

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

第二十二期 2019年11月

目 录

重点实验室动态--科研进展	1
有机相变储能材料的研究进展	1
槽式太阳能集热器热损失计算模型适用性分析	1
含天然气水合物硬岩体系介电常数实验研究	1
低共熔溶剂在木质纤维素预处理促进酶水解效率的研究进展	2
总论	3
中国经验增绿“一带一路”	3
中法生物多样性保护和气候变化北京倡议	4
中非共商清洁能源合作新路径	6
刘振亚：加快建设全球能源互联网携手开创中非能源电力合作新局面	7
北美可再生能源项目交易量超 7 吉瓦	9
哈萨克斯坦可再生能源装机量翻番	10
国际能源署展望至 2040 年全球能源发展前景	10
新能源开发“东西部之争”再起	11
重新认识我国的能源资源禀赋	13
未来我国新能源如何科学发展	14
国家环境基准专家委员会成立	16
奥地利环保部发布气候变化应对计划	16
智利力推可再生能源发展	16
巴西拟开发 2 吉瓦可再生能源项目	17
目标冲突下的新能源并网消纳问题何解	17
研究报告：单靠能源转型难以达到气候目标	22
美国气候政策“开倒车”	23
美能源专家呼吁美加强与中国合作以实现减排目标	24
热能、动力工程	24
中国清洁能源大省青海新能源消纳连续 10 年保持增长	24
上海首个火电厂污泥掺烧项目投产	25
广东 2019 年碳排放配额总量设定为 4.65 亿吨	25
助力深圳“先行示范”建设 聚焦湾区电网绿色运行	26
新技术使制造化肥碳排放量减半	27
博鳌汇聚智能电网建设新动能	28
新西兰议会通过“零碳排放”法案 落实目标并不易	29

澳航宣布到 2050 年将净碳排放量降至零	30
钛酸钠牵手石墨烯打造高能量、高功率微型电容器.....	31
电动化+可再生能源成就低碳交通未来	31
燃烧技术创新让燃煤锅炉更环保	32
地热能	34
北京向大地要热量 新型供暖方式上线	34
生物质能、环保工程	34
利用“下一代工业生物技术”：海水也可变“燃料”	34
国内首批秸秆气化热电联产项目落地内蒙古	36
打开生物质能巨大发展空间	36
徐锭明：生物质能将是未来中国可再生能源发展的重要生力军！	38
污泥没了 城市美了	39
生物质能创新发展高峰论坛热议产业发展	40
生物质能多个领域列入鼓励类目录	41
太阳能	42
2019 中国最高太阳能电池转换效率发布	42
“光醇电互补”探路北方清洁取暖.....	43
IBC 电池和组件高效量产规模生产线在黄河公司建成投产	44
IEA：分布式光伏装机 2024 年将超 500 吉瓦.....	44
中英希三国合作光热发电项目签约	45
光伏新增装机“断崖式”下滑	45
多地“光储充”项目实现“零”突破	46
我国科学家研发高性能柔性有机太阳能电池	47
新加坡将进一步推进光伏发电	48
揭秘三峡新能源格尔木“领跑者”项目	48
李振国出席 PVSEC：隆基将以持续技术革新驱动全球能源结构优化	50
格尔木领跑者项目并网发电近一年 光伏度电成本有望全面低于火电	50
河北光伏累计装机容量突破 13.6GW.....	52
澳前 10 月分布式光伏新增装机超 1.5 吉瓦	53
达拉特旗打造光伏治沙全球样本	53
特变电工张建新：引领“光储+”助力光伏平价上网新时代.....	55
隆基单晶研发斩获 PVSEC“特别贡献奖”	56
隆基双面组件发电增益超 20%.....	57
青海 50 兆瓦太阳能热发电项目投产	57
海洋能、水能	57
IEA：海上风电将成全球主力电源	57
国家能源局拟出台政策：自然保护区等不开发小水电.....	59
风能	61
421GW！2028 年中国的风电装机容量将翻一番.....	61
世界风能研究面临三大挑战	62
国内最大单体海上风电项目首台风机并网发电	63
内蒙古清洁能源供暖打造绿色生活	63
广东最大海上风电项目首台风机并网	64
美能源部拨款支持海上风电技术研发	65

行业发布“江阴共识”推动分散式风电发展.....	65
让海风变绿电 让风场更智慧.....	66
风电产业迎“风”而上.....	67
风电行业发布“江阴共识”.....	69
氢能、燃料电池.....	70
上燃动力发布 100kW 大功率燃料电池发动机.....	70
中法将合建氢能公司.....	71
北汽福田新能源平台总监秦志东：氢能是能源转换的中枢.....	71
发展氢能切忌脱离实际.....	73
清华大学教授李建秋：未来氢燃料电池应用场景将更加丰富.....	75
氢能直面产业政策之困.....	77
核能.....	79
山东烟台 核能产业发展驶入快车道.....	79
我国全面掌握高性能燃料组件研制技术.....	80
核电“解冻”迎复苏.....	80
波兰政商两界争建国内首座核电站.....	82
海南昌江核电年发电量破 80 亿度.....	83

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

有机相变储能材料的研究进展

杨磊 姚远 张冬冬 叶灿滔 龚宇烈

摘要: 有机相变储能材料 (PCMs) 具有储能密度高、腐蚀性小、性能稳定、毒性小、不易出现相分离和过冷现象等优点, 成为目前蓄能技术领域主流应用材料之一。本文主要综述了各类有机 PCMs 的材料特性, 针对其导热系数普遍较低的共性问题, 介绍了通过添加高热导率材料和封装 PCMs 两种强化传热途径的最新研究成果, 并浅谈了有机 PCMs 在建筑节能、太阳能利用及冷却电子设备等中低温储能技术中的实际应用情况。最后, 总结了有机 PCMs 目前存在的一些瓶颈问题及未来研究的重点方向。

新能源进展, 2019 年 05 期

槽式太阳能集热器热损失计算模型适用性分析

朱川生 李靖 李华山 王令宝 马伟斌

摘要: 为精确预测太阳能槽式集热器 (parabolic trough collector, PTC) 的传热损失, 基于美国桑迪亚国家实验室 (Sandia National Laboratory, SNL)、西班牙太阳能热发电站 (Plataforma Solar de Almería, PSA) 以及美国安柏瑞德航空航天大学 (Embry-Riddle Aeronautical University, ERAU) 的实测数据, 对 16 个既有的 PTC 热损失模型的准确性和适用性进行了分析。结果表明, WANG 等模型与 SNL 的实测数据吻合度最高; DICKES 模型与 ERAU 的实测数据吻合度最高; PATNODE 模型与 PSA 的实测数据吻合度最高。整体而言, 在 30~450°C PTC 载热介质工作温度范围内, PATNODE 模型计算精度最高, 适用性最好; 直射辐射强度、入射角以及载热介质温度对集热器热损失的大小起着决定性的作用。

新能源进展, 2019 年 05 期

含天然气水合物硬岩体系介电常数实验研究

卢静生 李栋梁 梁德青

摘要: 含天然气水合物沉积物的介电常数是水合物资源勘探开发过程中的重要参数。祁连山冻土区钻探表明水合物储集层多属致密型岩石类型, 因此无法精确定位水合物储层及估算资源量, 探地雷达及介电测井成为重要的备选方案。本文设计并建立含水合物岩心介电常数测试系统, 对祁连山水合物钻探区 DK-8 井岩心样品进行实验。结果表明, 含水合物砂岩样品的介电常数与外加电场的频率相关, 即介电常数总趋势是随频率增高而减小, 而在低频端出现高值, 介电常数与频率呈现指数关系, 含水合物砂岩的实验结果符合岩石介电常数规律。同一岩石样品, 含水合物岩石的介电常数介于饱水岩石和干岩石介电常数之间。在气饱和条件下, 同一岩石孔隙中较高介电常数的极化水转化为较低介电常数水合物导致含水合物岩石介电常数低于饱水岩石; 但是水合物的介电常数高于空气的介电常数使含水合物岩石的介电常数高于同一块干岩石的介电常数, 说明岩石中水合物增大了岩石的介电常数。含水合物样品在 10~40 MHz 频段存在频散特性; 频率高于 50 MHz, 频散特性变弱, 介电常数变化很小。

新能源进展, 2019 年 05 期

低共熔溶剂在木质纤维素预处理促进酶水解效率的研究进展

陈鑫东 熊莲 黎海龙 陈新德

摘要：低共熔溶剂作为一种环境友好的新型溶剂，可高效去除木质纤维素中的木质素，同时保留大部分纤维素。此外，低共熔溶剂具有制备简单、无毒性和可循环使用等特点，在木质纤维素生物炼制生产燃料和化学品方面具有较大的工业化应用潜力。详细介绍了低共熔溶剂的种类和性质，总结了低共熔溶剂种类和反应条件对纤维素、半纤维素和木质素三组分物理化学结构的影响，并讨论了其对酶水解反应的促进机制。最后根据低共熔溶剂预处理存在的问题，提出基于木质纤维素结构特征和相应的预处理目的，对低共熔溶剂进行理性设计和循环利用，以实现木质纤维素低成本预处理和全组分高值化利用的思路。

新能源进展，2019年05期



总论

中国经验增绿“一带一路”

“一带一路”倡议提出至今已走过 6 个年头，践行互联互通的过程中，中国也在与沿线国家乃至国际社会携手，开展更高水平的区域合作，共同落实生态文明、《巴黎协定》和 2030 年可持续发展目标。

在以绿色为底色中，如何推动基础设施低碳化建设，在应对气候变化等领域合作？共建“一带一路”为各方绿色发展带来了哪些新机遇？10 月 29 日，在“一带一路”绿色发展平台第四届论坛上，“绿色”“分享”频频出现，也成为回答以上问题的关键词。

繁荣和绿色需兼顾

“一带一路”不仅是经济繁荣之路，也是绿色发展之路。然而绿色发展中的绿色和发展既是相互矛盾又是相互转化和促进的。“如果在发展的初级阶段就认定高投入、高消耗、强刺激是经济增长的唯一动力，那么经济越发展，污染和排放越高，生态越退化，后期不仅需要为生态环境恢复付出巨额代价，还可能为其他国家尤其是生态环境脆弱的国家带来严重的外部损害。”有业内专家严肃指出。与会多位专家认为，打破绿色和发展之间矛盾循环的关键还在于把握住发展的硬道理。

早在 2007 年，中国发布的《中国应对气候变化国家方案》就开宗明义地指出，气候变化既是环境问题也是发展问题，但归根结底是发展问题。

在第二次工业革命后，欧美国家进入碳排放缓慢增长的时代，排放量大的工业活动转移到发展中国家，因而发展中国家面临的挑战更加严峻复杂。我国已在国家层面明确了 2030 年左右碳排放尽早达峰的目标。“发达国家要在 2050 年达到近零排放或者零排放。对于中国来讲，我们也应该尽量把碳排放峰值提前，为其他贫穷的发展中国家给予更多碳排放空间，促进他们经济发展。这对中国是一项很重要的义务和挑战。”“一带一路”绿色发展平台核心组专家、自然资源保护协会高级顾问杨富强表示。

与会专家还建议，在当前已经提出强制性环境要求的基础上，还应当坚持产业结构调整，鼓励技术创新，通过碳排放权等绿色金融市场机制，鼓励资金向节能减排的关键技术部门聚集。

中巴合作经验可供借鉴

在“一带一路”建设中，中国和巴基斯坦在能源等方面的合作成为典范。巴基斯坦计划发展和改革部长巴赫蒂亚尔曾表示，由于巴基斯坦电力短缺，国际投资者一直不愿来到巴基斯坦。“在那个困难的阶段，巴基斯坦‘全天候的朋友’中国挺身而出，在中巴经济走廊的框架下投资巴基斯坦电力行业，帮助巴基斯坦走出能源危机。”他回忆道。

中巴经济走廊是“一带一路”合作的重点之一。国家能源局原副局长张玉清结合在中巴经济走廊能源工作组的经历，将“一带一路”能源合作总结为五个阶段：第一个阶段是编制规划，第二个阶段是签署政府间协议，第三个阶段是企业签署合同，第四个阶段是搭建协商平台，实现产业与金融机构的融合，第五个阶段是双方及时沟通进度和协调解决问题。

张玉清具体介绍说，编制规划阶段，巴方最初提出建设装机规模为 2000 万千瓦，中巴双方技术支持单位通过近半年的沟通协商，修改达成了较为合理的建设规模目标。通过政府间协议，巴方对中方企业的项目执行提供了保障条件。签署企业合同时，政府间协议中的条款可以纳入其中。提供融资的国家开发银行和国内商业银行从初期就介入，企业签署合同之后，为中巴经济走廊的建设提供绿色融资通道，缩短了评估时间。国家能源局和巴基斯坦水电部分别牵头形成定期协调机制，就项目进展、建设过程中遇到的问题及时和相关部门进行沟通并协商解决，根据巴方资源禀赋、经济社会发展对能源的需求，既考虑近期又考虑长远，对规划目标达成共识。

沿线国家期待中国共享技术和投资

“东南亚人均碳排放量很高，东盟是全球第六大经济体，所以东南亚在未来的减排中可以扮演非常重要的角色。”菲律宾清洁能源投资促进会国家主任 Marlon Joseph Apanada 认为，实现绿色发展的目标中，东南亚区域可以起到重要作用。

今年 9 月联合国气候行动峰会前的媒体沟通会上，联合国代表指出，近年来东南亚地区碳排放量不断增长，东南亚各国需尽快结束对化石燃料的依赖，从 2020 年起逐步淘汰所有燃煤电厂。煤炭对于东南亚国家来说已不再是最经济廉价的能源，并敦促各国政府考虑其他可再生能源。

Marlon Joseph Apanada 注意到，越南屋顶光伏市场至少在两年之内增长了 150 兆瓦，但是菲律宾在十年中规模还只有 20 兆瓦，需要通过相关政策来支持菲律宾可再生能源方面的发展。“另外海上风电也可以进一步开发，我们希望通过国际合作来共同分享可再生能源开发利用方面的相关经验。”他表示。

包括东盟等海外地区的很多光伏和风电设备是“中国制造”。中国是基建大国，基础设施建设是“一带一路”建设的优先领域，近年来中国参与基础设施建设国际合作的模式已经逐步由过去的工程承包为主向以目标市场为导向的对外投资和投建营一体化发展。

商务部发布的数据显示，2019 年 1—9 月，我国企业在“一带一路”沿线对 56 个国家非金融类直接投资达 100.4 亿美元。中国金融学会绿色金融专业委员会主任马骏指出，“一带一路”沿线在经济社会快速发展过程中产生了诸多环境问题，这些问题的防控和解决需要大量绿色资金支持。据估算，气候危机可能的资产损失达 40 万亿，如大部分发达国家在 2050 年达到净零排放，“一带一路”沿线将成为全球排放的主力，保证其绿色发展将是全球应对气候变化的一个强有力保证。此外，“一带一路”绿色投资也是防范中国参与主体金融风险的必要，同时也将为中国企业和金融机构带来更多的商业机遇。

本报实习记者 齐琛同 中国能源报 2019-11-04

中法生物多样性保护和气候变化北京倡议

一、回顾中华人民共和国和法兰西共和国在 2019 年 3 月 25 日《关于共同维护多边主义和完善全球治理的联合声明》中所作的承诺，以及在大阪二十国集团领导人峰会和布宜诺斯艾利斯二十国集团领导人峰会期间与联合国秘书长就气候变化问题发表的两份三方新闻公报；

——回顾《2030 年可持续发展议程》的目标、原则和承诺以及里约三公约：《联合国生物多样性公约》、《联合国防治荒漠化公约》、《联合国气候变化框架公约》及其《京都议定书》、《多哈修正案》和《巴黎协定》，欢迎联合国气候行动峰会的成果，峰会强调应对气候变化和生物多样性丧失的重要性；

——重申加强气候变化国际合作的坚定承诺，确保在《联合国气候变化框架公约》原则指导下，包括公平、共同但有区别的责任和各自能力原则，考虑不同国情，全面有效地执行《巴黎协定》，坚持多边主义，为共同应对气候变化的国际合作注入政治动力，共同促进基于相互尊重、公平、正义和互利合作的国际关系；

——重申坚决支持《巴黎协定》，认为这是一个不可逆转的进程，是在气候问题上采取强有力行动的标尺；

——重申我们二十国集团关于中期合理化和逐步取消鼓励浪费性消费的低效化石燃料补贴的共同承诺，同时向最贫困者提供有针对性的支持；

——强调贸易协定应符合《联合国气候变化框架公约》、《巴黎协定》和 2030 年可持续发展议程的目标；

——回顾生物多样性丧失和气候变化威胁全球和平与稳定、粮食安全、可持续发展和人类健康，并与海洋、森林和土地退化密切相关，强调可持续管理热带森林的重要性，以及热带森林是碳汇和全球生物多样性热点；

——欢迎生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台发布 2019 年《全球生物多样性和生态系统服务评估报告》，以及政府间气候变化专门委员会发布的两份关于陆地、海洋和冰冻圈的特别报告，并认识到需要促进和实施转型变革，以减少生物多样性丧失的主要驱动因素：包括陆地和海洋利用的变化、生物体的直接过度利用、气候变化、污染和外来物种入侵等；

——致力于在气候变化与生物多样性之间的联系上共同努力，决心支持其他政治领导人，并与他们共同努力，在将于 2020 年在中国昆明举行的《联合国生物多样性公约》第十五次缔约方大会上推动全球有效应对气候变化和生物多样性丧失；

二、我们，中华人民共和国主席习近平和法兰西共和国总统埃马纽埃尔·马克龙决心做出前所未有的努力，确保子孙后代的未来，并加紧全球努力应对气候变化，加快向绿色、低碳和气候韧性发展过渡，我们于 2019 年 11 月 6 日在北京会晤，呼吁所有国家，并在必要时呼吁地方政府、企业、非政府组织和公民：

——欢迎应对气候变化和遏制生物多样性丧失的国际倡议；

——在可持续发展背景下，通报或更新国家自主贡献，确保其较此前更具进步性，体现各自最高雄心水平，于 2020 年前发布本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略；

——尽快批准并执行《蒙特利尔议定书》的基加利修正案，认识到基加利修正案可在本世纪末防止高达 0.4 摄氏度的升温，提高空调和其他冷却设备能效的协调努力将带来额外的环境效益，包括减排、公共卫生和粮食安全，并采取行动提高全球制冷行业的能效；

——重视、养护、恢复和明智利用生物多样性，鼓励所有行为体和利益攸关方参与，并支持制定和实施兼具雄心和实际的 2020 年后全球生物多样性框架；

——鼓励所有部门的行为者和利益攸关方对生物多样性保护做出具体和可确定的承诺和贡献，以激励和支持政府在《从沙姆沙伊赫到昆明——自然与人类行动议程》框架内采取行动，促进一个强有力的 2020 年后全球生物多样性框架；

——联合力量筹备世界自然保护大会（2020 年 6 月，马赛），以达成兼具雄心和实际的会议成果，为 2020 年后全球生物多样性框架的筹备工作提供信息；

——促进最高级别的政治领导人积极参与以“生态文明：共建地球命运共同体”为主题的《联合国生物多样性公约》第十五次缔约方大会，倡导生物多样性，以实现到 2050 年与自然和谐相处的愿景，并在爱知生物多样性目标和从执行《2011—2020 年生物多样性战略计划》中吸取的经验教训的基础上，制定和通过一个兼具雄心和实际的 2020 年后全球生物多样性框架，该框架应符合 2030 年可持续发展议程，并解决导致生物多样性丧失的主要因素；

——共同努力确定里程碑，通过不断增加地球保护面积，特别是对生物多样性和生态系统服务重点区域，到 2030 年扭转生物多样性丧失的曲线；

——利用由中国共同牵头的基于自然的解决方案联盟，利用基于自然的解决方案协调一致地解决生物多样性丧失、减缓和适应气候变化以及土地和生态系统退化问题。认识到基于自然的解决方案，包括通过支持重要的生态系统服务、生物多样性、获得淡水、改善生计、健康饮食和可持续粮食系统的粮食安全，是实现《联合国气候变化框架公约》和《巴黎协定》目标以及实现可持续发展目标的全球共同努力的重要组成部分；

——承诺从联合国生态系统恢复十年（2021—2030）的角度出发，采取适当和富有雄心的行动，遏止和扭转陆地和海洋生态系统退化和生物多样性的丧失，恢复至少 30%可恢复的退化生态系统，从而为减缓和适应气候变化、保护生物多样性、防治荒漠化和土地退化以及粮食安全做出贡献；

——打击环境犯罪，特别是走私和贩运濒危动植物种及其制成品，以及固体废物的非法跨境转移，禁止上述物品的非法出入境；

——保护所有重要的生态系统，包括山、水、林、草等生物多样性热点，并考虑它们在应对和抗击气候变化方面的作用，降低我们各自的森林足迹，特别是农业和林业的影响；

——动员所有国家根据《联合国海洋法公约》制定一项具有法律约束力的国际文书，以养护和

可持续利用国家管辖海域外生物多样性；

——应对海洋垃圾问题，特别是海洋塑料垃圾和海洋微塑料，并迅速采取适当的国家行动，防止和显著减少塑料垃圾和微塑料向海洋的排放；

——促进海洋生态系统的养护和恢复；

——根据《南极海洋生物资源养护公约》促进南极海洋生物资源的养护，并继续就包括设立南极海洋保护区在内的南极海洋生物多样性的养护和可持续利用问题进行讨论，包括在那里建立海洋保护区；

——履行发达国家到 2020 年每年提供和筹集 1000 亿美元用于气候融资的承诺，并到 2025 年设定一个新的、以每年 1000 亿美元为最低限额的集体量化目标，同时考虑发展中国家的需求和优先事项。在这方面，绿色气候基金发挥着关键作用，是为在发展中国家开展低碳和韧性投资调动更多财政资源的工具之一；

——敦促公共、国内和国际发展金融机构及其合作网络，如国际发展金融俱乐部（IDFC），根据《联合国气候变化框架公约》、《巴黎协定》和《联合国生物多样性公约》的目标，考虑其融资对气候和生物多样性的积极和消极影响；

——在国家层面，从所有公共和私人来源调动额外资源，用于适应和减缓气候变化，使资金流动符合实现温室气体低排放和气候韧性发展的路径，并用于生物多样性的养护和可持续利用、海洋养护、土地退化等；确保国际融资，特别是在基础设施领域的融资，与可持续发展目标和《巴黎协定》相符。

人民网—人民日报 2019-11-07

中非共商清洁能源合作新路径

本报讯 11 月 6 日，2019 全球能源互联网暨中-非能源电力大会在北京开幕。来自全球 79 个国家的 1000 多位嘉宾围绕“全球能源互联网——绿色低碳可持续发展之路”和“非洲能源互联网——非洲发展新动能”两大主题，共商全球和非洲能源互联网发展大计。

国家能源局副局长刘宝华在致辞中表示，非洲水、风、光等清洁能源资源十分丰富，发展潜力巨大，中国在特高压、智能电网、清洁能源开发等领域具有世界领先的技术和装备。发挥中非双方互补优势，加大能源领域合作，对落实中非合作“八大行动”、推动非洲可持续发展具有重要意义。

全球能源互联网发展合作组织主席刘振亚在主旨演讲中表示，全球能源互联网为各国寻求可持续发展道路提供了新思路、新方案，为各方参与国际能源合作搭建了广阔平台，在服务人类可持续发展、构建人类命运共同体中发挥了日益重要的作用。

大会提出，非洲能源互联网是全球能源互联网的重要组成部分，是实现非洲能源可持续发展的治本之策，将为非洲经济腾飞和中非合作带来重大机遇。

数据显示，当前非洲人均年用电量约为全球平均水平的 18%，平均电价高达每千瓦时 14 美分，还有近一半人口用不上电，制约着非洲经济社会发展。从资源禀赋看，非洲化石能源已探明储量仅占全球的 3.4%，而水能、太阳能、风能总技术可开发量达 734 万亿千瓦时/年，占全球的 39%。

刘振亚指出，解决非洲能源问题，必须走清洁发展道路，核心就是建设非洲能源互联网，加快大型水电、风电、太阳能发电基地和各类分布式电源开发，加强各国电网建设和跨国跨洲互联，打造覆盖全非洲的“电力高速公路”。

本次大会还聚焦中非能源电力合作和非洲能源互联网发展，致力于推动“中国倡议”落地非洲。

“建设非洲能源互联网，关键要发挥刚果河水电的引领和带动作用。”刘振亚说。据了解，刚果河下游水能资源极为丰富，金沙萨至入海口河段装机规模和年发电量可达 1.1 亿千瓦、7000 亿千瓦时，分别相当于 5 个、7 个中国三峡电站。“统筹开发大英加、皮奥卡、马塔迪三个梯级电站，在满足本国用电需求基础上，还可让清洁电力惠及全非洲。”刘振亚表示。

大会向与会各方发出三项呼吁：一是把握以清洁发展为根本方向的世界能源转型大势，建设全球能源互联网，形成能源生产清洁化、配置广域化、消费电气化的现代能源体系。二是强化战略规划、项目实施、市场运营、技术装备等全方位创新，夯实全球能源互联网发展基础。三是凝聚各方力量，按国内互联、洲内互联、全球互联三个阶段，推动全球能源互联网发展再上新台阶。

在本次大会上，全球能源互联网发展合作组织还发布了《刚果河水电开发与外送研究》、《非洲能源互联网研究》、《非洲“电-矿-冶-工-贸”联动发展新模式》三份报告，为推动非洲能源与经济社会环境协同发展提出解决方案。据悉，这是国际上首次在非洲能源互联网研究框架下开展刚果河下游水电系统开发和外送规划研究，也是首次从多产业联动角度提出非洲重大基础设施和工业项目建设发展模式。

路郑 中国能源报 2019-11-11

刘振亚：加快建设全球能源互联网携手开创中非能源电力合作新局面

为期 2 天的“2019 全球能源互联网暨中-非能源电力大会”11 月 6 日在北京国家会议中心开幕。来自全球 79 个国家能源和电力领域的 1000 余名嘉宾出席大会。

全球能源互联网发展合作组织主席、中国电力企业联合会理事长刘振亚在大会上致辞并发表主旨演讲。摘要如下：

当今世界，资源匮乏、环境污染、气候变化、贫困健康等问题严重威胁人类生存与发展，根源是对化石能源的严重依赖和大量消耗。特别是气候变化日趋严峻，目前各国减排承诺只能实现《巴黎协定》目标的三分之一，按此趋势，到本世纪末全球温升将超过 3°C，给人类带来巨大灾难。2015 年 9 月 26 日，中国国家主席习近平在联合国发展峰会上提出构建全球能源互联网重大倡议，为应对全球挑战，推动世界能源转型和人类可持续发展提供了中国方案，得到国际社会高度赞誉和广泛响应。

全球能源互联网是清洁能源在全球范围大规模开发、输送和使用的重要平台，实质是“智能电网+特高压电网+清洁能源”，智能电网是基础，特高压电网是关键，清洁能源是根本。全球清洁能源资源丰富但分布不均衡，资源富集地区大都远离用电负荷地区，必须依托特高压输电进行大范围配置。十多年来，中国大力发展特高压技术，建成投运“十交十四直”24 个特高压工程，在建“四交四直”8 个特高压工程，建成世界最大的特高压交直流混合电网，实现安全高效运行，有力促进了中国清洁能源发展。中国特高压技术已在巴西成功应用，建成两回±800 千伏特高压直流工程。构建全球能源互联网，将推动能源系统全面“脱碳”，以较低成本、较少投资和最优减排路径实现《巴黎协定》2°C 乃至 1.5°C 温升控制目标，为全面落实联合国“2030 议程”17 项目标提供了技术可行、经济性好、可操作、可复制、可统计的系统解决方案。

四年多来，在中国政府和国际社会大力支持下，我们联合各方力量，推动全球能源互联网倡议从中国走向世界，从理念变为行动，发展成果丰硕。一是凝聚了广泛共识。在全球举办 500 多场国际会议和交流活动，面向多个国际组织和 100 多个国家的政府部门、企业、高校、研究机构和社会公众全方位宣传中国倡议，推动全球能源互联网纳入了“一带一路”建设和联合国“2030 议程”、促进《巴黎协定》实施、推动全球环境治理、解决无电贫困健康问题等工作框架，产生了巨大影响力。二是明确了发展道路。提出了“两个替代”、“三网融合”等理论，即能源开发实施清洁替代，以水能、太阳能、风能等清洁能源替代化石能源；能源消费实施电能替代，以电代煤、以电代油、以电代气、以电代柴，用的是清洁发电；推动能源、信息、交通“三网融合”发展。完成了“九横九纵”全球骨干网架以及非洲、亚洲、欧洲、北美洲、中南美洲、大洋洲、东北亚、东南亚、“一带一路”国家能源互联网规划研究，编制了全球能源互联网技术装备创新纲要和标准体系，面向全球发布了几十项重要成果，全球能源互联网顶层设计总体完成，发展路径日益清晰。三是开展了积极行动。大力推动全球能源互联网落地非洲，赴非洲 30 多个国家，与十多位国家元首和政府首脑，几十位部长级官员，非

盟、联合国非经委等区域组织以及有关企业、机构负责人深入交流，提出了“电-矿-冶-工-贸”联动发展新模式，积极筹建非洲能源互联网可持续发展联盟；推动中-韩、中-缅-孟、埃塞俄比亚与海湾国家联网等项目，取得重要进展。四是汇聚了全球力量。合作组织会员达 756 家，遍及五大洲 106 个国家，与联合国、经合组织、非盟、东盟、欧盟等国际组织，有关国家政府、企业、机构密切合作，签署 42 项合作协议，成立了咨询（顾问）委员会和技术（学术）委员会，创办了全球能源互联网中英文期刊，组建了全球能源互联网大学、智库、金融和装备四个联盟，构建了多层次的全球合作网络。全球能源互联网成为引领世界能源转型和清洁发展的一面旗帜，为各国寻求可持续发展道路提供了新思路、新方案，为各方参与国际能源合作搭建了广阔平台，在服务人类可持续发展、构建人类命运共同体中发挥了日益重要的作用。

今年联合国气候行动峰会明确了全球 2030 年前至少减排 45%、本世纪中叶前实现净零排放的目标，加快全球行动已迫在眉睫。构建全球能源互联网、推动绿色低碳发展符合各国利益，前景十分广阔。面对日益严峻的全球重大挑战，我们要进一步凝聚共识、增强合力，把全球能源互联网事业不断推向前进。

一要把握发展大势，深化认识全球能源互联网理念内涵。加快清洁发展是世界能源转型的根本方向，关键要建设全球能源互联网，形成能源生产清洁化、配置广域化、消费电气化的现代能源体系。生产清洁化，就是形成“清洁主导”的能源供应格局，让水能、风能、太阳能等清洁能源成为主导能源，让化石能源回归工业原材料属性，创造更大价值。配置广域化，就是形成大范围互联、远距离输送的能源优化配置格局，发挥大电网“时空储能”的关键作用，统筹全球时区差、季节差、资源差、电价差，加快水、风、光等各类集中式和分布式清洁能源规模开发和高效利用。消费电气化，就是形成“电为中心”的能源消费格局，在工业、商业、交通、居民等领域广泛使用清洁电能，提高全社会电气化水平，并通过电制燃料和原材料，满足人类永续发展需求。

二要坚持创新驱动，全面夯实全球能源互联网发展基础。构建全球能源互联网是极具开创性的系统工程，涉及能源、经济、政治、环境等诸多领域，必须依靠创新驱动，强化战略规划、项目实施、市场运营、技术装备等全方位创新。战略规划，重点是创新能源发展理念、发展模式和规划思路，更加注重清洁能源开发、配置和使用，引导各个国家和地区制定和完善能源电力发展规划。项目实施，重点是结合各区域和大洲实际，创新商业模式，搭建多主体、多渠道、全球化的投融资平台，推进市场化运作，加快建设一批条件成熟、效益显著的清洁能源和电网互联项目，发挥示范带动作用。市场运营，重点是创新跨国跨洲电力交易机制，建立灵活高效的全球电-碳市场，实现气候与能源协同治理，加快全球清洁发展和碳减排。技术装备，重点是推动高效清洁能源发电、特高压大容量海底电缆、特高压柔性直流、大容量储能、大电网运行控制、电动汽车等领域关键技术与装备创新，为全球能源互联网建设提供坚强支撑。

三要凝聚各方力量，共同推动全球能源互联网发展再上新台阶。构建全球能源互联网总体可按国内互联、洲内互联、全球互联三个阶段推进。2025 年，全面加强各国国内电网互联，跨国联网实现重要突破；2035 年，基本实现各大洲洲内电网互联，亚欧非率先实现跨洲联网；2050 年，总体形成全球联网络局。目前，全球能源互联网宏伟蓝图已经绘就，加快建设的条件已经具备。面向未来，联合国等国际组织，各国政府、企业、机构、大学等各方要加强合作、务实行动，共同推动全球能源互联网创新发展。从世界范围看，信息网、交通网已经形成全球互联格局，随着特高压、智能电网、清洁能源等关键技术不断进步和广泛应用，必将为能源网的发展带来重大突破。只要我们坚定信心、矢志笃行，全球能源互联网一定能够建成，造福全世界和全人类！

中国与非洲友谊深厚，习近平主席多次强调，中国永远是非洲的好朋友、好伙伴、好兄弟，中非合作要发挥各自优势，把中国发展同助力非洲发展紧密结合，实现合作共赢、共同发展。非洲资源丰富，发展潜力大，但人口和需求增长快，能源紧缺等问题突出。非洲能源互联网是全球能源互联网的重要组成部分，是实现非洲能源可持续发展的治本之策，将为非洲经济腾飞和中非合作带来重大机遇。加快非洲能源与经济社会发展，重点要抓好三方面工作：

一是加快建设非洲能源互联网。当前，非洲人均年用电量约为全球平均水平的 18%，平均电价高达每千瓦时 14 美分，近一半人口用不上电，这些问题严重制约着非洲经济社会发展。从资源禀赋看，非洲化石能源已探明储量仅占全球的 3.4%；水能、太阳能、风能总技术可开发量达 734 万亿千瓦时/年，占全球的 39%。这决定了解决非洲能源问题，必须走清洁发展道路，核心是建设非洲能源互联网，加快大型水电、风电、太阳能发电基地和各类分布式电源开发，加强各国电网建设和跨国跨洲互联，打造覆盖全非洲的“电力高速公路”，保障各国电力安全、经济、清洁、永续供应。建设非洲能源互联网，要发挥刚果河水电的引领和带动作用。刚果河下游水能资源极为丰富，金沙萨至入海口河段装机规模和年发电量可达 1.1 亿千瓦、7000 亿千瓦时，分别相当于 5 个、7 个中国三峡电站。我们研究提出了刚果河下游水电开发外送的整体方案，即统筹开发大英加、皮奥卡、马塔迪三个梯级电站，在满足本地区用电需求基础上，通过 11 回特高压直流送往西非、北非、东非和南部非洲，输电容量 8000 万千瓦，年输送电量 5000 亿千瓦时，让清洁电力惠及全非洲。加快刚果河下游水电开发，还能发挥水电“调节器”作用，促进太阳能发电、风电大规模开发利用。到 2050 年，非洲电力装机将达 13 亿千瓦，其中清洁能源装机占比约 80%，用电成本降低一半左右，根本解决无电人口用电问题，实现人人享有可持续能源。

二是加快实施“电-矿-冶-工-贸”联动发展。建设非洲能源互联网，需要充足资金保障。由于非洲很多国家投资和担保能力有限，以及技术、市场等因素，导致非洲电力等大型项目融资难、启动难。为破解困局，我们研究提出了“电-矿-冶-工-贸”联动发展新模式，即整合非洲清洁能源和矿产资源优势，打造电力、采矿、冶金、工业、贸易协同发展的产业链，以充足经济的清洁电力保障矿山、冶金基地、各类工业园建设和生产，推动贸易出口由初级产品向高附加值产品转变，形成“投资-开发-生产-出口-再投资”良性循环，全面提升非洲经济发展规模、质量和效益。这一模式以项目良好的预期收益为基础，推动发电、输电、用电企业签订多方合约，形成风险共担、相互保障的“利益共同体”。依托项目内在价值、企业资本金和信用，向银团、财团、社会资本等进行融资，有效降低风险，解决资金、市场、政府担保等难题，保障项目实施。这一模式将发挥政府组织协调、政策引导等方面作用，加强跨国、跨行业、跨领域合作，根本改变过去不同企业和行业各自为战、缺少统筹的发展方式，实现纵向产业大联动、横向国家大协同，促进非洲经济增长和产业升级，大幅增加就业岗位。到 2050 年，非洲电解铝、钢铁等冶炼加工业总产值将超过 4800 亿美元，矿产制成品出口超过 1000 亿美元，创造就业岗位超过 1 亿个。

三是加快打造共商共建共享的合作平台。建设非洲能源互联网，实施“电-矿-冶-工-贸”联动发展，需要各方加强合作、共同推动。去年中非合作论坛北京峰会期间，合作组织与几内亚共和国共同倡议成立非洲能源互联网可持续发展联盟。联盟以推动非洲清洁化、工业化、电气化和一体化为宗旨，将为政府、企业、金融机构等各方搭建政策对接、资源整合、资金筹措、项目实施的合作平台。目前已有 20 多个国家，80 多个国际知名企业、机构申请加入联盟。为加快非洲能源互联网建设，我们与非电协等有关方面商议，将定期在中国与非洲轮流召开中-非能源电力大会，形成常态机制，促进中非能源电力领域深度交流与合作，助力中国和全球企业更好参与非洲投资建设。

总之，加快建设非洲能源互联网，实施“电-矿-冶-工-贸”联动发展，为深化中非合作、促进非洲可持续发展提供了“一揽子”解决方案，对实现非盟“2063 年议程”、建设绿色、繁荣、和平、幸福的新非洲，打造更加紧密的中非命运共同体具有重大而深远的意义。

中国能源网 2019-11-06

北美可再生能源项目交易量超 7 吉瓦

本报讯 据行业媒体可再生能源世界网站消息，可再生能源买家联盟（REBA）日前发布了北美可再生能源交易市场报告。

数据显示，截至 9 月，北美市场可再生能源项目交易量已达 7.15 吉瓦，远超过 2018 年全年的

6.39 吉瓦。在所有购买者中，有一半以上的购买者为新用户，今年首次投资可再生能源项目。

REBA 表示，目前，企业业主对可再生能源电力的接受程度越来越高。随着新能源交易市场的不断发展，未来将会有更多的企业主动安装使用绿色电力。

据了解，REBA 是由微软、Facebook、谷歌等数十家北美市场企业建立的可再生能源组织，旨在帮助有意使用可再生能源电力的用户和能源供应商达成交易，并为可再生能源项目建设、电力交易提供金融支持。

REBA 希望到 2025 年，北美市场的可再生能源装机规模增加 60 吉瓦，建立无碳能源体系，助力绿色能源转型。

董梓童 中国能源报 2019-11-04

哈萨克斯坦可再生能源装机量翻番

本报讯 据哈萨克斯坦总理府官网近日公布的消息，截至目前，哈萨克斯坦境内共有可再生能源项目 83 个，总装机容量 936.8 兆瓦。其中，风能电站 18 个、光伏电站 27 个、水电站 35 个、生物质电站 3 个。今年以来实施可再生能源项目 15 个，总装机容量 405.2 兆瓦，年底前还将有 4 个可再生能源项目投入运营，总装机容量 104.8 兆瓦。届时，哈萨克斯坦可再生能源项目总装机容量将增至 1042 兆瓦，约为 2018 年的 2 倍。预计到 2025 年，哈萨克斯坦可再生能源总装机容量将超过 3000 兆瓦。

哈萨克斯坦总理马明表示，根据世界经验，发展可替代能源是吸引外资和改善生态的重要趋势。截至 2019 年底，哈萨克斯坦可再生能源项目总投资将达 4060 亿坚戈（约合 10.4 亿美元）。哈萨克斯坦对可再生能源项目实行国际拍卖，已有来自 12 个国家的 138 家公司参与竞拍。

此外，哈萨克斯坦还为可再生能源发展提供国家扶持措施。据马明透露，为提高可再生能源项目投资吸引力，哈萨克斯坦能源部在借鉴国际经验基础上，正在对现行法律作出相应修改。

据了解，哈萨克斯坦的阿拉木图州、江布尔州、东哈州可再生能源项目数量领先，西哈州、阿克纠宾州目前还没有此类项目。马明要求各州州长致力于加大该领域引资力度，推广可再生能源，改善地区生态环境。

陈商 人民网—人民日报 2019-11-04

国际能源署展望至 2040 年全球能源发展前景

国际能源署 13 日在巴黎总部发布《世界能源展望 2019》，通过对全球能源市场和技术发展最新数据与能源行业发展问题的分析，对全球至 2040 年的能源发展前景进行了展望。

报告预测，综合多重因素，在 2040 年前全球能源需求将以每年 1% 的速度增长，远低于 2018 年 2.3% 的增长水平。由于能效更高的汽车和电动汽车的普及，全球原油需求在本世纪 30 年代将触顶。

在可持续发展前提下，报告预测全球天然气需求在 2030 年之前将持续增加，然后出现回落；低碳能源需求上升；煤炭消耗量显著减少。到 2040 年，石油日需求量为 6700 万桶，相当于上世纪 90 年代初水平。

从国别看，中国仍是世界最大能源消费国，印度的能源需求将增长最快。中国石油需求的增长量预计在本世纪 30 年代初达到顶峰，同时美国的石油消费量稳步下降，中国在 2040 年之前将成为世界最大的石油消费国。

国际能源署指出，在 2017 年至 2018 年间，中国天然气消费量增长了 33%；到 2040 年，天然气在中国能源结构中的占比将从当前的 7% 上升至 13%。

国际能源署首席能源分析师、能源需求展望部门主管劳拉·科齐在接受新华社记者采访时表示，长期以来，中国对全球能源转型作出积极贡献，比如在降低光伏成本方面对中国和世界都有益。此

外，中国还在发展陆上和海上风力发电等清洁能源技术、推广电动汽车等方面发挥积极作用。

她说：“国际能源署一直和中国保持紧密合作，比如在可再生能源、能效、天然气改革等方面，未来，我相信我们会在更多领域加深合作。”

新华网 2019-11-14

新能源开发“东西部之争”再起

“下面，我们有请国务院参事、住建部原副部长仇保兴作主旨报告，报告的题目是《沙漠太阳能计划（Desertec Industrial Initiative, DII）的中国版可行性初探》。”

10月27日，在一场国际清洁能源会议上，主持人话音刚落，记者就听到了身旁观众的阵阵私语：

“沙漠太阳能？在国内建吗？那不就是在西北吗？”

“西北现在还能建大光伏电站？风电、光伏发电都‘窝电’这么多年了，还能建？”

“现在光伏、风电的开发重心不是向东南部转移了吗？这是又要西移吗？”

“这是说还要大规模‘西电东送’？”

当前正值“十四五”能源电力发展规划酝酿制定之际，上述一连串疑问也折射出行业对光伏发电、风电等新能源未来发展布局，以及电力能源行业未来发展走势的关注。

“投标企业报出的电价已经低于当地的燃煤标杆电价”“这就是我们为什么要沿着‘沙漠太阳能计划’这个道路走下去的原因”

“今天我跟大家一起讨论的就是中国版DII计划的可行性——如果中国在青藏高原建三个超级太阳能发电站，可行性怎么样？”

仇保兴口中的DII计划始于2009年，是一项聚焦摩洛哥、突尼斯和阿尔及利亚等国的可再生能源开发项目。“实质上就是在撒哈拉沙漠里建设一个巨大的太阳能发电站，然后将电能输送到其他国家。同时DII也做了很详细的电网规划，预计到2025年，整个电站可以满足欧洲用电总需求的15%。”

2014年底，这个由德国企业发起的项目陷入了僵局，大多数成员公司纷纷选择退出。仇保兴认为，DII计划夭折的原因除了北非、中东地区出现的政治动荡，还有技术层面的“超预期”。“当时的DII计划把路线定在了光热发电上，但完全没有想到，十几年来，光热发电的成本并没有下降多少，光伏发电的成本却下降了90%左右。特别是今年8月，在内蒙古一个光伏项目的招标上，投标企业报出的电价已经低于当地的燃煤标杆电价，而且，我相信这个差额会越来越大。这就是我们为什么要沿着DII这个道路走下去的原因。”

仇保兴还指出：“我国青海和西藏太阳能资源丰富，平均辐照强度大，同时具备相对丰富的水资源条件，因此青海和西藏更具备规模化开发‘光伏+光热’清洁能源基地的条件。”

除了电源侧的成本、资源禀赋问题外，西部清洁能源大规模开发还面临着电力消纳问题。实际上，“消纳难”目前已成为西部清洁能源开发的最大“短板”，这在一定程度上促成了相关能源主管部门“严控”甚至“叫停”多地新能源开发。

对此，西北电力设计院副总工杨攀峰指出，目前西北地区的存量电站，特别是新疆、甘肃等地的弃电率已经在快速下降。“也就是说弃光、弃风的问题很快就能解决，到2020年就不会出现消纳困难的问题。那时如果新能源还能做到平价上网，不再需要国家补贴，把西北的新能源电力送到华中、华东地区还是很有优势的，这样西北地区还是具备开发价值的。”

杨攀峰还表示，目前国家对于火电项目的开发也有些许“松绑”迹象。“如果要在西北新建大型煤电基地，那么单独外送煤电可能并不合适，还是要打捆一定的可再生能源去输送，如此一来，在西北一些地区也还是有开发新能源集中式电站的空间。”

仇保兴表示，结合我国“十四五”能源发展预测，“基本判断，到2030年中东部地区完全具备接受3000万千瓦清洁电力的能力”；从促进“一带一路”亚欧陆上通道和孟中印缅经济走廊发展的角度

出发，“还可以考虑将 1000 万千瓦清洁电力送到南亚的印度或者孟加拉”。换言之，中国版的“沙漠太阳能”可以通过“东送”为主、“外送”为辅的方式消纳。

“光伏等可再生能源是清洁的能源，但说它是廉价能源，绝对是误导”

低电价带来的信心能否支撑“DII 中国版”的启动呢？在西部地区建设超级规模新能源电站的设想能否引起行业的共鸣？

“新能源电价低是一种误区，‘光伏等可再生能源是廉价能源’的观点是错误的。”中国工程院院士、新能源电力系统国家重点实验室主任刘吉臻直言不讳，“现在还不是谈光伏等可再生能源价格优势的时候。我们现在需要解决人类共同面临的气候变化、环境污染等问题，这些都是要付出代价的，甚至要付出高昂代价。天下没有免费的午餐，新能源当前的低电价并不是全成本价格。因为我们生产这么多的可再生能源，要适应用户的需求，光伏等间歇性强的能源要配套一定的储能或者调峰电源，这都应算作成本。同时，我们建一个电厂去发电，有建设成本、发电成本，输电的过程中有输电成本，此外还有企业的合理利润、税收等，综合这些因素才能得出合理的电价水平。”

刘吉臻表示，目前在很多可再生能源招标中，中标价格的形成受到多方因素影响，“有时一些企业甚至明知是亏本生意也愿意做，其中的原因应该是很复杂的。所以我们应该看到，一方面随着技术的发展，国家补贴在逐步退坡，可再生能源的竞争优势在逐步增强；但从另一个方面来讲，并不能拿某个项目的具体价格来代表行业整体水平。”

刘吉臻说：“总体来讲，光伏等可再生能源是清洁的能源，但说它是廉价能源，绝对是误导，这是不利于推动我国可再生能源发展的，也不利于整体的能源转型。”

记者在会议现场采访的多位与会者均表达了与刘吉臻类似的观点。

“东部应把能源自给和西电东送相结合，不应坐等西部供应东部，而应转变思路，进行能源自产自销，持续提高能源自给比例”

那么，未来西部地区清洁能源开发到底该怎么干？全国又该如何布局？

刘吉臻指出，为了将西部能源向东部负荷中心输送，必然要配套建设大规模的电网，其间特高压输电技术以及特高压电网发挥了重要作用。对于中国而言，大规模能源通道的建设是重要的国家战略。“最近一段时期，学界出现了一些声音，质疑甚至否定了能源通道的建设。我个人认为，这是不符合中国国情的，在我国西部大开发乃至整个能源布局上，西电东送都扮演着非常关键的角色。目前，我国更宜采取‘集中式开发、远距离输送与分布式开发、就地消纳并举’的策略，要两个拳头共同出击。当然，这后面还有一个句话，中东部地区应以分布式新能源开发利用为主。”

中国工程院院士、中国工程院原副院长杜祥琬对此深有同感：“中国的能源消耗和能源负荷区主要在东部地区，这决定了西电东送是长期国情。但我国东部地区城市应优先开发和利用‘身边来’的能源，同时再加上西电东送等‘远方来’的能源，东部应把能源自给和西电东送相结合，不应坐等西部供应东部，而应转变思路，进行能源自产自销，持续提高能源自给比例。”

据杜祥琬介绍，截至 2018 年底，我国光伏发电累计装机 1.74 亿千瓦，其中大型集中式电站占比 71.17%，分布式光伏占比 29.09%，而在世界其他国家则主要以分布式发电为主，分布式光伏可占光伏发电系统总容量的 80%以上。“据统计，中东部地区已开发利用的太阳能及风能资源不足资源总量的 10%。同时，与集中式远距离传输相比，分布式能源就地消纳由于不存在输电成本与损耗而具有一定的经济优势，以宁东-浙江特高压直流输电线路为例，浙江地区分布式光伏的发电成本即为供电成本，供电成本为 0.42 元/千瓦时，宁夏地区集中式光伏电站的发电成本为 0.23 元/千瓦时，特高压直流线路与送受端电网的输电成本为 0.26 元/千瓦时，在不考虑送端配套火电建设与调峰成本的情况下，供电成本已达到 0.49 元/千瓦时，高于受端分布式光伏成本。”

因此，杜祥琬建议，能源与电力“十四五”规划应重点关注中东部地区能源发展战略目标的转变，由能源消费者逐步成为能源产销者。

“如果到 2035 年，我们能开发一亿千瓦的海上风电，就相当于这些年来西电东送大开发、大输送的电量总和”

那么，东部地区又该选择哪些“身边来”的能源呢？

杜祥琬指出，在考虑低风速区域的情况下，我国中东部地区陆上风能资源技术可开发量共 8.96 亿千瓦。水深在 5-20 米范围内的海上风电可开发量约 2.1 亿千瓦，陆上和海上风电可开发资源量共计约 11 亿千瓦。

“近年来，已经有实践项目证明，我国海上风电的运行小时数有些甚至可以超过 4000 小时，效益非常好。海上风电离我们的负荷中心很近，基本不存在弃风问题。”刘吉臻看好我国海上风电的发展前景，“中国是海洋大国，如果到 2035 年，我们能开发 1 亿千瓦的海上风电，就相当于这些年来西电东送大开发、大输送的电量总和。这将对我国能源版图的变革以及全社会的能源转型起到重大作用。所以，海上风电技术包括海上风电场规划设计、施工、集电系统、并网以及运维成套关键技术应该是未来风电发展的主要方向之一。”

另外，杜祥琬还建议，“十四五”期间应鼓励中东部地区分布式光伏发电建设，将光伏建筑一体化（Building Integrated PV，BIPV）列入建筑标准，提高建筑物的自发电能力，同时配置储能设备，发展大数据等信息技术的智能管理，建设工业园区、居民小区及企业级微网，改进我国能源和电力系统的空间格局和产业模式；因地制宜开展中东部地区分散式、低风速风电建设；加快生物质能、地热能、海洋能及工业余热的综合开发利用，构建多元化的清洁能源供给体系。

本报记者 姚金楠 中国能源报 2019-11-04

重新认识我国的能源资源禀赋

说到我国的能源资源禀赋，通常的说法就是“富煤、缺油、少气”。这个认识对不对呢？如果我们视野中的能源只是化石能源的话，这个认识并不错。

二百多年来，化石能源的使用，推动了工业革命，大大提高了劳动生产率。虽然化石能源不可再生，但由于全球的化石能源资源比较丰富，至今，全球的一次能源消费结构中，化石能源仍然占主导地位。一个世纪以前，全球的一次能源结构中煤炭的占比也高达 70%，经过几十年的演变，油气的占比已超过 50%。中国和全球的差别在于，煤炭的占比至今仍高达近 60%，而油和气的占比较低，且对外依存度较高。

当化石能源在我国一次能源中占绝对多数时，把我们的能源资源禀赋理解为“富煤、缺油、少气”是可以理解的。

现在，这样的认识已跟不上发展了。

目前，非化石能源（包括可再生能源和核能）在全球一次能源中的占比已达 22%，在我国一次能源中的占比已达 14.3%。在能源结构中，这是正在稳定、快速增长的一块。

牵引可再生能源快速增长的，是经济社会可持续发展的需求，而支撑其稳定、快速增长的是其背后的自然资源和开发这些资源的技术能力的提升及成本的不断下降。

我国可再生能源资源大约有多少呢？文献给出，我国技术可开发的风能资源约为 35 亿千瓦，技术可开发的太阳能光伏资源约为 22 亿千瓦。而截至 2019 年上半年，我国已开发的风能装机为 1.98 亿千瓦，光伏装机为 1.9 亿千瓦，均不到技术可开发量的 1/10。技术可开发资源量已经除去了各种地理的、社会的不便开发的那部分资源量。如果再加上资源可观的生物质能、地热能，还有海洋能、太阳能热利用、固废能源化等，我国可再生能源的资源量是足够丰富的。可见，逐步发展可再生能源，使其达到高比例是完全可能的。

值得指出的是，这种资源的可再生性注定了它的可持续性；同时，这种资源是伴随着太阳的存在而自然存在的，而其量值的大小，则与技术开发能力有关。例如，高度至百米以上的风能资源，就比高度至 70—80 米的风能明显增多。至于这种资源的缺点，例如其间歇性，通过储能、调峰等技术手段是可以解决的。

值得强调的是，可再生能源资源的利用是我国自己可以掌控的，它不依赖国际地缘政治的变幻，

有利于能源体系的独立性和安全性。

至于核能的资源，今天用于核裂变的重金属资源和明天用于核聚变的轻核同位素，那是另一个天地，这里暂不展开叙述。

总之，对我国的能源资源禀赋应该重新认识：在化石能源资源“富煤、缺油、少气”的同时，我国拥有丰富的非化石能源资源，特别是可再生能源资源。逐步建成我国以非化石能源为主的低碳能源体系，其资源基础是丰厚的。

由于对能源资源禀赋认识的局限性，一些能源负荷很重的地区，长期以来认为自己“负荷重、资源缺”，却没有认识到自己身边就有丰富的可再生能源资源可以开发，形成了对外来电、外来煤的依赖。这是一个影响能源政策和能源战略的实际问题。

重新认识我国的能源资源禀赋，是正确认识本国国情的要素。对于确保国家长远的能源安全、引导能源转型具有方向性、战略性的意义。（作者系中国工程院院士、原副院长）

杜祥琬 中国能源报 2019-11-11

未来我国新能源如何科学发展

党的十八大以来，我国新能源发展取得显著成绩，新能源装机占电源总装机比重由 2012 年的 5.6% 提升至目前的 19.6%，实现了由“补充电源”向“替代电源”的转变。截至今年 9 月底，我国新能源装机达 3.9 亿千瓦，相当于德国和巴西两国电源总装机之和。

随着新能源规模越来越大，如何统筹做好新能源发展规划，引导新能源合理开发和有效消纳，成为未来我国新能源发展需要解决的重要问题。

过去 10 年，我国新能源发展以扩大装机规模为主

自 2005 年《中华人民共和国可再生能源法》颁布实施以来，国家相关部门相继出台了标杆上网电价、电价附加、全额保障性收购等一系列政策措施，有力推动了我国新能源快速发展。

“十一五”期间，风电装机连年翻番，2006~2010 年年均增速高达 97%。2009 年，国家出台风电标杆上网电价政策，进一步调动了地方政府和发电企业发展风电的积极性。

由于当时风电机组的并网标准较低，不具备低电压穿越等基本功能，大量存在缺陷的风电机组并入电网，留下安全隐患。2012 年，国家能源局发布《风电发展“十二五”规划》，提出到 2015 年，投入运行的风电装机容量达到 1 亿千瓦，有序推进大型风电基地建设。在国家规划的引导下，风电呈现大规模、集中、高速发展态势，到 2014 年年底，全国风电装机规模达到 9657 万千瓦，提前 1 年完成规划目标。在快速发展的同时，风电产业还存在“边弃边建，边建边弃”的问题。

2016 年，国家能源局建立风电投资监测预警机制，严控弃风严重地区装机增长成为当时风电开发的新准则。受此影响，2017 年，全国风电新增装机仅 1578 万千瓦，不足 2015 年新增装机的一半。与此同时，在各方的共同努力下，风电消纳状况持续好转。2019 年 1~9 月，全国风电平均利用率已达 95% 以上。

近年来，我国光伏发电规模也快速增长。2013 年，《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》印发，提出到 2015 年总装机容量达到 3500 万千瓦以上。光伏自此迎来建设高峰。到 2015 年年底，全国光伏发电累计装机容量 4218 万千瓦，超过规划目标。2017 年，全国光伏新增装机 5306 万千瓦，创下新能源发展年度新增装机规模的最高纪录。

在光伏发电高速发展的进程中，光伏消纳和补贴问题逐步显现。2017 年，国家能源局建立光伏发电市场环境监测评价机制，严控限电地区光伏开发，对光伏消纳起到促进作用。另一方面，光伏发电快速发展带来的补贴缺口问题凸显，截至 2018 年年底，全国累计资金缺口约 2000 亿元。为解决光伏发电消纳和补贴问题，2018 年 5 月以来，国家发展改革委等三部门发布《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》（光伏“531”新政），并开展光伏年度规模管理等，合理控制年度光伏发电新增装机规模。

回顾 10 多年的发展历程，我国风电和光伏发电呈现出以扩大新能源装机规模为主的基本导向。在消纳难、补贴资金不足等问题相继出现的情况下，我国对相关政策进行了适当调整，合理控制了新能源的发展节奏。

规划新能源装机规模需综合考虑各项指标

从国内外发展实践和研究成果来看，新能源发电的装机规模与利用率、新能源电量占比、新能源参与系统平衡的容量置信度等指标密切相关。

在超规划或超本地消纳能力的前提下大量开发新能源，会带来利用

率指标的下降。因此，新能源的装机规模规划需要根据不同地区的源、网、荷条件综合确定。

风电、光伏发电出力具有波动性、随机性特点，在尚未配置大规模电源侧储能之前，客观上决定了新能源能够参与高峰时段电力实时平衡的置信容量很小。

例如，2018 年 3 月底，西北地区风电和光伏发电装机容量合计 8174 万千瓦，3 月份期间日最大出力 3100 万千瓦，但在负荷高峰时段最小出力曾经只有 200 万千瓦，西北地区新能源参与电力系统平衡的置信容量不足其装机容量的 5%。国际能源署（IEA）、国际可再生能源机构（IRENA）、美国国家可再生能源实验室（NREL）等知名机构的研究成果均表明，一般情况下，风电和光伏发电平均的置信容量分别不超过其装机容量的 20%和 30%。因此，新能源装机规划也不能单独从自身发展角度出发，还应该从维持电网安全稳定运行的角度出发，从整个电力系统的角度去考量，做好火电、气电、水电等其他常规电源和灵活调节性电源的统筹协调规划。

装机比重的提高并不能完全反映新能源发展对能源转型的贡献，新能源发展的最终成效还应体现在消纳新能源电量的比重上。一般情况下，新能源并网的装机规模越大，新能源发电量越多，发电量占比也越高。2018 年，丹麦、德国、西班牙新能源发电量占用电量的比例高达 45%、27%、20%，成为全球新能源发展的标杆。与之相比，目前蒙东、宁夏、甘肃、青海新能源发电量占比分别达到 44%、27%、25%、23%，这些地区在限电逐年好转形势下，与国际先进水平基本相当。

另一方面，一味追求发电量及其占比提高也不科学。NREL 还开展了一项 2020 年美国西部地区新能源并网研究，结果表明西部地区风电发电量占比每提高 7~8 个百分点，利用率将降低 3~4 个百分点。因此，在规划阶段必须测算得到一个地区合理的新能源发电量占比指标，既能提高装机规模，还能将弃电率控制在合理范围内。

构建科学评价体系，确定今后我国新能源发展准则

在“十四五”及中长期我国新能源发展规划中，应逐步构建起涵盖发展、消纳、市场等多维度的综合评价体系，基于新能源利用率、容量充裕度、新能源电量占比等指标，合理确定新能源装机发展目标，引导我国新能源高质量发展，重点解决高比例新能源消纳问题。

国家发展改革委、国家能源局制定的《清洁能源消纳行动计划（2018~2020 年）》明确了逐年新能源消纳具体指标，提出 2020 年，确保全国平均风电利用率力争达到 95%左右，光伏发电利用率高于 95%，以引导风电、光伏发电合理开发和布局。但是，是否以新能源利用率控制作为唯一约束条件来确定装机规模仍需要深入研究。

今年 5 月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》，设定可再生能源电力消纳责任权重，为新能源发展和消纳提供了政策支撑。由以追求装机规模、利用率控制为目标向满足消纳责任权重的目标转变，可以作为未来确定我国新能源装机规划的重要依据。也就是说，应通过测算不同地区新能源发电量占比与装机规模、利用率、容量置信度相互之间的关系和比例，最终确定一个合理的新能源发电量占比目标，进而提出新能源开发规模、其他调节电源装机规模、新能源利用率控制目标等。

根据国家发展改革委、国家能源局 2016 年制定的《能源生产和消费革命战略（2016~2030）》，2020、2030 年我国非化石能源占一次能源消费比重将达到 15%和 20%。据此测算，2020、2030 年，我国风电、光伏合计发电量占用电量的比例至少要达到 10%、16%，风电、光伏发电的最低装机规模也将按此目标确定。各地区可以在此目标的引导下，适当放宽利用率控制，并充分考虑电力系统

容量充裕度，在满足本地最低消纳责任权重的目标下，统筹规划本地新能源装机规模和配套灵活性调节电源。

谢国辉 王跃峰 国家电网报 2019-11-12

国家环境基准专家委员会成立

本报讯 10月29日，国家环境基准专家委员会在京成立，成立国家环境基准专家委员会，旨在开展环境基准支撑生态环境管理的重大问题研究，为管理部门制修订环境标准、管控生态环境风险提供支持。

专家委员会由70名委员组成，设主任委员1名，副主任委员3名，委员来自生态环境、水利、农业、林业、卫生、海洋、气象等多个领域。专家委员会秘书处设在环境基准与风险评估国家重点实验室。近期，专家委员会将主要围绕环境基准体系顶层设计，以及环境基准的研究计划、质量管理、转化应用等方面，组织开展研究工作。

会议宣读了专家委员会委员名单并向委员颁发了聘书，参会委员审议并通过了《国家环境基准专家委员会章程（试行）》。

吕望舒 中国能源报 2019-11-04

奥地利环保部发布气候变化应对计划

本报讯 据奥地利《标准报》报道，奥地利环保部日前发布《国家能源与气候草案》，公布了2030年前应实现的一系列重大环保措施。

交通领域要在2025年前实现零排放。能源领域，可再生能源在最终能源消耗中的比重为46%至50%。排放贸易领域，将欧盟排放贸易系统扩展到其他领域，份额拍卖收益可流入与气候和能源有关的项目。

据了解，奥地利当前设定的减排目标为30%，专家分析称，该草案为奥地利政府未来几年的行动指明了方向。据悉，欧盟方面已对该草案提出了10条改进建议，主要针对财税及交通领域。

陈商 中国能源报 2019-11-11

智利力推可再生能源发展

10月末，全球最大矿业公司必和必拓（BHP）宣布，计划从2021年开始为旗下所有的智利铜矿项目提供可再生能源电力。据BHP预测，这将使相应项目的能源成本降低约20%。

无独有偶，稍早前，法国公用事业公司Engie也与西班牙可再生能源项目开发商Global Energy Services（GES）签订合同，将在智利合作首个可再生能源项目，总装机容量259兆瓦。

可再生能源的开发和利用项目为何频频落户智利？在能源转型过程中，智利又有哪些发展优势呢？

“早在2016年，智利便签发了一个名为‘Energy 2050’的能源战略，目标是到2050年全国发电量的70%都来自可再生能源。”谈及智利在可再生能源发展上的决心，智利国家电力规划委员会董事会副主席Jaime Peralta信心满满，“现在已经有观点认为，智利可能会在2050年前就成功实现这一目标。”他这样说。

事实上，不仅仅是70%的可再生能源电力占比，智利政府还提出，将在2050年成为首个实现“碳中和”的发展中国家。Jaime Peralta进一步强调：“这意味着到2050年，智利可将生产生活中产生的二氧化碳全部吸收，使其对环境的影响降为零。今年年底，《联合国气候变化公约》第25次缔约方大会将在智利举办，‘碳中和’的目标也是我们面向这次会议的郑重承诺。”

不过，在践行承诺的过程中，智利其实也面临着可再生能源供应不均衡的问题。

“目前，智利的水电装机占电力总装机的 30%左右，但我们已经经历了连续七年的干旱，水电的供应量大大下降。”Jaime Peralta 表示，为达成“Energy 2050”的目标，智利计划第一步在 2025 年前实现全国发电量的 20%来自可再生能源。“在水电供给不足的情况下，必须大力发展风电和太阳能发电。”

“大力发展”不仅需要加大开发力度，更需要与之相配合的电网系统。“翻开世界地图，可以很清晰地看到，智利是一个狭长的国家。由于特殊的地理地形，智利的能源分布也是比较特殊的，其中大部分能源特别是太阳能等可再生能源都分布在北部地区。所以在建设光伏电站、风电场的同时，我们需要更加灵活、可靠的输电系统。”

此外，Jaime Peralta 还指出，今年，智利还签署了一项协议，希望在 2040 年之前完全淘汰燃煤发电厂，这也同样需要输电环节提供有力支撑。

Jaime Peralta 介绍，智利是较早在能源系统中引入竞争机制的国家，私人资本已经充分参与到发电、输电、变电、配电等环节。“在输电环节，国家电力协调机构会负责制定相应的规划方向，然后进行国际招标。未来几年，预计智利会有超过 10 亿美元规模的光伏发电需要从北部地区输送到南部，这将是一个巨大的市场。”在输电方面，智利也推行了一系列改革措施。“将业务进行切割划分，充分发挥服务和价格优势，从而提升整体效率，使可再生能源能够更好地融入电网，让电网更加智能。”

“智利需要有新一代的可再生能源去替代传统化石燃料，未来的能源利用也将趋于电气化。”Jaime Peralta 笃定，智利在发展可再生能源上将有很大的国际合作空间。

本报记者 姚金楠 中国能源报 2019-11-04

巴西拟开发 2 吉瓦可再生能源项目

本报讯 近日，巴西公开举行了能源项目招标工作。据悉，本次招标总规模为 2979 兆瓦，涉及 91 个项目，预计投资规模为 27 亿美元。

巴西电力交易中心理事会主席 Rui Altieri 认为，如此大规模的招标工作体现了巴西对电力供应的强烈需求，这不仅将有利于本国能源产业的投资与发展，还将助力社会经济的复苏。

据了解，在全部招标项目中，可再生能源项目规模高达 2015 兆瓦，占比 67.64%。其中，风电项目拟建设规模为 1040 兆瓦，领先于其他种类新能源。太阳能发电和水电项目拟建规模分别为 530 兆瓦和 445 兆瓦。火电和生物质能发电项目仅占 964 兆瓦。预计全部项目将在 2025 年底前并网。

董梓童 中国能源报 2019-11-04

目标冲突下的新能源并网消纳问题何解

中国新能源电力发展规模领跑全球，但新能源消纳也成了“老大难”问题。国家发改委、国家能源局等出台了一系列文件，提出到 2020 年要基本解决新能源消纳问题。蓝图已经绘就，接下来就是考虑如何将“一张蓝图干到底”。制约新能源发展的因素纷繁，影响消纳的原因复杂，本课题组认为，核心在于新能源各相关主体的目标导向不一致，甚至相互冲突，导致新能源发展无法实现理想目标，难以承担国家能源转型之重担。

根据国家能源转型的总体目标，改变包括地方政府、新能源投资企业、电网企业和国家主管部门等相关主体的目标导向和约束机制，使其相互兼容，将有助于破除新能源发展的诸多障碍，特别是消纳瓶颈，保证新能源行业持续稳定健康发展，盘活国家能源转型整盘棋。

一、“三弃”问题仍然严重

截至 2018 年末，中国新能源发电装机突破 7 亿千瓦，约占全球的 30%。其中水电、风电、光伏装机分别达到 3.5 亿、1.8 亿和 1.7 亿千瓦，均居世界首位。总体而言，中国非化石能源发电装机占

比已达 40%，发电量占比接近 30%。

伴随新能源如火如荼发展的是，大风呼啸，风力发电机却停止了运转；艳阳高照，太阳能光伏板却在空晒“日光浴”。近年来，在加快新能源开发利用的同时，水电、风电、光伏发电出现并网难、送出难、消纳难等问题。

数据显示，2018 年全年弃水电量约 691 亿千瓦时，弃风电量 277 亿千瓦时，弃光电量 54.9 亿千瓦时，“三弃”电量共约 1023 亿千瓦时，超过同期三峡电站的发电量。2019 年以来“三弃”现象虽有所缓解，但问题仍不同程度存在，部分地区形势依然严峻。

针对社会各界密切关注的新能源消纳问题，国家发改委、国家能源局把推动新能源高质量发展、有效解决消纳问题作为重点工作，制定《解决弃水弃风弃光问题实施方案》（发改能源〔2017〕1942 号）、《清洁能源消纳行动计划（2018—2020 年）》（发改能源规〔2018〕1575 号），提出到 2020 年基本解决清洁能源消纳问题。目标是清晰的，任务却是艰难的，如果新能源各相关主体目标导向相互对立、相互冲突，约束机制将目标冲突进一步固化，通过行政手段沟通和平衡，终是治标不治本，问题将始终存在，随时可能卷土重来。

二、目标导向相互冲突

在“三弃”现象背后，中国电力需求增长放缓是重要的外部因素，同时，内部也交织着各种复杂因素，除技术性因素外，还包括新旧能源博弈、源网荷规划不协调、市场交易机制欠缺、相关法律法规贯彻执行不到位等，但根子在于相关主体目标导向相互冲突。

（一）地方政府的问题

地方政府的**目标导向**：最大化 GDP、最大化财政收入。为此，地方政府间互相博弈，一是希望吸引更多的投资，通过“争抢”国家分配的新能源指标，以指标吸引新能源制造业，形成产业链条；二是外送电力省份希望多送电量，增加地方电费收入，而受端省份为了增加 GDP，尽量增加本省电力供给；在基本满足电力需求的前提下，比较排斥外来电力。此外，各地方政府都希望得到更低的电价增强地方经济竞争力。

地方政府的**制约因素**：新增新能源投资规模指标、新能源电力消纳新增容量（这严重依赖于电网企业的规划和投资）、自然资源条件、相关的法律法规等，如《电力法》严格禁止的“隔墙售电”等。

地方政府的**解决办法**：与当地电网企业搞好关系，释放地方政府权限内的利益，换取电网企业增加对当地电网的投资，增加容量，提高新能源消纳比例。

地方政府的**博弈结果**：电力负荷量较大、与地方电网企业关系比较融洽的地区，新能源消纳情况普遍较好，反之亦然。

（二）新能源企业的问题

新能源企业的**目标导向**：最大化投资收益。希望所投资新能源发电全部并网消纳，并及时结算电力收入和相关补贴；希望拿到更多的投资项目。

新能源企业的**制约因素**：并网消纳、补贴申请、非预见性费用的增加等。

新能源企业的**解决办法**：与地方电网搞好关系解决消纳问题；与地方政府搞好关系既争取项目资源，又防止非预见性费用大幅上升。

新能源企业的**博弈结果**：建立较好关系的企业可以拿到更多的项目资源，消纳情况可以更好；实力雄厚的企业可以制造业投资换取项目资源；反之，将逐步退出竞争和市场。

（三）电网企业的问题

电网企业的**目标导向**：增加收入，可持续增长。于是，在销售电价固定的情况下，就希望多售电；在收购电价固定的情况下，希望多收更便宜的电；在电力供需方直接交易的情况下，由于按实际成本核算收取过网费的定价政策导向，电网企业倾向于做高输配成本，而输配的高成本可转移为电网企业上游制造业的高收入；尽力延伸上游供应、施工、检验检测、综合能源及金融服务等到电力供应方及电力消费方，依靠电网的独占性，增加延伸业务收入；签发接入许可成为地方电网拥有的稀缺资源，可滋生大量寻租机会；“自发自用”和“隔墙售电”跳出电网企业收入渠道，与电网企业目

标导向冲突。

电网企业的制约因素：电网企业的投资计划是否能获得国家主管部门批准、地方电网的投资增量计划能否获得总公司批准、电网输配成本的政府核算、国家鼓励并网消纳的法律法规和政策、民众舆论等。

电网企业的解决办法：增加投资计划并尽快获得国家主管部门批准；地方电网申请更多的投资以增加容量、与地方政府互换争取更多的长期利益。

电网企业的博弈结果：电网的独占性在博弈中比较占据优势，如地方土地使用、金融支持、员工福利、产业与服务延伸等，电网系的各类型企业都可以在市场竞争中占据优势地位。

（四）国家主管部门的问题

国家主管部门的目标导向：制定规划实现能源转型、提高新能源消纳比例、新能源行业可持续稳定增长等。

国家主管部门的制约因素：地方政府落实指标的力度、电网投资计划的审批和执行、地方电网消纳的积极性、传统电力的新增装机规模对新能源的挤压、可用于补贴的财政预算、主管部门的权责范围和使用力度等。

国家主管部门的解决办法：指标推送到地方政府，由地方政府层层分解去协调去争取；推动各项改革措施，出台各项行业规章和管理办法；与相关部委协调，出台有利性政策；争取更高层理解和支持，以推动新能源事业发展。

国家主管部门的博弈结果：并网消纳难，年年难；补贴不足，拖欠金额越来越大；出台办法越来越多，效果有好有坏、时好时坏。

如果进一步细分，地方政府和地方各主管部门之间、电网企业和电网分子公司之间、国家和国家各主管部门之间的目标导向都有差异，甚至冲突；不同类别主体之间差异更大，制约因素互相牵制掣肘，博弈力量不均衡，博弈的结果必然是，国家能源转型有困难，并网消纳始终是难题、补贴问题久拖难解，新能源行业发展大起大落。

三、重新规划目标路径

政府相关部门一直在试图解决新能源发展中的各种问题，采取行政手段、计划手段和政策手段等各种手段组合，但相关各方在追求自身目标导向最大化过程中总会“上有政策，下有对策”，让执行结果偏离国家规划目标。

解决问题更好的办法，是重新梳理各方的目标导向和制约因素，改变目标导向，大致统一到国家的总体目标中；调整制约因素，规定相关方责权利，建立奖惩机制，从而有利于解决瓶颈问题，实现国家规划目标。

（一）地方政府目标的合理性

地方政府发展经济，增强辖内产业竞争力无可厚非；争取项目资源，以增加辖内投资，带动发展、就业和税收也是情理之中。

地方政府的非诚信行为在新能源行业时有发生，一旦企业投资落地，就可能成为“唐僧肉”。一些地方政府会要求额外的地方税费、土地费用、各种摊派、额外的基础设施建设投资、强制性甚至指定的本地供应和施工、人员安排等。为了生存，辖内大多数企业长期性的忍气吞声、不敢得罪“地头蛇”，少数不得不放弃资产、铩羽而归。

建议巡视审计部门多走访当地的新能源企业，特别是民营企业，从发展艰难的企业中发现问题，是否存在地方办事官员“吃卡拿要骗”行为，是否存在额外摊派和额外费用，是否存在官员滥用权力。

（二）新能源企业理性诉求

新能源企业，无论国有或民营，理应在合法基础上追求投资收益最大化、可持续发展和做大做强。

新能源企业于各方博弈中处于劣势，无论对国家政策和主管部门、还是面对地方各级政府、亦或与电网企业合作，劣势方没有太多的应对招数。如果不是倾家荡产，大致不会做出强烈反抗，最

多扯几张横幅，以引起高层或媒体的关注。

在新能源行业，近期也出现一系列非法违法苗头，如传销、诈骗、非法集资、以次充好、粗制滥造、违反生态红线等，但这些都并非主流企业所为。健康的产业生态，需要执法部门严格执法。

（三）电网企业目标导向改变

2015年8月，中共中央、国务院印发了《关于深化国有企业改革的指导意见》（以下简称“中共中央‘指导文件’”），这是新时期指导和推进中国国企改革的纲领性文件。文件中明确指出，要根据国有资本的战略定位和发展目标，结合不同国有企业在经济社会发展中的作用、现状和发展需要，将国有企业分为商业类和公益类。通过界定功能、划分类别，实行分类改革、分类发展、分类监管、分类定责、分类考核，提高改革的针对性、监管的有效性、考核评价的科学性，推动国有企业同市场经济深度融合，促进国有企业经济效益和社会效益有机统一。

本着电网企业独占性和公益性的基本属性，必须明确电网企业定位，划为公益性企业。公益类国有企业以保障民生、服务社会、提供公共产品和服务为主要目标，引入市场机制，提高公共服务效率和能力。这类企业可以采取国有独资形式，具备条件的也可以推行投资主体多元化。对公益类国有企业，重点考核成本控制、产品服务质量、营运效率和保障能力，考核中要引入社会评价。

电网企业目标导向的调整：根据中共中央“指导文件”和国家能源转型战略要求，电网企业的目标不应以业务收入作为导向，而应调整为：降低输配成本、提高营运效率和安全、增加新能源消纳额度和比例（包括并网、“自发自用”及“隔墙售电”等）、提升服务水平和品质等。

目标调整后的制约因素：逐年下降的输配成本、电网安全和运行效率、每年增加的新能源消纳额度和比例、应急反应能力等。

电网企业的求解办法：内部注重降本增效、管理力求精益求精；积极推广并普及高效型的新能源并网消纳技术；低成本的“自发自用”和“隔墙售电”等方式将备受鼓励；积极提升服务品质，以免被举报而受罚；采购供应将追求更经济更节约，而不太可能高成本内部采购；倾向于主辅分离，愿意将低效的辅业资产和企业剥离。

因为投资将被纳入未来的成本摊销，现有目标导向下增加投资的冲动将被压制，电网企业投资需求将更加节约、高效和理性。

未来电网企业的博弈结果：电网效率和服务提升、寻租和利益交换减少、新能源消纳大幅改善等。

（四）国家指标下达路径调整

国家关于新能源发展的目标是在国家整体能源发展和能源转型大战略规划的基础上，经过若干轮回讨论制定的。为实现目标，需要国家主管部门制定具体政策、措施和办法，解决相关问题。

国家主管部门，以国家能源局相关司局牵头，国家发改委、财政部、国税局、工信部、科技部、自然资源部、环境生态部等部委相关司局都有相应权责。各部委局下属部门的目标导向当然不同，但就新能源行业相关的权责是清晰的。核心问题是，行业发展受挫，相关主管部门是否担责，如何担责？

建议巡视审计部门在关注腐败和财务相关问题外，遵循“不忘初心、牢记使命”的原则，从行业发展问题中，发现政策失误、用权不当、执行不力等弊端，并以处理、警示和匡正。

现有目标和制约下，国家主管部门习惯于将任务推送到地方政府，而地方政府也没有抓手，只能层层分解，由更低层的政府去协调去解决。

就新能源消纳问题，无论电网企业的目标导向和制约因素是否调整，建议国家主管部门将新能源消纳额度和比例的五年和年度指标直接下达给电网企业，由电网企业根据各地方电网电源和负荷的布局 and 预测，全国一盘棋最优化设计，规划未来的投资和升级，提前向社会公布各地区（甚至细化到各台区）下年度可以新增的新能源并网和消纳额度。

举例而言，如果2020年往后五年，国家规划消纳新增600GW装机规模的风电和光伏，按照100GW、110GW、120GW、130GW、140GW年度规划，这些指标直接安排给电网企业，由电网企

业统筹规划，在上年度第四季度公布下年度各台区范围内可新增的新能源并网和消纳的容量。考虑新能源投资的各种因素制约，要求电网企业预先公布的各台区新增容量总额必须远大于国家规划，比如分别为，200GW、220GW、240GW、260GW、280GW。根据电网企业预先公布的各台区新增容量，新能源投资企业可进行比较，有更多的选择空间和余地，做出在合适的区域投资的决策。

在电网企业目标导向调整前，由国家主管部门将新能源并网消纳额度和比例作为指标接下达给电网企业，作为重要的约束条件和依据，考核电网企业年度绩效，那么，电网企业包括地方电网应该有强大的投资冲动和欲望，并有意愿推高输配电及新能源并网接入成本，追求收入的最大化。“两害相权取其轻”，虽然电网企业投资驱动下，输配电及并网消纳成本有可能上升，但并网消纳问题可以大幅改善。

在目标导向调整后，降本增效及新能源并网消纳的额度比例将成为电网企业的目标和约束，电网企业将精打细算，慎用投资，并大力鼓励“自发自用”和“隔墙售电”等节约性的消纳方式。电网企业的目标导向将调整到与国家能源转型的目标一致，也与地方政府和新能源投资企业目标相互兼容。

四、调整改变利弊分析

在全球能源转型大势所趋的国际形势下，一些发达国家已经为新能源大规模高比例并网消纳提供了很好的解决方案。国家转型目标、地方经济发展、投资企业追求，以及电网企业配合，各方目标兼容，约束机制配套，各项政策配合，为中国新能源发展树立了榜样。

中国新能源发展受到并网消纳的瓶颈制约，发展受挫，问题主要在于电网企业的目标导向和约束机制，以及国家主管部门的任务下达路径安排。

课题组认为，在电网企业目标导向不变的情况下，国家主管部门可以将国家新能源发展的目标兑换为消纳指标直接下达给电网企业，由电网企业在全国范围内统筹安排，优化布局，做好输配接入升级的更新改造和投资，并提前发布各台区范围内新增新能源消纳容量，为新能源投资企业投资决策指航，各地电网需为符合接入标准的项目无条件并网消纳。国家主管部门下达给电网企业的新增新能源电力消纳指标需纳入电网企业的约束和考核机制。

国家主管部门任务直接下达到电网企业有利有弊，有利之处主要有：一、作为考核电网企业的重要指标，并网消纳问题基本可解决；二、电网企业可统筹兼顾，优化全国范围内网源荷配置和布局，不至于导致区域新能源发展失衡；三、提前发布各台区范围内新增容量，有利于新能源企业投资决策，降低新能源发电成本；四、在电网企业无法完成并网消纳指标的情况下，会有条件支持成本低廉的“自发自用”和“隔墙售电”等消纳方式；五、减少地方政府及地方主管部门的工作压力，地方政府无需通过利益交换争取并网消纳新增容量；六、减少地方政府主管部门和地方电网寻租机会。这样安排也有其弊端，主要是电网企业倾向于要求多增加输配电及接入的投资，间接推高未来的输配电成本，未来输配电降价空间或将收窄。

顺应中共中央“指导文件”，改变电网企业属性，转为公益性企业，改变电网企业目标导向，重新定位约束机制，是新能源消纳问题标本兼治的长久之策。

配合国家主管部门任务的直接下达，除上述有利之处外，还包括：一、输配电成本整体下降，为降低全社会用电成本打好基础，国家未来发展的竞争力增强；二、各种高效率低成本的新能源并网技术将广泛应用，中国新能源应用技术水平大大提升；三、鼓励“自发自用”和“隔墙售电”等低成本消纳，中国新能源消纳比例将稳步增加，可加快进入新能源应用发达国家水平，为欠发达国家树立标杆和榜样；四、助力电网企业淘汰辅业，特别是低效无效辅业，主辅分离加快，电网企业整体效率提升；五、进一步减少地方政府主管部门和地方电网寻租机会；六、降低新能源并网及消纳费用，有利于加快推进新能源平价上网，减少补贴需求，减轻财政补贴压力。

改变电网企业目标导向，也有其弊端，一、电网企业员工工作压力增加、强度增加、责任增加、服务态度转变，员工对改革或持抵制态度；二、为降本增效，电网企业业务收入总体降低，间接影响员工薪酬、福利和其他收入，也可能受到员工抵制；三、电网企业辅业资产，包括集体所有制企业，企业数量和员工人数众多，大多都属于被分离对象，需要一定时间进行分离企业的改制和处理。

全球能源转型及新能源发展的国际经验表明，大规模高比例并网消纳问题既有技术原因，又有利益纠缠，更多的原因是由于各主体的目标导向冲突。这种冲突，通过行政、计划和政策手段，无法标本兼治。中共中央“指导文件”为根治问题提供了系统性前瞻性的解决方案。这一方案，并不需要对体制做大手术大动作，只需要国务院国资委按照中共中央“指导文件”的要求，重新定义电网企业的公益性质，改变电网企业的目标导向和约束机制，以新目标进行考核；改变国家主管部门任务下达的路径安排，并对国家主管部门做权责考核。两者配合，新能源消纳瓶颈问题可解，这将加快国家能源转型步伐，推进国家能源走上现代化、绿色化、高效化和高质量发展的新台阶。（汤雨 魏征 高源 张瑜鹏 周洁 赵荣美 王进）

国际能源研究所新能源研究课题组 2019-11-15

研究报告：单靠能源转型难以达到气候目标

中国能源报-日前，总部位于英国的艾伦·麦克阿瑟基金会（Ellen MacArthur Foundation）在“2019中国循环经济发展论坛”活动期间发布中文版报告《循环经济：解决气候变化的另一半蓝图》（下称“报告”）。报告指出，尽管全球可再生能源发展迅速，但全球温室气体的减排速度尚不足以实现《巴黎协定》中提出的气候目标，循环经济有望成为至关重要的补充应对方案。

报告指出，研究已表明温室气体排放正是全球变暖的“罪魁祸首”，而温室气体的大量排放则源于此前“攫取-生产-废弃”的线性经济模式。按照《巴黎协定》制定的气候目标，到2050年前全球要实现温室气体净零排放，全球温升需控制在1.5°C以内，但报告指出，目前全球减排力度远不足以实现这一目标，全球经济生产模式需要做出根本性的改变。

报告指出，目前人们在应对气候危机时的关注点基本集中在向可再生能源转型和能效提升方面，但这仅能解决55%的排放问题，其余45%温室气体排放都来自人类日常生活，减少食物生产、建筑材料生产等工业领域产业链上的温室气体排放也尤为重要。

艾伦·麦克阿瑟基金会董事执行官乔思林·布莱里奥（Jocelyn Blériot）在接受记者采访时表示：“截至目前，全球在落实气候目标方面已经取得了一些进展，但当前应对气候变化的策略大多只集中在能源系统。数据显示，全球在能源生产消费方面的转型已得到很大进展，但这只影响了全球55%的碳排放，余下45%的碳排放则来自生产和消费我们生活中随处可见的各种产品和食物。”

为此，报告认为，循环经济能够通过改变人类生产和使用产品的方式，成为气候目标的重要补充策略。研究显示，在水泥，铝，钢铁，塑料和食品这五个关键领域实施循环经济策略，在2050年前减排超过93亿吨温室气体，与目前全球整个交通体系温室气体排放量持平。另外，报告认为，持续创新，发展碳捕捉与封存技术以及饮食转变也是实现2050年全球“净零排放”的重要举措。

中国气候变化事务特别代表、清华大学气候变化与可持续发展研究院院长解振华在会上指出，发展循环经济已是国际社会广泛共识，是实现全球可持续发展的关键领域和重要路径，循环经济发展为高质量发展提供了资源保障、为转型升级提供了模式借鉴、为改善民生提供了产业载体、为能源资源节约和生态环境保护提供了有效路径。

乔思林·布莱里奥认为，循环经济主要基于三个原则，首先是从设计源头杜绝废弃和污染，同时保持产品和材料的长期使用，以及促进自然系统的再生。“循环经济商业模式将有助于在整个产业供应链中分配风险，从而能够有效提高应对极端天气等气候风险的抵抗力。循环经济作为一个指导框架，全球每个国家都能够分析自身的经济发展阶段和特点，并找到最有效的循环经济行动计划。”乔思林·布莱里奥说。

艾伦·麦克阿瑟基金会呼吁称，此次发布报告旨在吸引全球各界人士对现有气候变化解决方案缺失部分的关注，对现有应对气候变化措施进行一定的补充。

在循环经济的框架下，乔思林·布莱里奥认为，全球交通运输、建筑环境、电子产品等多个领域有望迎来变革。“以包装行业为例，包装重复使用的创新商业模式能够节省成本，从设计端避免塑料

的废弃和污染，与化石燃料的使用脱钩。同时，在交通运输领域，交通工具若能够从设计上辅助其重复使用和再制造，全球每年有望实现超过 3800 万吨的温室气体减排。与利用传统制造工艺生产新汽车发动机相比，使用可重复利用的汽车发动机，其二氧化碳排放量预计减少幅度将达到 73%以上。”事实上，记者了解到，为实现企业减排目标，全球部分行业巨头已开始逐步采用循环经济框架。法国汽车制造商雷诺已设计出能够部分回收的车型，车体重复利用率达到了 43%。全球轮胎巨头米其林也表示，85%的旧轮胎均能够回收利用，每重复使用一个轮胎将能够减排 60 千克二氧化碳。

李丽旻 中国能源报-中国能源网 2019-11-05

美国气候政策“开倒车”

11 月 4 日，美国国务卿蓬佩奥宣布，美国国务院已向联合国秘书长致信，启动退出《巴黎协定》进程，并将于 2020 年 11 月 4 日完成全部退出程序。与此同时，美国联邦政府还在不断放宽对国内化石能源领域排放限制。作为全球最主要的二氧化碳排放国之一，美国此次退出《巴黎协定》的举动遭到多国指责，全球气候目标的达成预计将“难上加难”。

蓄谋已久的“退群”

蓬佩奥在社交网络上称：“在削减排放、增强韧性、实现经济增长与保证公众能源安全方面，美国是全球的领导者。美国采用的是一种现实、务实的模式。”

继 2015 年《巴黎协定》在联合国气候变化大会上获得通过后，全球有将近 200 个国家相继签署了该协议，以共同对抗全球气候危机。迄今为止，美国是唯一一个退出该协议的国家。在美国前总统奥巴马执政时期，曾许诺到 2025 年美国温室气体减排量将在 2005 年的基础上降低 25%左右。然而，时至今日，美国距离其气候目标的实现相去甚远。

事实上，美国退出《巴黎协定》“蓄谋已久”。2016 年，美国总统大选期间，特朗普就曾表示，这一气候协议对美国经济有所损害，对美国工人就业、企业盈利以及纳税人不利。2017 年，特朗普又一次指责此项气候协定损害了美国的经济增长，甚至侵害了美国主权。

力挺化石能源

近几年来，美国联邦政府竭力为煤炭、页岩气等化石能源产业发展“扫除障碍”。在过去的两年中，美国环保署（EPA）已一再放宽此前制定的环保排放政策，包括放宽油气企业甲烷排放限制、燃煤电厂二氧化碳排放限制等。

值得注意的是，在美国联邦政府正式宣布退出《巴黎协定》的前一天，EPA 再次提出，将为美国煤炭企业排放标准“松绑”。而此次的政策调整将目光聚焦了煤灰处理领域。

《纽约时报》援引两名知情人士的话透露，美国联邦政府计划修订燃煤电厂的灰烬处理法案，一旦放宽标准，可能会导致燃煤电厂废物中的砷、铅和汞等有毒物质及重金属进入供水系统。

另据《华盛顿邮报》报道，美国联邦政府不断收到煤炭企业发出的请愿，表示经济上已无法承受奥巴马时期制定的环境条款，为回应这些请愿，特朗普政府对多项排放条款做出了修改。

EPA 署长 Andrew Wheeler 表示，此前的环保法令给美国电力供应商带来了沉重的负担。“目前的修改是负责任且合理的，既能保护公众健康与环境，也能为美国工业带来更多确定性”。然而，恰恰相反的是，尽管环保政策一再放宽，美国煤炭行业仍难以抵挡颓势，多家煤炭企业接连破产，行业就业人数也连续多季度出现下滑。

“倒退”举措遭各方批评

在全球积极践行减排的大环境下，美国“开倒车”式的气候政策引发了多方不满。法国总统发言人表示：“我们对美国正式退出《巴黎协定》表示遗憾。”俄罗斯克林姆林宫发言人指出，没有美国的参与，全球将很难进行全面的气候对话。欧盟委员会发言人则表示，《巴黎协定》的大门仍向美国敞开，希望美国能够重新加入进来。

这一决策也引起了部分美国国内人士的不满。美国国务院前气候官员 Andrew Light 指出，在应

对气候变化问题上，美国并没有与世界其他国家合作。美国民主党官员也表示，此举是“灾难性的，出卖了孩子们的未来”。

《金融时报》援引美国环保协会（EDF）气候变化高级副总裁 Nathaniel Keohane 的话称：“美国退出《巴黎协定》意味着其在对抗气候变化的斗争中抛弃了盟友。”

数据显示，美国每年二氧化碳排放量占全球总排放量的 15%左右。《洛杉矶时报》撰文称，尽管美国国内多个州政府、行业组织等都自发表示将积极应对气候变化、大力推广可再生能源，但整体效果仍可能不及一个国家层面的气候政策。

根据计划，美国正式退出《巴黎协定》的时间正是美国下届总统选举的后一天。《华盛顿邮报》撰文称：“11 月 4 日对美国来说是黑暗的一天。如果下届总统愿意支持应对气候政策，美国未来仍可能加入到这一协定中。”

本报记者 李丽旻 中国能源报 2019-11-11

美能源专家呼吁美加强与国际合作以实现减排目标

11 月 14 日，美国能源政策专家赞扬中国在低碳能源技术规模化领域发挥的关键作用，呼吁美国加强对华合作，促进全球减排，以实现应对气候变化的目标。

美国乔治·华盛顿大学工程学助理教授约翰·赫尔韦斯顿和约翰斯·霍普金斯大学能源、资源和环境助理教授约纳斯·纳姆 14 日在美国《科学》杂志“政策论坛”栏目发表观点文章，认为中国的大规模投资降低了低碳能源技术成本，使其比化石能源日益获得更强竞争力。

文章说，近 30 多年来，中国政府的大力支持促进了低碳能源领域企业的繁荣发展。数据显示，中国目前制造了全球 66%的太阳能板，生产了全球大约三分之一的风电机组，还是世界最大的电动汽车供应国和消费国。

文章还说，自 20 世纪 80 年代以来，美国创新生态的趋势从大型的垂直型公司转向小型初创企业，在许多领域缺少商业化和规模化能力。正是通过与中国伙伴合作，它们才得以将创新转化为可大规模制造的商业产品。

作者举例说，硅谷初创企业 Innovalight 的核心技术硅墨水，经过中国太阳能制造企业为期一年的测试得以商业化，这只有在中国的商业环境中才会发生。

文章说，美国企业与中国制造业合作可以加速低碳能源技术的普及。作者认为，借助中国低碳能源技术公司先进的大规模制造能力，是快速实现全球减排最有希望的办法。

周舟 新华网 2019-11-15

热能、动力工程

中国清洁能源大省青海新能源消纳连续 10 年保持增长

地处青藏高原之上的青海是中国清洁能源大省，记者 13 日从中国国家电网青海省电力公司获悉，新能源上网电量已达 189 亿千瓦时，新能源消纳水平连续 10 年保持高速增长并创历史新高。

青海水电资源丰富，太阳能、风能资源得天独厚，拥有可用于光伏发电和风电场建设的荒漠化土地 10 万平方公里，是发展新能源产业的理想之地，2018 年 2 月中国官方正式批复同意青海建设国家清洁能源示范省。

中国国家电网青海省电力科学研究院电网技术中心系统技术室主管王学斌介绍，目前青海省已成为世界上光伏电站大规模并网最集中的地区，新能源的迅猛发展和大规模接入给青海电网的运行和控制带来新的挑战。

据了解,2017年青海启动“考虑新能源发电不确定性的随机优化调度关键技术与示范”项目,旨在突破大规模新能源发电存在的随机性强、可控性弱、调度困难的技术瓶颈,在实现最大化消纳新能源的同时有效降低调度决策风险。

“通过在青海电力调度控制中心示范应用,青海电网近两年新能源装机容量突破1550万千瓦、新能源场站个数超过290个,全网弃电率均处低位,实现青海新能源的高效消纳。”王学斌说。

据中国国家电网青海省电力公司统计数据显示,截至目前青海全省电源装机达到3138.85万千瓦,其中新能源装机达到1553.85万千瓦,超过水电,成为第一大电源。

王学斌表示,未来青海新能源消纳技术计划推广应用到新疆、山东等多个新能源高比例省份,预计将产生经济价值约1300万元人民币以上,对促进新能源消纳和未来全清洁能源供电实践提供技术支持。

罗云鹏 许显青 中国新闻网 2019-11-14

上海首个火电厂污泥掺烧项目投产

本报讯 日前,在上海最南端金山区漕泾镇的上海电力漕泾电厂2号圆形煤场,来自上海奉贤、松江两区的污泥被倒入事故煤斗,标志着上海地区首个火电厂污泥掺烧项目正式启动,这对构建当地资源与环境协调发展的循环经济体系具有重要的示范意义。

上海是特大型城市,每日产生生活污水量近1000吨干基,从最终处置来看,污泥填埋量占比75%以上,采用具有不占用土地、消除臭气、可回收热量等优点的干化焚烧处置方式仅不到1/4。根据上海市政府批复的相关规划,到2035年污水处理厂污泥处理规模将达到2700吨干基/日。

上海电力漕泾电厂拥有当代最先进的2×1000MW燃煤机组,自2018年开始决定充分发挥清洁高效的燃煤技术、成熟稳定的配煤掺烧技术以及超低排放设施开展污泥掺烧工作。

据了解,该厂结合自身优势,充分利用已有设备进行项目改造,确保达到“投资少、工期短、质量优”的目标:项目利用圆形煤场原有的事故煤斗,将污泥直接推入,通过输送皮带调速掺配,既节约了设备投资又减少了场地使用;对原煤仓加装防堵装置,确保污泥与煤料在煤斗内流动畅通;利用磨煤机对污泥进行研磨和干燥,将污泥中的水分直接送入炉膛燃烧,成功解决了传统污泥干燥工艺中渗沥液的处置难题。

污泥掺烧项目既是漕泾电厂转型升级的坚实一步,又是上海电力作为央企深度融入城市生活业态的关键一环。上海电力高度重视,先后组织漕泾电厂4次开展污泥掺烧试验,于行业内首次验证1000MW机组掺烧含水率60%污泥的适应性,实验中最高掺烧率达15%,日最大掺烧量达704吨。

据了解,该项目投产后年可消纳含水率60%污泥10万吨,实现了污泥处置的无害化、减量化、资源化,从源头解决污泥处理造成的环境污染问题,对改善上海地区周边生态环境,实现地方经济、环境和社会多方受益具有积极贡献。

魏建文 吴栋梁 中国能源报 2019-11-11

广东2019年碳排放配额总量设定为4.65亿吨

广东省生态环境厅13日召开新闻发布会通报称,广东2019年碳排放配额总额设定为4.65亿吨,相较上一年度的4.22亿吨有所扩大。

广东省生态环境厅应对气候变化与交流合作处处长洪建武说,由于今年控排范围扩大,新纳入控排企业的碳排放体量较大,适度提升碳排放配额总量,既能对控排企业形成合理减排压力,同时又能满足控排企业低碳发展以及建设重大项目的碳配额合理需求。

广东自2013年启动碳排放权交易市场以来,市场主体参与活跃。截至目前,其碳排放配额交易量达到1.34亿吨,交易金额达到26亿元。其中,2018年度,广东碳排放配额交易量达4991万吨,

交易金额达 8.37 亿元。

通报称，广东碳市场的良好发展态势吸引了境外投资机构的关注。2018 年，境外投资机构通过跨境人民币交易碳排放权 104 万吨，超过 2014 年至 2017 年成交总和。

通报称，2018 年，广东碳市场的减排成效显著。电力、石化、造纸、民航等行业的单位产品碳排放量同比下降 0.7%、2%、1.2%和 3.1%。

新华网 2019-11-14

助力深圳“先行示范”建设 聚焦湾区电网绿色运行



深圳抽水蓄能电站下水库。 深蓄电站/供图

从当初的“先行先试”到如今的“先行示范”，广东深圳再一次被赋予新的定位和使命。如何全面助力深圳建设中国特色社会主义先行示范区？如何全面服务深圳建成高质量发展高地和可持续发展先锋？如何全面确保满足美丽湾区建设的绿色电力需求？10 月 24 日，本报记者走进南方电网调峰调频发电有限公司所属深圳宝清电池储能站、深圳抽水蓄能电站找寻答案。

首座兆瓦级电池储能站：大容量储能系统+大规模集成技术

“为加快推动电池储能在电网中规模化应用，实现我国兆瓦级电池储能站‘零’突破。南方电网早在 2009 年 11 月就启动了‘10MW 级电池储能站关键技术研究及试点’工作，积极探索大容量电池储能站在配网侧的应用。”广州调峰调频科技发展有限公司副总经理郭海峰告诉记者，“2011 年 1 月 23 日，国内首座调峰调频锂离子电池储能站，同时也是国内首座兆瓦级电池储能站——深圳宝清电池储能站建成投运，奠定了国内电化学储能电站设计的坚实基础，推动了我国电化学储能技术实现跨越式发展。”

储能可以让收集到的太阳能、风能更加“稳定”。近年来，在新能源、网络信息、节能环保等高新技术的推动下，面对新能源大量接入对电网安全稳定运行提出的新要求，大容量储能技术不仅可以提高电力设备的运行效率，降低供电成本，还可以作为促进可再生能源利用、提高系统运行稳定性、调整频率、补偿负荷波动的重要手段。

据郭海峰介绍，深圳宝清电池储能站依托国家“863 计划”储能课题，自主研发了国内首套 10 千伏高压并网储能系统，并形成系列储能技术标准。同时，课题还突破了锂电池储能装置大容量化及储能系统大规模化集成技术，研制了示范工程储能系统关键设备和监控及保护系统。

据了解，自 2011 年投运以来，该电站运行可靠、稳定、灵活，全面具备削峰填谷、紧急系统调频、紧急系统调压和备用电源等功能。截至 2019 年 5 月 31 日，宝清电池储能系统已累计启动 36563 台次，累计充电量达 2013 万千瓦时，累计放电量达 1680 万千瓦时，为建设智能、高效、可靠的绿色电网作出了积极贡献。

首个城市抽水蓄能电站：抽水发电+城市供水+城市景观

被喻为粤港澳大湾区超级“充电宝”的深蓄电站与其他电站最明显的不同是，上水库对市民开放。由于上水库的选址占用了市政绿道，深蓄电站在建设之初就承诺要还市民一条更好的踏青之路。

深圳蓄能发电有限公司董事长李永兴告诉记者：“深蓄电站是集抽水发电、城市供水和城市景观有效结合的综合性项目，电站紧邻国家 5A 级生态旅游示范区东部华侨城，下水库又是深圳一级饮用水备用水源。因此，在建设过程中，我们必须以‘绿水青山就是金山银山’的核心理念开展各项工作。重点采用‘三同步’方案，即同步设计、同步施工、同步投入使用，最大限度减少对原生环境的影响。”

李永兴进一步介绍，深蓄电站是我国首个建在城市中的抽水蓄能电站，也是中国特色社会主义先行示范区的首座抽水蓄能电站。作为南方电网首座全面国产化设计、制造、安装、调试的抽水蓄能电站，深蓄电站切实改善了核电、火电的运行条件，优化了电源结构，提高了输电线路利用率。据统计，自 2017 年 11 月首台机组投运至今年 9 月 30 日，完成启动 4022 次，应急运行 14 次，机组启动成功率 99.18%，累计上网电量 16.22 亿千瓦时，有效缓解了深圳电网迎峰度夏电力供应紧张的局面。

面向未来，深蓄电站将继续坚持以“打造安全高效的生产空间、舒适宜居的生活空间、碧水蓝天的生态空间”为发展目标，勇当尖兵，砥砺前行。

“三轮驱动”聚焦美丽湾区：水电+气电+电池储能

“保障南方电网安全稳定运行是调峰调频公司的首要职责。一直以来，公司业务以常规水电调峰、抽水蓄能电站为主，为顺应电力体制改革和能源革命大趋势，把握清洁能源、新型储能、分布式能源、抽水蓄能新技术带来的新机遇，公司聚焦水电、燃气调峰、新型储能三个业务方向，从水电‘单轮驱动’向水电、气电、电池储能‘三轮驱动’战略转型。”南方电网调峰调频发电有限公司党建工作部主任任顺平向记者表示。

据任顺平介绍，近年来，随着广东经济社会快速发展，电网结构日趋复杂，保障电网安全稳定运行的要求也越来越高。为满足电网安全稳定运行和提高电力供应质量的要求，南方电网调峰调频发电有限公司运营管理已全部投运的 7 座电站，总装机容量 980 万千瓦，比 2006 年公司成立时的 432 万千瓦增长 127%，保障电网安全稳定运行的能力大幅提升。

该公司坚持“一切事故都可以预防”的理念，以安全风险管理体系建设为核心，把安全管理和技术创新放在突出位置，以提高设备可靠性为前提，全面提升设备健康水平和技术水平。同时，不断深化生产建设领域集约化、专业化管理，实现检修试验、信息通信、电站建设的集中管理。截至目前，7 家在运电厂都实现了“无人值班、少人值守”的运行监控模式。

据统计，南方电网调峰调频发电有限公司机组启动成功率保持在 99.8% 以上，蓄能机组应急响应启动成功率保持 100%，500 千伏继电保护正确动作率 100%，有力保障了美丽湾区电网安全稳定运行，为实施西电东送、提升广东和香港电网的供电可靠性，提高电网经济效益和社会效益等均发挥了重要作用。

本报记者 李文华 中国能源报 2019-11-04

新技术使制造化肥碳排放量减半

为了养活全球 70 多亿人口，人类依靠有上百年历史的哈伯—博世工艺将空气中的氮和天然气中的甲烷转化为氨，后者是制造化肥的原始材料。但是这一过程每年排放了超过 4.5 亿吨的二氧化碳，约占人类碳排放总量的 1%，比任何其他工业化学反应的碳排放量都要多。

如今，一种新型陶瓷反应器可以将这一过程的碳排放量减半。如果可以扩大规模，这项新技术还可以降低全球化肥价格，因为它可以让农田附近的小化工厂更加容易地生产化肥。

“这一成果让我印象很深。”并未参与该项研究的美国剑桥市麻省理工学院化学工程师 Karthish Manthiram 说。20 世纪初发明的哈伯—博世工艺使用 3 个独立的反应器从甲烷中生成氢，然后将甲烷与氮结合生成氨。相比之下，新方法将 3 个反应器合为 1 个反应器。

“这种流线型设计减少了能源消耗和二氧化碳排放量。”Manthiram 说。

制造氨的标准三步法的第一步被称为蒸汽甲烷转化。在这一过程中，高温以及 1000 摄氏度的高温，使得蒸汽和甲烷在固体镍催化剂上混合。催化剂加速了分解蒸汽和甲烷的化学反应，并生成了氢气分子和一氧化碳（一种有毒气体）分子。随后，第二个反应器将一氧化碳和蒸汽转化为更温和的二氧化碳和氢气。最后，第三个反应器将氢气和氮转化为氨。但是在第一个反应器中产生的氢气减慢了镍催化剂的工作速度。

为了让催化剂以一种更高的速度工作，荷兰埃因霍芬市基础能源研究所化学工程师 Vasileios Kyriakou 和来自希腊的同事，寻求了一种新的反应器设计，能在氢原子从甲烷分子中剥离出来后立即将其移除。

研究人员制造了一根薄薄的陶瓷管，蒸汽和甲烷在里面像往常一样混合在一起。管道内壁上的镍催化剂产生了带正电荷的氢离子、电子和二氧化碳。随后，二氧化碳以废气的形式从管中排出，同时，外加的电压推动带负电荷的电子通过一根导线到达覆盖在陶瓷管外表面的第二种催化剂上。

这些负电荷反过来使带正电荷的氢离子穿过陶瓷膜壁来到管的外表面。这种离子的虹吸作用使得陶瓷管内的催化剂能够以更快的速度工作。它还可以使该反应在大约 600 摄氏度的环境中进行，这个温度只产生副产品二氧化碳，而不是必须进一步处理的一氧化碳。

与此同时，在陶瓷管的外表面，含有钒、氮和铁的第二种催化剂使氢离子、电子和氮分子分别进入管道并形成氨，所有这些反应都是在大气压下进行的。

研究人员在本周出版的《焦耳》杂志上报告说，由于驱动反应所需的能量减少，他们只需用常规蒸汽甲烷转化产生的二氧化碳的一半就能制造出氨。

Kyriakou 指出，除了更有价值的氨外，第二种催化剂还生成一些氢气。研究人员通过将这些氢气注入燃料电池，并使之与氧气结合，从而产生了水和电，而这些电被他们用来驱动陶瓷氨反应器。

Kyriakou 说，目前氨合成催化剂在陶瓷管的外表面仍然太慢，导致这个过程无法与蒸汽甲烷转化竞争。然而，他说，自己和同事已经在寻找改进的催化剂，以帮助他们颠覆有史以来最重要的化学过程之一。

研究人员可能会得到很多帮助。Manthiram 说：“这是一种截然不同的（制造氨的）战略，将激励许多其他机构尝试这种做法。”

赵熙熙 中国科学报 2019-11-08

博鳌汇聚智能电网建设新动能

11 月 7-8 日，“外交小镇”海南博鳌，山青海碧，椰风送爽。由南方电网公司倡议发起，以“智能电网·智慧未来”为主题的首届博鳌智能电网国际论坛成功举办。此次论坛以“共商、共建、共享、共赢”为主旨，以智能电网技术交流为基础，致力于为业界搭建共商能源转型发展、共绘智能电网蓝图的重要平台。

海南计划到 2025 年建成智能电网综合示范省

“生态文明、生态环境是海南的本钱，也是生命线，海南要发展绿色低碳能源供给，需要坚强的智能电网作支撑。”海南省发改委副主任綦树利表示，海南独特的地理单元和岛屿经济特征可在全域范围内进行智能电网示范。

据了解，今年 3 月底，《海南智能电网 2019-2021 年建设方案》（以下简称“《方案》”）印发实施。《方案》提出，2019-2021 年，全省电力行业累计投资 530 亿元，到 2021 年基本建成安全、可靠、绿色、高效的省域智能电网；到 2025 年全面建成智能电网综合示范省；到 2030 年推动全省电力营商环境达到世界一流水平。

“博鳌是世界观察中国的窗口，智能电网国际论坛是认识海南建设全国首个智能电网示范省的窗口。”海南电网公司董事长邓恩宏表示，为提高电网设施网络化、智能化水平，公司努力将数字化、

智能化、物联网等新技术应用到发电、输变电、配电、用电、智慧能源、通信系统、调控系统、信息系统、保障体系九大领域，并在博鳌乐城、西沙重点岛屿进行综合实验运用，把智能电网的美好愿望转化为实践，同时为国内外同行提供经验。

据邓恩宏介绍，海南智能电网建设内容归纳为“75111 工程”，即在海南全省范围内推进 7 项省域系统工程，选择 5 个区域打造具有典型示范意义的区域智能电网综合示范项目，建设 1 个数字电网平台、1 个智能电网实验室，打造 1 个智能电网国际论坛。

智能电网是推动能源转型的关键

华北电力大学副校长律方成认为，当前清洁低碳已成为不可逆转的大趋势，能源领域智能化、去中心化日益凸显，以新能源和信息技术高度融合的能源革命正推动人类社会进入全新的能源体系。

律方成表示，智能电网是实现能源结构转型的关键环节。可再生能源的大规模开发利用、分布式能源、电动汽车和各种新型用电设施的大量接入，以及能源电力市场建设和体制机制变革，对电网输变电能力要求更高，对源、网、核之间的互动需求更加迫切，客观上需要电网形态和运行模式进行深度变革，需要电网的公共服务能力不断提升。

中国能源建设集团副总经理吴云指出，进入新时代，实现电力行业高质量发展主要包括三个方面，一是安全，二是可持续，三是高效有活力。近年来，我国特高压直流和交流广泛发展，再加上新能源蓬勃发展，对电网安全提出了更高的要求。“新能源消纳问题如何解决？一方面通过规划统筹协调解决；另一方面，通过智能电网的柔性来解决新能源的随机性、分散性、波动性等问题。”吴云认为。

电网高质量发展需系统谋划和广泛参与

“随着数字化、互联网、智能化等技术融合发展，智能电网将成为新一轮能源转型的重要驱动力和关键性支撑。能源转型发展和智能电网建设是一项开放复杂的社会化系统工程，需要各界的广泛参与和交流合作。”南方电网公司副总经理陈允鹏指出。

据陈允鹏介绍，自 2016 年以来，南方电网主动适应能源变革新趋势，融合技术发展新方向，围绕“建设一个什么样的智能电网，怎么建设智能电网”进行了系统谋划。2018 年 4 月，该公司研究印发南方电网智能电网发展规划研究报告，提出“五个环节+四个支撑体系”的智能电网发展架构体系，制订了 32 项重点任务、16 项系统性工程。

陈允鹏表示，在各方的共同努力下，南方电网公司推动能源结构转型成效显著。该公司大力支持非化石能源发展，2018 年新能源同比增长 24%，连续三年非化石能源电量占比超过 50%；在安全高效的输变电环节，主网配置能力不断增强，建成投产滇西北直流工程（滇西北-广东特高压直流工程），西电东送最大送电能力超过 5000 万千瓦，累计送电量超过 1.96 万亿千瓦时。正在建设昆柳龙直流（乌东德电站送电广东广西特高压多端直流示范工程）——世界首个特高压多端混合直流工程和云贵互联通道工程。

此外，南方电网公司输变电智能化水平也不断提升，基本实现重要输电线路直升机、无人机巡线全覆盖。据统计，该公司 2018 年开展无人机巡视 31 万架次，机巡作业超 40 万公里。

本报记者 李文华 中国能源报 2019-11-11

新西兰议会通过“零碳排放”法案 落实目标并不易

新西兰议会 7 日以 119 票赞成、1 票反对的结果，表决通过“零碳排放”法案。

这一法案为新西兰应对气候变化设立若干具体目标，包括非农业到 2050 年实现温室气体零排放。

【立目标】

法案为新西兰农业领域的生物甲烷排放设置分阶段减排目标：生物甲烷排放量 2030 年下降 10%，2050 年拟下降目标将在四分之一至二分之一之间；在非农业领域，法案提出到 2050 年实现零碳排

放。

生物甲烷主要源于反刍动物的肠胃胀气，主要经由动物打嗝和放屁排出。德新社报道，牛、羊等反刍类家畜生物代谢所排放的生物甲烷，大约占新西兰温室气体的 35%。

依照法案，新西兰将设立一个气候变化委员会，向政府提供建议，帮助后者实现法案所设目标。

除此之外，新西兰政府还承诺未来 10 年植树 10 亿棵，到 2035 年实现国家电网完全使用可再生能源供电。

【有共识】

这项“零碳排放”草案由新西兰总理、工党领导人杰辛达·阿德恩 5 月提交至议会，得到各党派一致支持。

阿德恩 7 日在议会说，新西兰通过这项法案，是应对气候变化所作的“自豪抉择”，“我们站在了历史正确的一边”。

环境和气候变化部长、绿党领导人詹姆斯·肖说，议员们听取科学家、农民、活动家等各方人士意见，共计收到 1.1 万份针对草案的建议，新法案是新西兰在温室气体减排方面迈出的重要一步，有助确保子孙后代拥有更安全的环境。

反对党国家党说，他们如果赢得 2020 年议会选举，上台后将寻求修正法案内容。

不过，一些人对如何落实减排目标表达疑虑。新西兰农民联合会副主席安德鲁·霍加德先前说，能达到减排目标的唯一手段是减少产量，“除了大量宰杀牲畜，我们不知道怎样达到这一减排水平”。

乳制品和羊毛是新西兰主要出口商品。路透社报道，乳制品出口占新西兰出口总额的 20%。新西兰人口近 500 万，牛和羊的存栏量分别为 1000 万头和 2800 万只。

郭倩 新华网 2019-11-11

澳航宣布到 2050 年将净碳排放量降至零

澳大利亚澳洲航空集团 11 日发表新闻公报表示，为进一步推动航空业可持续发展，澳航计划到 2050 年将净碳排放量降至零。

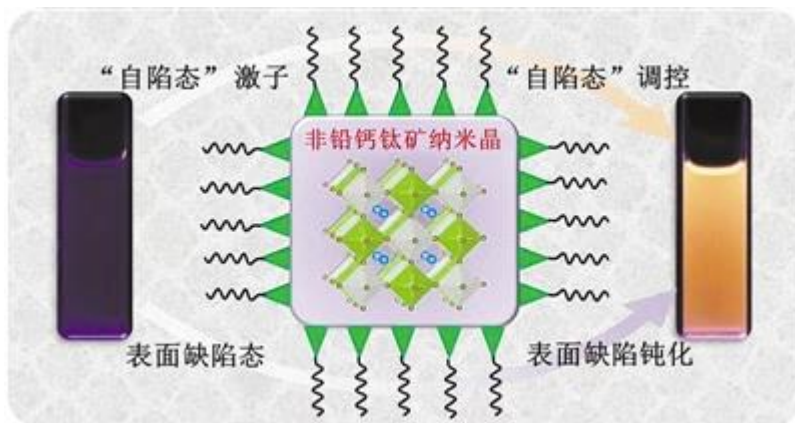
公报说，澳航即日开始行动，控制净碳排放量，并力求此后 30 年逐年减少。这一承诺适用于澳航的所有国内和国际业务。

为实现这一目标，澳航将提高燃油利用率并加大碳补偿计划力度。公司将在未来十年投入 5000 万澳元（约合 3428 万美元）发展可持续航空燃料。和传统航空燃油相比，这种燃料能将碳排放量减少 80%。此外，澳航还将继续投资燃油效率更高的飞机。

今年初，澳航下属的两家航空公司宣布废除纸质登机牌和机上安全操作手册，改用电子版，同时还将减少一次性餐具、杯子、耳机等塑料制品的使用，用可重复使用的环保材料替代，计划到 2021 年将需填埋的航空垃圾减少 75%。

新华网 2019-11-12

钛酸钠牵手石墨烯打造高能量、高功率微型电容器



柔性钠离子微型超级电容器示意图 受访单位供图

把海胆状的钛酸钠作为负极，多孔活化石墨烯作为正极，当它们结合时会产生怎样的“火花”？记者近日从中国科学院大连化学物理研究所获悉，该所吴忠帅研究员团队与包信和院士团队合作，让“海胆”与石墨烯结合，开发出具有高能量密度、高耐热性能的柔性钠离子微型超级电容器。

微型传感器、微型机器人、自供电微系统等都离不开微型电化学储能器件，该器件主要是指一类电极尺寸在微米范围内的小型化电源，被认为是柔性化、微型化、智能化集成电子产品的关键电源，目前主要分为微型电池和微型超级电容器，以及近年来出现的杂化微型超级电容器。

据介绍，微型电池具有较高的能量密度，但其功率密度较低；微型超级电容器具有较高的功率密度，但能量密度又较低。而杂化微型超级电容器则结合了微型电池的高能量密度以及微型超级电容器的高功率密度的优点，成为一种新型的微型电化学储能器件，这其中比较有代表性的就是锂离子微型超级电容器。

锂离子微型超级电容器具有较高的能量密度和功率密度，但其大规模应用受制于金属锂的资源限制和较高的开发成本（锂的地壳丰度为0.006%）。与此相反，钠的地壳资源丰富，占比达2.74%，开发成本较为低廉，与锂的电化学性能也较为相似，开发出钠离子微型超级电容器具有重要的应用前景。

中科院大连化物所研发团队将海胆状的钛酸钠作为电池型的负极，多孔活化石墨烯为电容型的正极，结合高压离子液体凝胶电解液，成功构建出柔性化钠离子微型超级电容器。他们通过电池型负极和电容型正极的有效耦合，使钠离子微型超级电容器能够在3.5伏的高压下稳定工作，高能量密度达到37.1毫瓦时/立方厘米，并形成超低的自放电速率。

研发人员介绍，该钠离子微型超级电容器具有多方向快速离子扩散通道，极大地降低了电荷转移电阻，并显著提高了功率密度。同时，由于器件的平面几何结构和离子凝胶电解液的不可燃性，该微型器件具有良好的机械柔韧性和80°C的高温稳定性。

郝晓明 科技日报 2019-11-15

电动化+可再生能源成就低碳交通未来

“随着太阳能、风能等清洁能源成本的大幅消减，驱动了绿色能源的持续增长，而发展智能电网和储能等关键技术，则是对实现清洁能源并网和有效利用的关键。随着电动汽车、无人驾驶等先进技术的涌现，智能交通的发展不仅可以减少大气污染，还可以形成移动的电网，帮助进一步整合清洁能源。”美中绿色能源促进会执行会长王麒在10月27日举办的2019国际清洁能源会议上表示。

我国能源还是交通相关规划都强调了“低碳”二字，记者在采访中发现，电动化和可再生能源的

利用成为低碳交通的未来方向。

交通电动化加速将倒逼燃油车退出舞台

目前全球电动汽车推广已经进入增长期，中国电动汽车保有量占全球 50%以上。据了解，2019 年 1—9 月，我国新能源汽车累计销量为 67.2 万辆，同比累计上涨 63.6%。2018 年新增的公交车 94% 为新能源公交车，新能源公交占比超过了 55%。

多数大型车企也发布了全部生产新能源汽车的时间表，燃油汽车将逐步退出历史舞台。与此同时，电力在交通用能终端占比将快速提升，据预计，电力在交通用能终端占比将从 2018 年的 1% 上升到 2050 年的 33%。石油在交通用能终端占比显著下降，从 2018 年的 94% 将下降到 2050 年的 33%。

能源交通与创新中心（iCET）高级分析师毛世越分析，我国新能源汽车发展的四大驱动力：第一是提升国家石油安全，降低汽车的化石能源消耗；第二是减少交通温室气体排放，实现国家目标与承诺；第三是打赢蓝天保卫战，降低污染物排放，提升空气质量；第四是推动汽车产业转型与升级，促进经济高质量发展。

毫无疑问的是，新能源汽车的发展已经势不可挡。2019 年 7 月在海南博鳌发布的《世界新能源汽车大会博鳌共识》提出，力争到 2035 年，全球新能源汽车的市场份额达到 50%，全球汽车产业基本实现电动化转型。

可再生能源与交通系统融合或成未来选择

《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》指出应推动节能低碳发展、强化生态保护和污染防治以及推进资源集约节约利用；鼓励淘汰老旧高能耗车船，提高运输工具和港站等节能环保技术水平；加快新能源汽车充电设施建设，推进新能源运输工具规模化应用。

然而，我国非电气化铁路都集中在光照强度为一类或二类地区，新能源汽车保有量较高的城市也大多集中在光照强度为三类或四类的中部和东南部。可再生能源和交通负荷在地理上不完全匹配，二者如何良好融合？

“交通导向的能源系统创新模式成为关键问题。”华北电力大学国家能源交通融合发展研究院执行院长马静指出。他建议，解决方案是构建的“源—网—荷”属性之间的供需平衡和灵活响应，从发电侧需要因地制宜利用太阳能资源，储电侧需要高效经济的混合储能系统配置，用电侧需要灵活鲁棒的能源管理网络建设。

海南省得天独厚的太阳能等自然禀赋，以及建成国际首创清洁能源汽车生态之岛的目标，让其已经开始了可再生能源与交通融合的探索。马静介绍，海南省能源交通融合发展整体思路是充分利用挖掘太阳能资源，充分利用占用征地，丰富电站功能，充换电站、光伏电站、退役电池回收站和储能电站“多站合一”，开发独具海南特色的能源交通融合场景。

根据《海南省清洁能源汽车发展规划》，预计到 2030 年海南电动汽车累计推广应用约 100 万辆，实现各类领域电动汽车全覆盖。对此，马静建议拓展分布式光伏应用场景，降低配电网的投资扩容，同时增加电网的调峰能力，减少海南电网的电力缺口，大幅降低梯次利用成本，提高充电站利用率，丰富其功能，并增加收益模式，提高海南土地资源利用率。

本报实习记者 齐琛同 中国能源报 2019-11-04

燃烧技术创新让燃煤锅炉更环保

近两年，在清洁供暖领域，煤炭的作用及地位再次得到政策认可，相关部门多次明确“宜煤则煤”。那么，锅炉燃烧技术的发展能否保证燃煤锅炉实现煤炭清洁高效利用？对此，记者近日调研了多个燃煤锅炉供暖项目。

“只见烟囱不见烟”

与世界互联网大会举办地乌镇一河之隔，江苏省吴江桃源染料公司的环保要求有多高不难想象。因化工产品生产工艺需 200°C-300°C 加热烘干，同时又距离市区太远无法使用集中供热，该公司至今

还保留着一台燃煤锅炉。而记者在现场看到，这台燃煤锅炉真正实现了“只见烟囱不见烟”，不仅排放经第三方环保机构检测完全达标，而且实现了林格曼黑度小于1。

该公司经理庄永祥告诉记者，他们于两年前委托苏州金洋环保科技有限公司进行了锅炉改造，不仅进一步降低了污染物排放，也明显节约了成本。

“燃煤锅炉改造后，虽然我们还是使用4800-5000大卡的混煤，但实现了节煤25%，每年可节约煤炭2000吨，减少了约160万元的成本。而且锅炉电器用电也减少了5%左右。”庄永祥介绍。

类似的燃煤锅炉改造案例也发生在河北遵化马兰峪镇。负责该镇集中供暖的马兰峪众兴热力有限公司总经理温守东告诉记者，自2010年安装至今，他所负责的这台燃煤锅炉每年要为全镇约600户、10万多平方米住宅提供冬季供暖。尽管是镇上集中供暖的“重点工程”，温守东却坦言近年来“公司收益不高，勉强维持度日”。

而在清华大学教授张恩仲看来，改变这种“勉强维持度日”并非难事。“煤炭是完全可以清洁高效利用的能源，重点要在锅炉燃烧技术上创新。马兰峪镇集中供暖的燃煤锅炉烟囱排烟温度还可以再降，用煤量也还可以再减，燃煤锅炉改造后，成本也就随之大幅下降。”张恩仲表示。

小改进让炉内燃烧更彻底

“只见烟囱不见烟”的环保水平和显著的节煤能力究竟是从何而来？“常用的锅炉进风管有几十毫米，但我们把进风管改进到了5毫米左右。通过合理设置锅炉内的底风、引风、横流风等的配比量，使得锅炉内的燃烧更充分，更彻底。”苏州金洋环保科技有限公司总工程师董俊华介绍，通过技术改造，即使是小吨位的燃煤锅炉也能实现排放达标、节能降耗，而且他们的燃煤锅炉节能减排工艺已经于2018年获得国家知识产权局颁发的发明专利证书。

资料显示，灰尘、硫化物以及氮氧化物是大气污染的三大污染物，燃煤是这三大污染物的主要原因。但是，从燃烧过程入手，控制三项污染物的排放量，加上适量、恰当的环保设备，可实现环境治理和节煤的双收益。

“采用清洁燃烧方法是避免减少上述三项污染物的根本方法。”张恩仲介绍，要实现燃煤锅炉的清洁燃烧，分级送燃料、分级送风、830℃-1030℃低温燃烧、低氧、惰性气体使用以及冷风降温是重点。

张恩仲进一步强调，上述方法应用后，一般即可取得良好环保效果。如仍未达到国家环保标准，可再增加小型环保设备。“为解决能源短缺，世界各国都在着手寻找新的能源形式。但从根本上讲，当前，通过使用新技术提高使用效率、减少浪费、节约能源是当前解决能源短缺最有效的方法之一。”张恩仲表示。

推广难题待解

既获得了锅炉运营方赞许，又获得了专利的燃煤锅炉改造技术是不是能在清洁供暖市场上“很吃得开”呢？

“虽然我们已经改造了一百多台燃煤锅炉，但仍可以明确感受到，虽然地方政府也认识到了燃煤锅炉改造技术是个好东西，煤炭可以清洁高效利用，但目前燃煤锅炉供暖的政策在地方政府看来仍不是很明晰，地方政府的态度很模糊，我们的技术推广并不顺畅。”董俊华告诉记者。

不过，燃煤锅炉取暖的尴尬境地或因政策的不断完善，以及锅炉燃烧技术的持续升级得到缓解。一位接近生态环境部的人士告诉记者，当前，环保“一刀切”被严令禁止，我国地域辽阔、国情复杂，尤其是在一些非城市中心的乡镇地区，无论是通过使用清洁煤还是通过锅炉燃烧技术改进，如果是关系民生的，且真正能够实现超低排放的燃煤锅炉，并不会被“无情”取缔。

张恩仲则称，相对而言，燃烧理论和设备的技术水平是热能动力系统节能减排的关键。大量实践证明，同一类技术用在同类不同容量的锅炉上，其效果与容量大小呈反比关系。

随着燃烧技术的创新，燃煤锅炉在清洁供暖领域或将有更大市场。在这个过程中，相关企业也需加强技术储备与升级。

本报记者 别凡 中国能源报 2019-11-11

地热能

北京向大地要热量 新型供暖方式上线

在寒冷的冬季，北京将有越来越多的地方依靠“地源热泵”取暖。

近日，北京市发改委批复了 3 个地源热泵项目，分别位于石景山、海淀和顺义。这 3 个项目将在今明两年陆续竣工，建成后总计供暖面积达 36 万平方米，能够替代燃煤约 4500 吨，相当于减少二氧化碳排放 1.13 万吨、氮氧化物排放 6.66 吨。

这种新型地源热泵是怎么抽取热量，为居民供暖的呢？

“地表浅层地热资源（通常小于 400 米深），是指地表土壤、地下水或河流、湖泊中吸收太阳能、地热能而蕴藏的低温位热能。”中国能源研究会地热专业委员会专家委员会主任、中国地源热泵产业联盟专家委员会主任郑克棧说，“地表浅层好象一个巨大的太阳能集热器，收集了 47% 辐射到地球的太阳能，超过人类每年利用能量的 500 倍。这种近乎无限，不受地域、资源限制的低焓热能，是人类可以利用的清洁可再生能源。而且地表浅层地热资源不像太阳能那样受气候的影响，也不像深层地热受资源和地质结构的限制。”

郑克棧介绍，地源热泵可以将地表浅层地热资源采集提取后用于建筑供热。冬季，当地源热泵机组在制热模式时，就从地表浅层土壤或水中吸收热量，通过压缩机和热交换器把大地的热量集中，并以较高的温度释放到室内。

北京市发改委相关负责人解释，与传统供热方式相比，地源热泵供暖方式后期运行费用较低，同时供热温度稳定，居民感受也更加舒适。

“地热资源的优点在于钻井得到热水或蒸汽后，一天 24 小时、一年 365 天皆可使用。”郑克棧说，“世界统计数据显示，地热发电的年利用时间是 72%，而水能、风能和太阳能对应比例分别为 42%、21% 和 14%。”

地源热泵不仅能在冬天供暖还能在夏天制冷。北京市新能源与可再生能源协会理事长史殿林说：“由于地源温度全年相对稳定，冬季比环境空气温度高，夏季比环境空气温度低，是很好的热泵热源和空调冷源，这种温度特性使得地源热泵比传统空调系统运行效率要高，节省运行费用。”

马爱平 科技日报 2019-11-07

生物质能、环保工程

利用“下一代工业生物技术”：海水也可变“燃料”

近日，英国曼彻斯特大学发布了一则消息称，该校生物技术研究所在研究人员正在与美国一家研究机构合作，探讨利用合成生物学技术制造新一代生物燃料，所使用的原料部分来自海水。

研究人员发现，海水中的盐单胞菌能够提供有效的“微生物底盘”，用于合成高价值化合物。未来，这种新一代生物燃料的制作方法，可以通过类似酿酒行业的生产方式实现更为经济的生物燃料规模生产。

对于生物燃料行业来说，此项研究可谓是突破性的。不过，《中国科学报》采访发现，早在 2006 年，清华大学生命科学学院教授陈国强实验室就开始了海水发酵的研究工作，并于 2018 年在《生物技术近期述评》（*Current Opinion in Biotechnology*）期刊首次提出以海水为介质的下一代工业生物技术，曼彻斯特大学此次的研究就是该技术的进一步延伸。

“这项技术最大程度地降低了生物燃料的成本，前景很好。”陈国强告诉记者，对于下一代工业生

物技术的应用，该团队已经克服了许多困难，目前可以利用海水作为发酵用水生产生物降解塑料，并实现了小规模（35吨规模）的工业应用，现在正在进行更大规模产业化的尝试。

生物制造技术升级换代

化学工业虽然为现代社会作出了极大的贡献，但也带来了环境污染、温室气体排放等诸多问题。随着分子生物学、生物化学和合成生物学的快速发展，利用生物活体、细胞器或酶等生物制品，以生化反应的形式对原料进行加工的工业生物技术，被认为是更有效的手段。

不过，相比传统的化学工业，工业生物技术虽然对环境破坏更小，但由于底物价格昂贵、消毒灭菌步骤繁琐，并且需要消耗大量能源和水资源等原因，在市场竞争中并不占优势。开发一系列可以高效、经济地生产各类产品的菌种，就成为当下的重要任务。

为此，科学家把焦点放在了生活在极端条件下并且具有特殊性质的微生物身上，比如嗜盐、嗜碱、嗜酸、嗜热微生物等。其中，以盐单胞菌属为例的嗜盐微生物，由于可在高盐高碱条件下进行开放的、连续的发酵，成为工业生物技术的研究热点。

陈国强表示，下一代工业生物技术就是以极端（嗜盐微生物）微生物合成生物学为基础的工业生物制造技术，主要针对现阶段生物制造固有的耗能、耗水、过程操作复杂、产物最终浓度低、产物纯化复杂、过程不能连续、设备投资昂贵及与人争粮等缺点，在不燃不爆、无污染、少耗水的情况下部分代替化学工业，提供大量材料、燃料、药品、炸药和其他衣食住行必需品，满足人类需求。

在他看来，我国拥有世界规模最大的工业生物制造产业（产值近万亿元），迫切需要产业升级。下一代工业生物技术可以克服现有生物制造的缺点，促进我国生物制造的全面升级换代，解决面临的生态、资源和可持续发展危机。

海水带来的无限可能

嗜盐微生物是一类生长过程中需要高浓度氯化钠的微生物的总称，通常栖息在高盐环境或海洋中，盐单胞菌就是其中一种。曼彻斯特大学此次研究聚焦利用合成生物学将海水中生长的盐单胞菌制成生物燃料。

研究人员称，这一技术突破的关键在于通过基因重组技术改变微生物的新陈代谢，以创造出用于替代原油的高质量生物燃料，这种制造方法比目前使用的化学合成方法更为高效和可持续。

当前，化学合成的方式仍存在环境和经济性等方面的问题。曼彻斯特大学生物技术研究所所长奈杰尔·斯库顿表示，有效的生物燃料战略应避免使用淡水，并能够大规模、经济地生产源自微生物宿主的燃料。改造细菌以复制化学合成同样的工艺，不仅可以大幅提高生物燃料制造的可持续性，限制有毒副产品的产生，还不依赖于原油等非可持续资源。

陈国强同样非常看好利用海水制造生物燃料的前景，因为嗜盐微生物本身就处于高盐、高碱的生长环境，这让它不易被染菌，所以不需要在无菌条件下进行。发酵过程中无需高温高压灭菌，并能够进行长时间的连续发酵，这就使得过程的操作简单了许多，并在很大程度上节能和降低成本，提高产品的市场竞争力。

“发酵过程无需高温高压灭菌，就不需要使用昂贵的不锈钢发酵罐和不锈钢管道系统，转而使用便宜的塑料、陶瓷甚至水泥罐体或管道等，过程设备投资也大幅度减少。”陈国强补充道，由于可以用海水替代淡水，过程产生的水可以多次循环利用，节水也成为一大优势。

此外，利用海水制造生物燃料不与人争粮。曼彻斯特大学生物技术研究所商业化总监柯克·马隆称，目前，生物燃料制作依赖玉米、甜菜等作物，占用农地，借助海水制作生物燃料可减少燃料与粮食生产抢资源的矛盾，最终制造出来的生物燃料与现在使用的燃料品质基本一样，交通工具无须改装引擎就可使用，并且仍能保持高性能。

陈国强也指出，合成生物学改造的嗜盐细菌可以利用淀粉、蛋白、脂肪甚至纤维素和脂肪酸等生长，这些都是食物的组成，甚至用餐厨废料也能使嗜盐细菌生长，制造所需的产品。除了不与人争粮，通过分子操作，还可使嗜盐细菌在高密度情况下仍能继续生长，大幅提高产品最终浓度；通过表达细菌分离遏制基因，使细菌形态发生变化，能产生自凝絮作用，使菌体与发酵液自然分离，

产物纯化变得更为简单。

仍存技术挑战

围绕嗜盐微生物，陈国强团队也进行了一场合成生物学的改造，将这个神奇的微生物变成高效的生物制造平台，使其能够在无灭菌和连续工艺过程中，利用海水为介质高效生产各种生物塑料 PHA（聚羟基脂肪酸酯），成本比之前的技术降低三分之一。

据记者了解，用于 PHA 的下一代工业生物技术中试已经完成，用中试生产线合成的 PHA 可以制成可生物降解的农用地膜、超市购物袋、快递和外卖的包装材料等，甚至还可以把 PHA 制成纱线，进而纺成布料用以代替丝绸。

对于基于海水中的嗜盐微生物制造生物燃料，前景虽然也十分诱人，但如果要展开实际应用，在可行性上仍然存在技术障碍。陈国强告诉记者，对嗜盐微生物进行合成生物学改造难度较大，目前最需要解决的技术难题就是在嗜盐微生物中构建高效燃料合成路径。

陈国强表示，由于嗜盐细菌的鲁棒性，发酵工艺也能保持一致，使工艺开发简单化，未来技术研发的方向将聚焦在利用一个菌种进行多个产品的生产。他表示，未来，下一代工业生物技术将使国家在困难（如战争）的情况下，仍然能够大量生产各种材料、燃料、药品、炸药和其他衣食住行等必需品，满足社会需求。

李惠钰 中国科学报 2019-11-11

国内首批秸秆气化热电联产项目落地内蒙古

日前，内蒙古兴安盟科右前旗工业园区和农牧场管理局呼和马场 2 个秸秆气化热电联产示范项目举行开工仪式，标志着国内首批秸秆气化热电联产项目落地开工。

秸秆在农村地区很常见，每年一到秋天，田间地头几乎到处都是各种秸秆，农民会选择直接在田间将秸秆焚烧，这样不仅省去了运输的时间，焚烧后的秸秆还可以当肥料供农作物来年生长。但是近年来，大量的焚烧秸秆造成了严重的环境污染，如何消化秸秆成了困扰农村的难题。

秸秆气化热电联产示范项目，采用国际上技术最先进有效的生物质能源化技术手段，以秸秆为原料，利用国内首创的无焦油裂解气化技术产生燃气，通过西门子高效内燃机进行发电，充分利用余热和活性炭，形成热、电、炭三联供的农林废弃物高效利用系统，是秸秆气化发电技术在国内的首次应用。

单个项目总投资 7000 万元，建成投产后，年发电量 4200 万度，产活性炭 4000 吨，消耗玉米秸秆 4 万吨，配套多种余热利用装置，可给近 20 万平米住宅进行供暖。项目产生的工业蒸汽可为工业园区企业提供动力，弥补能源短缺现状，产生的余热可以为农业大棚供热，推动调整种植结构，带动农牧民就业在本地、创业在家乡，发展高效设施农业。

项目由内蒙古环保投资集团与北京华晟环能科技有限公司共同投资建设，项目采用的分布式运行模式，安装快捷，施工期短，可以根据不同的装机规模快速复制，在最短运距内解决秸秆就地焚烧产生的大气污染问题，为处理秸秆等农林废弃物提供了新的思路，实现了经济效益、社会效益、环保效益的有机统一。

国际商报 2019-11-12

打开生物质能巨大发展空间

近日，国家发改委修订发布了《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（以下简称《目录》），将于 2020 年 1 月 1 日起正式实施。值得关注的是，其中有数项生物质相关产业列入鼓励类目录，涉及生物天然气、生物质能清洁供热、燃煤耦合生物质发电、非粮生物质燃料，以及相关技术开发与设备制造等多个领域。

该《目录》的发布无疑给生物质能行业打了一针“强心剂”。相较于风电、光伏等，生物质能发展一直是“不温不火”，如何才能增添发展动力，突破困局?近日，在 2019 全球生物质能创新发展高峰论坛上，业内人士对顶层设计的引领、规划寄予厚望。中国工程院院士倪维斗表示，“要给生物质一个明确的名分，有明确的顶层设计和规划，让更多的投资者有信心。”

明确定位

向非电领域拓展，把改善环境、助力乡村振兴和碳减排功能作为发力点，已成为国内外专家对行业未来的共识。

在国务院原参事，国家发改委能源局原局长徐锭明看来，生物质能是替代能源的重要组成部分，更是中国未来可再生能源发展的重要生力军。

据了解，生物质能源种类繁多，具有总量大、分布广、可循环再生等特征，其化学态能源可转化为固、气、液态产品，是化石能源的最佳替代品。我国生物质资源丰富，可供开发的生物质能源量达 8.37 亿吨标准煤，相当于 2018 年能源消费总量的 20%左右。

伴随可再生能源利用率显著提升，我国生物质能发电装机规模快速增加，截至 2018 年年底，已经实现全球第一；2019 年前三季度全国新增装机 335 万千瓦，累计装机达到 2116 万千瓦，同比增长 15.4%。

然而，统计数据显示，2018 年生物质发电仅占全国发电总装机容量的 0.94%，与高速前行的风电、光伏发电相比，显得不温不火，动力不足。

“原材料供应保障、相关财税补贴政策问题，影响了生物质能发电的财务状况。部分地区要求生物质电厂施行超低排放，企业经营成本增幅较大，商业化运营难度进一步加大。”国家发改委能源研究所可再生能源发展中心主任任东明分析说。

此外，我国当前电力供需形势出现新变化，可再生能源消纳也面临较大压力。任东明认为，生物质能产业发展应调整方向，寻找新模式，形成新动力。“需要新建和现有生物质发电逐渐向热电联产方向调整，适应清洁供热的要求。”

在倪维斗看来，生物质能产业在我国虽历经多年耕耘，仍未能充分发展，主要原因在于缺少“名分”。他建议，应重视生物质能的多元价值，与“三农”建设结合，形成良性循环。

对此，中国农业大学教授程序持相同意见，“定位不准确导致生物质能发展不尽如人意。如果只重视能源功能，潜在价值和重要的战略定位必然被埋没。”

生物质能不只是能源，这是记者在论坛上听到最多的一句话。在“大气污染防治攻坚战”“蓝天保卫战”以及“乡村振兴”战略的实施中，生物质能利用是关键一环。

“用生物质替代煤，是减少二氧化碳排放的主要方向。”倪维斗介绍说，“现在粮食烘干都用煤，还有大量需要蒸汽的工业项目，都可以用生物质能来完成。”

“重塑能源体系是全球挑战，中国在这方面发挥着重要的作用。扩大生物质能部署，可以提升能源供给安全，抵销部分石油进口，同时也可以解决‘三农’问题和空气污染问题。”国际能源署（IEA）可再生能源部主任 Paolo Frankl 表示。

迎接机遇

产业崛起也给生物质能行业带来了前所未有的发展机遇。

IEA 统计数据显示，目前全球可生产沼气的原料仅开发了 6%，由于与天然气价格之间存在较大成本差异，亚洲将成为生物沼气的重要增长市场。

生物质能产业促进会会长陈小平认为，生物石油、天然气的开发利用将是未来生物质能清洁利用的方向和途径，既是我国实现城乡生态环境保护，也是解决能源匮乏的关键战略。

“探索生物质天然气产业化发展路径要从高起点规划、高水平推动、高标准建设、高品质发展做起。要让它与市场紧密结合，要集约化、规模化、专业化。”陈小平进一步介绍说，规模化的生物燃气基地以农作物秸秆、种养殖废弃物、禽畜粪便、城乡厨余等有机垃圾作为原料，可建立日产 1 万立方米~3 万立方米天然气生产转化基地，接纳周边中型分布式沼气集中转化为生物天然气。

对生物天然气情有独钟的欧洲，也开始谋划下一步发展目标——生物甲烷。特别是在天然气大国荷兰，生物甲醇被视为填补天然气缺口的重要支持。“今后 20 年，我们计划通过节能以及利用绿色气体生物甲烷达到用能目标。目前我们只有 10 万立方米绿色气体，以后要达到 500 万立方米。”荷兰企业局生物质能源高级专家 Kees Kwant 介绍说。

据 Landwarme GmbH 公司可持续发展和政治部主管 John Cosmo Dwelle 分析，欧洲可持续生物甲烷的潜力约为 1000TWh，通过“绿证”机制，生物天然气、生物甲烷将有望在能源体系中扮演核心角色。“每吨碳价在 785 元~1180 元，就可以让生物甲烷的价格接近天然气的水平。”

清洁供暖

供热被视为可再生能源的下一个前沿，同样为生物质能打开了巨大发展空间。“生物能源仅是可再生发电投资组合的选项之一。”IEA 高级专家 Pharoah Le Feuvre 十分看好生物质能在供热领域的应用前景，“供热在 2018 年占能源二氧化碳排放量的 40%。但是，其在可再生能源中的份额仅为 10%，需要更广泛的政策支持以加速可再生能源的使用。”

近年来，农村无煤化供暖正在兴起，截止到 2018 年年底，北方地区生物质能供暖面积增长至 1.2 亿平方米。生物质燃料供热作为生物质供暖的重要方式，在北京、天津、河北、山东和中东部地区得到了快速发展。

“从 2010 年 300 万吨，提高到了 2018 年的 1600 万吨，年均增长率达到 23%。”水电水利规划设计总院副总工程师谢宏文表示，“‘十四五’期间希望推动生物质热电联产、生物质锅炉集中供热、开展户用清洁炉具供暖模式的试点和推广等，把生物质供暖的多元化作为推动生物质能产业发展的新动力。”

然而，产业聚集和商业化程度不高、尚未形成规模化发展模式等因素，妨碍了生物质供暖的推广应用。怎样才能发挥优势，让生物质能成为农村清洁供暖的深度参与者？清华大学教授杨旭东认为，生物质、太阳能和空气源热泵“三驾马车”，将承担农村清洁取暖的重任。“生物质在农村取暖要占一席之地，首先颗粒燃料要降低价格、方便获取，其次生物质炉具要更加高效、清洁化和便捷化，让老百姓喜欢用、愿意用。”

朱黎 中国改革报 2019-11-12

徐锭明：生物质能将是中国未来可再生能源发展的重要生力军！

11 月 6 日-7 日 2019 全球生物质能创新发展高峰论坛在北京举行。国务院参事、原国家发改委能源局局长徐锭明在论坛开幕致辞时强调：“生物质能将是中国未来可再生能源发展的重要生力军！”由于生物质发展与风电、光伏等可再生能源发展同样重要，在未来能源革命，能源结构调整过程中，生物质能发展将会越来越重要。

可再生能源大规模发展是人类必然之选

徐锭明把能源革命和气候变化结合在一起，他认为“气候变化，关乎人类前途命运，国际社会全人类都应该携起手来促进低碳社会和可持续发展，我们正处在应对气候变化的关键时刻。全社会、全社会应对气候变化的决心不能变，中国应对气候变化的意志不会变，共同但有区别的责任，主要原则不应变。”

在生态文明建设和应对气候变化方面，徐锭明强调：“生态文明建设，是关系中华民族永续发展的根本大政方针，生态兴则文明兴，生态衰则文明衰。绿色是永续发展的必要条件和人类对美好生活追求的重要体现，应对气候变化，应对能源环境的挑战，实现可持续发展是全世界各国的共同愿望，也是世界各国的共同责任。加强可再生能源的开发利用，是应对日益严重的能源和环境的问题必由之路，也是人类社会实现可持续发展的必由之路。”

徐锭明指出：“改革开放以来，太阳能、风能、生物质能为主体可再生能源迅速发展，取得了举世瞩目的成就，可持续发展代表人类文明进入新阶段，是绿色生命、生态文明的结合，我们的发展，

必须遵循经济规律的科学发​​展，我们的发​​展必须是遵循自然规律的可​​持续发展，我们的发​​展是必须遵循社会规律的包容性发​​展。”

能源革命关键词是“重构”+“科技”

谈到能源革命问题时，徐锭明认为此次能源革命的关键词是“重构”。

他指出：“我们要重构全球创新版图，重构全球能源结构，新一轮能源革命正在重构能源结构，重构能源业态，重构能源市场，重构能源安全，重构世界能源版图，重构世界能源话语权。”

而在能源革命所需要依靠的力量来说，徐锭明认为“科技”才是重点。徐锭明强调：“新的科技革命告诉我们，互联网+智慧能源正在向我们走来，互联网给能源发​​展带来新机遇，互联网给能源发​​展带来新课题，互联网给能源安全带来新挑战，展望未来能源必将是能源之源多元化，能源来源属地化，能源技术智能化，能源生命数字化，能源生产分散化，能源利用共享化，能源使用便利化，能源服务普遍化，能源经济低碳化。展望未来智慧能源，必将是可再生能源，分布是能源，民主是能源，信息是能源，能量是能源，共享是能源，为了面对未来的能源发​​展。我们第一要全面推动能源革命，第二要主动摆脱煤炭依赖，第三要自觉跨越油气时代，要热烈拥抱零碳未来，第五要深度实现两化融合。”

能源革命的特点是多维度的

在分析能源革命新阶段的特点时，徐锭明表示：“信息化、数字化是发​​展趋势，联网化、共享化是必然之选，分散化、低碳化是发​​展路径。数字化将成为任何企业生存之道中最基础的工具和能力。能源数字化将渗透到各个层次、各个领域、各个方面，世界经济数字化趋势转型是大势所趋，新的工业革命将重塑人类社会，数字化培育新动能，新动能推动新发​​展，新发​​展创造新辉煌。面对能源革命，面对建设能源互联网，电力产业必将迎来一次新的革命，量化深度融合，推动我国的电力革命，以能源革命推动电力革命，以电力革命深化农业革命，科建设能源推动历史舞台推动电力革命，电力革命全面推动我国智慧能源发​​展，可再生能源发​​展依赖能源革命，依赖电力革命，电力革命推动可再生能源发​​展，可再生能源发​​展依赖能源智能化，能源智能化赋能可再生能源发​​展，可再生能源发​​展依赖能源市场化，能源市场化支持支撑可再生能源发​​展，可再生能源发​​展推动能源生态化，能源生态化促进可再生能源发​​展。”

在致辞最后，徐锭明强调，能源革命离不开民营企业，民营企业是我国可再生能源的主力军。能源革命需要在科技创新的指引下，通过不断试错，推动中国可再生能源发​​展进入高质量时代。

国际能源网 2019-11-07

污泥没了 城市美了

污泥，含有毒害、难降解物质，是废物，但同时有高热值，又是资源。未经处置的污泥任意堆放排放，不仅急剧侵蚀土地资源，而且对环境造成严重二次污染。污泥无害化处置，已成为世界环保界的难题。

日前，由中国能建江苏电建三公司（以下简称“江苏电建三公司”）总承包建设的常州市污泥焚烧中心一期工程的交付投产，为该难题的解决给出了答案。

新技术：污泥处置迈入“2.0”时代

早在 2005 年，常州市即建成投运了国内最早的污泥协同焚烧处置工程，但随着污泥产量的不断增加，逐渐暴露出热电设施的协同处置力短缺等问题。

由于部分污水处理厂进水中的工业废水比例较高，重金属成为污泥中的主要污染物，因此，污泥不适合进行土地利用，建材利用也被严格限制，制约了资源化利用水平的提高。相比填埋，污泥的“干化+焚烧”模式能够杀死毒害物，压缩体积，回收利用热值，是目前较为全面、高效的处置方案。

2017 年 12 月，常州市污泥焚烧中心在滨江化工园区内开工。该项目设计污泥处置能力为 900 吨/天，分两期建设，是国内首个、亚洲第二个采用“搅拌式滚筒干燥机+涡旋式机械焚烧炉工艺”，实现

干化焚烧一体化处置的污泥处置中心。项目建成后，市区所有污泥将集中到此处置，标志着常州市污泥处置迈入“2.0时代”，助力污泥处置“减量化、无害化、稳定化及资源化”目标实现。

新面貌：无味无烟少灰

污泥处置难度最大的是异味外溢。污泥焚烧会产生异味、烟气、炉渣、飞灰等废弃物，常州市污泥焚烧中心将异味层层“包裹”，实现了厂内感观无异味。

污泥焚烧产生烟气，原因在于焚烧不彻底。常州市污泥焚烧中心引进的搅拌式滚筒干燥机和研制的回旋式机械焚烧炉工艺，可使高温烟气与不断被搅起粉碎的物料充分接触，促使燃烧完全。焚烧产生的热量将用于干燥污泥，再配合脱硝、除尘、活性炭吸附和脱酸处理，使烟气排放达到欧盟标准。

此外，常州市污泥焚烧中心的炉渣将作为普通建筑材料，飞灰在厂内螯合稳定化，达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》要求后外运填埋。“一般焚烧炉产生的渣灰比是3:7，而我们的是7:3，更加环保。”江苏电建三公司非电事业部总经理刘涛说。

由于核心设备从日本进口，非核心设备从国内采购，因此，对于常州市污泥焚烧中心各系统的功能性、兼容性、联动性能否满足产能需求，相关厂家和江苏电建三公司都“提着一口气”。

“项目团队将整套设备分为卸料和储泥、干化、焚烧、烟气净化、除臭和灰渣储运5个部分，多次与设计院和主要设备厂家共同调研协调，提出了一整套解决方案。”刘涛表示，目前，3条日处理污泥140吨的干化焚烧产线已全部达标投产，代表了当今世界污泥焚烧的发展方向。

新纪录：追星逐日 联合攻关

2018年12月29日，常州市污泥焚烧中心一期工程1号线整套启动，从开工到投产，仅用时200天。

一期工程服务周边7座污水处理厂，受外部环境和上游污泥成分影响，核心设备的主要性能及参数指标一直未能确定。“当时，项目部全员进驻各厂收集资料，分析近两年污泥成分综合指标，主动牵头联系中国城镇供水排水协会专委会专家到场勘查，在联合日方深入研究后，确定了技术方案，保证了准时开工。”项目经理王强回忆说。

主体厂房原始设计以天然气锅炉标准套用焚烧炉，全厂设置天然气管道，成为防爆区，既增加成本又延长工期。“我们通过咨询专业单位、反复求证，与设计院共同设置了12处通风点，并在易泄露点安装了14个检测仪表，改为非防爆区。”王强说，仅此一项，就使主体厂房施工工期、成本双减半。

主体厂房还在土建上部结构施工时，1号线的现场安装便开始了。“交叉施工带来了从未有过的挑战。”王强清楚记得，项目部人员挂图作战，无缝对接，每天早上布置，晚上总结，出现问题随时开会，24小时待命。

今年7月1日，常州市污泥焚烧中心开始试运。因焚烧炉内部“结焦”，3条干化焚烧产线必须每周停炉清焦，严重影响经济指标。江苏电建三公司技术专责刘豪带领团队与日方、设计院多次深入现场，详细对比图纸及主要性能参数，自主创新了合理搭配掺烧、提高焚烧炉出口烟温、调整焚烧配风、降低炉内燃烧料层4项技术，彻底解决了“结焦”问题。“这套组合拳，在国内施工中是首次出现。”刘豪感触颇深。

本报记者 慕悦 特约通讯员 刘志云 胡诗尧 中国能源报 2019-11-11

生物质能创新发展高峰论坛热议产业发展

本报讯 记者李慧报道：11月6日，由中国产业发展促进会、国际能源署（IEA）联合主办的“2019全球生物质能创新发展高峰论坛”在北京召开。本次论坛以“共筑生态文明之基 同走绿色发展之路”为主题，来自全国各地的1000余名行业人士、专家学者、企业代表共同探讨了生物质能产业的发展。

“生物能源是‘可再生能源中被忽视的巨人’，挖掘出生物质能的巨大潜能，可以帮助我们为后代

打造一个低碳能源体系。”IEA 可再生能源中心主任 Paolo Frankl 表示。

生态环境部固体废物与化学品管理技术中心主任胡华龙则在致辞中表示，加快开发利用生物质能和可再生能源已经成为世界各国的普通共识和一致行动，也是全球能源转型的重大战略举措。生物质能是一种重要的可再生能源，开发利用生物质能源对推动中国生态文明建设、能源革命和低碳经济、美丽乡村建设、应对全球气候变化等国家重大战略落地具有重要意义。

针对我国生物质能产业发展现状，中国工程院院士倪维斗指出，当前，我国的生物质能产业发展并不充分，最主要的原因在于该产业没有被看做能源的重要组成部分，也没有同一的政策支持发展，处于各地“自由发展”的现状。

倪维斗院士表示，我国“缺油少气”的资源状况使我们很难按照西方的路径煤改油气；同时，对煤炭“一刀切”的做法也是不正确的。应该发展可再生能源与核能为主的能源供应系统。生物质能源具有稳定供应，易存储、易运输、易转化、高品位等特点，是可再生能源中利用成本最低的能源。

据倪维斗院士预计，将来很大的方向是用生物质替代煤来发电，既可以充分利用原油的电厂基础设施，也可以大大减少二氧化碳的排放。此外，还应该将“三农”建设和生物质利用密切联系起来，可以将生物质利用作为解决“三农”的问题核心办法。

“生物质的利用不仅仅可以解决能源问题，也可以解决我国的‘三农’问题。”倪维斗建议国家对此要有一个很好的认识和正确的规划。一是实施“生物质能扶贫工程”，政府搭台主推产业链形成，引进技术企业与农民形成利益共同体，调动积极性，形成“自造血”。二是设立“生物质能综合利用示范区”，分区域建设“生物质能综合利用示范区”，大力推动生物质能利用从单一原料和产品模式转向原料多元化、产品多样化、和多联产的循环经济梯级综合利用模式，因地制宜解决农村居民燃料、供热、取暖等问题。三是依托生物质为核心，实现农村供能体系的多能协同。依托生物质能，配以空气能、太阳能灯可再生能源助力北方清洁取暖。

中国能源报 2019-11-11

生物质能多个领域列入鼓励类目录

本报讯 记者姚金楠报道：11月6日，国家发改委公布《产业结构调整指导目录（2019年本）》，生物质能工程项目与装备制造的多个领域进入鼓励类目录。

根据新版指导目录，农作物秸秆综合利用（秸秆肥料化利用，秸秆饲料化利用，秸秆能源化利用，秸秆基料化利用，秸秆原料化利用等）、农村可再生资源综合利用开发工程（沼气工程、生物天然气工程、“三沼”综合利用、沼气发电，生物质能清洁供热，秸秆气化清洁能源利用工程，废弃菌棒利用，太阳能利用）被列入鼓励类目录中的农林业类别。

对比《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》，秸秆还田不再列入鼓励类目录。同时，在农村可再生资源综合利用开发工程上，除原有的“沼气工程、‘三沼’综合利用”外，新增了生物天然气工程、沼气发电，生物质能清洁供热，秸秆气化清洁能源利用工程，废弃菌棒利用，太阳能利用，剔除了沼气灌装提纯。

2019版指导目录显示，垃圾焚烧发电成套设备和燃煤耦合生物质发电被列入鼓励类目录中的电力类别。

值得注意的是，与2011年本指导目录相比，燃煤耦合生物质发电是首次进入鼓励类目录之列。

同时，生物质纤维素乙醇、生物燃油（柴油、汽油、航空煤油）等非粮生物质燃料生产技术开发与应用；生物质直燃、气化发电技术开发与设备制造；农林生物质资源收集、运输、储存技术开发与设备制造，农林生物质成型燃料加工设备、锅炉和炉具制造；以农作物秸秆、畜禽粪便、生活垃圾、工业有机废弃物、有机污水污泥等各类城乡有机废弃物为原料的大型沼气和生物天然气生产成套设备；沼气发电机组、沼气净化设备、沼气管道供气、装罐成套设备制造也被列入鼓励类目录新能源类别。

国家发改委产业发展司负责人指出,《目录》是引导投资方向、政府管理投资项目,制定实施财税、信贷、土地、进出口等政策的重要依据。《目录》由鼓励、限制和淘汰三类组成。根据有关规定,对鼓励类项目,按照有关规定审批、核准或备案;对限制类项目,禁止新建,现有生产能力允许在一定期限内改造升级;对淘汰类项目,禁止投资并按规定期限淘汰。

中国能源报 2019-11-11

太阳能

2019 中国最高太阳能电池转换效率发布

中国能源报-2019年11月5日,中国可再生能源学会光伏专业委员会(CPVS)在西安第29届国际光伏科学与工程大会(PVSEC-29)暨18届中国光伏学术大会(CPVS-18)上发布了2019年太阳能电池中国最高转换效率(CPVS Best Research-Cell Efficiencies)。

2019年太阳能电池中国最高效率表

Classification	Efficiency (%)	Area (cm ²)	Voc (mV)	Jsc (mA/cm ²)	Fill Factor (%)	Test Centre (date)	Description	单位的中文备注
Silicon								
Si (crystalline cell)	24.85 ± 0.35	244.54 (t)	746.0	39.39	84.58	ISFH (8/19)	Hanergy, HIT	汉能
Si (crystalline cell)	24.58 ± 0.34	244.62 (t)	716.8	40.57	84.52	ISFH (5/19)	Trina Solar, n-bifacial/i-TOPCon	天合光能
Si (crystalline cell)	24.03 ± 0.34	244.59 (t)	694.0	41.58	83.26	ISFH (10/19)	LONGI, PERC	隆基股份
Si (multicrystalline cell)	22.8 ± 0.32	246.66 (t)	687.1	40.9	81.16	ISFH (9/19)	Canadian Solar, PERC	阿特斯
III-V Cells								
GaAs (single junction)	29.1 ± 0.58	0.9980 (ds)	1127.2	29.78	86.67	FhG-ISE (10/18)	Hanergy, Alto Devices	汉能
Thin film chalcogenide								
CIGS (on glass)	22.92 ± 0.33	0.9856 (ds)	779.0	36.97	79.57	FhG-ISE (2/19)	Hanergy, solibro	汉能
CIGS (flexible)	20.56 ± 0.13	0.8657 (sp)	767.5	33.46	80.07	NREL (6/19)	Hanergy, miasole	汉能
Perovskite								
Perovskite (cell)	23.7 ± 0.76	0.0739 (sp)	1169.7	25.4	79.80	Newport (9/18)	CAS	中科院半导体研究所
Perovskite (cell)	22.2 ± 0.1	1.146 (ds)	2.0	14.52	75.10	JET (8/19)	NIU, tandem	南京大学
Perovskite (minimodule)	17.25 ± 0.55	19.277 (ds)	1069.7	20.66	78.10	Newport (5/18)	Microquanta, 7 serial cells	杭州纤纳
Perovskite (submodule)	14.30 ± 0.35	300.74 (ds)	2895.0	19.79	70.00	ESTI (10/19)	Microquanta, 28 serial cells	杭州纤纳
Organic Solar Cell								
Organic	16.48	0.04137	844.7	25.484	76.58	NREL (5/19)	SCUT	华南理工大学

*红色字体的效率纪录也创造了该类电池的世界效率纪录。

太阳能电池中国最高转换效率的发布旨在全面、系统、权威、及时地展示我国太阳能电池达到的光电转换效率最高水平,进一步推动我国光伏技术的创新发展。此次共发布了晶体硅(Crystalline Si)电池、砷化镓(GaAs)电池、铜铟镓硒(CIGS)电池、钙钛矿(Perovskite)电池和有机(Organic)电池等5大类型,12种不同结构太阳能电池的中国最高效率。其中,5种结构太阳能电池的中国效率也

是该类电池转换效率的世界纪录。

我国晶硅太阳能电池最高效率取得了突破性进展。阿特斯创造了多晶硅 PERC 电池 22.8% 中国最高效率，也创造了世界多晶硅电池的效率纪录。隆基创造了单晶硅 PERC 电池 24.03% 的中国最高效率。继 PERC 电池之后，我国 HIT 电池和 TOPCon 电池技术发展迅速，汉能创造了 HIT 电池 24.85% 的中国最高效率，天合创造了 24.58% N 型单晶硅 TOPCon 电池中国最高效率。这四种晶硅电池的最高效率都是利用大硅片面积（约 244.6cm²）取得的，表明了我国在大面积晶硅太阳能电池研发和产业化方面达到了国际领先水平。这些成果必将快速向光伏产业转移，推动实验室成果的产业化，使我国在晶硅电池的产业化技术方面持续保持国际先进水平，支撑我国光伏产业持续发展。

薄膜太阳能电池效率持续保持领先优势。汉能创造了 29.1% 单结砷化镓电池的中国最高效率，也是世界单结砷化镓电池的效率纪录。同时，汉能也创造了在玻璃基板上铜铟镓硒电池 22.92% 的最高效率，以及在柔性基板上铜铟镓硒电池 20.56% 的中国最高效率。

钙钛矿太阳能电池技术突飞猛进。杭州纤纳多次刷新了钙钛矿电池小组件效率的世界纪录，创造了 7 片电池串联微型组件效率 17.25% 的中国效率纪录，以及 28 片电池串联组件效率 14.30% 的中国效率纪录。中国科学院半导体所创造了单结钙钛矿电池效率 23.7% 的最高效率纪录，南京大学创造了钙钛矿叠层电池效率 22.2% 的最高效率纪录。

有机太阳能电池研究持续保持国际领先。华南理工大学创造了有机太阳能电池 16.48% 中国效率纪录，也是该类电池的世界最高效率。

与 2018 年太阳能电池中国最高效率比较，2019 年有 8 种类型的电池刷新了 2018 年的效率纪录！表明我国光伏领域的研究创新能力在不断增强，推进了太阳能电池效率的快速提升，有力支撑了我国光伏产业做大做强。多晶硅 PERC 电池效率由 22% 提升至 22.8%，单晶硅 PERC 电池效率由 23.1% 提升至 24.03%，HIT 电池效率由 23.7% 提升至 24.85%，TOPCon 电池效率由 23.1% 提升至 24.58%，单结 GaAs 电池效率由 28.8% 提升至 29.1%，玻璃基板上的 CIGS 电池效率由 21.2% 提升至 22.92%，钙钛矿单结电池效率由 23.32% 提升至 23.7%，钙钛矿微组件效率由 16% 提升至 17.25%。相信未来我国不仅会有更多的太阳能电池打破中国效率纪录，也会创造更多的世界效率纪录。

太阳能电池中国最高效率已经发布了三届。首次于 2017 年 8 月在内蒙古呼和浩特召开的第十七届中国光伏学术大会（CPVC-17）上发布，并发表在 2018 年的《中国光伏技术发展报告》上。2018 年太阳能电池中国最高效率在 2018 年 9 月北京召开中国可再生能源学术大会上进行了发布，并发表在 2019 年的《中国光伏技术发展报告》上。

中国能源报-中国能源网 2019-11-05

“光醇电互补”探路北方清洁取暖

又一年采暖季将至。如何因地制宜推进北方清洁取暖，成为业内和广大群众关注的话题。

记者近日从“2019 中国光醇电互补清洁供暖示范工程观摩会”上了解到，除了以气、电代煤外，“光醇电互补”的供热模式为北方清洁取暖提供了新方向，且具备一定经济性。与会专家表示，通过融合光伏、甲醇和低谷电，北方农村能够实现炊事、供暖的清洁化。

“为进一步满足北方农村地区的清洁供暖需求，‘光醇电互补’模式根据当地能源禀赋和群众生活习惯，为清洁供暖提供了新实践。换言之，该模式有利于因地制宜开展清洁取暖，用‘新武器’打赢‘蓝天保卫战’。”北京超燃索阳清洁能源研究中心高级工程师冯向法在“观摩会”上自信满满地说。

冯向法指出，在国家鼓励使用低谷电和负荷允许的前提下，北方农村应科学高效利用低谷电。从经济性上看，室内采暖从 20 时至次日 8 时约消耗低谷电 36 千瓦时。按实际采暖面积 60 平米、0.3 元/千瓦时的低谷电价来算，费用为 10.8 元/天。

记者了解到，低谷电供应能力有限，而“光醇电互补”模式为农村供暖提供保障。那么在清洁供暖中如何运用甲醇和太阳能呢？

冯向法指出，在太阳能方面，以河北南部地区为例，在采暖季，白天平均气温 7-8 摄氏度，光伏发电设备提供电量 18 千瓦时/天，可满足白天 6 个小时采暖需求。在甲醇方面，“醇燃料自动气化家用灶”设备能实现炊事燃料的“醇代煤”，同时具备采暖功能。

冯向法为记者算了笔账：低谷电和光伏发电平均每天可满足 18 个小时供暖需求，剩下 6 个小时采暖热量由燃醇灶提供。即，设备需 3.6 公斤甲醇，用户支付甲醇取暖费用 8.1 元/天。如此看来，通过“光醇电互补”模式，用户总计取暖费用为 18.9 元/天，低于燃煤费用的 20 元/天。另外，一般来说，该模式可保持室温 15 摄氏度以上，与燃煤室温几乎相同。

包括冯向法在内的多位与会人士进一步表示，在河北中、南部地区，太阳能发电可满足 1/4 以上的采暖需求，但从长远考虑，企业应进一步发展太阳能热利用、光伏发电等技术，让太阳能满足用户一半以上的采暖需求，努力将“光醇电互补”模式推广至全国北方农村，甚至海外地区。

王升 中国能源报 2019-11-04

IBC 电池和组件高效量产规模生产线在黄河公司建成投产

日前，由青海黄河上游水电开发有限责任公司（以下简称黄河公司）投建的国内首条量产规模的 IBC 电池和组件生产线产品成功下线，并通过国际权威（德国莱茵 TV IEC 新标准）认证，标志着黄河公司在高效光伏电池和组件领域跻身国际先进水平。

近年来，黄河公司认真贯彻落实习近平总书记视察时关于做好光伏产业的重要指示，坚持创新驱动，加大技术研发，攻关光伏电池组件研发制造技术。

IBC 电池是可量产的高效晶体硅电池技术方向之一，其主要特点是正负电极均在电池背面，正面无遮挡，转换效率高，且组件更易于装配。由于结构特殊、工艺复杂、成本较高，IBC 电池技术只有美国、日本、韩国等国家的少数公司掌握。

黄河公司作为全球最大的光伏发电运营商，组建了高水平研发团队，与杜邦、华为、清华大学等知名企业、高校和科研院所建立了 20 个联合创新实验室，建成了全球规模最大、最先进的光伏发电实证基地，对包括 IBC 电池技术在内的多种先进技术进行了深入研究。

经过三年实验和验证，完成了对电池背面钝化技术、独特的掩膜技术以及低成本电极方案等关键核心技术攻关，掌握了 IBC 电池关键核心技术。

目前，黄河公司研发的 IBC 电池量产转换效率达到 23%，组件转换效率、双面率、温度系数等指标均处于世界先进水平，相比国外 IBC 电池产品具有很高的性价比优势。与常规电池组件相比，IBC 电池组件温度系数低至 0.32%/K 以下，全寿命周期发电量增加 10% 以上。

下一步，黄河公司将继续发挥产业优势、技术优势、人才优势、资金优势，持续推动创新研发，力争在 2025 年前实现《中国制造 2025 能源装备实施方案》中量产电池效率大于 25% 的目标，为做强做优光伏产业，促进绿色低碳发展作出新贡献。

王盛荣 中国能源网 2019-11-14

IEA：分布式光伏装机 2024 年将超 500 吉瓦

本报讯 实习记者董梓童报道：国际能源署（IEA）日前发布《全球可再生能源发展报告》指出，2019-2024 年期间，全球可再生能源装机总量将增加 1200 吉瓦，其中光伏装机增量将占近 60%。而在光伏装机增长中，分布式光伏装机的增长更为引人注目。

报告预测，到 2024 年，全球分布式光伏装机容量将达 530 吉瓦，占全球光伏总装机量的近一半。与此同时，目前，在很多国家，分布式光伏的发电成本已经低于零售电价。到 2024 年，分布式光伏的发电成本将进一步下降 15%-35%。

从细分市场来看，分布式光伏的增长将主要集中在工商业应用。2019-2024 年期间，工商业应用

将几乎占到新增分布式光伏装机容量的 3/4。

报告认为，这是受规模经济影响，工商业光伏每千瓦投资成本不断下降，越拉越多的企业选择安装屋顶光伏“自发自用”，以节省电费。

中国能源报 2019-11-04

中英希三国合作光热发电项目签约

希腊当地时间 11 月 11 日，希腊 MINOS50MW 光热发电项目多边合作协议成功签署。

中国能建党委书记、董事长汪建平，中国工商银行董事长陈四清，英国 Nur Energie 公司董事会主席 Kevin Sara 以及希腊 PRENECON 公司首席执行官 Dimitris Bouras 在希腊总理府分别代表项目 EPC 联营体牵头方、项目融资方、项目开发商，及属地合作方在协议上签字。

据悉，这是国际多边合作及中国-中东欧“17+1”能源合作的重要成果，将为推动共建“一带一路”高质量发展注入新动力。

此前，当地时间 11 月 10 日，MINOS50MW 光热发电项目 EPC 合同签约仪式在希腊雅典举行。中国能建下属的中国葛洲坝集团国际工程有限公司（葛洲坝国际公司），将与浙江中控太阳能技术有限公司（中控太阳能公司）组成联营体负责项目 EPC 建设。

汪建平表示，MINOS50MW 光热发电项目的建设模式符合“一带一路”倡议的“共商、共建、共享”原则，中国能建全力支持葛洲坝国际公司与各方通力合作，高标准建设，力争将项目建成“一带一路”的示范工程。

作为希腊首个塔式光热发电项目，该项目多边合作协议的签署是在中希两国领导人的关心下，在金融机构及企业长期共同努力下实现的，是国际绿色环保典范工程。

该项目由中国工商银行牵头安排中、希及区域性多边金融机构融资，由中国企业联合希腊、英国等国企业开发、建设、运营，项目总投资约 2.9 亿欧元。该项目的联合开发，开创了中西方金融机构及企业在希腊第三方市场合作的范例，并作为国际多边友好合作机制典型项目成功入选《中希两国三年合作计划》、《中英两国合作开发第三方市场》等多个政府间框架合作协议。

中国新闻网 2019-11-13

光伏新增装机“断崖式”下滑

本报讯 记者姚金楠报道：10 月 29 日，国家能源局举行例行新闻发布会。新能源和可再生能源司副司长李创军在会上指出，今年前三季度，全国光伏发电新增装机 1599 万千瓦，同比下降 53.7%。

对比近三年同期光伏新增装机数据，2018 年 1-9 月，我国光伏发电新增装机 3454 万千瓦，国家能源局新能源和可再生能源司副司长梁志鹏对当时光伏发电市场规模给出的定性是“稳步增长”。2017 年同期，光伏新增装机量更是高达 4300 万千瓦。彼时，李创军选择的用词是光伏发电市场规模“快速扩大”。

今年上半年，我国光伏发电新增装机为 1140 万千瓦。据此计算，今年第三季度，光伏发电新增装机仅为 459 万千瓦，不及第一、二季度 520 万千瓦、620 万千瓦的装机水平。不仅如此，与 2018 年和 2017 年同期的 1024 万千瓦和 1860 万千瓦相比，分别下滑 55.2%和 75.3%。

从“快速扩大”到“稳步增长”再到如今的同比腰斩，2019 年，全国到底能新装多少光伏？

今年 2 月 19 日，国家能源局曾组织部分媒体和行业协会代表召开座谈会，就 2019 年光伏发电相关建设和管理办法征求意见。李创军在会上表示，2019 年光伏发电的总体基调是稳中求进。“今年的建设规模不会低于 2018 年，在稳定的基础上要有所增长，保证产业可持续发展。”

今年 7 月 11 日，2019 年光伏发电项目国家补贴竞价结果正式公布。在当天国家能源局组织召开的媒体通气会上，国家可再生能源信息管理中心相关负责人预测指出，预计年内可建成并网的光

伏装机在 4000-4500 万千瓦，其中拟纳入国家竞价补贴范围的项目总装机近 2300 万千瓦。此外，光伏扶贫项目约 450 万千瓦，光伏领跑者项目约 400-500 万千瓦，平价上网项目约 450 万千瓦，户用光伏项目 350 万千瓦左右，特高压配套项目已安排 900 万千瓦（预计年内能够并网的约为 450-500 万千瓦）。

2018 年，我国光伏发电新增装机 4426 万千瓦。以今年前 9 个月 1599 万千瓦的数据计算，在 2019 年最后 3 个月的时间里，我国光伏发电装机距离去年的增长规模还有 2827 万千瓦的缺口。而根据上述国家可再生能源信息管理的预测结果，竞价项目能否顺利推进将是决定今年光伏新增装机的关键。

有参与竞价项目开发建设的企业相关负责人表示：“今年的竞价结果是 7 月份才明确的，虽然光伏电站的工程建设时间并不长，但一个项目从无到有，涉及土地、电网等多个部门许多环节，这个周期可不短。所以，竞价项目要想在今年内顺利并网还是有挑战的。”

而对于今年申报的部分平价项目，上述负责人则认为，大部分企业实质上还处于“观望”之中。“没有多少真正开工启动的项目，大家一方面想等等看，看看组件价格还能不能往下走，另一方面很多项目申报的时候可能土地、并网还没完全彻底地敲定，也得等等看。”

李创军指出，在前三季度 1599 万千瓦新增装机中，光伏电站装机为 773 万千瓦；分布式光伏 826 万千瓦。从新增装机布局看，华北地区新增装机 508.6 万千瓦，东北地区新增装机 51.2 万千瓦，西北地区新增装机为 430.8 万千瓦，华东地区新增装机为 332.2 万千瓦，华中地区新增装机为 180.9 万千瓦，华南地区新增装机 95.5 万千瓦。

回顾今年前三季度，李创军强调，可再生能源整体发展平稳。“今年前三季度，可再生能源装机规模稳步扩大。截至 2019 年 9 月底，我国可再生能源发电装机达到 7.64 亿千瓦，同比增长 8.2%；其中，水电装机 3.55 亿千瓦（其中抽水蓄能 2999 万千瓦）、风电装机 1.98 亿千瓦、光伏发电装机 1.90 亿千瓦、生物质发电装机 2116 万千瓦。可再生能源利用水平显著提高。2019 年 9 月底，可再生能源发电量达 14371 亿千瓦时，同比增长约 11%。其中，水电 8938 亿千瓦时，同比增长 7.9%；风电 2914 亿千瓦时，同比增长 8.9%；光伏发电 1715 亿千瓦时，同比增长 28.1%；生物质发电 804 亿千瓦时，同比增长 19.4%。”

中国能源报 2019-11-04

多地“光储充”项目实现“零”突破

“上班时间，我把车放在这里充电，两个小时基本就能充满，很方便。”11 月 1 日，在杭州余杭区“光储充”一体化充电站内，纯电动车车主江先生说。

近一个月内，多个“光储充”项目成功投运，福建、陕西、湖北等省市相继实现“光储充”项目零突破。

“光储充”一体化充电站集成光伏发电、储能、充电桩等多项技术，既能为电动汽车供给绿色电能，又能实现电力削峰填谷等辅助服务功能，可有效提高系统运行效率。

在东莞松山湖易事特工业园区的“光储充”一体化充电站，停车棚顶部整齐地铺设着光伏发电板，停车场内共 19 台充电桩，加上一套 500kW/500kWh 储能系统，组成“光储充”一体化系统解决方案。“储能系统在夜间用电低谷时存储电能，白天用电高峰时释放给充电桩，一方面缓解了充电高峰时大电流对区域电网的冲击，另一方面通过峰谷差价，给充电站带来了可观的收益。”易事特集团相关负责人介绍说。

对传统充电站建设而言，电网接入和土地资源是两大难题。“光储充”一体化解决方案通过电力存储和优化配置，实现本地能源生产与用能负荷基本平衡，可根据需要与公共电网灵活互动且相对独立运行，缓解了充电桩用电对电网的冲击，在能耗方面，使用储能系统给动力电池充电，可提高能源转换效率。

不仅如此，很多“光储充”一体化充电站的储能系统采用了电动汽车的退役电池，变废为宝，实现了动力电池的梯次利用。

“‘光储充’一体化充电站是对微电网探索的新模式，采用光伏发电的清洁能源，结合储能技术，梯次利用动力电池，在很多方面具有先进性。”中国电动汽车充电基础设施促进联盟秘书处综合部主任、高级工程师张帆表示。

记者查阅资料发现，我国“光储充”一体化充电站集中建设在江苏、陕西、浙江、福建、广东等地，而这些省份大都实行了峰谷电价。

“目前，‘光储充’一体化充电站更多的是利用峰谷电价差盈利，峰谷电价差比较大的地区采用‘光储充’一体化方案能够更好的实现投资收益。”张帆解释说，“光伏发电自发自用，余电储存，结合储能峰谷电价差套利。而配备储能系统，将不可避免地提高电站成本，延长投资回报周期。”

此外，光伏装机容量只有达到一定规模才能满足电动车充电需求，而大规模光伏建设需要大面积场地。所以，“光储充”一体化充电站很大程度上受场地限制，多数在城市公共区域具备分布式光伏和储能系统布置条件的地方建设，如商业园、工业园、商用住宅等。

因此，尽管落地项目不断，但放在全国范围内看，“光储充”一体化充电站的数量仍然较少。“‘光储充’一体化充电站的充电桩数量占全国充电桩总量的比例非常小，目前示范应用场站居多，还未进行大面积推广。”张帆直言。与此同时，储能服务于充电设施，安全问题也不容忽视，要做好充放电过程中可能产生的发热、短路等现象的防范工作。

在国际上，“光储充”模式已在多个国家和地区运行，居民利用自家屋顶搭建光伏阵列，所存储的电能，一部分用于电动汽车充电或家庭用电，剩余电能可出售给国家电网。

在我国，随着光伏产业的成熟，新能源汽车产业的助推，以及储能技术的进步，“光储充”一体化电站也先后平稳落地。目前，国网电动汽车服务公司、易事特集团、首航新能源、北京福威斯油气公司等企业都在积极推动“光储充”一体化充电站的建设。“建设社会公共场所大功率的充电设施，解决新能源汽车充电基础设施配套的痛点，同时匹配电网调度稀缺的调峰资源，是我们建设‘光储充’一体化充电站的出发点。”北京福威斯油气技术有限公司董事长刘博说。

对于“光储充”一体化充电站未来的发展，张帆很有信心：“光伏、储能、微网系统的成本都在逐渐下降，这一模式灵活、友好，从长远来看应用前景广阔。”

本报记者 樊桐杰 中国能源报 2019-11-11

我国科学家研获高性能柔性有机太阳能电池

南开大学化学学院陈永胜教授团队近日成功制备同时具有高导电、高透光且低表面粗糙度的银纳米线柔性透明电极，将其用于构筑柔性有机太阳能电池，光电转化效率刷新了文献报道的柔性有机/高分子太阳能电池光电转化效率的最高纪录。这一成果使得高效柔性有机太阳能电池距离实现产业化更近一步。

4日，国际顶级学术期刊《自然·电子学》介绍了他们在柔性透明电极与柔性有机太阳能电池领域研究中获得的突破性进展。

柔性电子器件，特别是基于有机材料的光电器件，是未来电子器件发展的一大趋势，具有巨大应用前景。“其中，获得高性能的柔性透明电极是实现高效柔性有机光电器件的前提，也是目前该领域的核心难题。但是，如何获得同时具有高导电、高透光、低表面粗糙度以及制备方法简单、绿色的柔性透明电极依然是巨大的挑战。”陈永胜说。

由于缺乏上述高性能的柔性透明电极，目前柔性有机光电器件的性能仍大幅度落后于相应的刚性器件。柔性透明电极通常采用干法或溶液处理工艺制备。相比于干法制备，溶液处理方法制备柔性电极具有成本低，可大规模“卷对卷”印刷制备等优点，发展潜力巨大。

陈永胜团队利用高分子电解质，一步法制备了具有“类网格”结构的银纳米线柔性透明电极。该

柔性透明电极实现了优异的性能，表面粗糙度低，且具有优良的机械性能和热稳定性以及制备方法简单、绿色。

为证明其在有机光电器件中的实用性，陈永胜团队制备了基于该柔性透明电极的柔性有机太阳能电池。研究表明，该电极可适用于不同类型活性材料以及单结及叠层光伏器件。制备的柔性光伏器件与使用商业 ITO 玻璃电极的器件性能相当。单结和叠层柔性有机太阳能电池分别实现了 13.1% 和 16.5% 的光电转化效率，并表现出优异的机械性能，连续弯曲 1000 次，器件仍能保持初始效率的 95% 以上。

“除了有机太阳能电池，这一低成本高性能柔性透明电极在其它柔性电子如有机发光二极管、晶体管、传感器等领域也将有极大的应用潜力。”陈永胜说。

该研究得到科技部、国家自然科学基金委相关科技项目支持。

新华社 2019-11-07

新加坡将进一步推进光伏发电

本报讯 据《新加坡新闻》网站报道，新加坡贸工部部长陈振声近日在新加坡国际能源周开幕式上表示，新加坡将进一步推进光伏发电，目标是到 2030 年，光伏发电能力由现在的 260 兆瓦扩大至 2000 兆瓦，相当于现在电力需求的 5%，可满足 35 万户新加坡家庭的电力需求。

据了解，目前，新加坡的光伏发电能力尚不足电力需求的 1%。相比之下，天然气发电在新加坡电力结构中的占比却高达 95%。业界普遍认为，太阳能对新加坡来说是最有希望的可再生能源。但是，新加坡国土面积狭窄，光照存在间歇性，光伏发电成本也是一大难题。

有业内人士指出，从长远来看，新加坡可能会将光伏发电纳入区域电网供电，以强化电力的稳定性和安全性。另一方面，新加坡也在着手进行碳排放量较少的以氢为燃料的电力技术研究，但是距实现商业化应用尚需时日。

据了解，为了实现 2030 年光伏发电目标，新加坡政府将采取多种措施，诸如尽可能地在建筑物屋顶、大楼的垂直面、蓄水池、海上等设置太阳能电池板。同时加快蓄电技术的开发，以弥补光照间歇性的短板。

王英斌 中国能源报 2019-11-11

揭秘三峡新能源格尔木“领跑者”项目

编者按：

三峡新能源格尔木领跑者项目上网电价为 0.316 元/千瓦时，首次实现了光伏电价低于当地燃煤发电标杆电价，成为我国光伏发电迈向高质量发展过程中的一个里程碑。并网近一年来，项目运行现状如何，又摸索出哪些可供复制的经验？近日，记者探访了这座充满传奇色彩的光伏电站。

在海拔 2900 米的高原戈壁上，我国单体规模最大的光伏“领跑者”项目在青海省格尔木运行良好，正源源不断将清洁能源送进千家万户。

这座建在巍巍昆仑山脚下的光伏电站，由中国三峡集团所属中国三峡新能源（集团）股份有限公司（以下简称“三峡新能源”）投资建设，总装机规模 500 兆瓦，占地 771 公顷，总投资约 21 亿元，是国内一次性建成规模最大的“光伏领跑者”项目。

该项目通过创新项目开发模式、技术引领模式、工程建设模式、共享发展模式，使光伏电价首次低于燃煤发电标杆电价，成为推动我国光伏发电产业高质量发展的一个重要里程碑。

领跑者中的“领跑者”

光伏“领跑者”计划，是 2015 年国家能源局主导实施并直接管理的新能源建设项目，旨在促进光伏发电技术进步、产业升级和成本下降。领跑者项目的意义是为高效产品和先进技术提供舞台，达

到系统最优设计，帮助主管部门了解电价下降空间。从这个角度看，三峡新能源格尔木项目无疑是领跑者中的“领跑者”。

格尔木领跑者项目属于国家第三批应用领跑者项目之一，位于格尔木光伏产业园区内，距市区30公里。格尔木项目最引人关注的是上网电价，与传统燃煤发电价格相比，格尔木领跑者项目上网电价平均为0.316元/千瓦时，低于当地煤电标杆电价（0.3247元/千瓦时）近1分钱，这是光伏电价第一次低于燃煤发电标杆电价，提前让清洁能源的平价电力进入千家万户。项目于2018年12月29日并网发电，自投运以来项目运行良好，已超额完成年度发电量任务。

“格尔木项目为三峡新能源后续竞价光伏发电项目开发建设提供了参考依据。项目从技术创新、质量把控、成本管控、集控运维模式等多方面进行论证和总结，为后续光伏项目的开发建设积累了大量经验。”三峡新能源格尔木电站场站经理董卫平对记者表示，格尔木项目的建设，使企业由拼规模、拼速度、拼价格向拼质量、拼技术、拼效益的发展方向转变。从而，进一步提高了企业创新能力，增强了企业核心竞争力，推进了企业高质量发展。

三峡新能源西北分公司总经理王鹏接受记者采访时表示：“刚中标时，低电价曾引起业界震惊，都以为我们是‘闹着玩儿’，中标后会弃标。在建设中，我们通过模式创新、技术创新，以及准确把握设备造价、组件、逆变器价格下降趋势，一次性建成并网，打破了业界的质疑，好多单位、专家前来格尔木‘取经’。”

打造项目开发建设的“三峡模式”

格尔木项目缘何做到低于当地燃煤标杆电价？一个重要原因是，建设中突破了传统投资、技术、用地等制约因素，探索出适合国内光伏项目的工程建设和技术实施方案。

“为确保格尔木500MW光伏领跑者项目技术领先、满足示范项目要求，三峡新能源积极应用七方面行业领先的最新光伏创新技术。”董卫平对记者表示，组件是整个光伏系统中成本最高的部件，组件价格决定了光伏系统成本的“基调”，降本第一步就需要先从组件入手。比如我们选用新型高效PERC光伏组件，转换效率超过“领跑者”计划满分18.7%的标准，可达18.9%。

据悉，第三批应用领跑者项目中，PERC单晶组件占比超过70%，格尔木项目中更是达到了100%，全部采用310Wp以上单晶PERC组件，在条件适宜地块还采用了双面发电组件。高效PERC电池衰减明显低于普通P型电池，再加上双面发电，可以显著提升发电量，降低度电成本。

格尔木项目逆变器采用了国际上应用广泛的1500V逆变系统，与传统1000V系统相比，将光伏组件串联能力提升了约1.5倍；同样装机容量时，光伏组串数量减少1/3，从而使得直流电缆量、直流汇流箱数量相应减少约1/3，降低直流、交流损耗，提升系统效率，增加电站发电量。设计人员透露，相同容量下，相比1000V系统，1500V系统可节约初始投资0.05-0.1元/Wp，系统PR提升0.5-1%，度电成本降低约1%。

“为建成这一‘绿色平价工程’，将高效产品性能发挥到最佳，格尔木领跑者项目部分采用了固定可调支架和平单轴跟踪支架，再配合“双面单晶PERC组件+1500V组串逆变器”，与固定支架相比，可将日均发电量提高11.4%，从而降低系统度电成本。”董卫平介绍。

据格尔木电站副值班长豆鹏涛向记者介绍，在运营期间，三峡新能源在格尔木地区实行“集中监控、统一管理”运维模式，集控中心统一监控，现场安排少量维护人员，降低运维管理成本；运维工作做到精细化管理，保证设备可利用率，提高发电量，从而确保该项目整个生命周期的投资收益。

成就可复制可推广典范

早在2011年，三峡集团首个光伏发电项目——格尔木一期项目建成并网，填补了三峡集团在光伏发电领域的空白，该项目也是青海省首批光伏项目。同年，国内首个高海拔风电试验项目在青海锡铁山建成并网。2012年、2013年、2015年，格尔木二期、三期、四期项目分别建成并网。2018年，格尔木“领跑者”500兆瓦光伏项目一次性建成并网。

王鹏向记者介绍，在陕甘宁青四省份建设的光伏装机容量达到300万千瓦，规模相当于一个葛洲坝电站。截至目前，三峡新能源在青海累计投资超67亿元，累计建成新能源装机规模120万千瓦，

成为青海省第二大清洁能源企业和建设国家清洁能源示范省的主力军。其中，格尔木领跑者项目总投资 21 亿元，每年可向青海省海西州缴纳约 3650 万元税金，在格尔木领跑者建设过程中，施工人员最多时超过 5000 人。

业内认为，格尔木领跑者项目的创新驱动对引领、推动能源转型和行业发展具有重大示范意义，同时也发挥着重大的环保价值。格尔木领跑者项目设计年平均发电量约 9 亿千瓦时，相当于种植阔叶林 2070 公顷、年节约标准煤 28 万吨、减少二氧化碳排放量 75.6 万吨、减少二氧化硫 234 吨、减少烟尘排放量 54 吨、能够满足 56.7 万户城乡家庭用电需求。

“下一步，三峡新能源将发挥在技术创新、工程建设和生产运维等领域的优势，将格尔木光伏‘领跑者’项目打造成为能复制、可推广的光伏高效平价上网典型示范项目，助推新能源发电跨越发展。”王鹏向记者透露。

本报记者 苏南 中国能源报 2019-11-04

李振国出席 PVSEC：隆基将以持续技术革新驱动全球能源结构优化

11 月 4 日，第 29 届国际光伏科学与工程会议(PVSEC29)暨 18 届中国光伏学术大会(CPVC18)在西安曲江国际会议中心拉开帷幕。来自全球光伏领域的权威专家、企业代表以及多个能源部门代表参加了本次论坛，就光伏技术的发展展开了深入的探讨。

隆基股份总裁李振国作为大会嘉宾受邀在论坛开幕式作了发言。他首先肯定了 PVSEC 在行业中的积极作用，并希望借助本次会议能够分享并借鉴光伏发电领域研究新进展，为推动全球能源结构的进一步优化提供宝贵的理论参考和技术支持。

近年来，隆基通过技术的不断革新驱动度电成本的快速下降，为全球清洁能源的发展起到了显著的推动作用。李振国先生在论坛开幕式邀请与会嘉宾一同观看了“Solar for Solar”的视频，他同时表示，“一直以来，隆基都致力于成为全球最具价值的太阳能科技公司，同时，我们在全世界倡导‘用清洁能源制造清洁能源’的理念，并正在云南、马来西亚完美实践，隆基从 2015 年开始把主要的生产基地布局到云南，使用的能源几乎是 100%的水电，在马来西亚建设的全产业链生产也几乎是 100%水电。同时，隆基相信，随着光伏+储能的大规模应用，‘Solar for Solar’的制造理念终将实现。”

开幕式上，隆基股份总裁李振国，中国可再生能源学会光伏专委会主任赵颖，中国可再生能源学会副理事长李宝山，陕西师范大学党委书记程光旭，工业和信息化部国际经济技术合作中心副主任李毅锴，特变电工新特能源股份有限公司董事长张建新等行业嘉宾共同为大会揭幕。

在本次 PVSEC 大会期间，隆基展台重点展出了隆基全产业链各环节领先的产品和技术，引起海内外参会嘉宾的浓厚兴趣。

隆基乐叶 2019-11-04

格尔木领跑者项目并网发电近一年 光伏度电成本有望全面低于火电

根据国家能源局 11 月 5 日发布的最新数据显示，截至 2019 年 9 月底，全国光伏发电累计装机已达 19019 万千瓦（190GW），其中集中式光伏发电装机 13149 万千瓦（131.49GW），分布式光伏发电装机 5870 万千瓦（58.7GW）。

事实上，今年前 9 个月，中国光伏新增装机仅有 15.99GW，同比 2018 年的 34.54GW 锐减 53.7%。但据业内人士介绍，2019 年新增装机的减少，只是产业发展进入新阶段、国家扶持策略“换道”等因素综合作用下的暂时表象，其内在，大概率会是全球光伏需求再度爆发的征兆。

2018 年 12 月 29 日，在国家“光伏领跑者计划”推动下，截至目前国内单体装机最大（500MW）的光伏领跑者项目于我国青海格尔木正式并网发电（以下称“格尔木领跑者项目”），该项目上网电价平均为 0.316 元/千瓦时，低于当地煤电标杆电价 0.3247 元/千瓦时近 1 分钱。

这意味着在全产业链各环节共同努力下，光伏发电成本的不断缩减，终于促成了国内光伏上网电价首次低于当地煤电标杆电价。格尔木领跑者项目建设者、运营者——中国三峡新能源（集团）股份有限公司西北分公司总经理王鹏在接受《证券日报》记者采访时表示，“如果不考虑非技术成本、弃光限电等情况，在西北地区大多数地方，光伏发电都已经可以做到平价。”

光伏产品价格下降

激发市场需求

在格尔木领跑者项目并网发电近一年后，《证券日报》记者走访了解到，该项目自一次性建成于2018年12月29日并网发电至今，总体运行良好。

据介绍，格尔木领跑者项目属于国家第三批应用领跑者项目之一，项目总装机规模500兆瓦，占地771公顷，总投资21亿元。根据其设计的未来年平均发电量约9亿千瓦时计算，该项目相当于种植阔叶林2070公顷、年节约标准煤28万吨、减少二氧化碳排放量75.6万吨、减少二氧化硫234吨、减少烟尘排放量54吨、能够满足56.7万户城乡家庭用电需求。

在业界看来，格尔木领跑者项目可谓是中国光伏历史上一座里程碑，也是“光伏领跑者计划”实施以来的重要成就之一。

作为由国家能源局主导实施并直接管理的新能源建设项目，“光伏领跑者计划”旨在促进光伏发电技术进步、产业升级和成本下降，为高效产品和先进技术提供舞台。以格尔木领跑者项目所属的第三期领跑者基地建设为例，据统计，合计10个应用领跑基地和3个技术领跑基地竞争产生的上网电价较当地光伏标杆电价每千瓦时尚下降0.19元至0.31元，降幅达28%-43.6%；平均下降0.24元，平均降幅36.4%。其中，最低电价正是格尔领跑者项目的0.31元/千瓦时。

而包括格尔领跑者项目在内的第三期领跑者基地建设，为价格主管部门研究调整完善标杆电价加速退坡、尽早实现光伏发电平价上网提供了重要参考。据国家能源局提供的测算数据，第三期领跑者基地500万千瓦（5GW）应用领跑基地实施后，每年可节省补贴16.5亿元，按国家规定的20年补贴期计算，共计可节省国家财政补贴330亿元。

目前来看，光伏已经成为中国的著名产业名片之一，具有了极强的国际竞争力。装机方面，我国光伏发电新增装机连续6年全球第一，累计装机规模连续4年位居全球第一；在技术水平和产量质量方面，近年来，中国光伏组件产量一直保持在占全球70%左右的水平，且不断突破高效电池转换效率的世界纪录；在龙头企业培育方面，多年来，全球前10强光伏组件企业中，中国企业都至少占到70%-80%。

不仅如此，管理层在以“531政策”对光伏发电新增建设规模进行了优化，缓解了补贴压力、减少了弃光限电的同时，触发了光伏全产业链产品的价格下跌，有机构统计显示，多晶硅、硅片、电池片、组件4个环节的产品，在2018年5月31日至2019年5月31日一年时间里，价格平均跌幅超过30%。

产品价格的下降，激发了国际能源电力市场对光伏的热情，从海关数据来看，2018年我国组件出口量约41GW，同比增长30%；中国光伏行业协会数据显示，今年上半年，中国光伏产品出口额达106.1亿美元，同比增长31.7%。其中硅片、电池片、组件出口量分别为23.6亿片（约11.6GW）、5.3GW、36GW，分别同比增长1.2%、157.9%、102.4%。

除绿色外

光伏还拥有成本优势

中国光伏从2007年沉淀至今，光伏发电度电成本累计下降超过90%。具体到格尔木项目来看，其100%采用310Wp以上单晶PERC组件，在条件适宜地块还采用了双面发电组件。记者在采访中获悉，“这种高效PERC电池衰减明显低于普通P型电池，再加上双面发电，可以显著提升发电量，降低度电成本。”

逆变器则采用了国际上应用广泛的1500V逆变系统，与传统1000V系统相比，1500V系统可以将光伏组件串联数量提升约1.5倍；同样装机容量时，光伏组串数量减少1/3，从而使得直流电缆量、

直流汇流箱数量相应减少约 1/3，降低直流、交流损耗，提升系统效率，增加电站发电量。有效压缩了成本，相同容量下，相比 1000V 系统，1500V 系统可节约初始投资 0.05 元/Wp-0.1 元/Wp，系统 PR 提升 0.5%-1%，度电成本降低约 1%。

在此基础上，为将高效产品性能发挥到最佳，格尔木领跑者项目部分采用了固定可调支架和平单轴跟踪支架，配合双面单晶 PERC 组件+1500V 组串逆变器，与固定支架相比，可将日均发电量提高 11.4%，从而降低系统度电成本。

运营期间，三峡新能源在格尔木地区实行集中监控、统一管理运维模式，集控中心统一监控，现场安排少量维护人员，运维工作做到精细化管理，保证设备可利用率，从而降低运维管理成本，提高发电量，确保该项目整个生命周期的投资收益。

与常用的火力发电系统相比，光伏发电的优点主要体现在无枯竭危险，安全可靠，无噪声，无污染排放，不受资源分布地域的限制等方面。而今，格尔木领跑者项目成功实现平价，意味着光伏在上述优势外，即将在更广泛的地区拥有成本优势。

于南 证券日报 2019-11-11

河北光伏累计装机容量突破 13.6GW

近年来，河北省利用荒山、沙荒地等有序开发太阳能光伏发电项目，加快清洁能源发展，取得良好效果。据介绍，目前河北省光伏发电装机并网容量达到 1363 万千瓦。



无人机拍摄的临西县灵溪湖水光伏电场 新华社记者 杨世尧 摄

新华网 2019-11-15

澳前 10 月分布式光伏新增装机超 1.5 吉瓦

本报讯 据可再生能源研究机构 RenewEconomy 网站报道，10 月，澳大利亚分布式光伏新增装机量达 207 兆瓦，打破了澳单新增装机容量的最高纪录。而另据澳大利亚光伏发电市场咨询公司 Sunwiz 的数据，截至 10 月，澳大利亚分布式光伏装机总量达 9.78 吉瓦。

Sunwiz 负责人 Warwick Johnston 表示，今年前 10 个月，澳大利亚分布式光伏新增装机总量已经超过了 1.5 吉瓦，同比增长 39%。预计后两个月还将增加 500 兆瓦左右的装机规模，今年澳分布式光伏新增装机将接近 2 吉瓦。

从地区上看，10 月，新南威尔士州新增装机规模最大，达 58 兆瓦，其次是昆士兰州和维多利亚州。南澳大利亚州和西澳大利亚州新增装机容量最少，但分布式光伏普及率也都超过 30%。

从类型上看，工商业屋顶光伏市场增长动力强劲。RenewEconomy 认为，这是由于近两年，澳户用光伏都保持了吉瓦级以上的新增规模，市场饱和度越来越高，导致光伏转向工商业屋顶光伏市场。

董梓童 中国能源报 2019-11-11

达拉特旗打造光伏治沙全球样本



国家电投集团建设的“骏马”光伏电站，于今年 7 月 9 日成功通过吉尼斯世界纪录认证，成为世界上最大的光伏板图形电站 王海峰 摄

中国能源报-这里有全国最大的沙漠生态光伏电站，打破了吉尼斯世界纪录；这里也是中国荒漠化治理的试验场，开启发展沙漠经济的先导区；这里还是市场化治沙、新能源巨头的主战场，国家电投、中广核太阳能、中节能太阳能、三峡新能源、正泰新能源等企业在此展开“大会战”，目前国际最先进的光伏发电技术，最前沿的产品均在这里大规模运用。这里就是内蒙古库布其沙漠达拉特光伏发电应用领跑基地。“一期项目已经建成，二期项目已经开始打桩。”内蒙古自治区达拉特旗旗委书记奇?达楞太接受记者采访时表示。

达拉特旗依托库布齐沙漠为先导，把清洁能源开发与防沙治沙有机结合，提供了“现代能源经济”的达拉特旗样板。目前，该旗统筹谋划现代能源经济发展格局正在形成，生态系统也从恶性循环向良性循环加速转化，全旗已进入增绿、增质、增效的新阶段。

光伏治沙全球之最

在库布其沙漠腹地，178 万块太阳能光伏板整齐排列，宛若一片“蓝色海洋”，“金沙”、“蓝海”、

“绿地”六个大字矗立在光伏板旁。来自达拉特旗的资料显示，基地位于库布其沙漠中段，建设规模 200 万千瓦，占地面积 10 万亩，总投资 150 亿元，目前该基地也是国内沙漠地区最大集中连片光伏基地。项目全部建成后，年发电量可达 40 亿度，有效治沙 20 万亩，年减排二氧化碳 320 万吨，节约标准煤 135 万吨。

2017 年，达拉特旗把荒漠化防治作为建设我国北方重要生态安全屏障、促进经济高质量发展的重要战略举措，开始在库布其沙漠谋划建设占地 10 万亩、规模为 200 万千瓦的光伏治沙项目。2017 年 11 月 30 日，总投资 37.5 亿元的一期 50 万千瓦项目得到国家能源局批准，并在 2018 年 5 月 29 日开工建设，12 月 10 日实现一次性全容量并网发电。

今年 6 月，国家能源局确定内蒙古达拉特、吉林白城、江苏泗洪 3 个基地为第三期光伏发电领跑奖励激励基地，每个基地奖励激励规模为 50 万千瓦。达拉特国家光伏发电领跑奖励激励基地项目已于今年 10 月 12 日正式开工，这是该旗建设现代能源经济示范旗、打造库布其沙漠经济先导区的又一里程碑式的重大工程。

内蒙古自治区达拉特旗旗委书记奇?达楞太接受记者采访时表示，建设光伏发电领跑基地，对达旗现代能源经济发展、持续推进库布其沙漠生态环境改善、提升三次产业融合发展示范水平、加快地区经济转型升级步伐产生重大而深远的影响。

记者了解到，库布其沙漠位于鄂尔多斯高原脊线的北部，总面积约 145 万公顷，流动沙丘约占 61%，像一条黄龙横卧在鄂尔多斯高原北部，横跨内蒙古三旗。在过去的很多年，不仅当地民众一年四季都要忍受漫天黄沙飞扬之苦，也因为该沙漠距离北京最近，被称为“悬在首都头上的一壶沙”。如今放眼望去，金色的戈壁滩和排列整齐的蓝色光伏发电板交相辉映，成为一道靓丽的风景。

达拉特奖励激励项目将于 2020 年 6 月 10 前实现一次性全容量并网发电，项目建成后，将与达拉特光伏一期项目连成一体，成为全国最大的沙漠集中式光伏发电基地和世界最大的光伏治沙项目。“达拉特旗光伏基地入围企业平均电价在 0.26-0.27 元，是全国唯一一个由非化石能源反哺化石能源的鲜活样本。”水规院新能源部副主任王霁雪如此评价。

“过去我们搞沙漠治理，为生态环境的进一步改善打下了良好的基础，整体治理已达到 25%，但只是停留在治理的层面。沙漠里既有土地，又有光资源，所以我们通过光伏治沙，用工业化的理念治理沙漠，建设‘沙漠经济先导区’，将沙漠资源有效地利用。”奇?达楞太向记者介绍说，达拉特光伏发电应用领跑基地转变了以政府投入为主导的传统治沙模式，把沙漠治理与科学利用有机结合起来，以项目建设驱动生态建设，坚持沙漠治理、生态修复、生态经济、沙漠产业多位一体治用并行、平衡发展。

随着项目建设的逐步推进，治理区域还将向外拓展延伸，预计 200 万千瓦项目全部建成后，可完成生态治沙面积 20 万亩。

打造现代能源经济

达拉特光伏发电应用领跑基地的规划建设，是把发展现代能源经济作为目标出路。“内蒙古自治区打造现代能源经济示范区、鄂尔多斯创建国家现代能源经济示范城市，为我旗发展清洁能源，推动工业经济转型提供了重要机遇。”奇?达楞太对记者表示，达旗计划依托光伏基地输电半径短和达拉特电厂煤电资源充足的优势，结合开发区正在实施的增量配电改革试点，推动形成光伏、火电相互配套补充，就地消纳与向外输送相结合的多能互补模式和区域微电网，加快现代能源经济发展。

近两年，达拉特经济开发区新引进落地项目 22 项，签约项目 23 个，预计总投资 1366.4 亿元，到 2020 年，开发区产值将在 2017 年的基础上翻一番。在奇?达楞太看来，过去发展中存在质量不高的问题，如投入大，回报率低，同时造成环境的污染和资源、空间的浪费。所以，要让工业进入园区，实现产业向产业生态圈集聚，整体形成一个循环、高效的系统。他认为，工业的高质量发展主要在于三个方面，一是“集中、集聚、集约”，二是节能、环保、安全，三是高效、循环、创新。

奇?达楞太指出，打造现代能源经济，实现高质量发展，核心路径就是改革创新。记者了解到，领跑基地把理念技术创新作为重点突破，改变了传统光伏产业分散式的思维，采取集中化规划、集

成化技术、集聚化运营管理的模式，统一规划建设、运营维护，降低成本，提升效能。据悉，达拉特光伏发电应用领跑基地采取集约化空间布局、集成化技术应用、集聚化运营管理的模式，得到了国家能源局的认可。

目前，基地一期项目发电量达到 8.1 亿度，实现产值 2.8 亿元，平均电价为 0.35 元/度，处于全国低价优势领先水平，未来随着气候条件改善，光伏项目技术领跑优势将进一步放大，经济效益会超过预期，全年预计发电量将突破 11 亿度，实现产值 3.85 亿元。

“下一步，我旗将重点依托达拉特经济开发区和达拉特光伏发电应用领跑基地两大经济龙头板块，坚持生态优先、绿色发展理念，以构筑沙漠清洁能源经济综合发展新引擎为主线，以新能源开发建设为抓手，统筹一二三产业融合发展新思路，充分做足沙漠清洁能源经济上下游产业链延伸大文章，协同推进全域现代能源经济建设，实现我旗经济高质量发展。”奇?达楞太表示。

推动光伏+多产业融合发展

奇?达楞太口中的一二三产业融合发展，是把发展光伏产业与沙漠有机农业、沙漠风情旅游和乡村振兴有机结合起来，推动生态产业化和产业生态化，最大程度地放大基地的生态效益、经济效益和社会效益。

达拉特旗发改委主任李锐向本报记者介绍，我们的光伏+采取“板上发电、板间养殖、板下种草（药）”的方式，实现土地的综合利用，推动形成“农、林、牧、光、游”多产业融合发展格局。通过项目建设带动生态保护建设，形成沙漠治理、生态修复、生态经济、沙漠产业多位一体、治用并行、平衡发展的体系。

如今基地采用“光伏+治沙+农林+旅游”的融合发展已经取得初步成效，截至目前，一期项目实施生态建设 2.3 万亩，其中，防护林 3000 亩，栽植沙障 1.75 万亩，套种红枣等经济林 1.2 万亩，黄芩、黄芪等中草药 5000 亩，年内要实现有效固沙 5 万亩。

由于几年前装的光伏板下草长得太多、太高，光伏电站干脆养起了羊群，羊群穿梭在光伏板之间，已成为当地一大特色风景，这些羊也因此有了新称呼——“光伏羊”。很多光伏板为此还特意加高，以方便羊吃草。

除了养羊，光伏电站还养鸡、养鹅，“光伏+”不断玩出新花样。达拉特旗规划打响光伏旅游品牌。基地还拥有一项“世界之最”，由国家电投集团建设的“骏马”光伏电站，于今年 7 月 9 日成功通过吉尼斯世界纪录认证，成为世界上最大的光伏板图形电站。如今，这个电站已经成为一个知名景点，很多游客慕名而来。

当前，库布其光能环沙漠乐园旅游项目总投资已达 7.6 亿元，年内计划完成投资 2.44 亿元，项目建成后年可接待游客 150 万人，实现产值 4 亿元。“正在规划建设的‘光能环沙漠乐园项目’已取得立项批复，建成后将与响沙湾、恩格贝、银肯塔拉等景区有效联结起来，形成沙漠旅游经济综合示范区。我们计划把基地建成年接待游客 15 万人次沙漠研学教育基地。”库布齐沙漠林业公司副总经理王海峰向本报记者透露。

苏南 中国能源报-中国能源网 2019-11-15

特变电工张建新：引领“光储+”助力光伏平价上网新时代

中国能源报-11 月 4 日，由中国可再生能源学会主办的“第 29 届国际光伏科学与工程会议（PVSEC29）暨 18 届中国光伏学术大会（CPVC18）”在西安市曲江国际会议中心隆重召开。特变电工新疆新能源股份有限公司总经理张建新表示，技术进步是光伏发展的核心驱动力。特变电工新能源产业将围绕构建“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，引领“光储+”业务模式，助力光伏平价上网新时代。

“近年来，得益于光伏科学与工程技术的快速发展，使得光伏发电成为成本下降最快的可再生能源，”张建新预测，中国也将在 2022 年全面实现光伏平价上网，未来 3 年，全球光伏装机有望进入

“双百吉瓦时代”，真正成为最经济的主流能源。

张建新在致辞中表示，技术进步是光伏发展的核心驱动力，未来，掌握了新技术就掌握了行业发展的主动权，光伏企业应高度重视技术的深度研发。

特变电工新能源产业每年将销售收入的 4%用于自主研发创新，并成立了行业首个“光伏发电控制及集成国家地方联合工程实验室”，能源互联网与电力电子等实验室。张建新介绍时表示，此外，参与行业标准制定 68 项，拥有自主知识产权核心专利技术 208 项，在风光 EPC，光伏逆变器、TSVG、电能路由器、柔性直流输电和智能微网等领域，占据全球领先地位。

据悉，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。“在光伏及新能源领域，特变电工的高纯多晶硅年产能达 8 万吨，位居世界第二”，张建新表示，目前特变电工位列全球绿色公司 200 强第 32 位，2019 全球新能源企业 500 强第 89 位。

张建新强调，未来特变电工新能源产业将围绕构建“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，助力光伏平价上网新时代。

中国能源报-中国能源网 2019-11-04

隆基单晶研发斩获 PVSEC“特别贡献奖”

11 月 4 日，第 29 届国际光伏科学与工程会议（PVSEC）颁发了光伏行业四个重大奖项，隆基单晶硅片技术研发团队荣获“特别贡献奖”奖项，成为本次唯一的团体奖获得者，隆基股份创始人兼总裁李振国代表公司领取了该奖项。

“特别贡献奖”奖项颁发给为整个光伏行业技术带来巨大进展、或积极致力于公共政策的专家或者团体。凭借领先的技术水平及行业瞩目的研发成果，隆基单晶硅片技术研发团队摘得此项殊荣，以突破性的单晶技术引领光伏产业度电成本的持续降低。

2006 年，隆基在拉晶环节实施单晶设备集成升级项目，领先行业 6 年；2008 年率先采用砂浆回收系统，领先行业 5 年；隆基自主研发命名的 RCZ 技术（多次装料拉晶技术），缩小了单多晶生长环节在装料量方面的差距，大大降低了拉晶成本，成为行业拉晶环节的主流技术。

2010 年隆基率先向海外市场推出 8 寸单晶硅片；2015 年低氧单晶技术获得重大突破。

2013 年，隆基联合业内 5 家单晶硅片企业共同发布了 M1、M2 单晶硅片，在行业内统一了硅片尺寸，显著提高了每瓦竞争成本。

2015 年隆基全部完成金刚线切割设备切换，使硅片成本下降 10%~15%、组件成本下降 5%-8%。金刚线切割的导入，为光伏行业每年节省成本 200 亿，并引发全行业的切割技术更迭。

2017 年，隆基牵头定制的硅片新标准被收录至 SEMI 标准并向全球公开发布。

2019 年 6 月，隆基股份推出 M6（166mm）大硅片产品，并同时发布大硅片组件 Hi-MO 4，超前十年提升行业整体组件功率，推动行业应用新一代更好、更优化的标准尺寸。

通过一系列硅片领域的技术革命，隆基迅速奠定单晶硅片的优势地位，2012 年 4 月，隆基在上交所上市；2013 年开始，隆基成为全球单晶硅片最大的供应商。

产品技术的创新让市场认可顺理成章。截止 2019 上半年，隆基股份单晶硅片对外销售 21.48 亿片，同比增长 183%；隆基研发投入累计 7.81 亿元，获得各类已授权专利 568 项。此外，隆基通过设备改造、工艺改进、管理提升等方式进一步降低了产品的非硅成本。今年上半年，硅片非硅成本同比下降 31.75%。

隆基同时也在产业链各环节积极进行研发投入，从硅片端一直向下游延伸到电池、组件端，每个环节，研发团队都起到至关重要、不可或缺的作用，而隆基对于技术研发的重视也助推隆基长期

处于技术领先地位，同时也引领了行业发展。过去十年，太阳能发电成本降低了 95%。其中单晶硅片价格从 13 美元每片降至 0.4 美元每片，成本降低了 97%；组件价格从 5 美元跌至 0.25 美元，下跌 95%；LCOE 度电成本从 15 美元降至 0.076 美元，下跌 97%。隆基总裁李振国表示，“隆基未来仍将持续保持研发投入，不断进行技术创新。同时，在各个研发团队的专注努力下，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。”

隆基乐叶 2019-11-06

隆基双面组件发电增益超 20%

本报讯，最新数据显示，在由中国电力国际有限公司打造的智慧能源示范项目中，分别采用了常规单晶与隆基 PERC 双面组件，经过 1 年以上的运行，PERC 双面组件相对常规单晶发电增益达 20%以上，具备明显的发电优势。

该项目位于北京市科学技术研究院现代制造技术产业园 4 号楼屋顶，2018 年 4 月完成并网，在安装中将 PERC 双面与常规单晶组件均采用两排竖装。屋顶铺有反射率较高的防水卷材，更有利于提高双面组件发电量；支架采用了特别设计以确保不会直接遮挡双面组件背面。

根据测试，对比两种类型组件，据 2018 年 5 月-2019 年 5 月 12 个月的发电结果算得，常规单晶的年满发小时数为 1389.3 小时，PERC 双面组件的年满发小时数为 1717.6 小时，均高于设计预期，其中 PERC 双面组件的发电增益高达 23.95%。

隆基单晶 PERC 组件具有低衰优势及有效的抗 PID 能力，高功率叠加双面发电，使得隆基双面 PERC 组件在实际应用中表现出明显的发电优势。北科产业园屋顶示范电站很好地验证了隆基 PERC 双面组件的可观发电增益与发电规律。

仲新源 中国能源报 2019-11-04

青海 50 兆瓦太阳能热发电项目投产

日前，青海鲁能海西州多能互补集成优化国家示范工程 50 兆瓦塔式熔盐太阳能热发电项目正式投产发电，该项目填补了国内风光热储调荷智能调度的技术空白，成为世界上首个集风光热储调荷于一体的多能互补科技创新项目。

海拔 2800 米的青海格尔木市，是全国太阳能资源最丰富的地区之一，该项目于 2018 年 5 月份开工建设，是目前国内建设工期最短、储热时间最长的项目。项目采用最先进的聚光技术，利用相对稳定、经济的太阳能，通过自身配备大型储热系统，能很好解决新能源间歇性、波动性问题，实现 24 小时稳定连续发电，为电网调峰调频提供支撑，提升电网对新能源的接纳能力，有效解决“弃光”难题，工程年发电量约 12.625 亿千瓦时，每年可节约标准煤约 40.15 万吨。

马玉宏 经济日报 2019-11-08

海洋能、水能

IEA：海上风电将成全球主力电源

近日，国际能源署（IEA）发布《2019 年海上风能展望》报告（以下简称《展望》）预计，到 2040 年，全球风电装机容量将增长 15 倍，其中海上风电产业投资规模有望达到 1 万亿美元。《展望》指出，海上风电尚未开发的潜力巨大，越来越多的地区推出了海上风电的支持政策。

无独有偶，几乎就在同一时间，国际可再生能源署（IRENA）也发布风电报告称，未来风电在

全球能源系统转型中将发挥重要作用。

海上风电发展势头良好

IEA 报告称，目前全球电力需求为 23000 太瓦时，如果能够完全利用全球现有的海上风电资源，仅海上风电就可以满足全球电力需求。与此同时，在离海岸更远的地方，进入更深的水域，浮式风电设备的应用潜力巨大。IEA 最新的地理空间分析表明，从理论上讲，浮式风电设备可以一定程度上满足包括欧洲、美国和日本在内的几个主要电力市场的需求。

IEA 指出，2010 年至 2018 年间，全球海上风电市场每年增长近 30%，主要得益于技术的快速改进。未来五年，全球约有 150 个新的海上风电项目计划完工，这表明海上风电在电力供应中的作用日益增强。其中，以英国、德国和丹麦为首，欧洲的海上风电技术促进了全球海上风电的发展。目前，英国和德国拥有全世界最大的海上风力发电能力，而丹麦在 2018 年的发电量中有 15% 来自海上风力发电。

虽然从全球范围来看，目前海上风电发电量仅占全球总发电量的 0.3%，但 IEA 署长 Fatih Birol 在《展望》前言中强调，海上风电潜力无穷，技术的改进和成本的大幅降低，将越来越能促进海上风电发挥潜力。

“像风力发电这样的低成本可再生能源技术现在很容易获得，对于碳排放而言，它是最有效和最直接的解决方案。”IRENA 总干事 Francesco La Camera 表示，“IRENA 的全球能源转型路线图表明，到 2050 年，实现气候安全、可持续的能源未来在技术和经济上都是可行的，对此，释放全球风能潜力将尤为重要。事实上，未来风能可能成为最大的单一发电来源，这不仅使我们能够实现气候目标，而且还将促进经济增长和创造就业机会，从而加速可持续发展。”

装机规模不断扩大

IRENA 指出，预计到 2050 年，风能可以实现《巴黎协定》所制定的与能源相关的碳减排量的 1/4。不过，为了实现这一目标，全球陆上和海上风电每年新增的装机量需要分别比现在增加 4 倍和 10 倍。

根据 IEA 的数据，当前，欧盟的海上风电装机容量接近 20 吉瓦，到 2040 年，这一数字将升至近 130 吉瓦。如果欧盟到 2040 年实现碳中和，那么海上风电装机容量将跃升至约 180 吉瓦，海上风电将成为该地区最大的单一电力来源。

IRENA 称，到 2050 年，亚洲陆上风电装机容量可能会从 2018 年的 2300 吉瓦，增加到 2600 吉瓦以上。

除了欧盟的海上风电装机量上升之外，未来亚洲将成为推动风电装机容量增长的主导力量，成为陆上和海上风电的世界领导者。分析指出，亚洲将继续主导陆上风电行业，到 2050 年装机容量将占全球总装机容量 50% 以上。对于海上风电，亚洲将在未来几十年内占据领先地位，到 2050 年，亚洲装机容量将达 60% 以上。

需健全政策支持

在《展望》中，IEA 表示，各国政府必须利用新的和正在发展的技术和方法，充分发掘海上风电的潜力，提出“政府的政策将继续在未来海上风电和全球清洁能源转型的总体步伐中发挥关键作用”。

数据显示，到 2030 年，风电产业可雇用 374 万人，到 2050 年可雇用超过 600 万人，与 2018 年的 116 万个工作岗位相比，分别高出近 3 倍和 5 倍。

对此，IRENA 也指出，为最大限度地获益于能源转型的成果，需要全面的政策框架支持。开发利用政策需要与并网和扶持政策协调一致，同时特别关注工业、劳工、金融、教育和技能政策，以最大限度地实现转型获益。

IEA 在《展望》中提到，政府和监管机构可以指定和提供长远的政策和行动计划来鼓励海上风电行业的发展，包括充分设计的市场准入规则，确保低成本的融资政策以及相关法规，这些法规需要体现陆上电网基础设施的开发对于有效整合海上风电发电重要性。

本报实习记者 仲蕊 中国能源报 2019-11-04

国家能源局拟出台政策：自然保护区等不开发小水电

在自然保护区、风景名胜区、文化自然遗产、地质公园、森林公园、珍稀特有鱼类集中产卵场以及其它具有特殊保护价值的地区不开发小水电。

据国家能源局 11 月 13 日消息，为进一步促进小水电持续健康发展，国家能源局牵头起草了《促进小水电持续健康发展的指导意见（征求意见稿）》，现向社会公开征求意见。

文件指出，要加强水电行业发展规划、流域综合规划及水电专项规划对小水电发展的约束和引领作用，合理布局小水电；保持规划及规划环评与项目的联动，强化生态环境保护措施落实；加强全生命周期工程安全和环境管理，促进河流生态保护与修复；完善和规范小水电健康发展的管理制度和监管体系，推进监测监督体系建设。

文件提出，明确限制开发区。在自然保护区、风景名胜区、文化自然遗产、地质公园、森林公园、珍稀特有鱼类集中产卵场以及其它具有特殊保护价值的地区不开发小水电。在国家主体功能区、生态功能区中规定的禁止开发区，禁止开发小水电；在重要生态功能区和生态脆弱区，限制开发小水电。开发程度较高的东、中部地区原则上不再开发中小水电。弃水严重的地区，应暂停小水电开发。

原文如下：

促进小水电持续健康发展的指导意见（征求意见稿）

为落实党中央、国务院关于长江经济带生态环境保护和黄河流域治理保护的决策部署，坚持共抓大保护、不搞大开发、推进大治理，在落实长江经济带小水电清理整改行动的基础上，为进一步促进小水电持续健康发展，现提出如下指导意见。

一、指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，全面贯彻习近平生态文明思想，认真落实党中央、国务院决策部署，统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局，牢固树立和贯彻落实新发展理念，坚持生态优先，科学有序推动小水电持续健康高质量发展。

二、基本原则

（一）生态优先，协调发展。从维护河流生态安全的高度，充分认识生态保护的重要性和紧迫性，把生态优先原则贯穿于河流水电规划以及小水电建设、运行和退役的全过程，协调推进小水电发展和生态环境保护。

（二）统筹规划，优化布局。小水电开发必须坚持“先规划后开发”，充分发挥规划的引领作用，注重流域综合规划、水电专项规划以及规划环评的统筹，优化小水电开发布局，对具有重要生态功能的河段予以避让，处理好开发和保护的关系。

（三）依法依规，科学推进。正确把握生态环境保护、经济社会发展、社会和谐稳定之间的关系，在依法依规的基础上，充分尊重历史，坚持市场化原则，科学引导小水电向生态友好、健康可持续发展的方向发展。

（四）明确责任，创新监管。明确各级政府、各部门及建设单位职责，加强协调配合，推动科学管理，建立健全上下联动、部门协作、责任清晰、高效有力的工作机制。充分利用大数据、物联网等信息化手段加强监测，创新监管体系。

三、总体目标

加强水电行业发展规划、流域综合规划及水电专项规划对小水电发展的约束和引领作用，合理布局小水电；保持规划及规划环评与项目的联动，强化生态环境保护措施落实；加强全生命周期工程安全和环境管理，促进河流生态保护与修复；完善和规范小水电健康发展的管理制度和监管体系，推进监测监督体系建设。

四、加强规划指导作用

(一)有序开展中小河流水电规划。将小水电发展纳入水电行业发展规划,编制流域综合规划、水电专项规划时应统筹考虑小水电的规模及布局。小水电开发应符合规划。水电专项规划环境影响评价文件未依法审查的,不得审批水电专项规划。规划应保证必要的自然生态空间和生态流量。

(二)统筹开发与保护的关系。重点开发资源集中、环境影响较小的河流、重点河段和重大水电基地,按照干流开发优先、支流保护优先的原则,严格控制中小流域、中小水电开发,保留流域必要的自然生态空间和水生生物生境,维护河流生态健康。探索建立“干流开发、支流保护”的生态补偿机制。

(三)坚持适度开发。在做好生态环境保护和移民规划安置的前提下,支持边远缺电离网地区,特别是小水电资源丰富的藏区、新疆地区、贫困地区,因地制宜、适度开发小水电,解决当地居民用电问题。

(四)明确限制开发区。在自然保护区、风景名胜区、文化自然遗产、地质公园、森林公园、珍稀特有鱼类集中产卵场以及其它具有特殊保护价值的地区不开发小水电。在国家主体功能区、生态功能区中规定的禁止开发区,禁止开发小水电;在重要生态功能区和生态脆弱区,限制开发小水电。开发程度较高的东、中部地区原则上不再开发中小水电。弃水严重的地区,应暂停小水电开发。小水电规划及开发应与正在建设的以国家公园为主体的自然保护地体系及国土空间规划相协调。

(五)加大环境影响评价指导力度。对已经开展规划环评的河流,要充分发挥规划环评对小水电开发的指导作用,落实规划及规划环评与项目的联动。对开发较早,未开展过规划环评的河流,要及时开展环境影响回顾性评价,优化后续小水电开发。

五、规范工程建设管理

(一)严格执行工程建设管理程序。切实执行建设项目环境保护“三同时”制度,在项目设计、工程建设和运行管理等各个阶段,同步落实生态保护措施。未依法履行工程建设管理程序、未通过环境影响评价的小水电项目不得开工建设。对经论证在水文情势、水质、珍稀特有鱼类及其“三场”、上下游生产生活 and 河道生态用水等方面有严重影响的小水电项目,不予审批或核准建设。

(二)高度重视建设质量安全管理。小水电建设应建立质量监督管理制度。项目开工前,项目法人应按国家有关要求建立完备的质量管理制度,向具有相应资质的质量监督机构申请开展质量监督工作。小水电建设要建立施工安全保障制度。项目法人要严格按照国家安全生产的有关要求,建立职责清晰、要求明确、措施可行的工程施工安全责任制度,制定安全生产规章制度和施工安全事故应急预案并落实到位。

六、科学开展运行管理

(一)建立健全运行管理制度。建立健全技术管理制度,促进小水电管理逐步实现规范化、制度化、标准化。加强维护检修管理,建立并完善相关的培训制度,提高运行管理人员的综合素质和技术水平。建立健全安全管理制度,落实安全责任制,按照水库大坝安全管理要求,做好小水电工程大坝安全管理工作;加强防洪安全管理,按要求制订汛期调度运用计划和防洪抢险应急预案,保证工程和上下游地区防洪安全。加大安全教育培训力度,通过培训演练使安全管理逐渐规范化,依靠信息技术提高安全管理水平。

(二)加强自动化信息化建设。鼓励小水电管理向信息化、自动化方向迈进,充分利用互联网、大数据、物联网等信息化技术,建立水文自动测报系统和流域综合监测系统,构建流域小水电运行管理信息共享平台。加强小水电并网调度管理,推广建设并逐步完善小水电调度管理信息系统,优化调度运行分析,实现对小水电发电方式的有效监控。推动电网水电调度整体技术水平提高,科学安排小水电调度运行计划,合理利用水能资源。

(三)促进河流生态修复。全面总结小水电开发经验教训,以“尊重自然,保护优先”和“以自然修复为主,人工修复为辅”的原则,对生态环境破坏较严重的工程或流域,有序开展生态修复工作。对环境影响较大、具有改造条件的小水电,在保障电站安全的基础上,因地制宜实施生态调度、生态流量保障、过鱼及增殖放流等生态修复方案,改善流域生态环境,同时要避免造成新的生态环境

破坏。

七、创新管理体制机制

(一) 依法治理违规电站。在有关部门组织开展排查摸底的基础上，以河流或县级区域为单元组织开展综合评估，提出退出、整改或保留的评估意见，特别是对无规划、无环评手续、未经审批核准开工的小水电项目要建立台账，逐一进行清理整改；对于存在突出环境和安全问题的小水电项目，要限期退出或整改，构成犯罪的要依法追究相关责任。

(二) 建立小水电可持续评价和绿色认证制度。通过分析国际水电环境认证制度、可持续性评估规范和现行的相关技术标准，结合我国小水电的特点和存在的问题，从环境保护、社会影响、管理水平、经济效益等方面建立小水电可持续评价指标体系和绿色认证制度，根据评价结果给予行业先进水平的小水电以经济、政策或技术方面的激励。通过可持续评价或绿色认证的小水电，可纳入绿色电力证书交易体系，电网企业应依法全额收购其上网电量，并及时足额结算电费。

(三) 不断完善环境保护监督管理机制。积极推进流域环境综合管理运行机制研究，探索适应多业主情况下梯级电站的统一管理模式，建立流域水电开发环境保护管理机制。流域水电开发企业原则上应成立统一的流域环保管理机构，对流域环保工作实行综合管理。对多企业水电开发的流域，应由主要水电开发企业联合其他企业成立流域环境保护管理机构，制定有效的环境保护管理制度和办法，组织落实并协调流域环境保护措施。地方政府应研究建立有利于生态环境保护的小水电上网机制，引导电站主动落实环保措施。对未落实电站运行和环境保护有关要求的小水电，研究纳入电力领域失信联合惩戒对象名单，电网企业不得接纳上网，银行不得给予融资支持。

(四) 建立小水电退出机制。结合可持续水电评价指标体系，逐步推行小水电破坏生态环境惩罚退出机制。对符合基本项目建设程序，但存在严重影响防洪安全、生态环境破坏严重、存在重大安全隐患的小水电项目，由主管部门依法依规提出处理意见并限期整改。对拒不整改或整改后仍不能满足要求的项目，主管部门应吊销其取水许可证、发电许可证，停止上网，并责令其腾空库容及停止运行。以流域或县域为单元，引导和鼓励早期建设的、安全隐患大、经济效益低、环境影响大、敏感程度高、无法进行升级改造的小水电站实行逐步淘汰退出，修复河道的天然生境。地方政府应结合自身实际，建立多元化、市场化的小水电退出补偿机制。

新京报 2019-11-14

风能

421GW！2028 年中国的风电装机容量将翻一番

到 2028 年，中国的风电装机容量将翻一番，达到 421GW。2018 年，中国的弃风总量已降至总发电量的 7%。

惠誉（Fitch Solutions）的报告称，尽管到 2021 年风电行业补贴将逐步取消，但到 2019 年，中国风电行业的装机容量预计将增至 206.74GW，到 2028 年将翻一番，达到 421.11GW。

这一展望是基于市场在过去两年减少弃风的努力，包括部署超高压（UHV）输电线路，将典型的内陆发电大省与沿海电力消费枢纽连接起来。

自 2016 年以来，中国的总弃风量已经下降了 10%，到 2018 年将降至总发电量的 7%，预计未来几年还将进一步减少。

“在中国的上网电价机制下，减少供应限制是在市场上释放无补贴风能产量的关键前提，因为当提供的电价低于所授予的电价时，发电机能够出售所产生的所有电力。”惠誉写道。

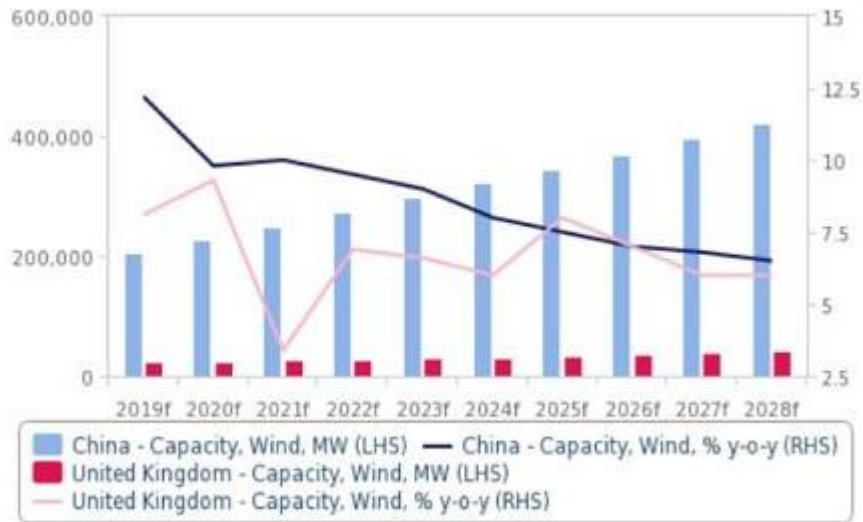
随着限电率的持续下降，预计中国内陆省份（尤其是内蒙古、新疆和甘肃）将对项目开发具有吸引力。

这些省份推动了中国最初的风电容量增长热潮，它们被认为是受电网瓶颈影响最大的省份。

“这些省份的项目开发将支持中国的努力，以确保风力发电能够在中国与煤炭发电公平竞争，因为它们有利的自然条件和廉价的土地将支持具有成本竞争力的项目，”惠誉补充道。

Global Wind Power: Outperformers

Wind Capacity By Country, MW (LHS) & y-o-y % Growth (RHS)



e/f = estimate/forecast. Source: EIA, IRENA, Fitch Solutions

中国新能源网 2019-11-07

世界风能研究面临三大挑战

在美国能源部国家可再生能源实验室（NREL）的领导下，一个国际科学家团队确定了全球风能研究面临的三个最大挑战。这项研究已发表在最近的《科学》杂志上。

近几十年来，风能已成为全球能源不可或缺的一部分。但要释放风能的全部潜力并满足全球对清洁能源的需求，还需要更多的创新。来自美国、德国、丹麦、芬兰、瑞典、西班牙和挪威的风能专家在《科学》杂志上提出了当今风能研究面临的三个最大挑战。

第一个挑战是要更好地了解大气中的风力环境。为了获得更多的风能，风力涡轮机建造得越来越高，彼此之间的距离也越来越远。因此，研发人员必须了解在这些海拔高度下的风力环境。之前，运营商使用简化的物理模型和简单的观测技术，可以在一般地形中安装风机，但是对于复杂地形的大气风力知识知之甚少。如果能更精确地计算出复杂地形下的风力条件，则可以进一步在经济和技术上优化风机，将其安装在适当的位置。

第二个挑战是解决巨型风机的旋转机械结构和系统动力学问题。风力涡轮机是目前世界上最大的柔性旋转机械，其叶片长度超过 80 米，塔架高度超过 100 米。相比之下风机的转子所扫过的区域相当于空客 A380-800 的三架最大客机的机头。随着风力涡轮机变得越来越大，需要新的材料和制造工艺来解决可伸缩性、运输和回收问题。上一代风力涡轮机设计时使用的许多简化条件不再有效。风能研究人员不仅必须了解大气，还需要评估如何同时确保结构安全和高效发电。

第三个挑战是设计和操作风力涡轮机，使其能够支持并提高电网的可靠性和弹性。来自风能和太阳能的更高馈入将极大地改变未来的电网。创新的控制概念可以利用风力涡轮机的特性来优化能源产量，同时支持电网稳定性。通过评估传感器的测量结果，可以提高风能产量，降低成本，并使操作适应电网要求。为了实现未来的愿景，需要进行广泛的研究，重点是模拟大气流动，各个涡轮机动力学以及与高级电力系统结合的系统控制。

国内最大单体海上风电项目首台风机并网发电



11月1日,随着风力发电机组叶片徐徐转动,中广核新能源阳江南鹏岛海上风电项目首台5.5MW风机正式并网发电,标志着这一国内单体容量最大的海上风电项目进入陆续投运阶段。

中广核阳江南鹏岛海上风电项目位于广东省阳江市东平镇南侧、海陵岛东南侧海域,规划布置73台5.5MW风电机组,总装机容量401.5MW,同时配套建设1座220kV海上升压站和1座陆上集控中心。项目建成后年上网电量约10.15亿千瓦时,与同等规模的燃煤电厂相比,每年可节约标煤约31.15万吨、减少灰渣约2.06万吨、减排二氧化碳约82.88万吨。

南鹏岛海上风电项目于2018年5月10日陆上主体工程开工,同年10月15日海上主体工程开工建设拉开序幕。该项目是国内首例采用海上风电项目水下高应变检测,同时也是国内首个成功完成30米水深风机基础导管架水下灌浆作业的海上风电项目。按照计划,该项目将于2019年底完成20台风机发电,2020年底实现全场并网。

据介绍,推进南鹏岛海上风电项目建设,是中广核贯彻“绿水青山就是金山银山”理念,落实广东省充分发挥广东海洋优势、打造海洋强省的重要举措,将为粤港澳大湾区打造世界一流绿色湾区和城市群建设提供绿色能源和环境支撑。

朱学蕊 中国能源网 2019-11-03

内蒙古清洁能源供暖打造绿色生活

受一股冷空气的突袭,内蒙古东部地区气温直线下降,但内蒙古自治区通辽市扎鲁特旗玉龙家园杨凯家的地板摸着热乎乎的,孩子光着脚在屋里跑来跑去。

“小区改风电供暖后,室内温度更稳定,室外空气里没有了呛鼻的烟味儿,孩子冬天也可以在外

玩耍了。”杨凯言语中充满了喜悦。

内蒙古东部地区风能资源丰富，是我国规划的 8 个千万千瓦级风电基地之一。从 2013 年起，国家电网内蒙古东部电力公司在赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔实施风电供暖试点，陆续把燃煤锅炉供暖改为风电等清洁能源供暖。

国家电网内蒙古东部电力有限公司营销部工作人员说，风电供暖就是以风电为电源，以电锅炉替代燃煤锅炉供暖，或者住户直接安装电暖气采暖。截至去年已有 2 万多户居民感受到从燃煤到风电的送暖方式变化，风电供暖面积达 137 万平方米。

“风电供暖的环保效益很可观。”国网扎鲁特旗供电公司副总经理李小利说：“电锅炉替代燃煤锅炉，按 6 个月的采暖期算，每平方米采暖面积可节约 0.029 吨标准煤，扎鲁特旗主城区 40.1 万平方米的供热面积可节约标准煤 1.2 万吨，相当于节约购煤资金 800 多万元。另外，还能减排燃煤烟尘 105 吨、二氧化硫 181 吨、氮氧化物 171 吨、二氧化碳 2.7 万吨。”

除了风能资源富集之外，内蒙古西部地区利用太阳能光伏发电，采取风光互补等措施，提高光电消纳比重，光转化为电，使用光电取暖，居民享受到清洁能源带来的绿色生活。

在内蒙古西部的巴彦淖尔市五原县联星光伏新村，家家户户院子和屋顶上方都安装了光伏发电板，院子里的光伏板距地面 2 米多，其下方可种植各类蔬菜花草和经济作物。

近年来，使用天然气取暖成为城市部分年轻夫妇们的选择。呼和浩特市市民刘宇每天下班回到家将天然气阀门打开，整个屋子瞬间热起来。“自家安装天然气取暖，想什么时候取暖就能什么时候取暖，自己还可以调试温度，方便又省钱。”刘宇说。

呼和浩特市公用事业管理局供热科科长于瑞明介绍，目前呼和浩特市天然气供热面积 3886 万平方米，占比 24.0%，年耗气量约 3.5 亿立方米。呼和浩特市原有 35 蒸吨及以下和低效能供热锅炉 70 台，去年已拆并 15 台。今年已完成 26 台拆并任务，可直接减少燃煤约 20.6 万吨，减少烟尘排放约 1081.2 吨，减少二氧化硫排放约 476.93 吨，减少氮氧化物排放约 539.86 吨，减少二氧化碳排放约 23.55 万吨。

新华网 2019-11-11

广东最大海上风电项目首台风机并网

11 月 1 日，广东省装机容量最大海上风电项目——阳江南鹏岛珍珠湾海风场首台风机并网发电。该风电项目规划装机总容量达 40 万千瓦，计划在 2020 年实现风机全部并网发电，项目建成后年上网电量约 14.56 亿千瓦时，超过阳江市 2018 年最高的月用电量。

电网配套工程

保障风电入万家

为确保项目及时并网发电，今年 3 月 28 日，南方电网广东阳江供电局开工建设 220 千伏南鹏岛海上风电接入电网系统一期送出配套工程，于 9 月 20 日正式投产，有力推动了可再生能源利用，将为广东省沿海经济带的绿色、高质量发展作出积极贡献。

“电网配套工程线路全长 29.35 千米，共 86 基塔，途经四个镇。”阳江供电局项目管理中心主任林良健介绍说，“阳江供电局排除万难，解决了物资、施工、设计等棘手难题。”

电网配套工程多处跨越高铁、高速公路和其他电力线路，协调施工难度较大。“7 月下旬，施工路段要经过深茂铁路，为了不影响高铁正常运营，我们做细施工方案，采取错峰施工，从晚上 11 点半一直干到次日凌晨 4 点半，按时高质量完成了任务。”林良健表示。

2030 年后发电量

将达 900 亿千瓦时

近年来，广东省高度重视海上风电发展，目前省内在运海上风电装机 18 万千瓦，今年在建项目约 150 万千瓦。“根据《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》，预计到 2030 年底，广

东建成投产海上风电装机容量将达到 3000 万千瓦，届时或将成为全国海上风电装机容量最大的省份。”广东电网战略规划部主网规划科相关负责人表示，“3000 万千瓦海上风电装机年发电量约 900 亿千瓦时，超过东莞市 2018 年全社会用电总量，以普通家庭每年用电量约 3000 度来计算，可供 3000 万家庭使用一年。”

在广东省海上风电规划场址分布图上，有 23 个海上风电场址，其中位于近海浅水区的场址共 15 个，位于近海深水区的场址共 8 个。广东电网规划中心许亮介绍，粤西海域海上风电开发条件好，已成为近期广东发展海上风电“主战场”；而粤东地区海上风电资源更为丰富，未来全省约 80%的装机将集中在粤东海域。

“为适应广东海上风电发展新形势，我们出台了《海上风电并网服务手册》，有效实施海上风电并网技术帮扶，提供全方位支撑、多措并举的并网服务。”广东电网调控中心并网与新能源管理部相关负责人介绍。

伴随着海上风能资源规模化开发，风机零部件制造、风电整机制造和风电场运营等海上风电产业链将被激活，“一核一带一区”尤其是沿海经济带将迎来风电产业发展的新机遇。

消纳海上风电需额外配置

百万千瓦储能

“在发展海上风电的实际过程中，我们面临着相当大的挑战。”许亮表示，“海上风电夜大昼小、冬大夏小的特征与广东用电负荷特性匹配性不高，这给海上风电的并网消纳带来了很大困难。”

相关负责人表示，推动海上风电的配套储能建设是提升海上风电消纳率和电力系统调节能力的有效措施。全社会消纳新能源的成本包括电源开发和系统消纳成本，以全社会成本最优进行测算，广东海上风电电量的合理消纳率约为 95%左右，预计 3000 万千瓦海上风电开发需额外配置约 700 万千瓦储能。

此外，广东电网规划到 2030 年海上风电接入电网输电线路规模将超过 1000 公里，以推动海上风电高质量发展和消纳，进一步推动广东省能源结构优化，为助力打赢污染防治攻坚战。

本报记者 路郑 中国能源报 2019-11-11

美能源部拨款支持海上风电技术研发

本报讯 据美国新能源网报道，美国能源部近日宣布，将拨款 2800 万美元用于研究开发新的海上风电技术，总共 13 个项目将获得资金份额。

美国能源部公布的数据显示，在美国，基于公用事业规模的陆地风电规模已增长至 96 吉瓦，但仍有降低成本的空间，特别是在近海风电、分布式风电和高空风电领域。

美国能源部能源效率和可再生能源办公室助理秘书 Daniel R Simmons 表示：“此次获得资助项目将有效降低技术成本，增加消费者对于风能消费的选择。”

仲蕊 中国能源报 2019-11-04

行业发布“江阴共识”推动分散式风电发展

本报讯 11 月 6 日下午，来自各级能源主管部门、风电开发企业、设备制造企业和咨询服务机构的代表，在江苏省江阴市出席中国中东南部分散式风电开发座谈会期间，围绕加快分散式风电发展议题进行了深入讨论，会议形成以下共识：

分散式风电是推动中国能源革命的重要力量。分布式可再生能源的高比例开发利用是中国完成能源革命目标的关键支撑。大力发展分散式风电，就近开发，就近利用风能资源，不仅能够提高能源利用效率，加速摆脱化石能源依赖，还可以实现“电从身边来”，提高能源自给程度，有效保障能源供应安全。

分散式风电是推动地方经济社会发展的新引擎。分散式风电项目具有投资规模小、建设周期短、商业模式灵活、收益稳定等特点，可以吸引农户、社区、地方经济实体参与，并与各地旅游开发、特色小镇建设等相结合，为县域经济发展和民生改善注入新动能。

分散式风电是前沿技术和商业模式创新的助推器。一方面，分散式项目开发，对风电机组的可靠性、环境友好性提出了更高要求，势必会加速机组硬件性能、控制策略以及数字化应用的创新。另一方面，随着大量分布式电源的接入，电力系统需要具有更高的灵活性，以智能电网为标志的新一代电力基础设施将为电力系统变革带来新契机。此外，基于分布式能源开发与利用的综合能源服务已经成为多方布局的重点，与之相关的新商业模式正在不断涌现。

分散式风电开发潜力足以支撑发展需求。中东南部地区具有经济开发价值的风能资源达到 10 亿千瓦以上，目前开发量不到其中的十分之一。通过多年持续积累创新，现有技术手段已经可以满足分散式风电开发与运营需要，能够确保分散式风电项目具有较好经济性。

与会代表一致指出，当前，分散式风电发展仍在体制机制、商业模式、技术标准、项目融资等环节面临一系列障碍，需要各方合力突破，重点做好以下工作：加大扶持力度、完善体制机制、优化电网接入程序、完善技术标准体系、建立更广泛的利益共同体、强化舆论引导、搭建行业合作交流平台。

王翩翩 中国能源报 2019-11-11

让海风变绿电 让风场更智慧

江苏盐城，东临黄海，这里拥有丰富的滩涂资源和海洋资源，被称为“风力资源的富矿”。依托这一优势，大唐集团将黄海作为首个自主开发建设的海上风电项目所在地。

据了解，滨海风电场是大唐集团公司自主开发建设的首个海上风电项目，总装机容量 30 万千瓦，设计安装 96 台风力发电机组。所有风力发电机组与海上升压站由海底电缆连接，然后将电能输送至陆上集控中心并网。记者近日跟随大唐集团滨海风电项目的建设者们东进黄海，实地探访这座矗立在黄海之上的“绿色风电场”。

担当未来的绿色能源主力军

占地表总面积近 2/3 的海洋，蕴藏着巨大的能量，如今，随着科技的进步，开发海洋的新时代悄然降临。与此同时，风能作为一种高效清洁的能源正日益受到人们的重视。

10 月 25 日一早，记者从大唐陆上集控中心出发，乘坐拖轮前往海上施工作业面。当天风力达 6 级，拖轮在风浪中飘摇前行，海浪拍打船舷，似乎在展现着独属于海洋的无穷能量。

在距离海岸线约 21 公里黄海之上，海上风机成排矗立，在有限的空间内，赋予黄海这片海域新的意义和无限的可能性。

大唐滨海风电项目位于盐城市滨海县废黄河口至扁担港口之间的海域，这一海域俗称“黄河尖”。据项目部工程管理部主任范玉鹏介绍，“黄河尖”的海域环境不可控，海流复杂，因此海上施工难度较大。这也是海上风电与陆上风电建设的不同之处。范玉鹏进一步表示，“但也正因如此，海上风电才有其独特的优势，比如海风的持续性好，风力密度远高于陆地，且海上风电不占用陆地资源。”

同时，海上风电工程能产生巨大的环保效益。据大唐集团海洋能源产业有限公司黄海事业部副总经理李理介绍，大唐集团滨海风电项目总投资近 50 亿元，设计年发电量超过 8 亿千瓦时。相比传统火力发电，滨海风电项目投产后预计每年可减少二氧化硫排放 5006 吨，减少氮氧化物排放 2003 吨。

智慧风场技术让运维更高效

由于黄河海面极端的气候条件，风机设备常年受到海风侵蚀，风机叶片在使用两年后就需要检修更换，因此，需要对设备进行更多的监控和维护。

范玉鹏向记者介绍，海上环境复杂多变，为解决人员、设备和船只在海上作业危险性高的问题，

滨海风电项目应用 VR 技术，构建风电场三维虚拟立体模型，将实际工作环境和设备结构进行虚拟重现，同时运用望远镜、无人机和攀爬机器人等智能设备，实现全新交互功能，可有效应对海上风电场的天气环境恶劣、设备运行可靠性要求高及紧急事件发生等问题。

与此同时，项目负责人向记者介绍，在施工海域经常有渔船来往，提升了海缆被扯断的风险，滨海风电项目采用了新型电子围栏替代传统实体航标灯，在电子海图上即可对指定类型或指定船舶的碰撞风险进行分析，从而通过后台系统对船舶航行进行预警，可有效避免因能见度差无法发现过往船舶的被动局面，减少监控值班人员的工作负担，方便后期维护和调整，有效降低成本、提升可靠性。

人才和补贴关乎行业发展

站在船舷眺望远方的风机时，大唐项目经理张新宇面色有些许凝重，“能从事海上风电的人才目前在国内还是太少了。”

的确，人才紧缺也是海上风电发展面临的最迫切的问题之一。历经多年发展，拥有陆上风电装机建设经验的人才越来越多，但由于海上风电在国内刚刚起步，拥有丰富经验的人才格外短缺，外加海面复杂的海况对从业者的要求很高，导致海上风电人才供不应求。

对此，范玉鹏表示，“中国海上风电起步晚，设计经验、施工管理经验不足，产业于去年步入发展的快车道后，管理人才短缺的问题更加凸显出来。只有重视人才、人尽其才，才能更好的为海上风电持续高质量发展提供动力。”

目前，海上风电行业已开始实施电价补贴退坡机制，面对这一政策变化，范玉鹏认为，按照当前海上风电设备制造、施工环节成本，其造价确实有下降空间，但海上风电受原材料刚性成本波动、从业人员短缺、机组运行环境恶劣、可达性差、运维难度高等因素影响，导致建设运营成本居高不下。目前，我国海上风仍处于发展初期，远未进入成熟期，电价补贴过早退坡不利于海上风电持续高质量发展。

“按照现在的发展速度，海上风电若要真正摆脱电价补贴的依赖，还至少需要五年的时间。期间，设计优化的不断进步，新材料新工艺新技术的应用，管理人才队伍水平的不断提高、运维经验的积累和技术进步都将促进海上风电建设及运营成本的降低。”范玉鹏进一步补充说。

本报实习记者 仲蕊 中国能源报 2019-11-04

风电产业迎“风”而上

日前，福建首座 220kV 海上升压站“落户”三峡集团福清兴化湾海上风电场。这是国内首个将 SVG 动态无功补偿装置设置在海上的升压站，也是目前国内集成度最高，单体最大最重的海上升压站。本报记者 王轶辰摄

近年来，我国风电产业规模增长平稳，技术和商业模式稳中有进，突出问题有序解决，产业业态由高速度发展转向高质量发展。面对平价上网的挑战，风电企业也以大规模开发、技术创新等多种手段降本增效，逐步摆脱对补贴的依赖——

百余名演讲嘉宾和数千名国内外参会代表、展会面积 6 万余平方米、中外参展企业超过 600 家、专业观众预计达到 6 万余人次……近日召开的 2019 北京国际风能大会暨展览会（CWP 2019）再次打破了由自己保持的全球最大风能展的纪录。在北京新国展偌大的展区里，风电产业链各环节的数百家国内外厂商，展示着自己的看家产品，从巨大的电机、齿轮箱、叶片模型，到电缆、润滑油、涂料以及各种控制系统，令人目不暇接，大国重器的风采令人震撼，中国风电的成就让人惊叹。

海上风电亮点频现

在发展风电的道路上，中国从未停歇。2018 年，中国风电累计装机 12.4 万台，累计装机容量 2.1 亿千瓦，成为世界上第一个风电装机容量突破 2 亿千瓦的国家。2019 年，我国风电开发继续保持稳中有进态势。国家能源局数据显示，前 9 个月，全国风电新增并网容量 1348 万千瓦，累计并网装机

容量达到 1.98 亿千瓦。同期，全国风电发电量 2897 亿千瓦时，同比增长 9%。

“风电产业之所以能够取得如此好的成绩，主要得益于政策连续稳定，产业规模平稳增长，技术和商业模式稳中有进，突出问题有序解决。”国家能源局新能源和可再生能源司副司长李创军表示。

市场平稳增长的同时，风电产业结构也实现稳步调整。在 2019 年上半年新增并网容量中，中东南部地区占 58.7%，“三北”地区占 41.3%。在累计装机方面，中东南部地区占比 35.2%，同比提高近 3 个百分点，产业布局进一步优化。

值得注意的是，饱受诟病的弃风问题企稳向好。2019 年 1 月份至 9 月份，全国弃风电量为 128 亿千瓦时，平均弃风率为 4.2%，较去年同期有大幅改善，同比下降 3.5 个百分点，尤其是新疆、甘肃和内蒙古西部，弃风率同比显著下降。李创军表示，经过多年努力，特别是电网企业加大风电等新能源跨省区外送，电力替代、提升灵活性等增强风电消纳能力的措施，弃风问题得到有效解决。

海上风电和分散式风电的突破发展成为最大亮点。1 月份至 9 月份，海上风电新增并网容量为 106 万千瓦，预计可以实现到 2020 年累计并网容量达到 500 万千瓦的规划目标。中东南部分散式风电开发显现出巨大潜力。“就地开发、就近利用的理念，为低风速风能资源地区探索出节本增效的好路子，随着一批项目的落实，分散式开发在提高风能利用效率、降低社会用能成本等方面的价值初步显现，分散式风电将成为新的增长空间。”李创军说。

风电电价逐渐下降

具备规模效应后，中国风电即将迈入平价上网的全新时代。“在不考虑火电的环境外部性成本的情况下，我国风电产业已能够在成本上和火电相比拼，现在我们使用风电不仅是因为它清洁，也是因为它便宜。”中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩说。

伴随着多年的规模化开发，在大量技术创新的推动下，我国风电成本稳步下降，所需补贴强度大幅降低。目前，在一些资源和开发条件较好的地区，陆上风电已不需要补贴。到 2021 年，我国陆上风电将全面实现平价上网，市场竞争力将显著提升。与此同时，正处于发展初期的海上风电所需的新增补贴规模也保持在较低水平，随着竞争配置政策的全面实施，补贴需求会逐步缩小，有望在 2025 年左右实现平价上网。

平价上网的背后是我国风电技术研发的有序推进和企业实力的明显增强。“当前，中国风电不仅具备大兆瓦级风电整机自主研发能力，而且形成了完整的风电装备制造产业链，制造企业的整体实力与竞争力大幅提升。”李创军说，我国在大容量机组研发，长叶片、高塔架应用等方面处于国际领先水平。以激光雷达为代表的新型传感技术和以大数据分析为基础的智能技术使得风电整体管理变得更加高效。

在整机出口方面，我国风电机组出口的国家数量从 2007 年的 1 个，增加到 2018 年的 34 个国家和地区。中国风电整机企业对拉动全球风电市场作出了突出贡献。据统计，2018 年，在全球新增装机排名前十五的整机制造企业中，有 8 家来自中国。此外，不少开发企业纷纷选择走出国门，对外投资逐年提升。一条覆盖技术研发、开发建设、设备供应、检测认证、配套服务的国际业务链基本形成。

中国循环经济协会可再生能源专业委员会名誉主任委员李俊峰指出，今年，风电迎来了平价上网，将和光伏一起改写历史。

走得稳才能走得远

虽然风电在过去 10 年取得的成就令人瞩目，但未来将面临新的挑战，到 2021 年风电将实现平价上网，不再有标杆电价保驾护航，真正进入市场竞争时代。

怎样才能保证风电的高质量发展？李创军认为，技术创新和体制机制创新是能源高质量发展的重要动力。风电产业的技术创新，一方面是在关键技术和重大装备上取得更大突破，另一方面是依托信息化、智能化技术拓宽风电的新业态、新模式。这就要求企业在坚持技术攻关的同时推动各环节的智能化与专业化发展，不断提高发电效率和可靠性，降低度电成本，共同提高产品质量与产品竞争力。

针对当前出现的一些抢工期、抢设备供应等现象，李创军指出，风电产业的发展离不开一个“稳”字，其中规划目标的引导作用非常明显。希望企业按照“十三五”规划和电网实际送出能力，以及环保的各项要求量力而行，客观理性地推进项目建设进程，高质量完成每一个项目开发，不给未来留下任何风险隐患。国家也将对各地规划执行情况加强监督，确保行业的平稳有序，避免大起大落。

在进入平价时代后，竞价上网将成为常态，绿色清洁的风电能否持续快速发展，将取决于其能否深度融入人们的生活。“电力绿色化是建立生态能源体系，推动经济高质量发展的一个利器，必须让终端用能高比例电气化，提高能源效率。”国家发改委能源研究所副所长王仲颖表示，风电要发展，必须与社会生产生活深度融合。以电动汽车为例，每一辆电动汽车都是一个几乎零成本的微型的储能电站，会让电力系统吸纳更多的风电和光伏。

数据显示，到 2050 年，以电动汽车保有量 4 亿辆计算，理论上可以支持 40 亿千瓦的可再生能源装机。王仲颖建议，下一步中国风电应该在西部开发大型风电基地的同时，更注重中东部分散式风电的发展。同时，建立一个完全竞争的电力市场机制。

经济日报 2019-11-04

风电行业发布“江阴共识”

中国能源报-中国能源网 2019 年 11 月 6 日下午，来自各级能源主管部门、风电开发企业、设备制造企业和咨询服务机构的代表，出席了在江苏省江阴市召开的中国中东南部分散式风电开发座谈会，围绕加快分散式风电发展议题进行了深入讨论，会议形成以下共识：

一、分散式风电是推动中国能源革命的重要力量。分布式可再生能源的高比例开发利用是中国完成能源革命目标的关键支撑。大力发展分散式风电，就近开发，就近利用风能资源，不仅能够提高能源利用效率，加速摆脱化石能源依赖，还可以实现“电从身边来”，提高能源自给程度，有效保障能源供应安全。

二、分散式风电是推动地方经济社会发展的新引擎。分散式风电项目具有投资规模小、建设周期短、商业模式灵活、收益稳定等特点，可以吸引农户、社区、地方经济实体参与，并与各地旅游开发、特色小镇建设等相结合，为县域经济发展和民生改善注入新动能。

三、分散式风电是前沿技术和商业模式创新的助推器。一方面，分散式项目开发，对风电机组的可靠性、环境友好性提出了更高要求，势必会加速机组硬件性能、控制策略以及数字化应用的创新。另一方面，随着大量分布式电源的接入，电力系统需要具有更高的灵活性，以智能电网为标志的新一代电力基础设施将为电力系统变革带来新契机。此外，基于分布式能源开发与利用的综合能源服务已经成为多方布局的重点，与之相关的新商业模式正在不断涌现。

四、分散式风电开发潜力足以支撑发展需求。中东南部地区具有经济开发价值的风能资源达到 10 亿千瓦以上，目前开发量不到其中的十分之一。通过多年持续积累创新，现有技术手段已经可以满足分散式风电开发与运营需要，能够确保分散式风电项目具有较好经济性。

与会代表一致指出，当前，分散式风电发展仍在体制机制、商业模式、技术标准、项目融资等环节面临一系列障碍，需要各方合力突破，重点做好以下工作：

一、加大扶持力度。为充分释放分散式风电开发的经济、社会价值，政府部门应根据当前产业所需，通过规划引导、提供优惠政策等举措，为加快分散式风电发展创造良好的政策环境和市场环境。

二、完善体制机制。此前，国家出台文件明确了分散式风电开发建设的管理办法。各地应按照国家政策要求，结合地方实际制定可落地的细则，进一步简化流程，积极落实项目核准承诺制；建立多部门联动机制，构建“一站式”服务体系，创新打包核准等管理模式；滚动修编分散式风电开发规划，避免导致过多项目长期积压。

三、优化电网接入程序。各地应因地制宜出台分散式风电项目电网接入方案，降低不必要的、

过高的电网接入技术要求。电网企业简化分散式风电项目并网申请程序，做好接入电网系统方案的制定和咨询服务，并在一定范围内公开各电网接入点的最小负荷信息。结合电力市场化改革，通过综合能源服务等手段，推动分散式风电项目与电力用户之间的直接市场交易。

四、完善技术标准体系。我国的分散式风电技术标准体系还有待完善，尤其是风电机组应用于园区、社区、港口等场景时，必须采用特殊的技术标准和认证。政府主管部门、电网企业与科研院所需要加快对分散式风电的研究工作，完善设备、并网运行等方面的技术规范，针对其应用环境的特殊性，尽快发布风电机组的技术标准。

五、建立更广泛的利益共同体。为破解分散式风电发展过程中遇到的融资难和征地难等问题，需要创新商业模式，构建多元化利益格局，通过土地入股、PPP 模式等方式促使各类投资主体参与其中，并将项目开发与地方旅游资源开发、民生改善工程等紧密结合，让更多人从中受益，带动地方经济社会发展。

六、强化舆论引导。分散式风电的健康发展离不开社会舆论的支持，业界需要加强宣传力度，说清分散式风电的绿色贡献，讲好行业故事，增进民众对分散式风电的认知、理解与支持。

七、搭建行业合作交流平台。充分发挥行业协会的作用，联合相关企事业单位、研究机构，组建“分散式风电开发促进工作组”，凝聚行业力量，发挥各方优势，共同研究解决制约分散式风电开发的关键问题。

与会代表一致认为，在政策保障和创新驱动之下，中国分散式风电开发前景广阔，必将成为风电发展的“下一个希望的田野”。

张子瑞 中国能源网 2019-11-07

氢能、燃料电池

上燃动力发布 100kW 大功率燃料电池发动机

中国能源报-11月8日，由上海市嘉定区安亭镇政府、汽车评价研究院主办，嘉定氢能港、上海同济经济园区发展有限公司、上海燃料电池汽车动力系统有限公司（以下简称“上燃动力”）承办的以“为氢能商业化探寻动力源”为主题的上海嘉定氢能港产业与技术研讨会在沪举行。

在会上，长城控股未势能源旗下上燃动力发布了第三代超越-300E 型 100kW 大功率燃料电池发动机产品，系统部件级国产化率实现 100%。这一产品的发布标志着国产氢燃料电池发动机自主产业成功向全功率化技术迈进。

据了解，此次上燃动力发布的大功率燃料电池发动机较当前市场主流产品成本下降 28%，主要将应用于公交客车、中重型载货车等，规划到 2020 年 11 月正式投入量产。

在会上，上燃动力总经理王亚波指出，本次发布的第三代燃料电池发动机“超越-300E”产品，不仅是上燃动力秉承氢燃料电池系统优秀研发基因，在产品迭代创新方面取得的阶段性重要成果之一，也是推动氢能产品化落地的重要里程碑。

与会专家表示，大功率燃料电池系统是未来发展的必然趋势。目前，国内研发氢燃料电池发动机大多在 30kW 到 60kW 之间，难以满足重卡功率需求，中国车用燃料电池技术要想在国际上具备竞争力，提升燃料电池系统功率、体积比功率、低温启动性能、系统寿命和耐久性是当前重点任务，

对此，上燃动力副总经理吴兵表示，市场能否接受燃料电池汽车，其关键点还是取决于“性价比”。“经过十多年的发展，我国燃料电池的成本已经下降了约 80%左右，但是这个水平还远远不够支撑燃料电池汽车商业化落地运营。此次推出的产品系统部件级国产化率实现 100%，相较于国内市场主流品牌成本下降约 28%，这在国产化进程中具有里程碑意义。”吴兵说。

中法将合建氢能公司

中国能源报-中国能源网讯 记者吴莉报道 11月6日,中国石化集团有限公司与法国液化空气集团在北京人民大会堂签署合作备忘录,探讨加强氢能领域合作。正值中法建交55周年之际,两国企业签署氢能合作文件,揭开了中法清洁能源合作崭新篇章。

据悉,中国石化将成立氢能公司,致力于氢能技术研发以及基础设施网络建设,引入国际领先的氢能企业作为战略投资者,联合打造氢能产业链和氢能经济生态圈。根据合作备忘录,法液空将成为中国石化氢能公司的参股方之一,共同推动氢能和燃料电池汽车整体解决方案在中国的推广和应用。

中国石化集团公司董事长戴厚良表示,中国石化不断促进能源的可持续发展。相信氢能将在中国乃至世界的绿色低碳转型中发挥重要作用,也希望携手法液空等国内外杰出伙伴,共同为中国氢能发展做贡献。

法国液化空气集团董事长博天表示,将加快推出中国氢能基础设施发展的具体解决方案。相信氢在能源转型中可以发挥关键作用,中国氢能发展的进步是一个重要的里程碑。

中国石化是上中下游一体化的能源化工公司,年产氢气超过300万吨,拥有超过3万座加油站,具有布局氢能产业的天然优势,2019年7月在佛山建成国内首座油氢合建站。中国石化资本公司作为中国石化培育新动能、打造新引擎的战略投资平台,前不久已战略参股国内氢能头部企业上海重塑。氢能将成为中国石化主动拥抱能源革命、积极布局战略新兴产业的重要方向。

法液空是世界领先的工业气体生产和服务公司,在氢气(液氢)生产、加氢站基础设施建设运营方面拥有丰富的技术和经验,已在全球建设了近120座加氢站,直接拥有并运营加氢站近60座,是国际氢能理事会的创始企业和轮值主席。法液空和中国石化目前已经合资成立了三家工业气体公司,此次合作将发挥法液空在氢气制、储、运、加全产业链的专业经验,为中国发展氢能和燃料电池提供有竞争力的氢气供应方案。

吴莉 中国能源网 2019-11-07

北汽福田新能源平台总监秦志东：氢能是能源转换的中枢

11月13日—15日,第二届“长城杯”国际可再生能源论坛在张家口市崇礼召开。该论坛是河北省政府,国家相关部委、中国科学院、国际可再生能源署以及国际知名企业和金融机构合力打造的新能源和可再生能源领域高级别国际交流合作机制。本届论坛将以“驱动智慧变革、赋能绿色未来”为主题。北汽福田汽车股份有限公司新能源平台总监、工程研究总院副院长秦志东发表了《氢能产业发展概述》的主题报告。

以下为演讲全文:

尊敬的各位来宾,下面我简单把整个在燃料电池方面的发展做一个汇报。我们来看一下整个能源革命,我们第三次的能源革命现在向可再生能源进行转化,我们氢能现在是能源转换的中枢。我们可以看看氢能在我们整个体系里面,它是我们可再生能源大规模的整合变成一种可能,同时来讲在我们电网平衡起到一个作用,更重要帮助我们交通运输,以及我们企业,包括我们建筑实现脱碳。我们来看看氢能各个领域里面它都有巨大的潜力,这是到2050年的一个预测。这个里面我们可以看看在交通行业里面,未来我们大型车辆,我们卡车,我们客车,我们长途车在这个里面占的比重渗透率非常高。我们看看从不同的能源结构,从油井到车轮它的碳排放是怎么样的情况。这是12米商用车客车为例做的测算,大家可以看看如果是我们燃料电池氢采取天然气重整的话,我们碳排放相对比较高的。如果是我们现在用我们的可再生能源来制氢的话,电解水制氢的话碳排放非常少,

这里面为什么还有碳排放，我们整个氢的运输现在还是存在碳排放。

下面看看我们整个发展的情况，我们国家在燃料电池方面发展经历了四个阶段。第一个阶段主要是高校这方面做研究，清华大学这方面做的技术研究。第二阶段我们北汽福田加入进来，我们这时候从北京奥运会的示范。第三个阶段重点考核我们燃料电池耐久，环境适应性，以及降低它的成本，让它可使用。第四阶段我们 2017 年开始实现了整个商业化的示范运营。我们看看燃料电池它在商用车领域它比较适合什么，应该来讲，其实刚才李老师也讲到，今后纯电动跟燃料电池的一个结合，我们看一看，应该说小型化的车辆，在城市内的车辆，这是纯电动它的主战场，这种条件下纯电动的效率更高。但是燃料电池更适合于中长距离，中重型的商用车，随着我们技术发展逐步的会拓展到长距离的运输上面去。

应该说现在我们在整个燃料电池的汽车发展的过程中，我们面临挑战比较多的，我们现在从制氢，从我们储氢，到我们整个系统的成本，以及我们加注上现在存在一些瓶颈。大家看看从制氢来讲，现在大部分的氢源现在比较缺的，目前氢源来源并不是非常多。而且现在我们真正利用可再生能源电解水制氢的，现在我们仅仅刚刚开始做示范，随着我们张家口地区，包括我们海波尔电解水制氢正常运行的话，这部分对我们未来可预期，现在成本来看是可预期的。

第二个挑战，现在我们整个储运成本比较高。我们基本上都是气态氢储运，一个车有效的储运，真正能够到站上能用的时候只有 200 多公斤，长距离运输这是非常昂贵的成本，实现液氢储运大概是到 1/10，而且这样我们的站空间也会降低整个站的成本也会变小。因为这些导致了我们现在加氢站比较少，有车没站，这是非常大的问题。我们北京现在总共有 200 多辆燃料电池车，目前我们只有一个站，这个站满负荷运行，每天 24 小时在转。同样在张家口是我们运行非常好的区域，每一天我们的公交车运营里程在 230 公里到 260 公里左右，跟我们原来传统车完全等效率的运行，运行效果非常好的，目前来讲张家口相对来说氢的成本更低。整个产业链现在没有规模，成本还是比较高的，应该说在这一块，在我们车辆的购置端上来讲，燃料电池目前还不具备优势。我们比较可喜看到了一个现象，我们自己做了大量的统计，现在在张家口地区整个运行将近 400 万公里，目前因为张家口的氢价现在可以做到 30 块钱一公斤，我们看一下，如果氢的价格在 30 元每公斤的时候，现在我们每公里的燃料的成本，燃料电池的车辆现在已经可以做到跟传统的柴油车比较，它已经开始有竞争力。

加氢这一部分现在确实比较热，大家热情都很高，事实上来讲，我们的难度在于什么？审批环节现在还是比较困难的，有些区域的话，应该说推动力大一点，现在运行快一点，现在张家口区域相对好一些，北京现在在加氢站的建设上面，推动比较困难，从整个大的规划来讲，从现在已经可以看看各个地方，披露出来的规划来讲，我们未来嘉庆基础设施建设还是可以逐步完善。现在我们围绕冬奥会，虽然现在已经明确了加氢站建设，应该有将近 30 座加氢站的规模，这个已经初步规划出来了，下一步怎么加快建设的问题。

从整个链条上来讲，氢气的制造，现在大家加入进来比较多，比方说现在电解水制氢海波尔可以作为典型的例子，国电投今后蒙电进京，风电场产的电，这个也是可以多碳的。再有一个就是我们工业的副产氢，现在营商石化在做提纯线，另外氢气储存这一部分的研究比较多的，储运这一部分高压氢的储运现在也慢慢开始转入可运营的初期的状态。如果实现这个我们大概可以做到 500 到 1000 公斤量级的储运，整个运输成本比现在降低到 1/3 左右。加注的话，现在大家热情比较高的。

从车这一端来讲，现在我们面临的挑战主要这么几个方面，从我们发动机的角度来讲，现在我们基本上做到了可以满足城市内的公共交通，我们城市内的物流应用的水平，大概在一万小时左右的寿命。如果我们要满足城郊、城际的使用，目前来讲我们还有一段距离，大概预估可能到 2025 年以后，我们逐步去实现这样一个目标。

另外现在我们系统的成本还是比较高的，现在价格是非常高，这个价格我们预测了 2030 年我们达到一定量级时候的价格。同时来讲储氢系统来讲，现在我们 70 兆帕的三型瓶到今年 12 月份我们做完认证，到 1 月份的时候我们会装上车，做整车的测试。液氢现在也是跟清华大学，包括 101 所

在我们重卡上做研究，这个车到今年年底能够做完，我们想到明年北京到张家口可以做一些像这种跨城市长距离的测试。

我们燃料电池，大家老是讲燃料电池是终极的解决方案，刚才讲到不是一个替代关系，不是对立的，它是互补的。在发动机方面刚才李老师已经讲过了，我不重复了，现在我们逐步的 100 千瓦现在已经解决了，逐步的我们加大到 150 千瓦，200 千瓦，到 300 千瓦，如果未来我们长途清运车我们使用 200 到 300 千瓦之间，这时候我们需要系统能量密度更高一些，体积更小一些。

这个我们引用了一个数据，这是做的一和分析到 2030 年随着我们成本，以及我们现在这些车载储氢寿命问题解决的话，到 2030 年我们在中重型商用车上，特别是长途运输上面大概有 20%左右的渗透率，这样的话，中国重型商用车一年大概在 100 万台左右，意味着有 10 几万台的重卡可能变成现实。

简单给大家汇报一下福田商用车的情况，这是我们整体的规划，最早我们在城市客车领域里面做发展，这时候我们主要考虑到一个是它运行区域比较集中，也便于管理。现在我们重点是在做城间客车的开发，这是国家科技部的项目，这是我们面向冬奥跟我们自己做项目的开发，同时跟福田、亿华通合作做一个项目，我们卡车方面，轻卡已经投放了，重卡我们做研发的工作。这是我们卡客车的发展历程，我们从 2016 年开始做客车，我们到 2013 年开始做卡车，这样到 2017 年针对我们产品开始投入到市场进行商业化运营。

从未来趋势来讲，我们从城市逐步要迈向城际，要配合我们基础设施的建设，我们车载系统的成熟，同时我们卡车也是从现在短途向长途发展。我汇报到这里，谢谢各位。

中国能源网 2019-11-15

发展氢能切忌脱离实际

目前我国氢能定位仍不清晰，产业发展仍存在自主创新能力不强、国产化率低、成本高等短板，并暴露出无序竞争和产能过剩风险初步显现、氢能应用表现为“一窝蜂”式“造车热”等问题，所以，发展氢能仍需结合实际，科学有序、稳步推进。

近年来，国内氢能产业发展热情高涨。各地积极谋划，先后出台规划和政策，推动氢能研发、制备、储运、应用等完整链条不断完善，初步形成珠三角、长三角和京津冀等先行区域。同时，不少民营企业 and 大型央企陆续布局氢能全产业链，有力推动产业快速发展。然而，我国氢能定位仍不清晰，产业发展仍面临自主创新能力不强、国产化率低、成本高等问题，发展氢能仍需结合实际，科学有序、稳步推进。

基础薄弱

对氢的定位尚未明确。目前，国内对氢在能源系统中的地位尚未明确。对氢作为能源的安全性、全产业链的清洁低碳效益、氢能发展空间及其对油气等能源的替代作用等，缺乏科学全面地深入研究论证。氢能产业发展缺乏国家层面的规范和引导，在区域布局上也缺少统筹协调。有关规划虽从战略层面将氢能与燃料电池纳入其中，但专项规划和政策体系仍未形成。

产业无序竞争和产能过剩风险初步显现。氢能产业能有效带动传统产业转型升级和催生新产业链，成为各地寻求新经济增长点的首选。在近两年不断高涨的“氢能热”中，有些地方为追求经济增长规模与速度，不顾当地资源环境条件，与追逐政策补贴的企业结合起来，一哄而上布局产能。初步统计，全国已有 20 多个省市发布了氢能产业发展规划，规划的氢燃料电池电堆总产能超过 3000 兆瓦，燃料电池汽车产能总计超 10 万辆，远远超出规划加氢站等基础设施供应能力，产能过剩风险初步显现。

关键材料和技术与国际差距明显。近年来，我国加大力度鼓励氢能产业发展，在电堆技术和零部件等方面已取得积极进展。但与先进水平相比，我国在核心技术、关键材料和装备制造等方面相对落后。电堆中的催化剂、质子交换膜、炭纸，以及加氢设备中的压缩机、加氢枪、高压阀件、碳纤

维等关键材料和零部件大多依赖进口，国产膜电极、双极板、空压机、循环泵等性能与国外差距较大，产业技术标准和检测认证体系仍不能满足发展需要，大量核心专利掌握在美、日等国企业手中。其结果是，氢能产业链各环节成本较高，商业化推广仍十分困难。

氢能应用表现为“一窝蜂”式“造车热”。国内氢能发展几乎都集中在交通领域，特别是氢燃料电池汽车产业。实际上，氢能可在农业、工业及第三产业都有广泛用途，在发电、储能、建筑等领域都大有发展空间。日本将家用分布式热电联供系统和氢燃料电池汽车都作为发展重点，韩国、欧美等国也将氢能拓展到船舶、列车、无人机和农林作业等领域。我国需要以更宽广的视野全面挖掘氢能价值和潜力。

氢能基础设施制约产业发展。“加氢焦虑”是氢燃料电池产业发展的重要制约因素。一方面，受设备采购、土地等因素影响，加氢站综合建设成本较高，市场主体投资积极性不强，长期靠政策补贴难以为继。另一方面，我国氢燃料电池汽车尚处在起步阶段，运营车辆少，加氢站难以通过规模效应平衡收支，投资风险大。据测算，2030年我国至少需要1400座加氢站来满足主要城市需要。截至目前，各地实际运营的加氢站仅26座，在建约30座；同时，受制于危化品和化工园区管理政策的影响，氢气供应不足，价格偏高，对产业发展形成较大限制。

规划引导需加强

制定氢能发展顶层设计并纳入国家“十四五”规划。氢能来源广泛，是清洁无碳的二次能源，发展氢能是我们应对气候变化、优化能源结构的重要手段。应加快顶层设计，明确氢能是终端能源的组成部分，将发展氢能与油气替代有效结合。将氢纳入国家能源管理范畴，明确氢能行业主管部门，抓紧制订实施氢能产业发展战略。加快加氢站建设，破解“加氢焦虑”。将氢能产业发展纳入国家“十四五”发展规划，科学合理布局产业重点。鼓励地方先行先试，实施一批技术攻关项目，提出一系列示范工程，出台扶持政策，完善法律法规与政策体系，优化产业发展环境。

统筹区域布局和应用示范避免产业趋同。按照“全国一盘棋”原则，结合各地资源禀赋与协同发展优势，合理选择氢能资源丰富、氢能产业集聚，或将经济发达、环保压力大的区域作为国家级示范区，分层次、有重点开展全产业链的区域示范。一是将燃料电池产业纳入粤港澳大湾区新能源发展战略布局。依托佛山、云浮等城市已经形成的氢能产业先发优势，利用香港、广州、深圳等中心城市的科研资源和高新技术产业基础，进一步打造产业链完善、辐射带动力强、具有国际竞争力的大湾区氢燃料电池汽车产业集群。二是在海南结合禁售燃油车、全域推广应用新能源车，打造国际旅游岛契机，建立覆盖海南全省的低碳、清洁公交物流体系。三是结合长三角“氢走廊”发展，基于长三角地区氢能先行优势和雄厚研发实力，打造有国际影响力和竞争力的氢能产业创新高地，持续为产业创新发展注入活力。四是将京津冀地区作为氢能产业重要消费地。积极探索张家口地区风电资源制氢，突破电力体制障碍，解决经济性问题。五是推行涉氢专区试点，解决氢气制备政策障碍问题，推进氢源科学布局。

发挥新型科研举国体制优势集中攻克关键技术。近年来企业自主研发意识增强，不少涉氢企业都瞄准燃料电池电堆技术发力，但基本上是各自为战，技术路线各异、专业人才稀缺、圈内互相挖人现象突出，这方面日本做法值得借鉴。日本通过隶属于经济产业省（METI）的新能源产业技术综合开发机构（NEDO）的良好机制，组织产业链龙头企业参与，汇聚政产学研用力量集中进行科研攻关，知识产权内部共享，有助于快速实现技术突破，也避免了分散研发带来的资源浪费和恶性竞争。我国应发挥新型科研举国体制优势，在氢能顶层设计中充分发挥国家能源委的高层次协调机制，统筹各部门政策和资金资源形成合力，集中突破关键技术瓶颈。加大对氢能产业基础研发的财政资金投入，优先支持自主创新。组织科研力量攻克膜电极、双极板、碳纸、储氢设备装备、超高压压缩机等关键材料及核心技术。

要营造良好市场生态

因地制宜推进多元化应用。氢燃料电池汽车是氢能应用的重要场景，但并非唯一场景。氢能可在化工、建筑、发电以及船舶、轨道交通等领域均有巨大潜力。发达国家在氢能分布式发电、家用备

用电源、热电联供等方面有较多实践。日本进行了多年车用燃料电池研究，但也较好地将燃料电池应用于家电备用电源和热电联供领域，发电功率和能源利用效率均较高。我国现阶段，可将燃料电池汽车作为突破口，但重点应放在商用车领域，待条件成熟时再扩展到乘用车。在发展氢燃料电池汽车产业的同时，应鼓励多元化示范，因地制宜扩展其他领域应用。

以氢能发展提升清洁能源消纳能力。我国风、光、水等清洁能源规模大，可探索弃电制氢模式，解决低成本氢源问题，提升清洁能源消纳能力。以水电为例，可以广东富余火电按西南水电低价在本地制氢，为水电腾出上网空间，并提高火电设备利用小时；还可探索西南水电与广东“水火互济”制氢模式：以西南低价水电在当地制氢，在管道、液氢等运输方式成熟时输往广东。同时，可探索风电、光伏弃电制氢路线。推动风电和光电富余地区与氢能产业发展良好地区结成合作伙伴，采用电力生产地“制氢+储运”或电力消费地“火电制氢+串换清洁电力额度”两条路径，细化电价结算机制，统筹解决氢源和电力消纳问题。

加强安全监管及标准体系。完善氢气的制、储、运、用各环节法律法规和安全技术标准。包括加氢站的氢气输送、站内制氢、氢气存储、压缩、氢气加注以及安全与消防等方面的技术要求，实现全流程、全覆盖。构建符合氢能技术发展趋势的技术标准体系，明确加氢站建设审批监管流程，研究制定商用液氢供应链标准和法规，优化关键产品和环节的检测流程与要求，建立完备的氢能相关产业检验认证和监督体系。加强对氢能源利用管理、规范技术要求和产品认证等综合标准研究。

（景春梅系中国国际经济交流中心信息部副部长、研究员；王成仁系中国国际经济交流中心信息部副处长、副研究员）

景春梅 王成仁 中国能源报 2019-11-11

清华大学教授李建秋：未来氢燃料电池应用场景将更加丰富

11月13日—15日，第二届“长城”国际可再生能源论坛在张家口市崇礼召开。该论坛是河北省政府，国家相关部委、中国科学院、国际可再生能源署以及国际知名企业和金融机构合力打造的新能源和可再生能源领域高级别国际交流合作机制。本届论坛将以“驱动智慧变革、赋能绿色未来”为主题。清华大学教授李建秋发表了《氢能燃料电池汽车发展现状与趋势》的主题报告。以下为演讲全文：

尊敬的各位专家，大家下午好！今年把我们在氢燃料电池汽车尤其是在商用车研发进展情况报告给大家。目前从国内外的形成来讲我们先看国际上的情况，现在已经是轿车各家都在做，这个表给出来了，典型的就像丰田车，丰田发动机，也会在冬奥项目上做示范。2018年平昌奥运会也有NEXO车做了小规模示范。本田也在做包括高集成度的发动机整个动力系统做到3.1个千瓦每升。奔驰推出来了燃料电池轿车，可以看到它的参数。明年宝马准备推出燃料电池跑车，当然我们也可以看到轿车从全球来看仍然是纯电动占主流，包括宝马他们纯电动卖得比燃料电池还是要多，特斯拉更不用说了，最新情况丰田跟比亚迪也要在电池上进行合作。从成本来讲将来燃料电池在轿车上仍然会有应用，这是我个人的观点。主要有这么几个原因，第一个原因上午欧阳老师讲到一个很重要的原因，你从储能来讲1000瓦时一度电，如果用电池来储需要几千块钱，转换成用氢来储，一度电大概只需要不到100块钱。所以如果你需要能量多的那些车辆的话，显然燃料电池是有优势的。这是第一点。

第二点在中国北方地区，尤其是像我们张家口这样的地方，冬天时间比较长的，纯电动在冬天要用电池的电采暖，你不管用什么技术，最后能量从电池里头来的，这样它的续时里程显著变短，但是燃料电池汽车不会，这个角度来讲比较冷的北方地区燃料电池轿车仍然会有比较大规模的应用。我们将燃料电池通过商用车的规模化把成本降下来之后，在轿车会有一个回马枪，反过来比如说五座以上的，SUV、MPV，这些车辆将来我相信会有规模化的应用。

我们看商用车，全球范围来看燃料电池商用车方兴未艾，车越做越大，续时里程越做越长，发

动机功率越做越大，车的样子做得越来越接近传统柴油车的配置。就是在续时里程、环境适应性、重量、成本等等方面，这是 Nikola One、Nikola Two 他们新提出来的燃料电池的重卡，这个车还没有研发完，2020 年完成，我们大概会比他们快一点点，因为我们今年年底会推出正在装车。这是巴拉德的，这是通用，在军用的无人车辆的领域提了一个 SURUS，叫做寂静的通用平台，这是很好的概念可以做商用，可以用来做救护，还可以用来做发电。它的科罗拉多，这个跑了五百万公里，他们提了很新的概念，这个车排出来的水是纯净水，沙漠里头士兵只需要喝这个水就行了，沙漠里面缺水的情况下能够有纯净水保持士兵的饮用。

客车方面目前国内外各种各样的发动机，总得来说目前我们国家已经掌握了 100 千瓦级大功率发动机的技术，相应国外也有相应的车各种各样的动力系统。还有一个很重要的趋势，这个是我们最近做了一点调研，画的一张图，就是国防领域燃料电池现在也热起来了，大家觉得燃料电池在国防领域应用可能也是一个很好的场景。比如说刚才我们说通用的这两款车，现在有人把燃料电池，用空气冷却的，空冷的燃料电池用在无人机上面，美国人把燃料电池用在它水下的潜行器上面，德国人和法国人把它用在潜艇上面。最近挪威开始搞燃料电池船。我们想一想，我们国内现在也开始，做纯电动的船舶，跟纯电动相比燃料电池船舶显然优势更大，储能的密度、储能的成本更加的便宜。所以将来我想可能燃料电池会用的到处都是，现在才刚刚开始。

前景来讲，将来铂的用量慢慢下降，通俗来讲一个千瓦小于 0.1 克，这样铂的成本慢慢也会降下来。现在大家都在呼吁，车本身问题会越来越被突破，瓶颈现在还有一些，但是不是主要的技术瓶颈，主要技术瓶颈已经没有了，氢能本身基础设施会对它的推广应用形成比较大的瓶颈。日本人做了很详细的规划，希望加快氢能基础设施的建设，它发布的时间大概是 2012 年左右，我们看到现在的进度是低于预期的，所以我们国家也是这样子，尽管最近这几年氢能基础设施已经开始热了，但是总得来说我们基础设施建设的进度仍然偏慢。比如说在美国有油气混合站，这些加氢的基础设施，这是国际的情况。

因为我们承担国家科技部的一个课题，这个课题专门给我们奥运，科技冬奥做准备的，就是从 2017 年开始申请，2018 年开始立项，今年 10 月份完成中期检查，我们希望利用这个机会给大家汇报一下我们技术上面最新的进展。这个项目要做公路客车，可以长时间八九十公里时速开 300 到 500 公里没有问题的，这里面主要是有发动机、动力系统、有储氢，大容量的储氢满足 500 公里，还有相关测试，最后是整车的研发示范。整个课题由我们清华来牵头，这是第一个课题的情况、第二个课题、第三个是我们测试，第四个是我们 70 兆帕为主，加上液氢、储氢的方案探索，实际上就是为我们科技冬奥，从北京一口气开到张家口我们车行不行，做一个技术的积累。最后一个题是我们整车福田牵头有宇通、中通各家要做出续时里程达到 500 公里的车。

我汇报一下最新的进展，第一我们 100 千瓦的发动机完成研发并且完成了测试，现在开始准备装车，这两个星期正在我们清华做动力系统联调，今年年底装到福田车上开展测试，这个发电机电堆功率做到 137 千瓦，净功率超过了 105 千瓦，就是它的零部件，除了空压机，所有的零部件也是我们国内配套研发的，空压机现在也有国内在做配套研发，所以我们想过了今年到明年我们整个的都是国产化的。当然现在膜电极跟我们其他的企业还在合作，我们张永明老师来了，我们希望通过一年左右的时间膜电极也会换成国产的，整个商用车大功率发动机的技术链和产业链我们国内就完整了。同时在动力系统方面我们精进和理工华创也做了很多工作，有直驱的，也有双电机+M 替换的，这些台架都已经完成测试。电池方面，我们盟固利电池包已经提供给各家。70 兆帕三型瓶天海已经完成样品的研制，现在正在做认证，我们希望行业今年年底明年年初能够整个三型氢气瓶认证测试能够过关，这样子最早一批 70 兆帕三型氢车能够利用今年冬天在张家口就有一辆车可以做 70 兆帕的示范。到 2020 年，也就是下一个年度的冬天能够大规模的示范，为我们 2021 年的冬天，也就是 2022 年的冬奥会做技术上的铺垫，所以这个现在时间比较紧了。

我们整车也在同步的 8 个 70 兆帕的瓶布置方案我们都已经做了，时间关系我不展示了。这是我们项目做了 500 升液氢储氢系统，这是我们当时中期考核，马上要做实际的液氢跟我们发动机的联

调测试，由航天 101 所承担，大家可以看一下，这一个瓶 500 升大概存 32 公斤的液氢，如果用 70 兆帕大概要用五到六个瓶子，体积重量来讲显然液氢有非常大的优势。这是整车布局的情况。同时我们针对张家口我们和福田合作已经开始了整车综合热管理，这是我们宇通和中通的一些车型，与此同时，我们在物流车上今年完成了第三代物流车的开发，第三代物流车最显著的特点是什么？就是我们整个动力系统是不占用货舱空间的，以前我们前面两代全都是气瓶占用货舱的空间，但是我们第三代以后整个发动机储氢、电池、电驱动全部在底盘上，重量跟传统柴油机的动力系统是相当的，续时里程可以从 400 公里到 800 公里，这是我们过去三代物流车，一个最新的情况，我们在重卡方面，我们也开始进行总装，这是我们 1000 千瓦的发动机，这是我们两个液氢的罐子，中间是动力电池。我们用了自行研发我们认为具有国际先进水平的三轮变装的电动桥，能够电机驱动的电动桥。从国际范围来看，大功率的发动机加上液氢储氢加上电动桥的重卡技术，目前只有我们一家做到了，而且今年年底我们推出实车。大家可以比较一下，比如说我们 12 公斤的氢气 400 公斤，这边液氢系统 360 公斤能够装 32 公斤的氢气，这是很重要的一块。发动机我们已经看了，所以目前我们整个的零部件，三轮变装的电动桥我们正在总装，把电机串上来装在这两边，传统驱动桥没有了，它特别像挂车的车桥，我们整个电动桥加起来的重量比传统的驱动桥重量还要轻，这是我们革命性的技术。同时我们预计如果在续时里程 500 公里情况下，我们燃料电池重卡重量和成本明显优于纯电动重卡，这也是国外的一个判断。

将来重点提高功率密度，并且延长它的耐久性，包括上午我们各位能源专家都介绍了，光伏发电已经可以平价上网，我们还想讲一个观点，光伏发电电解水制氢也是可以发展的，我们希望大量的戈壁、沙漠真正变成我们车用能源的生产基地。我们国家能源体系由现在柴油、汽油、煤油，通过天然气过度最后发展到氢和电，完全没有二氧化碳排放，实现我们能源的可持续发展。谢谢大家！

中国能源网 2019-11-15

氢能直面产业政策之困

在产业发展进程中，政策制定者的政府思维往往会与从业者的产业思维脱节，地方政府在政策制定过程中的跃进也可能给产业发展带来事与愿违的结果。对于起步期的中国氢能产业而言，如何让产业政策更有利于培育本土企业、更有利于扶持自主技术，考验着政策制定者的智慧。

11 月 6 日，法国液化空气公司与中国石化在北京签署谅解备忘录，以加速中国市场氢能交通解决方案部署。同时，中国石化控股、法国液化空气公司作为参股方之一将发起成立氢能公司，共同推动中国氢能产业发展。两大巨头的跨国合作成为中国氢能热潮的最新注脚。

然而，产业发展不可能一蹴而就。目前，国内氢能发展虽有政策助力，但政策与产业的脱节以及产业短板的制约问题仍然存在。多位业内人士向记者表示，对于当前的中国氢能产业而言，突破政策和产业短板，找到适合的发展路径尤为关键。

职责归口管理尚待明晰

记者了解到，各地主管部门不统一、主管部门之间职责界限模糊一直是氢能产业发展面临的外部制约之一。以加氢站为例，由于目前氢气属于危化品，国内没有统一的建设程序覆盖加氢站建设，因此在加氢站建设过程中往往因找不到问题归口部门而影响建设进程。

在此前已出台的各地政策中，只有广东对氢能产业链条尤其是加氢站建设明确了具体的负责部门。今年 6 月 6 日，广东省发布《关于加快新能源汽车产业创新发展的意见》，其中明确了加氢站从设计、建设到运营中的所有问题由该省住房城乡建设厅负责。

10 月 10 日，宁波发布关于公开征求《宁波市促进氢能产业发展实施办法》意见的公告，在企业引进培育、加氢站、燃料电池汽车应用、人才培育和引进、平台、关键技术突破及成果转化、行业标准制定、园区培育等方面明确了责任单位。

“责任明确非常必要，氢能行业涉及面广，从制氢、储运氢到最后的应用是一根很长的链条，除

涉及材料、装备等技术和工程问题外，还有市场和政策等更为宏观的问题。”中科院宁波材料所新能源所所长陈亮研究员告诉记者。

一位不愿具名的业内人士表示，对于庞大的氢能产业而言，想要明确其链条上每一个节点的细分责任难度较大，但类似宁波出台的《办法》中对责任部门的明确是一种完善和进步，对氢能行业的发展无疑有积极影响。

政策制定应避免产业“虚火”

作为极具前景的“终极能源”，氢能产业受到国家政策的倾斜。以应用端为例，与电动汽车的补贴不断退坡不同，高补贴正成为氢燃料电池车商业化的重要推手，根据国家新能源汽车补贴政策，氢燃料电池汽车的补贴在 2020 年前不退坡。

对此，陈亮表示：“对一个新兴且国家看好的产业，所有企业都想入局分一杯羹无可非议，一拥而上的大干快干是产业发展初期的必经阶段，氢能产业链每个节点都有亟需解决的问题，补贴与扶持政策可以让整个行业获得更多关注，从而吸引人才与资本进入，加速产业快速发展。”

值得关注的是，面对因政策导向而产生的巨大市场预期，全国多地相继宣布建设氢能产业园、投建加氢站，多家上市公司也在加速布局氢能产业，这也引来了氢能产业是否存在“虚火”的质疑。

不过，合理的质疑、审慎的态度对产业发展并非坏事。10 月 23 日，广东省发改委发布的关于《广东省加快氢燃料电池汽车产业发展实施方案》的征求意见提到，“不具有或未预留 70MPa 加氢口的，按上述标准 70% 补贴，”由于 70MPa 是否适用于我国现阶段氢能产业的技术路径还有待商榷，这一规定受到了业内质疑，正是这些质疑促成了广东省发改委重新修正实施方案，也真正起到了征求意见的作用。

业内专家认为，在产业发展进程中，政策制定者的政府思维往往会与从业者的产业思维脱节，除此之外，地方政府在政策制定过程中的跃进可能给产业发展带来事与愿违的结果。

对此，张家港氢云新能源研究院院长魏蔚表示，我国各地产业发展不均衡，对于各个发展阶段的技术选择而言应取决于市场，更多地考量成本与性价比等，产业政策若对技术路线过多干预，则会本末倒置，不利于产业技术的进步。

“地方政府的产业发展指导意见，需要针对本地资源禀赋条件，扬长避短，发挥本地企业优势，而不宜盲目地靠招商引资建立氢能全产业链。”魏蔚进一步指出。

政策着力不当或致补贴外流

今年 6 月发布的《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预计，到 2050 年，氢能在中国能源体系中的占比约为 10%，氢气需求量接近 6000 万吨，年经济产值超过 10 万亿元，燃料电池车年产量达到 520 万辆。届时，可累计拉动 33 万亿元经济产值，且预计 2050 年平均制氢成本不高于 10 元/公斤。氢能产业发展前景被寄予厚望。

对此，业内人士告诉记者：“政策可以为行业提供便利的发展环境，但想实现整个产业的商业化，脱离对补贴的依赖，就必须从产业自身出发弥补短板，将重心放在核心技术的发展与突破。”

“以应用端为例，氢燃料电池汽车的补贴政策必然是暂时的，如果完全靠补贴发展，就失去了行业存在的价值。”陈亮表示，“不能完全等靠政策，氢能的核心技术问题如储运、膜电极以及装备等需要整个行业协同解决。”

另外，业内认为，产业政策如何真正起到培育本土企业和扶持自主技术的作用，也考验着政策制定者的智慧。

“我国尚有一些未突破的关键技术，氢燃料电池汽车产业链利润大都在上游电堆环节，但核心技术和原材料在国外，产业政策若着力不当，很可能导致产业链利润大幅外流，那么来自政府的补贴就相当于补贴给了外国企业，不利于培养中国本土企业，无法改变技术受制于人的局面。”魏蔚举例说。

魏蔚对记者表示，对于氢能行业而言，要借鉴国外的发展路径而非直接照搬，在实践中摸索符合本国特色的产业发展道路是关键。

核能

山东烟台 核能产业发展驶入快车道

10月30—31日，中国（烟台）核能安全暨2019核电产业链高峰论坛在山东省烟台市成功举办。本届论坛以“安全新高度，产业新发展”为主题，由烟台市人民政府、山东省能源局、中国能源报社、中国广核集团、中核集团、国家电投集团主办，烟台市发改委、烟台核电研发中心、哈尔滨工程大学、烟台大学承办。政府部门、院士、专家、行业学会及协会、三大核电集团、核能产业链相关企业、高校院所，以及媒体代表等1000余人，围绕核能安全和核电产业链发展展开研讨。

烟台市委常委、常务副市长王中，山东省能源局局长栾健，中国能源报社总编辑刘建林，中国工程院院士陈念念，国家能源局核电司副司长史立山，全国政协常委、中国核学会理事长王寿君分别向论坛致辞（相关报道见3版）。中国工程院院士叶奇蓁、国家“千人计划”学者崔大庆、三大核电集团代表作论坛主旨报告。

论坛围绕三代核电建设与运营经验分享、核电关键技术研发及装备制造、核电大数据与智能化应用等话题展开研讨，达成了高质量发展核电产业的共识，并取得多项成果：发布了11个国家级核电产业技术创新平台科研课题，签署14项合作协议，发布了《核电产业链安全质量公约》，表达了新时期核电产业链上下游企业落实我国核安全观和核安全法，敬畏核安全、守护核安全的决心与信心。

高起点打造核能产业新城

王中在致辞时表示，近年来，在国家能源局、山东省能源局的领导帮助下，在三大核电集团的鼎力支持下，烟台核电产业发展进入了快车道。“烟台海阳核电站十项运行指标达到世界先进水平，同时在一批具有国际先进水平的核电高端装备企业支撑带动下，形成了莱山、海阳两个省级核电产业园区。”

据了解，烟台海阳核电项目是目前山东省内单体投资最大的能源项目，也是山东首个建成投产的核电项目，一期工程两台机组采用三代核电AP1000技术，分别于2018年10月22日、2019年1月9日建成投运。

“山东省正在谋划面向2035年的能源发展战略，将核能作为优化能源结构的重中之重。”栾健介绍，“在此目标引领下，山东将积极推进海阳、荣成两个核电项目建设，打造全国重要的东部沿海核电基地，加快核能产业化建设，培育核电产业园，强化核能技术自主创新，大力推进产学研用合作，推动山东在核能发展方面走向全国前列。”

从2004年“烟台市核电建设项目办公室”成立，到2009年海阳核电站一期开工建设，再到2016年国内核电领域首家新型科研机构——烟台核电研发中心成立、2017年获准建设国家级核电产业技术创新平台，核电产业为烟台的动能转换注入了强劲动力。

据烟台市新兴产业发展推进中心主任张洁非介绍，烟台市重点规划建设的海阳核电装备制造产业园区和莱山核电产学研聚集区两个省级核电园区，拥有30多家核电装备制造及配套企业，主要产品涉及核电应用各领域。“烟台市核电装备企业占据山东省核电装备产值的80%，是全省核电装备制造业支柱城市。”

核电产业链创新体系发力

作为国家战略性高科技产业，核电产业对设计研发、冶炼、铸造、热处理、精密制造等生产工艺有极高要求，创新能力是决定整个产业链发展的关键。

2016年11月，由烟台市政府主导，中国广核集团、中核集团、国家电投集团、烟台市台海集团

联合组建的新型科研机构——烟台核电研发中心成立。“在政府大力支持下，烟台核电研发中心依托核电项目，汇聚了一批知名的核电领域高端装备制造企业，聚焦关键技术，为发展特色核电产业和维修技术服务提供了沃土。”陈念念指出。

“山东已成为我国核电产业发展的重要基地，形成了明显的技术领先优势，成为引领我国核电事业高质量发展的重要力量。”史立山致辞时表示，“烟台聚焦产业创新发展等领域，找差异化的创新发展之路，开展了大量富有成效的工作，为我国核电发展发挥了积极的促进作用。”

本届论坛开幕式上，王中、王寿君、国家市场监督管理总局计量司副司长杜跃军、烟台大学校长郭善利共同为“烟台高效换热技术产学研基地”“国家核电核岛装备产业计量测试联盟”“烟台大学核电技能培训中心”揭牌。

在 10 月 31 日举行的论坛成果发布会上，中国工程院院士张金麟发布了 11 个已通过国家能源局评审的国家级核电产业技术创新平台科研课题，课题涵盖核电关键技术、设备材料研发应用等多个方面的研究内容，并将于近期启动研发或工程化。

作为近年来我国核电领域具有较大影响力的跨行业、多层次、多维度对话平台，中国（烟台）核能安全暨 2019 核电产业链高峰论坛至今已成功举办四届。本届论坛在我国核电稳步重启的背景下召开，从安全发展的高度和产业升级发展的视角，审视和总结我国核能产业发展现状和经验，探讨产业转型的新路径，将为我国核能产业高质量发展、山东省能源结构优化、烟台市打造“中国清洁能源示范市”提供有力支撑。

本报记者 卢彬 中国能源报 2019-11-04

我国全面掌握高性能燃料组件研制技术

本报讯 日前，中核集团 CF3 燃料组件最后 8 组插入秦山二期 1 号机组。至此，我国自主研发的大型先进商用压水堆燃料组件首批批量化 20 组组件全部入堆，这标志着中核集团全面掌握高性能核燃料研制技术，形成完整的具有国际市场竞争力的自主燃料体系和产品供应能力，进入产业化应用阶段。

入堆结束后，中核集团核燃料与材料研发中心在秦山核电召开 CF3 燃料元件研制阶段总结会暨入堆见证仪式。专家们经评审后认为，CF3 燃料组件经过多电厂多运行条件辐照模式将使该组件具有更广泛适用性。

燃料组件是核反应堆的核心，为进一步推动燃料元件自主化，中核集团将核燃料元件研制项目列入首批重点科技专项、“龙腾 2020”科技创新计划，成立核燃料与材料研发中心，组建包括中国核动力研究设计院、中核建中核燃料元件有限公司、中核核电运行管理有限公司等单位在内的联合攻关团队，以华龙一号三代核电标准为牵引，充分发挥各自优势，集中攻关科研研制。

据了解，CF3 燃料组件具备优良性能，可用于长周期换料，满足三代核电标准，具有自主知识产权，适用于华龙一号以及玲龙一号及燕龙低温供热堆等。

王璐 中国能源报 2019-11-11

核电“解冻”迎复苏

在经历了 3 年多项目“零核准”后，核电产业如今重新开启了审批通道，项目建设开始提速。当前，有序稳妥推进核电建设仍然是我国的基本战略，安全高效发展核电是全面进入清洁能源时代的必然选择。我国将在确保安全的前提下，继续大力发展核电产业——

沉寂数年的核电产业开始“解冻”。近日，中国（烟台）核能安全暨 2019 核电产业链高峰论坛在山东省烟台市举办。与会专家表示，核电不仅能稳定可靠地供应电力，对发电波动性强、不易调度的可再生能源形成很好的补充，同时又为解决环境和气候变化问题提供了极其现实的选择。近来核

电产业开始复苏，在有序发展的同时，一定要注重安全保障。

审批重启建设提速

核电行业结束 3 年多“零核准”的困局后，有望迎来复苏之年。在国家能源局上半年能源形势新闻发布会上，国家能源局发展规划司司长李福龙表示，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目核准开工。这是 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。

资料显示，自 2015 年核准 8 台新建核电机组后，中国核电行业经历了 3 年多的“零核准”状态。2019 年初，这一“冷冻”状态开始悄然改变。1 月 30 日，中国核工业集团漳州核电一期项目 1 号、2 号机组，以及中国广核集团惠州太平岭核电一期项目 1 号、2 号机组获得核准。3 月 18 日，生态环境部公示了两份关于漳州核电、太平岭核电项目的工程环境影响报告书，显示漳州核电 1 号机组、太平岭核电 1 号机组将于 2019 年 6 月份开工。

经济日报记者了解到，目前，我国在建核电机组 16 台，总装机容量 1754.5 万千瓦，其中包括高温气冷堆示范工程和钠冷快中子堆示范工程。今年开工的 4 台“华龙一号”，2 台在福建漳州，2 台在广东惠州，同时，将在山东荣成建设 2 台 CAP1400 核电站。

“有序稳妥推进核电建设仍然是我国的基本战略，安全高效发展核电是全面进入清洁能源时代的必然选择。中国将在确保安全的前提下，继续发展核电。”生态环境部副部长、国家核安全局局长刘华说。

核电重启背后是广阔的市场。2018 年中国发电总装机容量约 19 亿千瓦，核电占 2.5%，发电量占比达 3.7%。根据国际主要能源机构预测，到 2035 年国际发电量平均增速为 2.2%至 2.3%。中国发电量增速较高，如按 3%来预测，到 2035 年可能达到 28 亿至 30 亿千瓦总装机容量。

据核能行业协会的研究预测，如果将核电的发电量占比提升一倍，达到 8%，考虑到核电的负荷因子较高，预计到 2035 年中国在运核电机组将达到 1.5 亿千瓦，在建 5000 万千瓦，为实现这个目标，每年须开工 6 至 8 台机组。若以每台投资 100 亿元至 200 亿元计算，投资规模高达千亿元。

多元利用大势所趋

当前世界能源增长需求放缓，对大型核电站的建设需求减弱，我国能源转型升级进入了新阶段，对核能多用途利用提出了更高要求。国际原子能机构于 2004 年 6 月倡导成立“革新型小型核能装置”协作研究项目，主要致力于核能多用途利用，包括城市区域供热、海水淡化、工业工艺供热、偏远地区及孤网热电联供、海洋开发能源需求等。

2000 年，美国能源部率先提出模块式小型堆概念，用于小火电替代或城市附近进行电、热、淡水、蒸汽联供。中核集团于 2010 年正式启动玲龙一号专项科研工作，2016 年 4 月成为全球首个通过国际原子能机构（IAEA）通用安全审查的小型堆，是全世界小堆发展的一个重要里程碑。2019 年 7 月，海南省举办自由贸易试验区建设项目（第五批）集中开工和签约活动，中核集团宣布启动我国多功能模块化小型堆（玲龙一号）示范工程建设。

据 IAEA 统计，全球共有包括美国、俄罗斯、法国、南非、印度、韩国、日本及中国在内的 11 个国家正在开展小型堆技术研究，已公布的小型堆设计共有约 50 种，3 种设计的首堆已启动建设。

中国工程院院士叶奇蓁表示，模块化小型反应堆可以在工厂集成组装，完成后整体运往安装现场，大大缩短了安装工期。实现“即插即用”的理念，有可能使核电工程在短短的 2 年至 3 年内完成。

海上浮动核电站是当前一种重要的利用形式，其将小型核反应堆和船舶结合，突破空间限制，使核电移动化。海上浮动核电站一般采用小型核反应堆，安全性高。浮动核电站可为海洋平台提供能源，包括电力、蒸汽等，为海洋开发提供支持，还可为孤立海岛、封闭海湾提供电力和能源。

目前，世界上唯一已建成并即将投入运营的海上浮体式核电站工程是俄罗斯的“罗蒙诺索夫院士号”。该核电站于 2007 年开始建造，2010 年核电站船体下水，2019 年 6 月获得核设施运行许可证，预计 2019 年 12 月正式投入运营。

中核台海清洁能源（山东）有限公司董事长彭维表示，充分利用浮动平台可移动性特点，一方面，可紧随国家“一带一路”倡议，面向全球市场用户能源需求，助力各国共同解决能源发展面临的

问题；另一方面，可大幅提升我国海洋综合保障能力，为我国发展海洋经济、维护海洋权益和建设海洋强国提供有力支撑。

牢固树立安全防线

核电重启背后是广阔的市场，但安全始终是高悬于核电发展之上的关键前提和绝对底线。

2011年的日本福岛核电站事故曾深刻改变全球核工业发展格局，在此事件之后，全球核能人反思创新，将世界核电发展推进到“三代”时代，核电的安全性大幅提升。

“三代核电的安全性是足够的。”叶奇蓁说，商用核反应堆50年来的正常运行证明，其辐射影响是极低的，且远低于天然辐射水平。第三代反应堆包含在堆芯融毁时收集熔融物的堆芯扑集器以及其他安全设施，使高压堆芯融毁的频率降低10倍以上。

不论技术如何发展，核安全都是不能掉以轻心的挑战。“多年的核安全监管历程和国际实践经验告诉我们，核安全与核能发展一荣俱荣、一损俱损。”生态环境部核设施安全监管司副司长巢哲雄说。

今年9月3日，我国政府首次发布《中国核安全白皮书》，全面分享了中国核安全监管理念和实践，有效回应了社会公众对核安全的关切，展示出我国倡导构建核安全命运共同体的决心和行动。

与此同时，《核安全法》的颁布为实现核能利用的持久安全和健康发展提供了法制保障。目前，核安全法规标准顶层设计日趋完善，修订工作大幅加快。“要始终把安全放在核电工作首位，加强核安全文化建设，落实核安全责任，健全安全体系，持续提升核电安全水平。”刘华表示。

王轶辰 经济日报 2019-11-08

波兰政商两界争建国内首座核电站

波兰政商两界正在争建该国首座核电站。为了降低对煤炭严重依赖并实现能源来源多样化，波兰政府早在2005年就着手引进核电技术，但随着欧洲部分国家核电项目成本增加、建设拖延，波政界对核电的信心下降，原计划2020年前后投产的国内首座核电站，时至今日仍然未能解决筹资、选址和建设规划等关键问题。

而波兰商界则希望改变“原地踏步”的现状，采用更具成本优势的小型模块化核反应堆技术，以尽早实现国内首座核电站的落地。

政府瞄准大型核电站

根据波兰能源部去年底公布的能源政策文件草案，2020年确定首座核电站厂址，2021年确定技术和总承包商，2033年首座装机1-1.5吉瓦核电站投产运行，2043年实现6-9吉瓦核电总装机，约占国内发电量10%。

路透社指出，按照上述核电时间表，波兰政府时下应该拿出具体实施方案，但迄今为止唯一可以确定的是，大型核电站是波兰政府的首选。尽管成本高昂仍是一大障碍，但波兰政界对于小型模块化核反应堆的投资合理性以及短期上线能力持质疑态度。

力挺核电的波兰能源部长 Krzysztof Tchorzewski 今年5月曾公开表示，准备在北部波美拉尼亚地区建造波首座核电站，负责建设和运营的波兰最大公用事业公司波兰能源集团（PGE）正在两处沿海候选厂址进行环境研究。

当前，波兰约80%的电力依靠煤炭，在欧盟乃至全球气候行动纲领的带动下，该国虽然承诺减少煤炭使用，但制定的目标仍然“未尽全力”，即2030年将燃煤发电占比降至60%、2050年降至50%；2040年将天然气、海上风电、太阳能和核能总发电占比提高至20%。

对于波兰第二富豪米哈·索罗日前与通用电气日立核能公司（GEH）达成的小型模块化核反应堆合作，波兰能源部在一份声明中表示，小型核堆可以为工业提供动力，但仍寄希望于大型核电技术为国家经济注入新活力。

商界看好模块化小堆

彭博社日前报道称，索罗所有的欧洲第二大合成橡胶制造商、波兰大型化学原料生产商 Synthos

与 GEH 签署了谅解备忘录，双方将围绕后者 BWRX-300 小型模块化反应堆技术在波兰的潜在部署应用进行合作，同时计划在波兰南部投建一座装机 300 兆瓦的小堆，估计成本 10 亿美元，预计最早 2027 年投产上线。

这比波兰政府首座核电站的问世时间要提早 6 年，但由于 GEH 的 BWRX-300 技术迄今尚未实现商业化，因此索罗代表的商界能否拔得头筹尚属未知。

索罗本人则信心十足，他日前接受波兰《商业脉动报》采访时表示，坚信小型模块化反应堆将在下个 10 年末建成。

“小型模块化反应堆可以在波兰应对能源挑战、能源领域现代化以及实现必要和负责任的深度去碳化中发挥重要作用。”索罗强调，“它不仅帮助我们远离煤炭，同时还能给行业发展和国家经济带来积极影响。”

索罗补充称，BWRX-300 只要能在 2024 年之前实现商业化，就能够实现 2027 年投产波兰首座核电站的目标。

由于欧盟碳排放成本逐年上涨，使得燃煤发电不再经济实惠，Synthos 公司正在寻求可靠的、经济的、无碳的电力来源。在索罗看来，发展核电是波兰实现能源供应多样化的重要一步，而被视为核能未来新方向的小型模块化核反应堆，无疑将加速波兰能源转型的进程。

小堆低成本优势凸显

据了解，GEH 去年 7 月获得了美国能源部授出的 190 万美元资金，旨在用于研究以 BWRX-300 小型模块化反应堆为基础的高效建造电站的方法。GEH 指出，BWRX-300 的优势在于成本低和安全性高。

GEH 首席咨询工程师在去年于亚特兰大召开的国际小型模块堆和先进反应堆会议上透露，BWRX-300 的规模和复杂性仅为大型核堆的 1/10，基建成本约 700 万美元，每千瓦 2250 美元；运行和维修成本低于 16 美元/兆瓦时，平准化发电成本为 40 美元/兆瓦时。

“BWRX-300 是核电行业一个突破性创新，是新核能经济进步的一大标志，尤其是在行业正面临成本高企的当下。”GEH 核电站项目执行副总裁 Jon Ball 表示，“与目前的轻水反应堆相比，BWRX-300 更有效率、更简单、更安全、占地面积更小，建造成本比其它开发中的小型模块反应堆低 40%-60%，完全可以与天然气、可再生能源等发电形式竞争。”

对于模块化小堆在波兰的发展前景，业内普遍持正面态度。能源和气候专家 Krzysztof Bolesta 表示：“这一合作从能力上讲，可能微不足道，但单就理念而言，却非常重要。这是一项明智的商业举动，间接指明了波兰能源经济的未来方向。”

彭博新能源财经欧洲政策分析师 Katherine Poseidon 则认为，小型模块化核反应堆距离商业化还有很长的路要走，全球首个此类项目不会在 2026 年前上线，但对于严重依赖煤炭的波兰而言，这绝对是一大迈进，表明其开始重视低碳转型并愿意创造一个可负担得起的零碳经济未来。

本报记者 王林 中国能源报 2019-11-04

海南昌江核电年发电量破 80 亿度

本报讯 11 月 2 日，海南昌江核电年度发电量突破 80 亿千瓦时，这是昌江核电站自商运以来年度发电量首次突破 80 亿千瓦时。2016 至 2018 年，该电站发电量分别为 60.11 亿、74.58 亿和 77.16 亿千瓦时。据悉，自项目投产以来，昌江核电始终保持了良好的运行纪录，目前正满功率安全稳定运行。

昌江核电位于海南省昌江黎族自治县海尾镇，电站总体规划建设 4 台压水堆核电机组，一次规划分期建设。一期工程由中国核电、华能核电、华能国际共同出资建设，总投资 235 亿元，项目 1、2 号机组分别于 2015 年 12 月 25、2016 年 8 月 12 日投入商运。

宗和 中国能源报 2019-11-11