的地区开展燃料电池汽车商业化示范运行等要求。

均胜电子近年来致力于研究燃料电池控制系统、双向车载充电和高低压电源转换系统等领域的革新技术，并取得了一定的成果。公司旗下宁波普瑞均胜汽车电子有限公司常务副总经理、浙江省汽车电子智能化重点实验室主任姜钊对《证券日报》记者表示：“均胜电子未来将通过整合国内外先进的研发和生产资源，以燃料电池控制系统为突破口直接切入氢能和燃料电池产业中，进一步助推燃料电池控制系统技术的规模化应用。”

氢能及燃料电池技术发展提速

氢能及燃料电池技术目前正成为全球能源技术发展的重要方向和各国未来能源战略重要组成部分。相关业内人士对《证券日报》记者分析：“燃料电池技术是实现氢能发展愿景的关键突破口，燃料电池汽车也必将会成为其中最为重要的一环。”

今年的《政府工作报告》中明确指出要推动充电和加氢等基础设施建设，积极探索先进制氢储氢用氢的商业化路径。各地政府也积极响应出台政策，在长三角、京津冀和珠三角等地已呈现出多个氢能与燃料电池示范区域。

“国内氢能资源丰富可有力支撑燃料电池汽车的规模化发展，经过近几年的新能源汽车推广，政府和企业也积累了足够丰富的经验，并且我国还具有明显的体制优势，在庞大的汽车市场容量下，易于率先形成规模效应进而引领全球燃料电池汽车的发展。”前述分析人士如是说道。

“政策与技术将助推我国燃料电池汽车高速发展。”安信证券研究员周泰认为，“国家补贴政策给予燃料电池车高补贴且2020年前不退坡，‘十城千辆’等政策明确了燃料电池车广阔的发展空间，同时国外技术的不断突破，让我们看到了氢燃料电池成本下降路径。”

据《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预计，到2050年，中国氢能源比例将达到10%，相关产业产值将达12万亿元。

提前布局燃料电池控制领域

均胜电子浙江省汽车电子智能化重点实验室近期荣获首批浙商企业省级重点实验室，该实验室的主要研究方向即为燃料电池控制系统、双向车载充电和高低压电源转换系统以及高效人机交互系统等。

公司相关负责人向《证券日报》记者介绍：“这些技术是未来汽车车载电源、动力系统以及出行服务领域的重要革新技术，其应用包括氢燃料电池汽车、自动驾驶新型智能安全座舱系统等。”

目前，均胜电子在上述领域的相关产品已成功为宝马、大众、戴姆勒、法拉利、保时捷、吉利、奇瑞等整车企业实现批量供应。据公司 2019 年半年报显示，公司 E-mobility 业务量约 131 亿元。

“尤其是在燃料电池控制领域和高低压电源转换模块方面，公司提前布局，针对燃料电池控制系统的特点，充分发挥企业在电池管理系统和低压转高压电源控制方面的研发和生产优势，积极进行技术升级，实现了包括动力电池、燃料电池在内的车载电源控制系统方向全覆盖。”公司相关负责人如是说道。

姜钊表示：“未来，均胜电子将通过整合国内外先进的研发和生产资源，以燃料电池控制系统为突破口直接切入氢能和燃料电池产业中，主要产品将包括满足功能安全和符合汽车行业标准的燃料电池控制系统硬件、符合 AUTOSAR 标准的底层软件和应用层控制软件以及关键算法，以及高效率、轻量化、高功率密度、低成本的车载充电和电源转换系统解决方案，进一步助推燃料电池控制系统技术的规模化应用。”

吴奕萱 证券日报 2019-12-10

固体氧化物燃料电池技术破冰 产业链却亟待完善

固体氧化物燃料电池（SOFC）是一种效率高、燃料范围广的电化学发电技术，目前处于商业化初期。

历经 15 年潜心研发，潮州三环（集团）股份有限公司（以下简称三环）研究院突破了 SOFC 关键核心技术，关键部件的年出口额已超 2 亿元。不久前，由其牵头承担的国家重点研发计划“固体氧化物燃料电池电堆工程化开发”项目正式启动实施。

“这是我市首个国家重点研发计划项目，也是推进我市产业结构转型升级的一个重要工程。”广东省潮州市委常委、常务副市长张传胜表示，这是三环的又一重大创新举措，也是潮州科技发展的一大亮点。

国内起步不晚，却难以商业化

“SOFC 电转化效率高达 65%以上，而传统火力发电平均仅约 30%；且燃料来源广泛、绿色环保，被公认为是下一代清洁能源的首选。”研究院副院长陈烁烁介绍说，“SOFC 可在数据中心、医院、机场等分布式能源领域应用，未来在绿色电网还能起到稳定风能、太阳能带来的电网波动的互补作用。”

发达国家普遍把 SOFC 作为一种战略储备技术。燃料电池产业作为我国战略性新兴产业之一，在这场全球化的 SOFC 技术赛跑中，我国起步并不晚。

从上世纪 90 年代开始，我国一些高校、科研院所就参与到 SOFC 技术的研发中，积累了丰富的科研成果。且随着技术成熟度逐步提高，越来越多的国内企业也参与进来。

可是，由于研发难度高，投入大，该技术迟迟难以商业化。“SOFC 发展需要解决性能、寿命、成本和可靠性的核心关键问题。”陈烁烁说。作为一家专注先进材料研发和生产的企业，三环从 2004 年就开始着手 SOFC 相关技术的研发、量产工作。但研发之路并不平坦。

近几年，广东更加注重科技创新支撑高质量发展，通过培育壮大高新技术企业、科技型中小企业等各类创新主体，大力支持企业建设研发机构，锻造广东创新创业的筋骨。

得益于此，三环组建了研究院和技术委员会。研究院在 SOFC 技术研发中起到关键作用。

开发燃料电池，“燃烧”了 15 个年华

“首先要解决的技术是隔膜片。”陈烁烁介绍，燃料电池工作时，高温之下，燃气只要跟空气一接触就会剧烈燃烧而烧毁。“关键需要一层电解质隔膜片将正负极分开，阻挡燃料与空气的直接接触，又能导电。如果隔膜片做得厚，内电阻高，则无法通过大电流；做得薄，又容易漏气。隔膜片的质量影响整个系统的可靠性。”

凭借过硬的技术积淀，研究院研发出的电解质隔膜片电导率和材料密度，均接近理论值。

随之而来的还有单电池开发。“单电池性能决定整个产品性能。为了测试稳定性，一个测试至少要 5000 小时，测试任务太多，相关的老化测试设备摆满了一间 400 平方米的大屋子。”陈烁烁打趣道，“这些单电池烧的不只是天然气，还‘燃烧’了 15 个团队的年华。”

从原材料到制作工艺的每一个步骤，研究人员反复测试，最终“拿下”所有技术难题。

“名片大小的电池片堆在一起，形成电堆。这是燃料电池最为核心的部分。”陈烁烁说，到 2016 年，研究人员已开发出 1.5 千瓦标准电堆，可通过简单串并联方式，组装成更大功率的电堆或模组。电堆发电效率 68% 以上，预计寿命可达到 5 年。

“固体氧化物隔膜片现已大量出口，因为技术牢牢掌握在自己手里。”陈烁烁不无自豪，目前，三环已成为全球最大的 SOFC 电解质隔膜供应商、欧洲市场上最大的 SOFC 单电池供应商。

吸引更多主体，整合资源谋发展

尽管 SOFC 技术已在国外市场推出并实现产业化，但我国由于缺少政策扶持、产业链尚未整合等原因，SOFC 推广应用还有待进一步开发。

在陈烁烁看来，国内 SOFC 技术开发的起步不算晚，但产业上明显落后于世界先进水平，归根到底是没把资源整合好。

“SOFC 的发展离不开相关配套产业，包括化工、热工与电气等领域的共同参与。”他指出，到目前为止，国内尚未有企业大手笔投入到 SOFC 系统整合和产业化工作；高校院所拥有技术，但没有工程化和产业化的能力。

“固体氧化物燃料电池电堆工程化开发”项目启动，让陈烁烁大受鼓舞。“该项目的目标是解决 SOFC 单电池和电堆的一致性和寿命等技术难题，形成 SOFC 单电池和电堆工程化技术，实现批量生产。”他希望，在此项目带动下，能吸引到更多的市场主体，参与 SOFC 系统集成开发，补齐我国产业链的空缺，共同推动 SOFC 的发展。

科技日报 2019-12-11

核能

我国新一代“人造太阳” 预计明年投入运行

新华社电 第一届中国磁约束聚变能大会 11 月 26 日在四川乐山举行。据了解，我国新一代可控核聚变研究装置“中国环流器二号 M”目前建设顺利，预计 2020 年投入运行，开展相关科学实验。

核聚变产生能量的原理与太阳发光发热相似，因此在地球上以探索清洁能源为目的的可控核聚变研究装置又被称为“人造太阳”。

“中国环流器二号 M”是我国新一代的可控核聚变研究装置，位于四川成都，由中核集团核工业西南物理研究院承建，是开展聚变堆核心技术研究的关键平台。该装置以氢、氦气体为“燃料”，通过将其注入装置并击穿、“打碎”产生近堆芯级别的等离子体，来模拟核聚变反应。今年 6 月，伴随着主机线圈系统的交付，其全面工程安装拉开序幕。

“目前工程安装进展顺利，预计 2020 年‘中国环流器二号 M’就可以投入运行，开展相关科学实验。”中核集团核工业西南物理研究院院长段旭如说。

据介绍，与国内同类装置相比，“中国环流器二号 M”装置采用了更先进的结构与控制方式，等

离子体温度将有望超过 2 亿摄氏度，该装置将为我国参与国际热核聚变实验堆（ITER）相关实验与运行，以及未来自主设计建造聚变堆提供重要技术支撑。

李华梁 中国能源报 2019-12-02

我国商用核能供热今冬“首秀”

目前先进煤电机组的热效率可达到 45%左右，核电机组不到 40%，但这恰好证明核电有更多的余热可以被利用起来，能源综合利用潜力更大。

海阳核能供热项目的建设遵循着一套原则和目标，即居民采暖价格不增加、政府财政负担不增长、热力公司利益不受损、核电企业经营做贡献、生态环保效益大提升。

11 月 27 日，山东海阳核电厂核能供热一期项目第一阶段在运行两周时间后，正式被国家能源局列为“国家能源核能供热商用示范工程”。

海阳核电 1、2 号机组相继于 2018 年底和今年年初投运。在保证机组安全稳定运行的同时，国家电投依托海阳核电项目开展核能供热试点，11 月 15 日，核能供热首期项目第一阶段正式投运，供热面积达到 70 万平方米，在我国首次让核能“温度”走进居民家中。

首次实现核电商业化供热

海阳核能供热项目投运之前，我国尚未有大型商用核电机组商业供热的先例。海阳核电何以首开先河？

“有观点认为核能供热缺乏经济性，实际上我们经过测算发现，我们实行的热电联产的方式与一般的燃煤发电机组在经济性上完全是可以持平的。”山东核电党委书记、董事长吴放告诉记者，“目前先进煤电机组的热效率可达到 45%左右，核电机组不到 40%，但这恰好证明核电有更多的余热可以被利用起来，能源综合利用潜力更大。”

在吴放看来，核能供热项目得以推进的关键，在于长距离供热相关技术的突破与用热需求的叠加。

“核电厂址大多远离城市中心数十公里，长距离供热管网投资及热损失才是真正制约核能供热项目经济性的关键。”吴放指出，随着近年来相关材料、工艺的不断发展，长距离供热的可行性正快速提升，使核能供热成为可能。“目前 100 公里以内的供热距离，现有技术都可以保证较高的经济性和热效率。”

“海阳核能供热项目的建设遵循着一套原则和目标，即居民采暖价格不增加、政府财政负担不增长、热力公司利益不受损、核电企业经营做贡献、生态环保效益大提升。”吴放说。

技术成熟产热增效

海阳核能供热项目填补了我国在这一领域的空白，而核能供热技术本身已在其他国家经受过实践的检验。据了解，在北欧、俄罗斯等地区，核能供热目前已有超过 1000 堆·年的运行经验，技术原理十分成熟。

据山东核电设计管理处热力系统工程师张真介绍，核能供热的原理是将核电二回路中用来发电的蒸汽抽出一部分，并对三回路进行加热，三回路的水再由热网循环水泵送往热力公司，而热力公司至居民用户段较原来没有改变。

“多道隔离、压差设计等，保障了整个热量传输过程的安全。多个回路间只存在热量交换，介质不会发生掺混。”张真强调，核能供热项目不会对居民用户造成辐射等危害。“不仅如此，我们还在出厂前设置了辐射监测装置，进一步保证项目安全可靠。”

根据规划，海阳核能供热项目的供热能力未来将随着改造工程推进、新机组投产等进一步增强，在为更多居民送去清洁热能的同时，海阳核电自身也将受益于供热，减少冷端损失并提升机组效率。“测算显示，当供热面积达到 450 万平方米，机组热效率将由现在的 36.69%提升至 39.94%，电厂整体运行的经济性和效率将得以提高。”张真称。

探路核能综合清洁利用

走进海阳丰源热力公司临港核能供热首站，记者看到一台表面漆黑、反射着光亮的燃煤锅炉。“正是海阳核能供热项目的推进，让这台 65 吨的燃煤供热锅炉实现‘退役’。”丰源热力相关负责人告诉记者。

为将核电站的暖流送入千家万户，丰源热力共计投入 3500 余万元，敷设约 5 公里 DN700 管线，并建设临港核能供热首站。70 万平方米的供热能力覆盖海阳市临港、度假区和核电产业园居民和公建用热，每年可节约 2.32 万吨标煤，减排 222 吨烟尘、382 吨二氧化硫、362 吨氮氧化物以及 6 万吨二氧化碳，相当于减少约 5 台 10 吨的燃煤锅炉，对节能减排、改善环境作用显著。

“我们现在最期待的，就是让整个海阳市都可以用上核能供热。”一位丰源热力员工说道。据了解，到 2021 年，海阳核能供热项目将为海阳城区提供 450 万平方米的供热能力。海阳项目规划建设 6 台机组，并预留两台备用场地，远期来看，若 8 台机组全部投运，将为青岛、烟台、威海地区提供 2 亿平方米的供热能力。

核电项目规划的逐步落实，也为山东发展核能综合利用提供了更大的空间。清华大学教授夏建军提出：“我国北方地区城市供暖与用水需求之间存在地理上的相关性。未来各核电项目落地后，山东若合理利用区域内核电余热，发展海水淡化与水热同送，可同时满足胶东半岛城市水、热需求，具有巨大的节水、节能、减排效益。”

“核能供热示范工程不仅为山东能源结构调整提供了新思路，更为北方地区清洁供热贡献了‘山东方案’。”山东省副省长凌文表示，“下一步，山东省将全力推动《胶东半岛核能清洁供热合作框架协议》的落实，加快将核能供热扩展到青、烟、威地区，坚持把核能综合利用作为新旧动能转换的重要突破口和动力源，不断探索创新引领发展的新思路。”

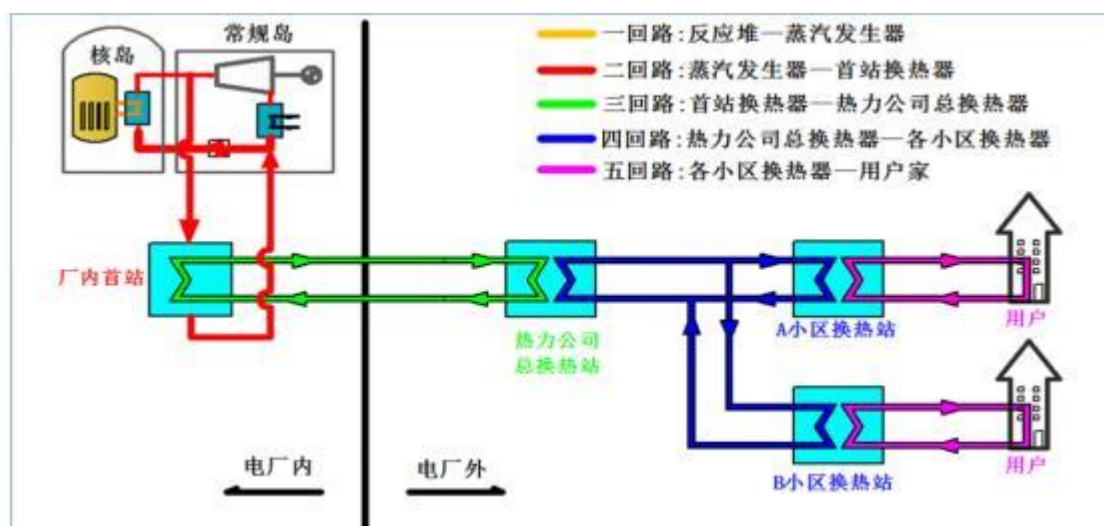
本报记者 卢彬 中国能源报 2019-12-02

首例核能供热项目投运 国家电投开辟核能综合利用新纪元

近日，国家电投山东核电传来喜讯，首例核能供热项目在山东海阳投入运营，70 万平米居民和公共建筑用上清洁能源，告别烧煤取暖的历史，开辟了核能综合利用的新纪元。



山东海阳核能供热项目，因此被国家能源局命名为“国家能源核能供热商用示范工程”；山东海阳市被山东省能源局命名为“核能综合开发利用示范城市”。



核能供热，简而言之，就是从核电机组中抽取高温高压蒸汽作为热源，采用多级换热技术，借助换热站实现水汽换热、水水换热，通过一共五个回路的运行，最后通过市政供热管网将热量传递给用户。

据介绍，这次投入运行的海阳核能供热项目，覆盖面积 70 万平米，涵盖海阳当地 30 多个小区、7000 余户居民，以及部分公共建筑。项目于 2019 年 11 月 15 日供热至今，各项指标达到要求，系统设备运行正常，居民对核能供热满意度很高，热力公司原有的 65 吨燃煤锅炉已经停止运行，并转为核能供热首站，向用户供热。

核能清洁供热，一头连着百姓温暖过冬，一头连着蓝天白云。据测算，每 100 万平米核能供热，每年可节约 3.3 万吨标煤，减排 318 吨烟尘、546 吨二氧化硫、517 吨氮氧化物及 10 万吨二氧化碳，相当于减少 15 个 10 吨的供热小锅炉，能够有力减少雾霾，让天更蓝、水更清、空气更清新，对于改善环境作用显著；项目的正式投运，为我国北方地区冬季清洁供热，提供了全新的解决方案。

整个项目，国家电投海阳核电和海阳当地热力公司按照“居民采暖价格不增加、政府财政负担不增长、热力公司利益不受损、核电企业经营做贡献、生态环保效益大提升”的原则稳步推进，不但提高了热效率，还为民生提供了必要的保障，在多个方面具有示范意义，为因地制宜、科学发展，解决民生问题的贡献了优秀方案。项目实施以来，引起了国内同行的密切关注，并已有核电企业在积极跟进，开展相关工作。

未来，项目将按照建设进度、市场供热需求，逐步扩大供热能力和供热范围：一期 70 万平米核能供热目标，现已实现；2021 年目标 450 万平米；2023 年目标 3000 万平米；随着海阳核电后续机组建成投产，规划最终提供超过 2 亿平方米供热能力，供热半径达到 100 公里，覆盖青烟威地区，为胶东半岛冬季清洁供热，提供全新的解决方案。

对于国家电投海阳核能供热项目的正式投运，国家能源局副局长刘宝华评价说：“这是落实国家能源安全新战略的崭新实践，是贯彻中央新发展理念的成功案例，开启我国核电项目多元运用的新局面，是核能综合应用领域的一次开创性成果，具有里程碑式的重大意义”。

国家电投钱智民董事长表示，绿色发展是国家电投未来发展的主基调，建设具有全球竞争力的世界一流清洁能源企业，是国家电投的发展目标。核能是国家电投的重要产业版图，也是实现发展目标的重要支撑。未来，国家电投将继续坚决贯彻落实党中央决策部署，在“四个革命、一个合作”能源安全新战略的指导下，加快科学高效综合利用核能的各项研究，拓展核能综合利用领域，积极推进远距离核能供热技术研究，加强海水淡化、核能制氢等核能综合利用拓展和多能高效互补项目开发，探索更多、更先进的核能技术，打通低碳、环保、高效、互补的清洁能源链条，为我国实现新旧动能转换，推动我国核能产业跨越式发展、国家经济可持续健康发展和百姓民生福祉，做出新的贡献。

据山东核电党委书记、董事长吴放介绍，中国首例核能供热项目的“孵化器”——山东核电，由国家电投控股，规划建设6台机组，并留有2台扩建场地。项目全面建成后，总装机容量可达1000万千瓦，年发电量超过800亿度，相当于全省年社会用电量的13%，满足8000万居民全年用电需求，每年可减少原煤消耗4800万吨，减排二氧化碳约6850万吨，减排效益相当于再造16个泰山国家森林公园，减排效益惊人。

新华网 2019-12-02

核电余热“水到”，清洁供暖“渠成”

核能供热从核电机组二回路抽取蒸汽作为热源，通过厂内换热首站、厂外供热企业换热站进行多级换热，最后经市政供热管网将热量传递至最终用户。

寒冬已至，全国多地已供暖半月有余。与往年不同，今年供暖有了“新花样”——核能供热。

核能供热，在北欧、俄罗斯等地已有逾40年成熟运行经验，核能热电联供的压水堆机组累计安全运行1000堆年；而在国内，核能供热也酝酿多年，并得到国家相关部门积极支持，却一直未有实质性突破。

近日，“国家能源核能供热商用示范工程”在海阳核电站揭牌，开启了我国核电多元应用的新局面，具有里程碑式的重大意义。

科技日报记者就核能供热落地时机、安全性以及技术经济性等诸多公众关注的问题采访了多位相关人士。

水到渠成 技术进步带来供热半径扩大

“这是一件水到渠成的事情。”山东核电董事长吴放如此评价核能供热在酝酿多年之后、于今年采暖季适时到来。

一方面是技术进步带来的供热半径扩大。

2011年9月1日起实施的最新版《核动力厂环境辐射防护规定》明确规定，有常住居民的非居住区边界离反应堆距离不得小于500米；规划限制区范围内不应有1万人以上的乡镇，厂址半径10千米范围内不应有10万人以上的城镇。

这道红线划定了核能供热所能及的最短半径。据吴放介绍，受保温技术、材料等限制，以往供热距离不可能太远，超过10千米通常就不具有可靠性；而随着技术进步，长距离输热变得越来越可行，目前国内已有不少成功案例，如古交长输（超过40千米）、荏平长输（67千米）等。已在规划建设的一些长距离输热项目可达70千米。

“核能远距离输热在技术上不存在限制条件。”吴放表示，结合大温差技术、吸收式热泵技术、保温材料选型优化、中继泵站等新技术应用，输热距离最远可突破100千米。而海阳核电站距离烟台、威海、青岛正好各在100千米左右，所以供热半径可以覆盖烟、青、威等。

他透露，此次供热面积为70万平方米；未来海阳核电站1、2号机组改造之后，单台机组2023年具备最大供热能力3000万平方米，按两台机组互为备用计算，规划2023年实现供热范围覆盖厂址周边60千米、面积3000万平方米。

应运而生 核电余热代煤顺理成章

另一方面，是绿色低碳的发展大势使然。

以往，核电站余热利用，仅限于厂址内自用。记者到访过的位于北方采暖区的已有核电站，如辽宁红沿河核电站、徐大堡核电站、江苏田湾核电站，包括去年1、2号机组投运的海阳核电站，核电余热供厂内冬季采暖，早已不是什么新鲜事。

“说到底，火电厂的热效率是有一定限制的，不可能达到100%。”山东核电设计管理处工程师张真解释，“目前煤电机组热效率已经提高到50%以上，核电则不到40%。这就意味着，有大量余热产生，‘你用或不用，它就在那里’。”

长期以来，雾霾几乎已成北方地区采暖季的“标配”，令人厌烦而又无奈。在近年“煤改电”“煤改气”的努力显现成效之后，人们将燃煤采暖的替代热源投向同样清洁的核电是顺理成章的。

“再经保温技术和装备加持，延伸了供热覆盖范围，核能供热就此应运而生。”吴放如是说。

安全无虞 只有热交换没有水接触

常见的煤电厂晾水塔、核电站排水口，就是余热的出口。而核电站排水口仅仅是用水将余热排出，水是在密闭的管道中运移，所以只有热交换、没有水接触，不会产生辐射。更值得注意的是，由于核电站排水口温度略高于海水常温，冬季会有很多鱼类在附近聚集。

核能供热的安全性，其实从前述核电厂自用余热采暖就可以得到旁证——他们自己最清楚这不是安全的。

对于这一公众最为关心的问题，吴放从技术层面作答：“核能供热是在现有机组发电基础上进行的局部技术改造。发电还是主业，供热只是副产品。”

核能供热是从核电机组二回路抽取蒸汽作为热源，通过厂内换热首站、厂外供热企业换热站进行多级换热，最后经市政供热管网将热量传递至最终用户。整个过程中，其实只发生了蒸汽加热水和水加热水两大步骤，核电站与供热用户之间设置了五道回路进行隔离。每个回路之间只有热量的交换，没有水的接触，更不会有任何放射性。用户暖气管道中热水也只在小区内封闭循环，与核电厂层层隔离、十分安全。

此外，电厂内还设有多个监测手段，可以发现任何细微的异常。所以核能供热绝对可靠、安全无虞。

多方共赢 经济性堪比大型煤电热电联产

“我们经过测算，核电厂热电联产在经济性上可以和大型燃煤电厂热电联产持平。”吴放用“居民用暖价格不增加、政府财政负担不增长、热力公司利益不受损、核电企业经营作贡献、生态环保效益大提升”来概括示范工程。

记者在当地的丰源热力公司“核能供热首站”看到，原用的 65 吨燃煤锅炉已经停止运行。丰源热力董事长赵新称，以往燃煤锅炉供热产生噪音大，所需操作人员也多。现在换热站内可以做到无人值守，节省了人工成本。

赵新表示，示范工程首期实现 70 万平方米核能供暖后，最直观的效果就是凤城国家旅游度假区周边的丰源热力烟囱不冒烟了。未来若能实现 2 亿平方米核能供暖，每年就可以减少燃煤 660 万吨，减排二氧化碳约 2000 万吨、氮氧化物 10.3 万吨。

这样的“多方共赢”如何达成？吴放分析，核电厂传统上单纯发电，热能利用效率相对较低，核能综合利用，反而能提高核电厂热效率。他测算，未来如果供热面积扩大到周边 450 万平方米区域，海阳核电站的热效率可以从现有的 36.69% 提高到 39.94%。

国家电投董事长钱智民则认为，应以核能为基础，通过核能发电、核能供热、海水淡化、电储能和光储一体、氢能等多能互补、联合高效运行，实现核电向核能拓展、单一核能向多能综合利用拓展。

科技日报 2019-12-05

再创新高！海南昌江核电年发电量突破 90 亿千瓦时

2019 年 12 月 4 日 9 时 38 分，海南昌江核电项目运行机组年发电量突破 90 亿千瓦时，再创项目商运以来年发电量最高纪录。

据悉，该项目一期工程双机组商运以来始终连续稳定运行，截至 2019 年 11 月底，累计发电量已超过 300 亿千瓦时。当前，海南核电发电量约占海南省年度总用电量三分之一，为海南经济社会的高速发展提供了坚定的能源保障。

海南昌江核电项目一期工程两台机组分别于 2015 年和 2016 年先后投入商业运行，伴随着海南

省经济社会发展，生产运行业绩年年向好，项目二期及核电小堆项目也在 2019 年内取得重大突破。

周忆珈 李宜君 张文龙 新华网 2019-12-05

核电行业结束 3 年多“零核准”困局 今年多个项目启动

核电重启加速 产业链上游亟待“解渴”

3 年多“零核准”之后，多个核电项目启动，大唐等企业也加速核电领域资本布局

核电行业结束 3 年多“零核准”的困局后，今年成为复苏之年。

下半年以来，核电重启有加速迹象，福建漳州核电厂 1、2 号机组等项目获得启动，主要核电企业亦颇多融资与布局的准备，核电概念股也在今年多次走强。在此之前，今年 7 月，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目核准开工，成为 3 年半以来首次有官方消息确认新的核电项目获得开工核准。

厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强认为，目前国内核电审批的速度较慢，但总体趋势向好，核电重启已逢其时。

此前，受困于核电“零核准”，台海核电等核电产业链公司遭遇困境，核电重启如何为产业链带来发展机遇，江苏神通已给予肯定答复，台海核电则对新京报记者表示，虽然今年以来核电重启频被提及，实际招标与公司产品需求还未出现新变化。

国内核电领域下半年的主要进展

今年 7 月

国家能源局发展规划司司长李福龙透露，截至今年 6 月底，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目核准开工。

10 月 9 日

国家核安全局为福建漳州核电厂 1、2 号机组颁发了建造许可证。

10 月 16 日

中核集团在福建漳州宣布华龙一号在此开工建设，这是由中核集团建设的第五台华龙一号核电机组。

11 月 18 日

华能昌江核电二期项目全面启动。

11 月 22 日

大唐发电公告称，拟合资成立辽宁庄河核电有限公司（暂定名），负责辽宁庄河核电项目的开发和前期工作。

11 月 28 日

福能股份发行股份购买资产暨关联交易事项获通过。此前公司公告，拟向福能集团非公开发行股份，购买其持有的 10%福建宁德核电有限公司（下称“宁德核电”）股权。

多个核电项目迎来启动潮

11 月下旬，华能昌江核电二期项目全面启动。据华能官方消息，华能控股建设的昌江核电二期项目成为海南自由贸易试验区建设项目（第七批）启动项目之一。

据介绍，昌江核电二期项目规划建设两台“华龙一号”压水堆核电机组，总投资 394.5 亿元，2019 年计划投资 18 亿元。本期建设的两台机组紧邻一期工程机组布置，建设周期为 60 个月，计划于 2020 年 8 月浇筑核岛首灌混凝土，3 号机组 2025 年建成，4 号机组 2026 年建成。

近期以来，核电重启出现逐渐加速迹象，多个工程项目迎来启动。

今年 7 月，国家能源局召开上半年能源形势新闻发布会，国家能源局发展规划司司长李福龙在介绍上半年能源发展特点时提到，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。李福龙表示，截至 6 月底，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目核准开工。这成为 3 年半以来，

首次有官方消息确认新的核电项目获得开工核准。

10月10日，中国核电公告称，国家核安全局10月9日为福建漳州核电厂1、2号机组颁发了建造许可证，标志着两台机组具备了正式建造的条件，后续将根据现场工程进度按计划有序开展两台机组核岛的第一罐混凝土浇筑工作。

其后，中国核电控股股东中核集团于10月16日在福建漳州宣布华龙一号在此开工建设，这是由中核集团建设的第五台华龙一号核电机组，至此“国家名片”华龙一号批量化建设正式开启。

据中核集团介绍，华龙一号是我国具有完整自主知识产权的三代核电技术，满足全球最新核安全标准，是我国核电创新发展的重大标志性成果。目前，中核集团华龙一号国内外4台示范工程进展有序，是全球唯一按照计划推进建设的三代压水堆核电工程。

经济日报今年4月曾报道称，中国核能行业协会专家委员会副主任徐玉明透露，年内至少将有10台机组获批，并有望开建，其中有8台机组的审批在年内较为明确，分别是采用“华龙一号”技术的漳州核电一期两台机组、惠州太平岭核电一期两台机组，以及采用俄罗斯VVER技术的辽宁徐大堡核电、江苏田湾核电各两台机组。

中国能源网首席信息官韩晓平告诉新京报记者，目前核电重启有几大有利因素，包括核电加速三代反应堆建设较为顺利，安全性得以大幅提升；核电自身是一种清洁能源，并可以实现热电联产提高效率，在面临气候环境变化挑战的当下值得重视；此外，核电技术作为一项高新技术，有利于出口拉动经济，带动制造业升级。

厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强向记者表示，目前国内核电审批的速度较慢，与早年曾提出的大发展仍有距离，牵制因素一是电力仍存在过剩，二是在技术路线方面，采用自主研发的“华龙一号”技术还是美国、欧洲技术仍面临权衡，并需要考虑成本。

林伯强认为，考虑核电较火电更长的建设周期，且电力过剩有所缓解，核电重启确实应该提上议程。他表示，中国对电力需求的增长仍将持续较长时间，在以安全为首要前提的情况下，核电虽然目前没有“大发展”，但总体趋势向好，市场广阔。

韩晓平提出，电力市场竞价或给核电发展带来一定影响，如竞价，煤电价格较低，会在一定程度上压缩核电和可再生能源发展的空间，“压低电价会使得核电发展面临较大压力。相比电价，我国更应该考虑的是节能，如何将单位GDP的能耗降下来”。

大唐、福能加速核电领域资本布局

核电项目重启之外，主要核电企业也加快核电领域融资与布局的准备。

大唐发电11月下旬公告称，拟合资成立辽宁庄河核电有限公司（暂定名），负责辽宁庄河核电项目的开发和前期工作。该公司将由大唐发电控股，持股比例为46%；按照持股比例，大唐发电首次出资额为3.68亿元。

据华夏能源网报道，大唐的庄河核电项目已筹备十数年。大唐于2006年进入庄河，其后经过论证评审将核电厂址确定在庄河市南尖；2016年，辽宁庄河市南尖核电厂址已被国家列为核电保护厂址。

此外，大唐发电还拟对大唐国际核电有限公司进行吸收合并，吸收合并后大唐发电存续经营，注销大唐国际核电有限公司的法人资格，大唐国际核电有限公司的全部资产、负债及权益由大唐发电承担和享有。

据大唐官网介绍，大唐国际核电有限公司是大唐发电的全资子公司，主要经营范围包括核电前期开发、核电站的建设和管理、核能设备检修及维护、核电投资、核电技术开发、技术服务与咨询等业务，目前负责开发的核电前期项目有辽宁庄河核电项目、重庆丰都核电项目、江西峡江核电项目、福建宁德核电三期项目等。

作为福建省属综合性企业集团的福建省能源集团有限责任公司（下称“福能集团”）亦在加快核电布局。

福能集团控股的福能股份日前公告称，公司发行股份购买资产暨关联交易事项经审核获得无条

件通过。

据此前公布的报告书，福能股份拟向福能集团非公开发行股份，购买其持有的 10%福建宁德核电有限公司（下称“宁德核电”）股权，标的股份交易价格定为 15.31 亿元。

工商信息显示，宁德核电目前股东为大唐国际发电股份有限公司、中广核宁核投资有限公司和福能集团。报告书披露显示，宁德核电已建成投运 4 台核电机组，总装机容量 435.6 万千瓦；宁德核电 2017 年、2018 年及 2019 年 1-6 月的净利润分别为 16.48 亿元、22.34 亿元和 7.93 亿元。

福能股份表示，交易完成后，上市公司将进一步增加参股核电项目，同时进一步增加清洁能源发电项目的权益规模，持续优化电力业务结构，符合国家产业政策的要求，且具有广阔市场发展前景。

台海核电江苏神通等上游企业影响几何？

核电重启的消息已在资本市场引发关注。

12 月 4 日，核电装备制造台海核电就核电重启所带来的影响回复新京报记者表示，虽然政策层面今年以来对核电重启持续有所提及，但是落到实际招标以及对公司产品的需求上，“可以说目前来看没有什么新的变化”。

台海核电此前曾因核电停滞陷入经营困境，2018 年营收盈利均大幅下降。台海核电其时表示，受国内核电新项目招标推迟及建设放缓的影响，公司新增订单不达预期，行业景气度偏低，公司亦受到影响。

在此背景下，台海核电控股股东台海集团尝试引入外援以自救。

去年 12 月，台海集团获得来自中核集团旗下中核香港产业基金有限公司的 15 亿元增资，中核香港产业基金有限公司进而成为持有台海集团 48.19%股权的单一最大股东方。今年 7 月，台海集团由烟台市人民政府牵头组织，与四家投资机构分别签署了《投资意向书》，投资方拟对台海集团进行总额 50 亿元的战略投资。

二级市场上，台海核电、江苏神通、海龙核科等核电概念股们都曾迎来不错的走势，并获得市场的正面关注。

今年 10 月末，江苏神通发布的路演活动会谈纪要显示，公司副总裁兼董秘章其强就若核电新项目建设持续重启、公司未来 2-3 年核电订单量预测回复称，随着近期获得批复的漳州 1-2 号机组开工建设，公司核电阀门的订单将保持稳定增长。

章其强表示，若核电项目每年能保持批复开工建设 4-6 个机组的规模，预计每年将对应新增项目订单约 3 亿，加上现有存量运行机组越来越多，根据规划到 2020 年底要建成 58 台机组投入运行，这些核电机组运行带来的备件、维修市场需求每年也能获得 2 亿-3 亿的备件订单，公司核电阀门业务领域的订单需求将逐步实现稳中有升。

国泰君安在日前发布的一份对江苏神通的研报中提出，三代核电机组有望进入批量化建设时代，江苏神通核电阀门产品领域市占率 90%以上，有望受益核电重启。

朱玥怡 新京报 2019-12-06

稳定发展节奏 逐步增加装机

《规划》指出，基准方案下，到 2030 年、2035 年和 2050 年，我国核电机组规模达到 1.3 亿千瓦、1.7 亿千瓦和 3.4 亿千瓦，占全国电力总装机的 4.5%、5.1%、6.7%，发电量分别达到 0.9 万亿千瓦时、1.3 万亿千瓦时、2.6 万亿千瓦时，占全国总发电量 10%、13.5%、22.1%。

“实现 2020、2030 年非化石能源消费比重分别达 15%、20%的目标，核电将发挥重要作用。”中国核能行业协会专家委员会副主任邱建刚 12 月 1 日在国网能源研究院召开的“能源转型发展论坛暨国网能源研究院 2019 年成果发布会”上表示。对于核电发展节奏，他建议，2020—2035 年应每年稳定开工 6—8 台核电机组，在山东、海南、东南沿海等地区建设清洁能源示范区并加大核电比例，同

一系列核电堆型批量化建设机组数不少于 30 台。

中国核电发展中心和国网能源研究院当天发布的《我国核电发展规划研究》(以下简称《规划》)也建议,核电发展应该保持稳定的节奏。经测算,2035 年、2050 年核电要达到 1.7 亿千瓦、3.4 亿千瓦的规模,2030 年之前,每年保持 6 台左右的开工规模;2031—2050 年间,每年保持 8 台左右的开工规模。

核电具备规模化发展条件

截至今年 10 月底,全球在运核电机组 449 台,装机容量近 4 亿千瓦,在建核电机组 53 台,装机容量 5378.5 万千瓦,发电量占全世界发电量的 10%;我国在运核电机组 47 台,装机 4874 万千瓦,占全国电力总装机的 2.5%,在建核电机组 12 台,装机 1260 万千瓦。

邱建刚表示,从发展规模看,未来全球核电的装机容量会有显著增长,根据不同国际机构预测,到 2050 年核电装机规模将比现在增长 60%—146%;从核电技术来看,三代先进压水堆已成为世界核电产业发展的主要技术,且更加注重先进小型堆多用途应用;燃料方面,将朝着更高安全性、经济性和可靠性的方向发展;从发展布局看,全球核电建设重心将由发达国家转移到发展中国家。

《规划》也指出,基准方案下,到 2030 年、2035 年和 2050 年,我国核电机组规模达到 1.3 亿千瓦、1.7 亿千瓦和 3.4 亿千瓦,占全国电力总装机的 4.5%、5.1%、6.7%,发电量分别达到 0.9 万亿千瓦时、1.3 万亿千瓦时、2.6 万亿千瓦时,占全国总发电量 10%、13.5%、22.1%。

邱建刚认为,从核电运行业绩、技术创新、建造能力及厂址储备情况看,我国规模化发展核电已具备相应条件。

“我国已建成的秦山、大亚湾、田湾等 13 个核电基地,从未发生二级及以上运行事件,核电安全总体水平已跻身国际先进行列。核电自主创新和设计能力显著提升,实现了‘二代’向‘三代’的跨越,具备了每年制造 8—10 台套核电主设备能力,形成了同时建造 30 多台机组的工程施工能力。同时,已经建立了较为完善的核燃料循环体系。”邱建刚同时透露,目前我国核电厂址总规划容量约 4.1 亿千瓦,其中沿海容量 2.3 亿千瓦,内陆厂址容量 1.8 亿千瓦。

华中地区装机增长空间大

核电竞争力离不开规模化发展,更离不开投资成本的下降。对此,《规划》提出,若未来核电的单位千瓦投资成本从 1.4 万元/千瓦增至 2.2 万元/千瓦,2050 年核电发展规模将从 4 亿千瓦降至 2 亿千瓦左右,降幅达 50%。

《规划》指出,从区域布局看,核电主要位于华东、南方、华中。2030 年、2035 年,核电布局仍以华东、南方地区为主,华东(6000 万千瓦、7500 万千瓦)、南方(4500 万千瓦、5600 万千瓦)两大区域核电装机合计占全国的比重分别为 80%、77.5%。到 2050 年,华中地区核电装机迅速提高,容量达到 6700 万千瓦,占全国 20%,居全国第三位。

邱建刚认为,“十四五”期间,沿海地区仍将作为核电重点区域优先布局,内陆厂址也应提前部署。“除东南沿海之外,湖南、湖北、江西等长江流域的内陆核电厂址也应开展相关前期工作,为核电发展提供保障。”

《规划》统计,到 2030 年,华中区域核电运行装机达到 500 万千瓦,由此推算应在“十四五”开工建设内陆核电项目。2030—2050 年间,华中地区再新增核电运行装机 6200 万千瓦,是新增装机容量最多的区域。“由此可见,内陆核电建设是我国核电乃至整个电力系统发展不可或缺的重要组成部分。”

竞争短板仍需补齐

有分析认为,在稳步发展节奏、实现规模化发展的基础上,核电产业还面临来自电力市场的挑战。

今年 5 月,国务院印发《国家生态文明试验区(海南)实施方案》,提出将海南建设成为清洁能源优先发展示范区,构建以清洁煤电、核电为主力电源的电源结构。信息显示,目前核电是海南省清洁能源生产的主力军,约占清洁能源电力的 90%,占规模以上工业发电量的四分之一。

“不只海南，其余有核电的省份同样如此，如果核电比重提高，涉及到调峰、电网和电厂安全、经营模式等问题，仍需进一步讨论。”邱建刚说。

中电联的统计数据显示，2016年至2018年间，我国核电参与市场交易电量呈现逐年增加趋势。截至2018年底，核电市场交易电量662亿千瓦时，较2017年增加268亿千瓦时，核电上网电量市场化率为24.8%；其中跨区跨省交易电量119亿千瓦时，较上年增加98亿千瓦时。

“电力市场对核电的经济性、建设运营提出了严峻挑战，尤其在现货交易中，对核电电价形成机制、电力调度等提出了新课题。”邱建刚说。

本报实习记者 赵紫原 中国能源报 2019-12-09

东北两核能供热项目加快推进

本报讯 日前，国家核电、上海核工院先后与国核吉林核电有限公司、国家电投黑龙江分公司签署《吉林白山核能供热项目总承包框架协议》和《国家电投佳木斯综合智慧核能供热示范项目工程总承包框架协议》。据悉，这是山东海阳核电核能供热项目之外，国家电投近年来在东北地区布局的核能供热项目。

公开信息显示，白山核能供热项目将采用国家电投中央研究院自主研发的微压供热堆HAPPY200，该堆按双堆布置，每年可替代32万吨燃煤；佳木斯综合智慧核能供热示范项目或采用国家电投上海核工院自主研发的一体化多功能供热堆。今年1月，国家电投在上海召开核能供热示范项目推进专题会时，与会专家认为，上述两种方案各有特点及优势，后续要根据市场需求，进一步优化设计方案，并通过试验验证提高设计的准确性。

资料显示，微压供热堆HAPPY200采用微压闭式回路以及完全非能动的总体技术方案，总体技术参数基于匹配大型城市热网需求以及满足远距离输热等输热系统设计条件而确定。此外，一体化多功能供热堆设计深化工作于2018年2月底启动，截至2018年年底已基本完成包括安全壳、辅助厂房总体布置优化等在内的专题论证工作并开展了内部评审。

据了解，白山市地处东北东部高寒地区，白山核能供热项目采用智能供热理念，构建互联互通的智能化供热体系和独立的供暖系统，可为白山市提供800万平方米的冬季采暖需求，项目清洁化、智能化特点突出。2018年9月，白山核能供热项目厂址普选报告顺利通过评审。今年4月，该项目初步可行性研究报告通过专家评审，标志着项目进入实质开发阶段。

2018年11月，由国家电投黑龙江分公司组织开发的佳木斯核能供热堆示范项目场址普选报告顺利通过评审。专家组认为，选址区域合理可行，无颠覆性意见，同意报告选址方案。佳木斯市有关领导表示，佳木斯市委市政府全力支持核能供热堆示范项目在佳市落地，将在项目建设、供热需求等方面给予全方位协助，希望国家电投加快推进核能供热堆示范项目建设，早日让核能供热成为全市主导热源。

近年来，国家电投加大核能供热技术研发力度，并加快推进项目落地。在核能型号创新领域的实践方面，和美一号供热堆已于今年6月通过初可研审查报告。审查主要结论显示，技术方案参考和借鉴了国内外压水堆核电厂的技术和经验，技术方案先进、固有安全性高，同时具有供汽和供暖能力。项目创新性地采用了“近零风险、近零排放和近零污染”设计理念，具有自主知识产权。

作为我国北方地区清洁取暖的选择之一，核能供热目前已经实现“零”的突破。11月15日，国家电投依托海阳核电项目开展核能供热试点，首期项目第一阶段正式投运，供热面积达到70万平方米。11月27日，海阳发电厂核能供热一期项目正式被国家能源局列为“国家能源核能供热商用示范工程”。

安宁 中国能源报 2019-12-09