

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

广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室

第一期 2019年1月

目 录

总论	1
约旦是中东地区可再生能源投资的门户	1
能源局原局长张玉清：我国能源转型是一项复杂的系统工程	1
我国区域综合能源利用空间广阔	2
我国能源产业进入发展新阶段 多能互补和储能发展成为趋势	3
全球变暖将让强厄尔尼诺事件增多	4
全球能源互联网为实现温控目标提供现实路径	5
“互联网+节能”产业联盟在京成立	6
能源转型进程中“过渡能源”的选择	7
国家能源局王思强：与世界能源科技强国相比，我国仍存较大差距	11
我国能源产业进入发展新阶段	12
美国离真正的“能源独立”还很远	13
石油美元已无合理意义	14
国际能源格局面临重新洗牌	15
《全球能源互联网促进巴黎协定实施行动计划》发布	16
联合国气候大会达成巴黎协定实施细则	17
卡托维兹气候大会成果推动《巴黎协定》实施	18
热能、动力工程	19
纽约州 3000 兆瓦储能战略获批 同时赢得 3.1 亿美元资金支持	19
IEA：全球能源系统深刻变革 电气化水平持续提升	20
储能产业发展蓝皮书发布	23
国内最大的梯次储能项目正式进入商业化运营阶段	24
中盐金坛“盐穴压缩空气储能国家试验示范项目”开工奠基	24
新型材料让超级电容器装得多、充得快	27
舍弗勒合作 CMBlu 推进有机液流电池储能应用	28
先进储能技术已成军事装备领域“重中之重”	29
天然气热电联产仍是大势所趋	32
山西能源革命：煤层气产能利用量约占全国九成	33
住房和城乡建设部科学技术计划项目“北方建筑热泵供暖关键技术研究与规模化应用”顺利通过专家验收	34
加拿大新型电网级储能电池系统有望三年后投入市场	34
地热能	35
地热何时才能“热”起来	35

冰岛前总统谈足球成功经验：利用地热建室内球场，雄安可借鉴	37
生物质能、环保工程	38
15 家农林生物质热电企业共同签署宣言 《梅溪湖宣言》	38
皖西地区生物质发电累计并网装机达 28 万千瓦	39
百万年薪招不到人才，垃圾焚烧发电行业诸多“痛点”待解	40
生物天然气被列入国家能源发展战略	44
环保至上！以生物质为原料的可再生的吸管进入工业化生产	45
加快生物质热电联产步伐	45
“吃掉”有机污染物 “消化”成无污染物	47
生态环境部:已出台 60 余部生态环保法律法规	49
太阳能	51
中国第一大油气田 长庆气区建成“首座”光伏电站	51
中国光伏掠影	51
澳大利亚分布式光伏发展经验	56
在分布式光伏市场 除了创新你别无选择	56
广州建成国内最大地铁分布式光伏电站	57
预计 2018 全年美国光伏装机 11.1GW	58
欧盟规划大规模钙钛矿太阳能发电研究	58
中国首个百兆瓦级光热电站成功并网投运，年发电量可达 3.9 亿千瓦时	59
隆基李振国：“光伏+储能”将在 10 年之内成为主力能源	60
新可再生制氢方法诞生 双功能太阳能电池将出现	61
仿竹节纳米材料提升太阳能制氢效率	61
韩国光伏储能市场剖析 储能装机量占据全球储能增量的 1/2	63
印度光伏新政致力“本土化” 影响几何？	65
青海海南州千万千瓦级可再生能源基地初具规模	66
肯尼亚启动 2022 年电气化计划：重点发展离网太阳能和微电网项目	66
纽约“全民太阳能计划”将为 10000 户居民提供免费社区太阳能发电	67
长寿太阳能防污涂料问世，有助降低灰尘附着并提升能源效率	67
海洋能、水能	68
三峡电站年发电量首次突破千亿千瓦时	68
风能	68
中国南方电网计划部副主任王志勇：风电发展仍需科学谋划	68
江苏省 2018 年风电核准项目汇总：海上 1.6GW 陆上 0.45GW	69
谢长军：我国风电市场呼唤理性竞争	69
谢长军：风电从规模化产业化发展到开拓新兴蓝海	71
600MW！广东湛江徐闻海上风电场项目技术方案顺利通过评审！	74
三峡巴基斯坦风电二期项目顺利完成竣工验收工作	75
中国能建裴爱国：广东省海上风电工程实践与创新	75
风电行业发展势头迅猛 两大措施助力解决消纳问题	78
越南水域规划建设高达 3.4GW 的风力发电设施	81
比利时规划出了世界上条件最优越的海上风电场？	81
300MW！我国北方地区建设最大的海上风电项目！	82
国家电投揭阳 90 万千瓦海上风电项目和专业码头今日启动！	82
从广东、宁夏风电项目竞争性配置方法看 2019 年风电项目发展趋势	85

全球十大海陆上风电场排名出炉!	86
寇伟: 以供给侧结构性改革助推国家风电能源高质量发展.....	87
甘肃酒泉风电基地: 调储并用消纳新能源	89
广东华电阳江青洲三 500MW 海上风电项目获得核准	90
氢能、燃料电池	90
中国电子工程设计院原副总工程师陈霖新: 氢能产业已进入产业规模示范阶段 氢能不应被简单归为危 化学品	90
2019 年科技部牵头 6 大核心技术研发 推动氢燃料电池发展.....	93
新型铂催化剂降低氢燃料生产成本	93

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。

总论

约旦是中东地区可再生能源投资的门户

《约旦时报》报道，阿拉伯可再生能源委员会（AREC）近日在安曼举办“第五届可再生能源和能源效率国际论坛”，会议主题为“第四代能源和人工智能”，主要讨论可再生能源行业、电动汽车和约旦智能城市的未来。

约旦 80%的电力来自苯和其他化石燃料，几乎完全依赖进口，如果将电力作为替代能源，则能降低税收和成本。论坛希望帮助约旦实现几个目标，包括实现能源可持续率达到 30%和提高 30%的能源效率。会议结论称，电动汽车应占所有车辆的 40%，目前约旦电动汽车数量约为 7000 辆。作为“智能城市”的特点之一，回收率应保持在 40%。

与会者对约旦在可再生能源领域的进展表示赞赏，称约旦为“在该地区投资的门户”。

商务部网站 2018-12-14

能源局原副局长张玉清：我国能源转型是一项复杂的系统工程

2018 年 12 月 12 日，由《中国能源报》、中国能源经济研究院主办的“2018 国际能源高峰论坛暨第八届全球新能源企业 500 强峰会”在人民日报社举行。

国家能源局原副局长张玉清致辞时表示，中国能源转型是一项长期战略任务，更是一项复杂的系统工程。由于能源消费体量大，消费总量仍处增长阶段，能源消费结构不合理，碳减排压力大，我国还需继续解决经济、技术、政策、投融资等多方面难题。

能源转型既需全盘统筹、超前谋划，也要多方发力，多管齐下，拿出久久为功的韧劲，驰而不息的精神苦干实干。

当前，全球能源转型正在向高效、清洁、低碳、多元化方向发展。

从全局情况来看，全球能源生产呈多中心、多元化发展，供给侧重心西移；全球能源需求呈低速化增长，需求侧重心东移。一方面，美国页岩革命使其成为全球最大的石油天然气生产国，打破了世界能源供应格局。伴随管理、技术等创新，美国页岩油成本不断降低，使其成为世界石油市场的“不倒翁”；页岩气革命的推进，则使其成为全球天然气产量和 LNG 液化能力增长最快的国家。另一方面，中国、印度等亚洲新兴经济体成为全球石油天然气消费增长主导力量，世界能源买方市场的特点更加突出。

同时，世界各国普遍对能源转型高度重视，纷纷制定可再生能源发展目标及相关政策。2010-2016 年，全球可再生能源和天然气几乎占到能源消费增长的 2/3。根据国际能源署预测，2040 年可再生能源、天然气、核电将满足能源增量的 85%。

再看我国，处于能源转型的重要时期，我国政府对此高度重视。为加快我国能源转型升级，习近平总书记明确提出了能源发展“四个革命、一个合作”战略思想。十九大报告也提出，“推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳安全高效的能源体系”。同时，我国经济正由高速增长阶段转向高质量发展阶段，实现清洁低碳发展既是改善能源结构、推进绿色发展、生态文明建设的重要任务，也是推动能源生产和消费革命一项重要措施。长远目标就是形成以非化石能源和天然气为主体的能源结构，从根本上化解能源资源和环境约束。

根据中国石油经济技术研究院预测，到 2030 年左右，石油消费将步入峰值期，天然气消费持续增长，煤炭消费逐步下降。《2018 国内外石油科技发展与展望》预计，到 2050 年，天然气占全球一次能源的比重将从目前的 23.5%升至 27.5%，由此成长为世界第一大能源，也是发展最快的化石能

源。而非化石能源在一次能源消费中的占比也将升至 26.5%，几乎与天然气平分秋色。

作为世界最大的能源生产与消费国，我国已在能源转型方面取得一定进展，可再生能源、清洁能源的替代作用日益明显。2017 年，我国可再生能源发电量 1.7 万亿千瓦时，占全部发电量的 26.4%；可再生能源发电装机达 6.5 亿千瓦，占全部电力装机的 36.6%。此外，我国也成为全球天然气消费增长最快的市场，2017 年天然气消费量 2386 亿立方米，占一次能源消费比重为 7.3%；截至 2018 年底，天然气消费量可达到 2700 亿立方米。

但同时，我们必须清醒认识到，中国能源转型是一项长期战略任务，更是一项复杂的系统工程。由于能源消费体量大，消费总量仍处增长阶段，能源消费结构不合理，碳减排压力大，我国还需继续解决经济、技术、政策、投融资等多方面难题。能源转型既需全盘统筹、超前谋划，也要多方发力，多管齐下，拿出久久为功的韧劲，驰而不息的精神苦干实干。

在此背景下，我们应考虑适应本国国情，聚焦需求目标，实施创新驱动，以生态文明建设、低碳发展、美丽乡村建设、城镇化发展、节能生态智慧城市建设等重大需求为牵引，坚持节约、清洁、安全的发展方针，顺应世界能源发展大势，着力推进能源结构调整，努力提高天然气和非化石能源消费比重，把发展清洁低碳能源作为调整能源结构的主攻方向，着力加强能源需求侧管理，着力培育能源生产消费新模式新业态，努力构建清洁低碳安全高效的现代化能源体系，为全面建设小康社会提供坚实的能源保障。

（文 | 本报记者朱妍整理，稿件未经本人审核）

中国能源网 2018-12-13

我国区域综合能源利用空间广阔

中国经济社会理事会理事、中国工业节能与清洁生产协会会长王小康 12 月 12 日在“第七届国际清洁能源论坛”期间表示，我国智慧能源行业仍处于发展初期，与之相关的新技术、新模式、新业态都处于探索阶段。“侧重于能源供给侧结构调整和大数据产业结合的智慧能源发展较快，但基于需求侧响应的人员生产、输配和消费全产业链优化的区域能源系统，则发展的比较缓慢。”

王小康表示，能源转型有两个很重要的领域，一个是能源供给侧转型，主要向智慧化、智能化方向转型；另一个是能源需求侧转型，即能源的需求侧也需要智能化、智慧化，以实现更高效、更高质量的利用。

据了解，近十年来，世界各国、尤其发达国家的智慧能源建设取得了较大进展。智慧能源作为现代能源体系的重要支撑之一，成为推动全球经济增长，应对气候变化、治理环境污染问题的解决方案。智慧能源不仅将能源的生产与消费、消费与互联网技术进行了深度融合，而且推动了能源领域相关技术和体制创新，提高了能源绿色、低碳、智能化发展水平。

“目前全球发达国家和发展中国家，包括中国和东盟国家，在能源建设的创新变革上取得的成绩主要集中在能源供给侧，但是能源需求侧还没有更好的解决方案，对需求侧的响应不对称、不系统。”王晓康指出，“能源的生产和消费是不可分割的整体，能源供给不仅要从生产上逐步向绿色、智能化转变，而且要根据需求侧变化进行整体优化，把经济、社会的发展与人员生产分配和消费进行合理匹配，实现可持续绿色协同发展。”

对于如何提高区域综合能源利用效率，王小康提出了以下建议：

首先，在能源供给侧要大力发展智慧能源系统，加快信息产业和能源产业的深度融合，拓展能源大数据的采集范围，打通信息孤岛，促进数据资源整合，实现多领域能源大数据的集成和安全共享，推动基于互联网和智慧能源的能源监管机制创新，同时建立覆盖能源生产、流通、消费等各环节的现代能源监管网络体系，提升能源监管的效率和效益。

其次，在能源消费侧应大力推广先进节能技术，完善终端用能监管体系，提高能源利用效率。传统能源系统中，能源综合利用效率约在 40%左右（主要指全球平均数），而基于需求侧响应的能源

生产,分配和消费的全产业链优化的区域能源系统,可显著提高能源综合利用效率,一般可达到70%以上。

第三,做好基于能源需求的区域能源中长期规划,在考虑终端节能潜力资源化的前提下,集成各类新能源和可再生能源,根据各地区经济发展、产业结构调整、建筑物特点,以及气候等因素,合理规划区域中长期能源生产与消费。而且,不仅要保证地方城镇化进程,地区经济发展中的用能需求,还要兼顾规划实施的经济性,确保实现区域经济、能源、生态的和谐发展。

第四,积极推进区域能源系统建设与运营一体化。区域能源系统涉及对地方的经济发展和生态保护,影响深远,科学合理的区域能源系统建设运营模式,是实现经济有效、可持续绿色供能的关键。以区域供热和区域供冷为例,2015年,中国已建成全世界最大的集中供暖系统,热水管网从长度达到19.27万公里,蒸汽管网总长度达到1.17万公里,覆盖面积约85亿平方米。区域供冷方面,国内已规划准备实施的大型区域供冷项目目前有20多个,供冷面积合计大约8700万平方米。作为涉及民生的供热和供冷,应采用一体化模式,不仅要保证工程建设质量,还要在未来20年内提供高质量的供热供冷系统,这也是能源高质量高效率使用的考虑。

“区域能源系统在中国处于发展初期,需要培育和构建健康的市场体系,激发区域能源系统、领域技术和模式的创新力,在关键设备方面逐步形成核心竞争力,积极引进国外先进区域能源系统技术和模式,形成有效竞争的市场结构和市场体系,推动能源消费侧、供给侧的协同发展。”王小康指出,“我国已经建立了许多基于工业园区和居民社区的综合智慧能源服务平台,在能耗监测、数据集成、能效分析、系统综合性能优化、人员调控、能耗精细化计量等方面取得初步成效。但基于需求侧节能潜力挖掘和响应的区域能源相对较少,未来将成为节能减排行业发展的蓝海。”

朱学蕊 中国能源网 2018-12-13

我国能源产业进入发展新阶段 多能互补和储能发展成为趋势

能源发展事关国家经济社会发展全局,贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,努力建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系,为经济社会持续健康发展提供保障和支撑是当前能源发展改革的重大历史使命。”国家发改委高技术司发展处处长霍福鹏12月19日在“2018能源年会暨第四届中国能源发展与创新论坛”上表示。

产业发展进入新阶段

国家能源局科技装备司司长王思强表示,我国能源领域已形成具有较强国际竞争力的完整产业链,但与世界能源科技强国相比、与引领能源革命的要求相比,我国能源技术创新还有较大的差距,需要多措并举,破解能源技术创新面临的问题。

目前,我国“十三五”规划已过半,在“十三五”后半段,我国新能源的发展趋势成为行业关注的一大焦点。

在水电水利规划设计总院副院长易跃春看来,“十三五”后期是新能源由补充能源上升为替代能源乃至主导能源的过渡期,将以能源体制改革为中心,稳妥推进新能源高质量发展。

国家发改委能源研究所可再生能源中心研究员时璟丽认为,2018年1-10月,我国非化石能源新增装机达0.65亿千瓦,占比73%,可再生能源新增0.61亿千瓦,占比68%,非水可再生能源新增0.54亿千瓦,占比60%。

对于更长远的发展趋势,时璟丽表示,风电、光伏等可再生能源在“十四五”或“后平价”时代,仍需要考虑产业健康、持续发展,降低成本还是发展方向。

易跃春认为,未来要进一步优化布局,加快推动分布式光伏、分散式风电的开发建设,激励用户开发分布式新能源就地消纳,节约输配电投资;推进多能互补示范、微电网示范、可再生能源综合应用示范工程,完善相关标准和保障机制。

多能互补新形态

随着能源转型的不断推进，多能互补和储能的发展成为趋势，而储能在多能互补中的应用，也成为一种新的形态。

中广核新能源控股有限公司储能所副所长荆汝林认为，由于能源形式多样化，造成能源转化利用方式的多样化，缺少统筹规划，化石能源的大量开发利用造成了严重的污染，同时新能源的大力开发以及电网和调度的不协调发展导致弃风、弃光、弃水现象，因此发展多能互补，清洁供暖是今后发展的一大方向。

荆汝林建议，要从构建国家清洁低碳、安全高效能源体系的高度出发，突破板块分割的限制，聚焦促进互补融合的规模储能、高效催化、低碳制氢等核心关键技术布局攻关与示范。他还表示，“储能是能源革命的支撑技术，如果谁在储能技术上作出一个重大突破，都是对人类发展的巨大贡献。”

对于储能的多能互补中的重要功能，北控清洁能源集团有限公司技术及研发部总经理兰云鹏指出，储能的多能互补系统中可以提供诸如移峰填谷、平滑处理、计划出力跟踪、辅助服务、解决弃电、构建友好型电源、增加系统运行灵活性等众多作用。

城市转型新模式

能源的创新，不仅为行业发展提供了新的思路，也为城市的转型贡献了新的模式。

山西省大同市发展改革委主任王明生介绍，在大同市国家级经济技术开发区规划建设新能源产业城，总规划面积 50 平方公里，核心 10 平方公里，起步区 3 平方公里，集聚煤炭清洁高效利用、储能、氢能、多能互补、石墨烯新材料、新能源高端装备制造等六大产业功能。

中电建西北勘测设计院博士后牛东圣表示，根据相关规划，到 2021 年北方地区清洁取暖率将达到 70%，替代散煤 1.5 亿吨，清洁燃煤集中供暖、天然气供暖、生物质能清洁供暖、电供暖取暖、地热供暖、太阳能供暖分别达到 110 亿、40 亿、21 亿、15 亿、10 亿、0.5 亿平方米。

“目前各地政策不一，补贴和奖励激励的力度有待提高，需要建立健全清洁能源价格体系，加快市场化改革，加大政策支持力度提高企业积极性，增强能源利用管理，为后续发展积累经验。”牛东圣表示。

中国经济时报-中国经济新闻网 2018-12-21

全球变暖将让强厄尔尼诺事件增多

英国《自然》杂志近日发表的一篇气候科学论文称，全球变暖将让太平洋东部厄尔尼诺现象的变化更剧烈。这或将导致未来的极端天气事件变得更加频繁。

厄尔尼诺—南方涛动（ENSO）是地球上影响力最大的气候变化。太平洋东部海面温度是判断该地区厄尔尼诺的一个关键指标，但是关于海面温度如何响应全球变暖的各种模型，现阶段无法达成统一，这也就意味着全球变暖对于厄尔尼诺—南方涛动的影响依然不甚明确。此外，过去的大部分研究评估的是特定地理区域的变化，因此所得结论不够全面。

此次，澳大利亚联邦科学与工业研究组织海洋大气研究所的科学家团队，详细分析了国际耦合模式比较计划第 5 阶段（CMIP5）中的 17 个气候模型，以评估在未来全球变暖的场景下太平洋东部厄尔尼诺现象的变化。通过追踪每一个模型的异常中心（温度变化最极端的位置），团队发现，88% 的模型都预测各自异常中心的海面温度波动幅度将变大。这对应的是，在目前阶段（1900 年—1999 年）和未来预测期（2000 年—2099 年）之间，太平洋东部厄尔尼诺海面温度的变化幅度整体平均增加 15%。

这一增幅意味着，太平洋东部“强”厄尔尼诺事件（指海面温度明显异常）的数量将增加。研究人员总结表示，有鉴于此，我们预期未来将有更多极端天气事件发生。

张梦然 科技日报 2018-12-25

全球能源互联网为实现温控目标提供现实路径

“全球能源互联网为落实《巴黎协定》提供了技术先进、经济高效、现实可行、易于推广的全球方案，对气候治理和能源变革都有重要而深远的影响。”12月10日，在波兰卡托维兹举行的联合国气候变化大会期间，由中国发起成立的全球能源互联网发展合作组织（以下简称“合作组织”）与联合国气候变化框架公约秘书处（以下简称“气变公约秘书处”）联合举办主题活动，发布《全球能源互联网促进〈巴黎协定〉实施行动计划》，合作组织主席刘振亚出席活动并作上述表示。

12月2日起，为期两周的联合国气候变化框架公约第24次缔约国会议（COP24）在波兰南部城市卡托维兹举行。联合国秘书长古特雷斯在会议开幕式讲话中指出，气候变化正以比我们更快的速度发展，这已是生死攸关的问题。“我们在卡托维兹的工作是确定《巴黎协定》的工作方案——即执行规则手册，这是所有缔约方的最后期限”。

全球能源互联网成为应对气候变化治本之策

刘振亚指出，温室气体居高不下，根源是人类对化石能源的依赖，能源系统排放的二氧化碳占温室气体总量70%以上。应对气候变化，必须以更大力度加快清洁发展，实现能源系统全面“脱碳”。

《巴黎协定》确立了各国共同应对气候变化的政治框架，加快协定落实，需要开阔视野，找到解决问题的有效方案。

刘振亚表示，全球能源互联网是实现清洁发展、应对气候变化的综合解决方案，是应对气候变化的治本之策。只有构建全球能源互联网，才能实现清洁发展规模、速度和质量的全面提升，从根本上扭转气候变化的严峻局面。呼吁政府、企业、组织、机构等各方携手努力，形成全球工作机制，深入开展气候和能源等领域战略性、前瞻性研究，积极推动清洁发展、电力普及（升级）、电网互联、电能替代、智能电网和能效提升等六大行动，全面落实《巴黎协定》，携手共建全球能源互联网。

为实现2°C温控目标提供了全球减排路径

《全球能源互联网促进〈巴黎协定〉实施行动计划》（以下简称《行动计划》）在本次会议上正式发布，引起各界广泛关注。《行动计划》全面对接《巴黎协定》减缓、适应、资金、技术、能力建设和透明度六大议题，从发展形势、减排方案、对接思路、各洲行动、治理机制五个方面提出全球能源互联网促进《巴黎协定》实施的系统方案，为实现2°C温控目标提供了全球减排路径，为世界各国开展务实合作、实现低碳发展提供行动载体和机制保障。《行动计划》称，全球能源互联网能够实现全球清洁能源开发规模提高4倍，清洁能源消费年均增速提高5倍，推动全球碳排放在2025年前后达峰，2050年降至1990年的一半以下。

《行动计划》从六个方面明确了全球能源互联网促进《巴黎协定》实施路径：落实全球减排目标，加速全球清洁电力的规模化开发、跨国跨洲电网互联互通和电气化发展；助力适应气候变化，提高洪水、干旱、高温等极端气候条件下能源电力基础设施的防灾能力和恢复能力，减少无电人口；拓宽气候资金来源，以规模经济效益和网络经济效益，推动全球清洁能源开发成本加速下降，提高清洁能源竞争力和投资回报率；加快技术创新转移，推动清洁发电、海底电缆、大容量储能等关键技术装备创新突破；助力各国能力建设，完善发展中国家气候与能源战略规划体系，丰富工程建设经验，培养优秀人才；促进全球盘点和透明度，获取全球电力生产、交易等数据，核算各国和全球能源系统碳排放。

为推动《巴黎协定》实施提供抓手和平台

本届会议期间，以全球能源互联网为主题的多场系列活动同步举行。12月6日，合作组织与清洁能源部长级会议秘书处、美国环保协会联合主办“能源互联互通应对气候变化”中国角边会；12月10日，合作组织与气变公约秘书处联合主办“建设全球能源互联网，促进巴黎协定全面实施”主题活动，气变公约秘书处副秘书长萨尔玛德、中国气候变化事务特别代表解振华等嘉宾出席并讲话；12月11日，合作组织与国际能源署联合主办“全球能源互联网促进能源转型”边会；12月12日，合作组织与联合国经社部联合主办“全球能源互联网促进联合国2030可持续发展目标”边会。系列活动

旨在深化各方合作，凝聚智慧和力量，为推动《巴黎协定》实施提供抓手和平台，以更加有力的举措解决气候变化问题，努力实现 2°C 温升控制目标。

2015 年 12 月，联合国气候变化框架公约近 200 个缔约方在巴黎气候变化大会上一致通过《巴黎协定》，目标是将全球平均气温升幅较工业化前水平控制在 2°C 之内，并为把温升控制在 1.5°C 之内而努力。

长期以来，中国积极促进实现自主贡献减排目标，提前 3 年实现“2020 年单位 GDP 排放强度下降 40%-45%”的承诺。截至目前，中国水电、风电、太阳能发电装机分别达 3.5 亿、1.7 亿、1.6 亿千瓦，均居世界第一，非化石能源装机比重达到 39%，每年减排二氧化碳 14 亿吨、二氧化硫等污染物 700 万吨。

李文华 中国能源网 2018-12-12

“互联网+节能”产业联盟在京成立

日前，“互联网+节能”产业联盟成立大会暨“智慧节能 绿色发展”研讨会在国家会议中心召开。由中国信息通信研究院、国家节能中心牵头，会同 60 余家单位共同发起成立的“互联网+节能”产业联盟，旨在促进供需对接和资源共享，搭建政产学研用密切联系、协同创新的“互联网+节能”产业体系和公共服务平台，推动我国智慧节能相关产业加快发展，为政府部门统筹能源革命与生态文明建设、加强节能宏观调控提供支撑。

“‘互联网+节能’产业联盟的定位是公益性交流合作平台。按照国家节能主管部门的要求，未来联盟将重点做好三个方面的工作：一是着力推动重点用能单位能耗在线监测系统建设；二是为研究出台智慧能源、节能管理信息化等方面的政策提供研究支撑；三是开展能源管理信息化技术标准等方面的研究制定工作。”国家节能中心主任徐强在会上表示。

工业和信息化部信息通信发展司副司长陈立东指出，成立“互联网+节能”产业联盟恰逢其时，意义重大，使命光荣，中国信息通信研究院和国家节能中心在各自领域有很高的权威性、强大的号召力和广泛的影响力，联盟将有力推动节能技术产品方案的畅通和流动，形成良好示范带动效应。并对联盟提出三方面要求：一是坚持需求牵引；二是强化服务能力；三是发挥纽带作用。

国家市场监督管理总局计量司副司长杜跃军指出，“互联网+节能”产业联盟的成立，将进一步汇聚各方力量和资源，充分发挥互联网资源，推动节能工作深入开展。希望联盟各成员单位能够以此为起点，在以下两个方面取得突破和进展：一是以计量单位量子化变革为契机，推动能源互联网技术快速发展；二是推动计量技术与能源、互联网相关技术的融合发展。

研讨会环节，邬贺铨院士、刘焕彬院士围绕“互联网+节能”主题分别发表了主旨演讲。中国能源研究会常务副理事长周大地、浙江大学副教授李鸿亮、中国建筑科学研究院有限公司张永炜、华为技术有限公司张广河、中国擎天软件科技集团有限公司吴炎、科大讯飞股份有限公司李世鹏、国网浙江电科院颜拥等 7 位专家，分别围绕我国能源革命战略、能耗在线监测系统建设、BIM 技术推进建筑节能与互联网融合、AI 智能化引领绿色云时代、数字驱动绿色转型升级、人工智能技术进展及节能领域应用、区块链在能源互联网的应用等主题做了发言。

同日上午，中国信息通信研究院和国家节能中心作为牵头发起单位组织召开了“互联网+节能”产业联盟理事会第一次会议。会上，表决通过了联盟章程，选举信通院刘多院长担任理事长，国家节能中心徐强主任担任常务副理事长；中国计量科学研究院、中国通信学会、中国节能协会、中国电子学会、中国建筑科学研究院、交通运输部科学研究院、中国物品编码中心、中国电信、中国联通、百度、阿里巴巴、腾讯、华为、科大讯飞、擎天科技、海尔集团、浙江大学等 20 余家单位担任副理事长单位；中节能、联想、金山云、石化盈科、国网能源研究院、平安银行、清华启迪、北京未来科学城、天津排放交易所、上海市节能监察中心、广东省节能中心、重庆市能源利用监测中心等 30 余家单位担任理事单位。联盟首批成员共有 182 家单位，包括互联网、节能、信息通信等领域的相关

企（事）业单位、咨询机构、大专院校、科研院所、行业组织，以及部分重点用能单位、金融机构等，初步搭建起了产学研用金政媒协同互动，共同推进智慧节能、绿色发展的交流合作平台。

据介绍，会议由中国信息通信研究院、国家节能中心联合主办。下一步，该联盟将在政府有关部门的指导下，坚持公益性定位，整合相关资源、务实开展工作，以推动重点用能单位能耗在线监测系统建设为主线，促进节能环保产业特别是能源管理信息化产业发展，为加快推进生态文明建设、实现高质量发展贡献智慧和力量。

别凡 中国能源网 2018-12-12

能源转型进程中“过渡能源”的选择

能源转型本质上是能源生产、消费方式、商业模式，乃至观念的转变。选择恰当的“过渡能源”是一个国家能源转型顺利推进的关键。

随着能源转型的推进，以及可再生能源的快速发展，我国能源行业出现了一些问题，同时也产生了一些观念冲击和争议。

比如，我们习惯于把能源转型简单地理解为一次能源品种的替代，而没有意识到，这种转型本质上是能源生产、消费方式、商业模式，乃至观念的转变。

所以，当我们说“化石能源在 2050 年仍将是我国的主力能源”时，言外之意恐怕更多意味着“可再生能源靠不住”，自然也没必要花那么大力气推动培育和推动真正适合可再生能源发展的新模式，其结果必然是可再生能源更加靠不住了。

此外，我们往往还会把能源安全与能源转型对立起来，因为可再生能源的“不稳定”、“不安全”。

本文基于能源转型的视角和逻辑，围绕两个问题谈谈看法。一是如何认识能源转型与能源安全的关系；二是能源转型进程中过渡能源的选择问题。

能源转型可以成为改善能源安全的助推器

近年来，包括中国在内的很多国家逐渐将其能源政策的核心目标集中到三个方面：实现能源供应安全、可负担且环境友好。

这三个目标显然不可能同时实现，由于国情不同，不同国家优先顺序也不同。其中最优先目标就成为决定能源转型方向的核心动机。

从德国和美国能源转型实践看，美国能源转型的核心动机一直非常明确，那就是改善能源安全，降低对进口能源的依赖，环境保护等其他动机的地位是次于能源安全动机的；相反，德国能源转型动机中，环境保护一直明显居于最主要地位，尽管能源安全动机对德国也非常重要。

1、德国能源转型的核心动机是大气与环境保护

2011 年 6 月 6 日，德国联邦议院决定将德国能源政策的三个政策目标——能源安全、负担得起的能源、与环境兼容的能源供应——作为指导其能源转型的指南。因此，理论上，能源供应的安全、可负担和环境兼容均可视为德国能源转型的重要动机。

然而，这三者显然难以同时实现。从 2000 年以来德国能源转型进程看，能源供应安全动机当然一直是重要动机，但环境友好的能源供应近年来已经逐渐超过供应安全动机成为能源转型的核心动机。

为了使能源转型与环境兼容、安全并且可负担，德国制定了能源转型的总体目标和分层目标，并把大力发展可再生能源和提高能源效率作为推进德国能源转型的两大支柱。

2000 年以来，德国可再生能源在能源结构中地位日益提升：可再生电力消费的比重从 2000 年的 6.2% 增加到 2014 年的 33.1%。

显然，大力发展可再生能源既与环境保护动机有关，也与能源供应安全动机有关。一方面，与化石能源相比，可再生能源没有污染物和温室气体排放；另一方面，可再生能源都是本地化能源，对石油和天然气主要依靠进口的德国来说，用可再生能源替代化石能源有明显的“能源安全”效应。

可以想象的是，当 2050 年德国实现终端能源消费中 60%来自可再生能源时，能源安全状况必然大为改观。

如果说大力发展可再生能源是环境保护与能源安全双重动机驱动的，那么德国决定 2022 年之前完全淘汰核能的政策走向只能理解为环境动机日益重要，并成为能源转型核心动机作用的结果。因为核能发展对改善德国能源对外依赖程度明显有积极作用。

也就是说，德国政府和公众把与降低核事故和核废料处理的事风险有关的环境问题放到了比“供应安全”问题具有更为优先的位置。

同样，出于对大规模单一种植所导致的“生物多样性”损失的担忧，德国近年来对生物燃料的支持力度有所下降，比如，2006 年开始，德国政府开始逐步取消生物燃料的税收优惠政策以来，生物燃料产量开始趋于下降。从 2007 年的 324.3 万吨油当量下降到 2014 年 319.8 万吨油当量。

2、美国能源转型的核心动机是能源安全，并且有效改善了能源安全

与德国追求“纯粹”的“可再生能源转型”不同，美国追求的是“清洁能源转型”。

这里的清洁能源，主要包括可再生能源、天然气和核电。美国能源政策，以及当前正在推进的清洁能源转型的核心动机始终是追求能源独立，确保能源安全。

美国政府很早就出台了生物燃料发展的鼓励政策。1978 年《能源税收法案》就规定全国汽油中添加 10%的乙醇。《1980 年能源安全法案》引入贷款担保等融资机制，鼓励乙醇燃料和太阳能等新能源发展；同时规定从 1980 年 3 月 1 日起，对石油公司利润征收 50%的暴利税，主要用于研究和开发新能源。

卡特政府甚至更为激进，1979 年成立的“国有”的美国合成燃料集团，联邦政府连续 5 年为其提供了 200 亿美元作为启动资金，向利用煤炭和页岩生产气化和液化燃料的公司提供投资和贷款保证。

所有这些举措，目的只有一个，就是替代国内石油的消费，增加国内石油替代能源的生产，减少对进口石油的依赖。

从 20 世纪 70 年代末到现在，美国为实现“能源独立”而推动的能源转型主要依靠如下四个“支柱”：

- 一：大力发展生物燃料，以减轻交通燃料对石油产品的依赖；
- 二：鼓励清洁能源和非常规化石能源的发展，包括核电、页岩气、煤层气以及煤炭清洁利用等；
- 三：提高能源效率；
- 四：积极推动风能、太阳能等可再生能源发展。

总体上，生物燃料和可再生能源都是在 2000 年以后才开始出现加速发展态势。而且，在“页岩气革命”效果显现之前，上述应对措施对于降低美国石油进口依赖方面没有产生实质性影响。

2005 年开始，作为美国“页岩气革命”的结果，美国石油进口量开始触顶回落。到 2013 年，美国石油进口量比 2005 年减少近 40%，极大地改善了美国石油安全状况。

3、能源转型应有利于改善我国的能源安全状况

我国的能源消费结构以煤炭为主导，但进入“煤炭时代”的时间并不长。

根据哈佛大学历史能源数据库的数据，我国直到 20 世纪 60 年代中后期，煤炭消费才完全超过薪柴成为一次主导能源，进入“煤炭时代”。

也就是说，我国进入煤炭时代的时间还不到 50 年，而德国煤炭时代持续了 100 多年，美国持续了 65 年。从能源转型阶段看，在世界平均已经进入石油时代的背景下，我们依然处于煤炭时代。

2010 年，我国一次能消费中，煤炭消费份额为 62%，石油消费份额为 17.8%，天然气消费份额只有 3.6%，同时薪柴依然占有 8.1%的消费份额。

因此，一个可以预期的中期趋势是我国将从煤炭时代向石油时代过渡，即石油和天然气消费份额将进一步上升，而煤炭份额将出现明显下降。

然而，考虑到我国能源资源禀赋状况和最近二十年来能源供需，特别是石油天然气供需变化，能源结构的上述变化趋势将带来更大的“能源安全”压力。

2017年，我国原油和天然气占一次能源消费份额为18.3%和6.2%情况下，其对外依存度已经分别达到了68.6%和39%。

显然，在我国能源消费总量达峰之前，我国原油和天然气对外依存度进一步提高是一个必然的趋势。

尽管如此，将这一问题置于50年以上的能源转型大背景下来考虑，应该确立一个基本的思路是：从长期来看，能源转型战略的事实应有利于减少对外能源依赖，改善能源安全状况。

如前德国与美国实践所表明的，能源转型本身也可以成为改善能源安全助推器。

要使能源转型的能源安全改善效应真正变成现实，需要从当下开始，梳理阻碍能源转型的政策、机制与体制障碍，以“蚂蚁搬家”、“遍地开花”的观念和心态，利用真正符合可再生能源低能量密度和分散化特点的生产与消费方式、商业模式构建可再生能源发展的产业生态，扎实推动可再生能源发展。

选择恰当的“过渡能源”是国家能源转型顺利推进的关键

关于能源转型的讨论和交流，我观察到一个有趣的现象：可再生能源圈往往有意无意“高估”可再生能源的现实影响和冲击（低估了体制的韧性和利益调整的难度）；而化石能源圈往往有意无意“低估”可再生能源的现实影响和冲击（只看技术创新，忽略商业模式与技术创新交互作用的冲击）。

而两者共同一个的“认知陷阱”是：忽略了从“当下”到我们讨论的能源转型的目标之间怎么办的的问题，即如何从一个以化石能源为主导的能源系统逐渐转向一个以可再生能源为主导的能源系统。

这个问题的回答当然不简单，但首要涉及的是“过渡能源”的选择问题。

德国与美国的能源转型实践表明，过渡能源的选择是一个国家能源转型战略的必备要件。选择恰当的、符合本国国情的过渡能源不仅有利于能源转型进程的推进，而且对能源转型的成本高低有着重要影响。

1、美国能源转型明确以核能和天然气为过渡能源

美国的“清洁能源”转型战略，明确将天然气和核能作为通向“可再生、可持续”能源体系的过渡能源。

这是美国现阶段以清洁能源为导向的能源转型战略下的一个必然选择，同时是美国在能源安全动机驱动下，长期鼓励“非常规能源”开发的结果。

2000年以来，天然气和核能在美国向清洁能源转型中起到了非常重要的作用。

2000-2016年之间，天然气份额从26%增加到31.5%，核能份额从7.8%增加到8.4%，非水可再生能源从0.76%增加到3.7%。

同期煤炭消费份额大幅下降，从24.6%下降到15.8%，而石油消费份额大致保持不变。

因此，美国水电份额有所下降，天然气份额大幅上升和核电份额稳中有升，确保了美国清洁能源转型战略的顺利推进。

同时，较低价格的天然气份额增加对于降低美国能源转型成本和推进难度起到了关键作用。

2、德国取消核能作为过渡能源妨碍了煤炭和石油下降趋势

相比之下，德国能源转型战略是全力推进可再生能源发展，并力图在2050年前使可再生能源成为主导能源。

其能源转型战略中不存在明确的“过渡能源”安排。然而，无论是否选择，“过渡能源”都是能源转型过程中的现实“需要”。

因此，在没有确定“过渡能源”及其配套政策，同时核能发展又被明确排除在外的情况下，市场会主动选择“性价比”最好，但却未必符合能源转型大方向的过渡能源。

如图所示，德国能源转型战略的三个特征非常明显：

一是可再生能源份额增长迅速。

一次能源消费中非水电可再生能源份额从2000年的0.84%快速增长到2016年的11.7%；

二是核能从2011年宣布2022年前永久弃核之后，核能份额迅速下降。

2000年核能占一次能源消费份额为11.5%，2010年下降到9.9%，2011年快速减少到7.9%，2016年进一步减少到5.9%；

三是天然气的份额从上升转为下降。

从2000年的21.5%增加到2005年的23.4%，然后转为趋势性下降。2014年达到阶段最低值20.4%后有所反弹。2016年，天然气份额回升到22.5%，仍然没有超过2010年的份额。

然而，德国可再生能源发展取得很大成绩的同时，非清洁能源煤炭和石油的份额近年来却有抬头的趋势。

石油份额从2000年从38.9%稳步下降到2007年的34.4%之后，石油份额开始止跌反弹到2009年的36.7%。

此后，2010-2016年，石油份额围绕35%左右小幅波动。煤炭份额从2000年的25.6%下降到2009年的23.1%后开始止跌反弹。

2014年煤炭份额再次接近2000年水平，为25.5%。

2016年，煤炭份额为23.3%，仍高于2009年的水平。

可见，德国在加速向可再生能源转型的过程中，由于没有选择适当的过渡能源，同时将核能排除在未来能源结构之外，导致能源转型过程中煤炭和石油等“非清洁”能源下降趋势受阻。

德国能源转型没有主动选择恰当的“过渡”能源的不利影响还表现在褐煤发电难以下降，对德国电力清洁化和碳减排产生不良影响。

如图所示，2000-2016年，德国总发电量中非水电可再生能源份额从5.4%快速增加到2016年的29.2%，同期，虽然硬煤发电下降较快（从24.8%下降到17.2%），而核能因为政策原因开始也呈现快速下降趋势（从29.4%下降到12.4%）。

故而2010年德国褐煤发电和天然气发电出现了相反的走势：褐煤发电2010止跌连续两年出现反弹，从2011年的23%回升到2012年的25.5%，2013-2014年连续两年维持在25%以上，此后开始下跌，但2016年褐煤发电份额为23.1%，接近2010年水平。

同期天然气发电份额从2010年开始停止增长势头转而下降：从2010年的14.1%下降到2014年的9.5%，四年下降了4.6个百分点。近两年有所反弹，但2016年依然不到13%，不超过2010年的水平。

3、我国能源转型应选择一个恰当的过渡能源“组合”

一旦确定可再生能源是未来能源系统的主要构成部分，就已确定了我们讨论能源转型的时间跨度至少在30年以上，甚至50年或者更长。

在这一长达数十年的“过渡期”内，能源品种的替代，能源系统的转型是一个渐进过程。

因此，推动我国能源转型，一方面，要通过体制改革和完善政策机制，构建有利于可再生能源发展及其技术创新的制度环境；另一方面，根据化石能源近期难以大量退出的现实，需要选择一个恰当的过渡能源“组合”。

我国国情决定了我们不可能像美国选择1-2个品种作为过渡能源，而只能选择一个包括核能、天然气、煤炭、石油在内的“组合式”过渡能源。

“过渡能源”的含义，不仅是指这些能源利用在排放上要符合清洁、低碳的要求，更重要的是，在利用方式上要更具“灵活性”，使其能较好的与未来能源系统“兼容”。

因为以可再生能源为主导的未来能源系统中，“系统灵活性”是最大的稀缺资源，因此，越大越好的传统利用方式要“有节制”的发展，以降低未来成为“搁置资产”的风险。

这些过渡能源组合中的能源品种，在满足低碳清洁的条件下，能够以具有竞争力的成本提供“灵活性”的能力越强，则在能源转型进程中的生命周期越长。此外，作为过渡能源，应该有利于改善我国能源安全状况。

从上述前两个标准看，天然气显然是作为过渡能源的最佳选择。

相对于其他化石能源，天然气不仅相对“清洁”，而且从利用方式上，兼具集中式和分布式特点，

是化石能源系统向可再生能源系统转型的最佳桥梁。

但从我国实际情况看，天然气作为过渡能源存在两个不足：一是天然气价格缺乏竞争力，影响市场渗透率；二是从我国目前天然气勘探开发情况看，天然气份额的快速提高将大幅增加我国能源对外依赖度，不利于能源安全状况的改善。

因此，从必要性和可能性考虑，天然气作为过渡能源，将有一个适度的份额，但不宜过度依赖。

核能作为“无碳”能源，成本具有一定的市场竞争力，是我国能源转型进程中过渡能源的较好选择。但从未来能源系统特点和要求看，核能在过渡能源组合中的地位，根本上取决于其供能的“灵活性”程度。

综合考虑清洁低碳、经济性、灵活性和能源安全等要求的情况下，天然气和核能近中期可能也难以完全“承担”过渡期职责的情况下，煤炭与石油的清洁利用应作为一个退而求其次的选择。

当然，即使是天然气，同样存在进一步清洁利用问题。这些清洁能源利用技术的进展和商业化时间，将不仅影响过渡能源“过渡期”的长短，而且决定各过渡能源品种的相对地位。

比如，如果二氧化碳的资源化利用技术能够实现规模化推广和商业应用，解决了目前化石能源系统二氧化碳大规模排放问题，则煤炭、石油和天然气均可成为“无碳”能源，这将对未来能源结构发生重大影响。

此外，核聚变技术的研发和工业化进展，将不仅影响目前的核能利用方式和寿命，而且对未来能源转型方向和路径产生不可忽视的影响。

能源杂志 2018-12-18

国家能源局王思强：与世界能源科技强国相比，我国仍存较大差距

12月19日，以“变革融合、开放创新”为主题的第四届中国能源发展与创新论坛在京举行。国家能源局能源节约和科技装备司司长王思强在现场指出，截至目前，我国能源相关技术创新能力及装备国产化水平已取得显著提升，并在诸多领域形成具有较强国际竞争力的完整产业链。但与世界能源科技强国相比，我国在技术创新方面仍存在较大差距。为避免差距进一步拉大，各方还需多举措破解能源技术创新面临的问题。

在能源科技创新进入高度活跃期的背景下，王思强首先肯定了我国在能源科技、装备领域的突出表现。“我国在煤电、核电、煤炭、油气、可再生能源及电网等领域，已形成从设计、研发、制造、建设、运维到检测认证，且具有较强国际竞争力的完整产业链。众多领域的科技创新工作已经或正在走向世界前沿，涌现出一批具有国际影响力的能源技术研发和装备制造企业，企业创新能力大幅度提升，有力支撑了我国能源重大工程建设和‘走出去’工作。”

王思强同时指出，尽管有所进步，我国与世界能源科技强国相比，在技术创新方面仍有较大差距。这主要表现在：

因基础研究薄弱，我国在氢能、燃料电池、碳排放等前沿技术上的投入、研究有限，为实现跨越式发展的技术储备不足；在一大批新能源技术正以前所未有的速度加快迭代时，我国原创性成果不足，新能源、页岩气等新兴技术仍以引进消化吸收为主；一些关键核心技术长期受制于人，燃气轮机、高温材料及海洋油气勘探开发等尖端技术仍被国外垄断；创新环境有待完善，创新激励措施不足，科技创新与产业发展的结合度不够紧，科技对经济增长的贡献率不够高。

“当前，世界主要国家均把新型能源技术视为新一轮科技革命和产业变革的突破口，并积极制定各种政策措施，抢占发展制高点，增强国家竞争力和保持领先地位。我国能源科技创新正处大有作为的重要战略机遇期，也面临着进一步拉大差距的风险。为此，我们必须以只争朝夕的劲头加快发展，不断缩小与能源科技强国的差距。”结合刚刚完成的《“十三五”能源科技发展规划》中期评估，王思强提出四点破题举措：

一是推广应用先进成熟技术。

加强对能源互联网、智能电网、电力储能等新兴技术的引导，推动企业真正成为技术创新、研发投入和成果转化的主体，促进形成有利于技术创新的政策环境，大力降低能源新技术进入市场的门槛。在可再生能源方面，应用推广一批技术成熟、有市场需求、经济合理的技术。建立健全能源行业技术标准体系，加快推进可再生能源储能、智能电网、能源互联网领域的标准体系建设。

二是打造创新平台，培育前沿技术开发能力。

依托重点企业、科研院所和高校开展协同创新，发挥各自优势，联合组建一批“产学研用”为一体的技术创新平台，集中攻关一批前景广阔的技术，加速科技创新成果转化应用，实现市场导向、技术创新、研究成果快速转化，创新价值充分保护，资源配置效率大幅度提高，提高人才、资本、技术和知识流动的效率，构建更加高效的能源技术创新体系。

三是依托示范工程，促进先进技术产业化。

结合我国能源行业升级需要，大力推动能源技术革命。以绿色低碳为方向，着力推进一批重大技术装备研究和工程示范项目，切实把示范项目作为实现技术自主化和市场竞争的标杆，带动产业升级。围绕储能、高效太阳能、海上风电、能源互联网等重点领域，率先推进一批采用自主化先进能源科技和装备的示范工程，鼓励先行先试。

四是加强能源技术装备国际交流合作。

广泛开展双边或多边交流，加强与优势国家和地区在高比例可再生能源消纳、高效储能、先进能源材料等领域的合作，促进国外先进能源技术和装备的引进、消化、吸收。充分利用我国在光伏、风电、大型水电、输配电领域的优势地位，加强“一带一路”沿线国家和地区在能源技术装备领域的务实合作。依托重大工程建设和政府合作平台，支持国内能源装备企业“走出去”，培育具有全球影响力的先进能源装备制造基地，锻造有国际竞争力的能源工程人才队伍。

朱妍 中国能源报 2018-12-27

我国能源产业进入发展新阶段

“能源发展事关国家经济社会发展全局，贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，努力建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系，为经济社会持续健康发展提供保障和支撑是当前能源发展改革的重大历史使命。”国家发改委高技术司发展处处长霍福鹏 12 月 19 日在由中国改革报社《能源发展》周刊、中国石油化工集团公司联合主办的“2018 能源年会暨第四届中国能源发展与创新论坛”上表示。

产业发展进入新阶段

国家能源局科技装备司司长王思强表示，我国能源领域已形成具有较强国际竞争力的完整产业链，但与世界能源科技强国相比、与引领能源革命的要求相比，我国能源技术创新还有较大的差距，需要多措并举，破解能源技术创新面临的问题。

目前，我国“十三五”规划已过半，在“十三五”后半段，我国新能源的发展趋势成为行业关注的一大焦点。

在水电水利规划设计总院副院长易跃春看来，“十三五”后期是新能源由补充能源上升为替代能源乃至主导能源的过渡期，将以能源体制改革为中心，稳妥推进新能源高质量发展。

国家发改委能源研究所可再生能源中心研究员时璟丽认为，2018 年 1-10 月，我国非化石能源新增装机达 0.65 亿千瓦，占比 73%，可再生能源新增 0.61 亿千瓦，占比 68%，非水可再生能源新增 0.54 亿千瓦，占比 60%。

对于更长远的发展趋势，时璟丽表示，风电、光伏等可再生能源在“十四五”或“后平价”时代，仍需要考虑产业健康、持续发展，降低成本还是发展方向。

易跃春认为，未来要进一步优化布局，加快推动分布式光伏、分散式风电的开发建设，激励用户开发分布式新能源就地消纳，节约输配电投资；推进多能互补示范、微电网示范、可再生能源综合

应用示范工程，完善相关标准和保障机制。

多能互补新形态

随着能源转型的不断推进，多能互补和储能的发展成为趋势，而储能的多能互补中的应用，也成为一种新的形态。

中广核新能源控股有限公司储能所副所长荆汝林认为，由于能源形式多样化，造成能源转化利用方式的多样化，缺少统筹规划，化石能源的大量开发利用造成了严重的污染，同时新能源的大力开发以及电网和调度的不协调发展导致弃风、弃光、弃水现象，因此发展多能互补，清洁供暖是今后发展的一大方向。

荆汝林建议，要从构建国家清洁低碳、安全高效能源体系的高度出发，突破板块分割的限制，聚焦促进互补融合的规模储能、高效催化、低碳制氢等核心关键技术布局攻关与示范。他还表示，“储能是能源革命的支撑技术，如果谁在储能技术上作出一个重大突破，都是对人类发展的巨大贡献。”

对于储能的多能互补中的重要功能，北控清洁能源集团有限公司技术及研发部总经理兰云鹏指出，储能的多能互补系统中可以提供诸如移峰填谷、平滑处理、计划出力跟踪、辅助服务、解决弃电、构建友好型电源、增加系统运行灵活性等众多作用。

城市转型新模式

能源的创新，不仅为行业发展提供了新的思路，也为城市的转型贡献了新的模式。

山西省大同市发展改革委主任王明生介绍，在大同市国家级经济技术开发区规划建设新能源产业城，总规划面积 50 平方公里，核心 10 平方公里，起步区 3 平方公里，集聚煤炭清洁高效利用、储能、氢能、多能互补、石墨烯新材料、新能源高端装备制造等六大产业功能。

中电建西北勘测设计院博士后牛东圣表示，根据相关规划，到 2021 年北方地区清洁取暖率将达到 70%，替代散煤 1.5 亿吨，清洁燃煤集中供暖、天然气供暖、生物质能清洁供暖、电供暖取暖、地热供暖、太阳能供暖分别达到 110 亿、40 亿、21 亿、15 亿、10 亿、0.5 亿平方米。

“目前各地政策不一，补贴和奖励激励的力度有待提高，需要建立健全清洁能源价格体系，加快市场化改革，加大政策支持力度提高企业积极性，增强能源利用管理，为后续发展积累经验。”牛东圣表示。

中国经济时报 2018-12-21

美国离真正的“能源独立”还很远

11 月最后一周，美国首次成为石油净出口国；一周后，白宫重新修正了主要页岩产区可采资源储量，这似乎预示着，美国明年仍将继续扩大本土原油生产。美国《油气杂志》报道称，虽然原油及其精炼产品出口量超过进口量只是“昙花一现”，但仍然提振了美国扩大原油产量的信心和决心，预计 2019 年该国产量增势不减。

对美国而言，2018 年 11 月最后一周足以被载入史册，该国 75 年来首次打破对外国石油及其相关衍生产品的依赖成为净进口国。尽管这只是“暂时结果”，但仍然是美国能源独立道路上颇具意义的时刻。

美国能源信息署（EIA）数据显示，截至 11 月 30 日当周，美原油出口量达到创纪录的 320 万桶/日，汽柴油等精炼产品出口量达到 580 万桶/日；原油进口量约 720 万桶/日，汽柴油等精炼产品进口量约 160 万桶/日。美国首次实现净进口，原油和汽柴油等精炼产品净出口总量为 21.1 万桶/日。

美国商务部下属机构美国人口调查局（United States Census Bureau）指出，加拿大、中国、韩国、英国和意大利是今年美国原油五大进口国。

彭博社指出，虽然美国多年来一直朝着“净出口”的方向前进，但 11 月最后一周的戏剧化转变仍让人措手不及，进口量急剧下降的同时出口量创下新高。鉴于每周数据波动性较大，这只是暂时现象，实际意义并不大，因为冬季向来是该国汽油需求放缓的淡季，美国在原则上仍是一个小型原油

净进口国。

美国石油协会（American Petroleum Institute）负责统计数据的石油学家们表示，20世纪40年代中期即杜鲁门政府执政以来，美国一直是石油净进口国。EIA 已知的有效月度数据可追溯到1973年、每周数据可追溯到1991年。

尽管如此，美国短暂实现“能源独立”的结果仍然让本土能源生产商兴奋不已，尤其是页岩油气开发和生产商。《华尔街日报》撰文称，页岩热潮推动美原油出口量创历史新高，该行业是美向净出口国转变的“最大推手”，预计该国原油生产量和出口量还将进一步增加。

无独有偶，美国地质调查局（USGS）日前重新修正了主要页岩产区二叠纪盆地（Permian Basin）的可采资源储量，规模比此前预估的超出两倍多。二叠纪盆地和 Wolfcamp 盆地的可采资源储量被重新修正为463亿桶原油、281万亿立方英尺天然气和200亿桶液化天然气（LNG），较2016年预估的200亿桶原油和16万亿立方英尺天然气猛增不少。

此外，USGS 这次数据重修还涉及了位于二叠纪盆地产区中特拉华盆地（Delaware Basin）的部分地层，这是该机构首次将这些地层纳入油气储量评估。美国地质局表示，特拉华盆地在二叠纪盆地地区相对钻探活动较少，其原油储量实际上是其“姐妹探区”米德兰盆地（Midland Basin）的两倍多。

美国 CNBC 新闻网指出，美国本土页岩行业将继续保持乐观和积极态势，尽管欧佩克和俄罗斯等非欧佩克产油国的减产措施或将在2019年对油价带来抑制影响，但这不会给美继续扩大原油产量造成阻碍。

EIA 预计，美国2019年原油产量有望超过120万桶/日，比2016年增加超过300万桶/日。

眼下，美国的四大核心页岩产区的油井数以万计，难掩产量扩张态势。这四个产区分别是德克萨斯州和新墨西哥州的二叠纪盆地和鹰滩页岩（Eagle Ford）、北达科他州的巴肯页岩（Bakken Shale）以及西弗吉尼亚州和宾夕法尼亚州马塞勒斯页岩（Marcellus Shale）。

路透社消息称，二叠纪盆地产区正在抓紧建设新管道，至少有9个终端能够装载超级油轮。目前美国唯一一个能够装载最大型船舶的路易斯安那海上石油港口（Louisiana Offshore Oil Port），正在加速扩大12月的石油装载量。

分析认为，11月最后一周的数据虽然短暂实现了美国几代政府“能源自给自足”的愿望，但美国离真正的“能源独立”还很远，该国实际上仍然受到全球能源价格波动以及中东地缘政治危机的影响。

对此，美国战略能源和经济研究咨询服务公司（Strategic Energy & Economic Research）总裁 Michael Lynch 表示：“我们正在成为全球主要能源大国，净出口的目标不是一蹴而就，而是随着时间推移慢慢实现的。”

王林 中国能源报 2018-12-26

石油美元已无合理意义

由美元一家独大，改变为三种或多种货币共同支持的世界货币结算体系，或许已在未经张扬中，迈出了关键的一步。

不知不觉中，特朗普跨出了个人“政绩”的一小步，也带来了美元霸权转折的一大步。

美国能源信息署（EIA）12月6日公布的数据显示，美国原油和成品油进出口数据中，上一周出现了久未出现的情况，那就是美国成为了原油及成品油的净出口国，净出口总量为每天21万桶。这是75年来第一次。

作为世界第一大经济体和军事基地遍及全球的国家，美国是世界闻名的“油老虎”，几十年来一直是全世界石油消耗量最大的国家，年消耗石油达10亿吨，约占世界石油年消耗总量的四分之一，比第二位国家足足多用一倍。它的原油来源，大体上一半国内开采，一半来自于进口。事实上，美国已经超过了俄罗斯和沙特阿拉伯，是世界最大的原油生产国。

12月6日之前一周的进出口数据，有偶然的因素，不等于美国从此就是原油净出口国了，但是美国原油生产能力的提高减少了对进口的需求，也是不争的事实。按照目前的计划，到2019年，美国原油产量预计将达每天1200万桶，创下历史最高记录。也正是因为这样的原因，WTI原油6日当天最多下跌了5.37%，创下了近期低点。

特朗普把油价下跌作为他的“政绩”，但是石油的“出多于进”，会带来一个美国也始料未及的问题，那就是石油美元从根本上说，已无合理意义。

货币霸权是经济霸权的核心，美国人深谙此道。

工业革命给“日不落帝国”带来了将近两个世纪的英镑霸权，相当长时间里一个英镑可以兑换五个美元，美国人对此是看在眼里，馋在心里。即使到了20世纪初叶美国超过英国成为了世界第一经济体，依然未敢对英镑的霸主地位发动挑战。两次世界大战耗尽了英帝国的老本，于是美国赶紧在1944年主持召开布雷顿森林会议。这个会议与其说是确定战后货币体系，不如说主题就是如何将货币霸权从英镑转到美元。1971年布雷顿森林体系解体后，美国仗着政治军事强势、特别是最大原油进口国地位，强硬确立了美元为石油交易基准的石油美元体系。从货币学的意义上讲，以最主要石油进口国货币确定为石油交换基准，有一定的必然性。

随着世界各国经济的蓬勃发展，以美元作为唯一硬通货的交易方式，越来越不能适应需要。

首先是交易成本巨大。各国需要将本国货币或产品去换取美元，然后再用美元去换取进口商品。交换规模越大、持续时间越长，沉没成本越大，也越不合理。

其次是政治风险很大。以美元为基准的结算体系，只能掌握在美国手中，而美国向来以蛮不讲理著称，其它国家的货币结算很可能因此发生难以预见的巨大风险。比如美国以莫须有的理由对伊朗等制裁，各国与这些国家的经济往来就很容易被卡断，这已不是推测而是现实。另一方面是美国与别国互怼越来越多，美元的使用限制也越来越多，有些国家根本就不容许以美元进行结算。这些因素迫切需要美元之外的多元结算体系。

第三是减值风险很大。由于多年来不负责任的货币政策，滥发美元成了美国处理国内经济问题的必要选项。美国国债数额目前超过了20万亿美元，每年利息就要付6000多亿美元，超过了美国一年GDP增长数量，还不上钱是大概率的事件。美元含金量从35美元一盎司黄金到今天1250美元一盎司黄金，正在逐渐消磨硬通货的特征。

成为原油和成品油净出口国，本质上讲是用本国产品去换别国货币，从根本上动摇了石油美元的基石，因为理论上需要交换的是别国的货币。12月6日的数据虽然还是瞬间的偶然，但“小荷已露尖尖角”。

美国石油增产有个背景，就是页岩油革命。但是“成也萧何败也萧何”，页岩油生产成本远高于普通石油，需要投入大量资金进行开采，大部分企业要到每桶50美元油价才能盈亏平衡。到2023年，美国将有2400亿美元与能源生产有关的债务到期，其中至少90%与页岩油有关，大约需要90亿桶页岩油的产能才能还清债务，相当于目前10年的产能。许多企业不得不加大生产以应对还债压力，越大的产能会导致油价低迷，而美国出口的增加，更愈发动摇石油美元的基础。

从根本上讲，石油美元已逐渐失去了合理意义。由美元一家独大，改变为三种或多种货币共同支持的世界货币结算体系，或许已在未经张扬中，迈出了关键的一步。

朱国顺 新民晚报 2018-12-17

国际能源格局面临重新洗牌

最近，美国打破数十年来对进口石油的持续依赖，摇身一变，成为石油净出口国。一石激起千层浪，美国实现“能源独立”，国际能源格局面临重新洗牌。

美国能源信息署的最新统计显示，今年11月份的最后一周，美国日均出口原油320万桶，出口汽油、柴油、航空燃油和其他成品油580万桶，相加为900万桶，超过了同期美国进口原油和成品

油 880 万桶。出口量大于进口量，美国一举摘掉戴了 75 年的石油进口国帽子，成为石油净出口国。美国能源角色的转变，引起国际社会高度关注。国际能源机构发布的最新报告认为，“美国在国际石油市场的影响力将越来越大”。

美国从石油净进口国转为净出口国，这是一个重要转折，是国际能源格局大调整的里程碑式的事件。回首上世纪 70 年代第四次中东战争爆发后，阿拉伯国家进行石油禁运，造成国际石油市场供应严重短缺，国际油价大幅飙升，石油危机重创美国等石油进口国的经济发展和社会民生。此后，如何减少对国外油气资源的依赖，成为美国历届政府的施政重点。美国多任总统都在苦苦探索“能源独立”之道，但鲜有良策。

一场页岩气革命，使美国的油气产业迎来了“新生”，从得克萨斯到阿巴拉契亚，美国各地的油气钻探如“雨后春笋”，油气产量也随之“芝麻开花节节高”。过去 10 年间，美国石油产出翻了一番多。美国能源部的数据显示，今年美国原油日均产量比去年增加 153 万桶，达到 1088 万桶，有望刷新历年纪录。美国联邦政府数据显示，先前的最高纪录发生在 1970 年，日均产量 960 万桶。美国能源信息署署长卡普阿诺近日断言，“2018 年，美国是全球最大产油国”。

最大产油国、石油净出口国、能源独立，这些标签贴到美国身上，其产生的“化学反应”是难以估量的。首先，美国在国际能源版图上的地位凸显。主导国际石油供应的主角，由欧佩克变为“欧佩克+”，即石油输出国组织各成员国和俄罗斯等非欧佩克成员国，如今进一步演化为沙特、俄罗斯和美国。西方媒体形象地称之为“骆驼+北极熊+秃鹰”组合，这 3 个国家的石油产量占全球的 40%。欧佩克在制定产量政策时，将不得不看“美国的脸色”行事。

其次，欧佩克地位不断下滑，作用日渐式微，15 个成员国的石油日产量当前约为 3200 万桶，占全球份额约三分之一。而高峰期间，欧佩克的市场份额曾占全球半壁江山，如今市场占有率缩水了两成。加之，卡塔尔已宣布从明年 1 月份起“退群”，欧佩克的影响力面临考验。美国与欧佩克国家间的关系随之将发生微妙变化。正如美国能源经济战略研究咨询公司总裁林奇所言，“欧佩克今后在考虑减产的时候将不得不权衡美国因素”。

再次，美国对传统的石油出口国，尤其是对欧佩克成员国的能源依赖骤减，美国今后在制定国内外政策时，对能源供应的考虑掣肘大大减少，自由发挥空间更大。同时，在国际油价震荡下滑的背景下，美国石油产量创新高，两相叠加，将显著压低美国的能源价格，给美国的制造业、交通运输业和广大消费者带来多重利好。作为全球第一大经济体，美国经济变化带来的外溢效应，将对全球经济产生深远影响。

但也应当理性地指出，美国在 11 月末获得“能源独立”，或许是昙花一现。毕竟，就今年前 11 个月的总体情况而言，美国的石油进口还是远远大于出口，净进口量平均约为每天 310 万桶。要完全抹平这么大的净进口量，显然尚待时日。

徐惠喜 经济日报 2018-12-17

《全球能源互联网促进巴黎协定实施行动计划》发布

12 月 10 日，联合国气候变化卡托维兹大会期间，由中国发起成立的全球能源互联网发展合作组织与联合国气候变化框架公约秘书处联合举办了主题活动，并发布了《全球能源互联网促进巴黎协定实施行动计划》（以下简称《行动计划》）。

中国气候变化事务特别代表解振华表示，依托全球能源互联网，将实现能源生产由化石能源主导向清洁能源主导转变，能源配置由局部平衡向跨国跨洲和广域化配置转变，能源消费由煤、油、气向绿色电力为中心转变，从根源上解决全球碳排放问题，为实现 2°C 乃至 1.5°C 温升控制目标，发挥关键作用。

全球能源互联网发展合作组织主席刘振亚指出，应对气候变化，必须以更大力度加快清洁发展，实现能源系统全面“脱碳”。构建全球能源互联网，能够助力实现清洁发展规模、速度和质量的全面

提升，有效地扭转气候变化的严峻局面。因此，全球能源互联网发展合作组织呼吁政府、企业、组织、机构等各方携手努力，形成全球工作机制，深入开展气候和能源等领域战略性、前瞻性研究，积极推动清洁发展、电力普及（升级）、电网互联、电能替代、智能电网和能效提升等六大行动，全面落实《巴黎协定》，携手共建全球能源互联网。

《行动计划》在本次会议上正式发布，引起各界广泛关注。《行动计划》全面对接《巴黎协定》减缓、适应、资金、技术、能力建设和透明度六大议题，从发展形势、减排方案、对接思路、各洲行动、治理机制五个方面提出全球能源互联网促进《巴黎协定》实施的系统方案，为实现 2°C 温控目标提供了全球减排路径，为世界各国开展务实合作、实现低碳发展提供行动载体和机制保障。

据《行动计划》，全球能源互联网将会助力全球清洁能源开发规模扩大 4 倍，清洁能源消费年均增速提高 5 倍，推动全球碳排放放在 2025 年前后达峰，2050 年降至 1990 年的一半以下。

《联合国气候变化框架公约》秘书处执行秘书奥维德斯·萨马德表示，“这是一项雄心勃勃的计划，我们期待计划得到落实，因为这将有利于国际社会加速实现《巴黎协定》的既定目标。”

在当日举行的全球能源互联网主题活动中，全球能源互联网智库联盟正式成立。联盟由全球能源互联网发展合作组织发起、国内外知名智库组成，将在政策、理论、技术等领域搭建联合研究平台，为全球能源互联网发展提供智力支撑，共同推动全球能源互联网战略落地。

张倩 中国环境报 2018-12-13

联合国气候大会达成巴黎协定实施细则

联合国卡托维兹气候大会当地时间 15 日晚在波兰卡托维兹闭幕。备受关注的气候变化《巴黎协定》实施细则在此次大会最后一刻得以通过。

UN Secretary General Antonio Guterres, executive secretary of the UN Framework Convention on Climate Change Patricia Espinosa and UN special envoy for the 2019 climate summit Luis Alfonso de Alba attend a meeting with representatives of various NGO organisations before the final session of the COP24 UN Climate Change Conference 2018 in Katowice, Poland, Dec 14, 2018. [Photo/Agencies]

Negotiators from nearly 200 countries on Saturday agreed on a package of the implementation guidelines, or a common rulebook of the landmark 2015 Paris Agreement on climate change. 当地时间 15 日，近 200 个国家的谈判人员一致通过了 2015 年《巴黎协定》关于气候变化的一套实施细则。

本次大会通过的实施细则主要包括：

guidelines that will operationalize the transparency framework; 透明框架的实施原则；

how countries will provide information about their Nationally Determined Contributions (NDCs) that describe their domestic climate actions; 各国在气候行动方面的自主贡献信息如何提供；

climate mitigation and adaptation measures as well as details of financial support for climate action in developing countries; 气候减缓与适应举措以及发展中国家气候行动方面的资金援助细则；

guidelines that relate to the process for establishing new targets on finance from 2025 onwards to follow-on from the current target of mobilizing 100 billion US dollars per year from 2020 to support developing countries; 2025 年以后资金援助新目标的确立流程原则，目前制定的目标是从 2020 年起每年向发展中国家提供 1000 亿美元的资金援助；

how to assess progress on the development and transfer of technology to developing countries to help them adapt to climate challenges. 帮助发展中国家应对气候挑战的技术发展和迁移进度如何评估。

《巴黎协定》是什么？

《巴黎协定》(Paris Agreement) 是在巴黎出席气候大会的 195 国谈判代表在 2015 年 12 月 12 日达成的历史上首个关于气候变化的全球性协定。

《巴黎协定》共 29 条，包括目标、减缓、适应、损失损害、资金、技术、能力建设、透明度、

全球盘点等内容。2020年后，各国将以“国家自定贡献”（nationally determined contribution）的方式参与全球应对气候变化行动。

长远目标（the long-term goal）：确保全球平均气温较前工业化水平升高控制在2摄氏度之内（make sure the global temperature rise to well below 2 degrees Celsius above pre-industrial levels），并为把升温控制在1.5摄氏度之内“付出努力”（"pursue efforts" to limit the temperature rise to 1.5 degrees Celsius）。

减排目标（emissions targets）：与会各方同意每隔5年重新设定各自的减排目标（set national targets for reducing greenhouse gas emissions every five years）。目前已有180多个国家和地区提交了从2020年起始的五年期限内减排目标。

评估目标（reviewing targets）：与会各方今后4年内重新评估各自的减排目标，以便适时做出调整。

透明度（transparency）：要求缔约方汇报各自的温室气体排放情况以及减排进展，但赋予发展中国家适度“弹性”（flexibility）。

资金（money）：要求发达国家继续向发展中国家提供资金援助，从而帮助后者减少碳排放以及适应气候变化（wealthy countries should continue to offer financial support to help poor countries reduce their emissions and adapt to climate change）。

损失破坏（loss and damage）：该协定“承认”损失和破坏的内容，主要是针对由气候变化引发的灾难（recognizing "loss and damage" associated with climate-related disasters）。

Helen 中国日报网 2018-12-17

卡托维兹气候大会成果推动《巴黎协定》实施

经过一段时间的延迟，参加联合国卡托维兹气候变化大会的各方终于在15日完成《巴黎协定》实施细则谈判，取得了一揽子全面、平衡、有力度的成果，有助于接下来全面落实《巴黎协定》的各项要求。

大会成果

据参会的中国代表团介绍，大会成果体现了公平、“共同但有区别的责任”、各自能力原则，考虑到不同国情，符合“国家自主决定”安排，为《巴黎协定》的实施奠定了制度和规则基础。

中国气候变化谈判代表团团长、中国气候变化事务特别代表解振华会后接受媒体采访时说：“这次会议的成功标志着多边主义的胜利，标志着多边机制是有效的。”

通过本次大会，参会各方就《巴黎协定》关于自主贡献、减缓、适应、资金、技术、能力建设、透明度、全球盘点等内容涉及的机制、规则基本达成共识，并对下一步落实《巴黎协定》、加强全球应对气候变化的行动力度作出进一步安排。

《联合国气候变化框架公约》秘书处前执行秘书菲格雷斯说：“明年的工作将十分重要，联合国秘书长召集的气候峰会将为各国政府提供汇报进展、在2020年前提高气候目标的机会。”

艰苦谈判

卡托维兹气候变化大会原定14日结束，然而谈判过程中各方在部分问题上的分歧比较大，导致大会决议案文一直无法确定下来。公布结果的时间经过多次推迟，最终在15日深夜才见分晓。

今年的谈判集中了此前积累的不少问题，要讨论的议题和文件都相当多。本轮气候变化大会主席库尔蒂卡在接受新华社记者采访时说，在卡托维兹大会期间，各国谈判代表“要面对数百页的文件、大量选项以及不少困难，很多问题相互间存在关联，因此谈判非常复杂”。

长达两周左右的大会进入第二周时，由于谈判进展相对缓慢，联合国秘书长古特雷斯再次来到卡托维兹并发表讲话，敦促各方尽快就实施细则达成协议。他说，卡托维兹大会应该让《巴黎协定》的潜力能够释放出来。

未来挑战

尽管各方完成了《巴黎协定》实施细则的谈判，但仍有一些问题还需进一步谈判解决，其中一点就涉及将全球平均气温升幅较工业化前水平控制在 1.5 摄氏度之内的提法。

根据《巴黎协定》，各方以“国家自主决定”的方式为应对气候变化作贡献，以实现将全球平均气温升幅较工业化前水平控制在 2 摄氏度之内的长期目标，并为把升温控制在 1.5 摄氏度之内而努力。

解振华在接受新华社记者采访时说，联合国政府间气候变化专门委员会发布的特别报告显示，全球气候变化挑战已经非常严峻，“如果要实现 1.5 摄氏度的控温目标……这里就涉及一个谁减排、减多少的问题，涉及如何落实公平、共同但有区别的责任和各自能力原则的问题，涉及发达国家如何加强对发展中国家应对气候变化提供资金、技术和能力建设支持的问题”。

他说，有一个比较突出的分歧就是，小岛屿国家和最不发达国家认为这是他们的生存问题，所以各方应该把升温控制在 1.5 摄氏度以内，但还有很多国家又提出如果控制在 1.5 摄氏度以内，他们就没有发展空间了。这方面的分歧“可能要留在这次会议后，专门就 1.5 摄氏度或者 2 摄氏度的问题进一步谈判”。

尽管一些问题有待解决，但在谈到对未来全球应对气候变化的展望时，解振华说：“《巴黎协定》给我们指明了方向，只有走绿色低碳发展这条道路，才能实现全球减排应对气候变化的目标。《巴黎协定》实施细则经过艰难谈判，如今已经出炉，下一步就是要采取行动。所以我们希望未来能进一步调动世界各国的政治意愿，积极采取行动，将今年的谈判成果真正落到实处，推动全球绿色低碳发展，构建人类命运共同体。”

张家伟 张章 金晶 新华社 2018-12-17

热能、动力工程

纽约州 3000 兆瓦储能战略获批 同时赢得 3.1 亿美元资金支持

纽约州监管机构日前批准了 2025 年储能系统装机容量达到 1,500MW 和到 2030 年将达到 3,000MW 目标，以及为实现这些目标的战略，其中包括一项 3.1 亿美元的激励计划。

纽约州公共服务委员会(PSC)几个月来一直在收集从微电网到补充批发市场短缺等行业参与者的建议，并最终制定了能源战略。

这份长达 199 页的最终能源战略报告指出，需要依靠竞争性市场、激励措施和市场改革的结合来克服储能部署的障碍。其中大部分内容来自该委员会于今年 6 月发布的储能路线图。

该委员会预计，这项 3.1 亿美元的激励措施将加速近两年储能成本下降。根据该战略，这些激励措施还将使装机容量为 1,500MW 储能目标的成本降低 2 亿美元，将装机容量为 3000MW 目标的成本降低 4 亿美元。

该委员会成员 Gregg Sayer 在会议上表示，这项激励措施将有助于纠正储能项目面临的“先有鸡还有先有蛋的问题”。虽然部署储能系统最终会降低能源成本，但期望公用事业公司或私有公司建造和安装储能并不立即具有商业可行性，其成本有些昂贵。”

当纽约州能源和发展管理局(NYSERDA)在 60 天内提交计划时，将会提供有关该激励的更多细节。

公用事业公司在 2019 年发布储能系统建议邀请书(RFP)

该委员会要求公用事业公司从 2019 年开始每年发布大宗储能系统建议邀请书(RFP)。具有竞争力的公司将开发和拥有储能系统，而公用事业公司将对其进行管理，从而为他们提供作为分布式能源平台提供商成为新角色的经验。

例如，爱迪生联合电气公司必须寻求装机容量为 300 兆瓦的储能设施和其他公用设施的招标，其招标计划将在 60 天内到期。

监管机构将允许公用事业公司通过将其分摊给所有纳税人来收回合同成本。

纽约州公共服务委员会(PSC)要求:

?从 2020 年夏季开始, 公用事业公司要求提供动态负荷管理资源, 期限至少为 3 至 5 年。

?建立新的收益调整机制, 鼓励公用事业公司使用储能系统提高系统效率, 减少峰值负荷, 并改善负荷。

?只有在市场无法生产所需资源时, 公用事业公司才能拥有储能系统。

?公用事业公司确定适用于非线缆替代方案的财产及其价值, 以帮助公司进行竞标。

该委员会将一些复杂的费率问题推迟到明年。取而代之的是, 费率问题将在另一个考虑待机费率和回购费率以及分布式能源价值堆叠的进程中加以考虑。(事项 17-01277)

在日前的一项决定中, 该委员会还为公用事业公司制定了新的能源效率目标。预计这些目标将减少该州的能源消耗, 相当于 180 万户家庭的用电量。

Cuomo 对特朗普政府表达不满

在纽约州公共服务委员会(PSC)的投票过程中, 纽约州州长 Andrew Cuomo 对特朗普政府在气候变化方面缺乏行动表示不满。

“随着美国联邦政府继续忽视气候变化的现实和迫在眉睫的危险, 纽约州正在积极寻求清洁能源替代品, 以保护我们的环境和节约资源。”Cuomo 说, “这些空前的能源效率和储能目标将为全国其他地区树立标准, 同时支持和创造这些前沿的可再生能源行业的就业机会。”

此外据悉, 储能决策案例 18-E-0130 已在纽约州公共服务委员会(PSC)网站上公布。

中国储能网 2018-12-18

IEA: 全球能源系统深刻变革 电气化水平持续提升

国际能源署(IEA)日前发布《世界能源展望 2018》报告指出, 从电气化不断发展到可再生能源的扩张, 从石油市场动荡到天然气市场崛起, 无不显示全球能源系统正在发生重大转变, 而政府的决策将决定未来能源系统的发展走向。报告采用情景分析法展望了至 2040 年全球能源发展趋势, 及对能源供需、碳排放、空气污染和能源获取的可能影响。报告要点如下:

1、世界正逐步建成一个不同于以往的能源系统, 但能源系统仍存在明显缺陷

经济性: 虽然太阳能光伏和风电生产成本继续下降, 但 2018 年油价在四年来首次攀升至 80 美元/桶以上, 一些国家历经艰辛开展的化石燃料消费补贴改革正陷入困境。

可靠性: 从委内瑞拉石油产量急转直下可以看出, 油气供应的风险依然存在。全球 1/8 的人口仍用不上电, 而电力行业的新挑战(从电力系统灵活性到网络安全)也接踵而至。

可持续性: 全球能源相关二氧化碳排放在连续 3 年持平后, 于 2017 年再度增长了 1.6%。年初的数据表明, 2018 年碳排放还将继续增长, 这与实现气候变化目标的要求相去甚远。与能源相关的空气污染仍导致每年数百万人过早死亡。

2、政府采取的行动将对未来能源系统的发展方向起决定性作用

超过 70% 的全球能源投资将由政府推动, 世界能源的命运取决于政府的决定。制定正确的政策和合适的激励措施对保障能源供应、减少碳排放、改善城市中心的空气质量, 以及扩大非洲和其他地区的基本能源供应至关重要。

快速、低成本的能源转型, 需要加速投资更清洁、智慧、高效的能源技术, 政府也需确保包括电网在内所有能源供应的关键要素都能保持稳定可靠。随着能源转型继续推进, 以往的油气供应和投资风险并未缓解反而可能恶化。电力行业的变革要求即使电力系统实现低碳化, 电力市场也依然能够保持稳定。世界能源供应每年需要投资 2 万亿美元, 其中超过 70% 来自国有实体或是因为监管规定能够保障全部或部分投资回报而进行的投资。政府政策也影响着能效提高和技术创新步伐。

3、世界能源的未来变革方向

在新政策情景中，收入增加以及发展中经济体城区的 17 亿新增人口将带动全球能源需求增长，到 2040 年能源需求增长将超过 1/4。如果能效无法持续改善，这一增量还会翻倍。所有的增长都来自于以印度为代表的发展中经济体。2000 年，欧洲和北美在全球能源需求中的比重超过 40%，亚洲发展中经济体的比重约为 20%。到 2040 年，这一情况将完全逆转。

全球能源消费的主要阵地向亚洲迁移。亚洲占全球天然气消费增量的一半，风电和太阳能光伏增量的 60%，石油消费增量的 80%以上，煤炭和核电增量的 100%以上（其他地区总体呈负增长）。按装机容量计算，目前全球十大电力公司榜单中，中国企业占据六席。

页岩革命持续撼动油气供应，使美国得以超越其他国家成为世界上最大的油气生产国。在新政策情景中，到 2025 年美国在全球油气产量增量中的比重将达到一半以上（石油占近 75%、天然气占 40%）。到 2025 年，全球近 1/5 的石油和 1/4 的天然气将产自美国。页岩革命给严重依赖出口的传统油气出口国带来了更大压力。

由于供应、需求和技术不断变化，世界能源将以各种不同的方式形成关联。到 2040 年，亚洲在全球油气贸易中的比重将从当前约 1/2 增至 2/3 以上，国际能源贸易将越来越多地从中东、俄罗斯、加拿大、巴西和美国流向亚洲。同时，随着数字化的发展和可再生能源技术性价比日益提高，以分布式能源和以社区为基础的能源供应模式得以发展，地方上也会出现一些新型供能方式。

成本渐低的可再生能源技术、数字化的应用与日益重要的电力将是变革的重要方向和实现众多可持续发展目标的关键所在。

4、化石燃料变化趋势

在新政策情景中，电力、可再生能源和能效改善蓬勃发展的态势会抑制煤炭需求的增长。煤炭消费在下跌两年后于 2017 年出现反弹，但对新建燃煤电厂的投资大大低于前几年的水平，2020 年后投运的新建煤电项目将大幅减少。但煤电还不会从全球电力结构中被剔除：亚洲燃煤电厂的平均寿命不足 15 年，发达经济体煤电厂平均寿命则为 40 年左右。到 2040 年，工业煤炭消费将略有增加，全球煤炭消费总量保持不变，中国、欧洲和北美减少的煤炭消费与印度和东南亚增长的消费相抵。

乘用车石油消费将在 2020 年代中期达到峰值，但石化、卡车、飞机和船舶工业依然会使石油总体需求上升。到 2040 年，3 亿辆电动汽车每天可替代 300 万桶石油需求，因传统汽车燃油效率提高而减少的石油需求则是这一替代量的三倍。其他领域的变革步伐不像乘用车行业一样迅速，即使全球塑料循环利用率翻倍，也仅能将日均超过 500 万桶的需求增长削减约 150 万桶。石化行业将是石油消费最大的增长源。新政策情景中，石油需求总体将增长到 1.06 亿桶/日，全部来自发展中经济体。

到 2030 年，天然气将超越煤炭成为全球能源结构中的第二大燃料。全球天然气消费将增长 45%，其中工业消费贡献最大。为了应对以中国为首的发展中经济体不断上涨的需求，液化天然气贸易将增长逾一倍。随着通往亚洲市场新路线的开启，俄罗斯仍是世界上最大的天然气出口国，但日益一体化的欧洲能源市场为购买方提供了更多的天然气供应方案。电力系统中风电和太阳能光伏比重的增加降低了欧洲天然气发电的设备利用率，建筑改造也降低了天然气供暖消费。但天然气基础设施仍将发挥关键作用，特别是在冬季保障供热和供电方面。

化石燃料供应投资可能与消费发展趋势失调。由于化石燃料需求可能放缓，当前新建上游项目减少。新政策情景中，可能会导致供应短缺进而推高价格，石油供应将出现危机。过去三年获准新建的原油项目平均数量仅为到 2025 年保障市场平衡所需新项目的一半。仅依靠美国致密油供应很难应对这一局面，其产量需达到现在的三倍才能解决供应短缺。与石油相反，已公布的一些大型新建天然气项目（如卡塔尔和加拿大），已能应对 2020 年代中期液化天然气市场需求。

5、电力行业正发生重大变革，将成为未来减排先锋

电力占当前终端用能的 19%，随着需求增长电能将超过终端用能部门所有其他燃料，占比将会继续上升。政策支持和技术成本降低使可再生能源发电迅速增长，推动电力行业成为减排先锋，但为了确保可靠供应，整个电力系统的运行方式需要改变。

照明、制冷、电动机等能效提高，使发达经济体电力需求增长放缓，但由于发电结构变化和基础设施升级，仍需大量投资。当今的电力市场设计不能匹配发电结构的迅速变化，批发市场带来的收入不足以激励发电领域新的投资，如果不妥善解决，电力供应可靠性将大打折扣。在需求方面，更严格的能效标准带来的能效收益在抑制能源需求方面发挥了核心作用，自 2010 年以来，30 个 IEA 成员国中有 18 个国家电力消费已有所下降，发展趋势取决于电力在住宅、办公和工厂供热以及交通方面的进展速度。

电力增长主要由发展中经济体推动，发展中经济体电力需求翻倍，使得更清洁、人人可用、可负担的电力成为经济发展和减排战略的核心。到 2040 年，全球电力需求增长的近 1/5 将来自于中国的电动机需求；发展中经济体不断攀升的制冷需求带来类似的电力消费增长。全球各领域能源供应投资中，有近 1/3 用于发展中经济体的发电设施和电网建设。在终端用户价格低于回收成本的地区，这一投资可能无法实现。但是，受到严格监管的市场中装机建设可能会超前于需求：据估计，包括中国、印度、东南亚和中东在内的地区目前电力装机过剩达到 3.5 亿千瓦。

电气化为终端用能脱碳化提供了一条有前景的路径，但仍需要更全面的能源系统战略。电气化未来情景中，假设电气化实现最大化，到 2040 年电动汽车将占全球汽车的一半；建筑行业 and 工业的供热需求中电力占比将快速增长；几乎所有的消费设备和电器将电气化；将完全普及用电。电气化减少了空气污染物的排放，与新政策情景相比将减少近 200 万人的过早死亡。然而，如果不加大电能供给端的脱碳，整个能源部门的碳排放仍将持续增长，仅仅依靠电气化还不足以让世界走上实现气候目标的轨道。

太阳能光伏和天然气正在重构电力行业装机容量。太阳能光伏装机容量到 2025 年将超过风电，2030 年左右超过水电，2040 年前超过煤电，仅次于天然气居全球总装机容量第二位。大规模电站仍将是光伏发电主要投资目标。根据报告一项新的评价指标，在灵活性成本相对较低的电力系统中，风电和太阳能光伏将占有优势。在几乎所有地区，太阳能光伏都比新建煤电更有竞争优势。

发电结构将发生变化。煤炭仍然是主要发电来源，不过其占比将大幅下降，天然气基本可以填补这一降幅。在新政策情景中，到 2040 年可再生能源与煤炭在电力结构中的占比将互换，可再生能源发电将增长约 25% 达到 41%。水电仍将是低碳电能的最大来源，其次是风能和太阳能。核电发电量占比将保持在 10% 左右，但地理格局将有所变化，传统核电大国将在 2040 年迎来一波退役潮，以中国、印度和俄罗斯为首的发展中国家核电将大幅增加。

灵活性将是电力系统的新主张。太阳能光伏和风电的崛起，使电力系统的灵活性变得空前重要。新政策情景中，欧洲部分国家、墨西哥、印度和中国都要求电力系统在大范围内高度灵活。储能电池成本迅速下降，电池与燃气调峰电厂在应对短时供需波动方面的竞争日益激烈。然而，传统电厂依然是保持系统灵活性的主力，新的电网互联、电力储存和需求侧响应技术将起到支持作用。欧盟建设“能源联盟”的工作进展说明，区域融合有助于推动可再生能源消纳。

进行准确投资以保证电力供应。电力部门的投资需要及时有效，以确保电力安全。在竞争性批发电力市场，可再生能源的份额不断上升，可能还需要进行市场改革，以确保足够的投资以维持电力供应。在受严格监管的市场中，目前在建或正在规划阶段的装机将超过新增需求，过度投资的风险仍然存在。

恰当的政策与市场设计将至关重要。在竞争性电力市场中，投资不足的风险威胁着电力供应安全。如果没有协调一致的行动和市场改革，一些发达经济体的电力供应可能会发生波动甚至危险。在重新确定电力供应方向时，除技术成本外，政府还需考虑向电力系统提供服务的价值。

6、可持续发展情景将是满足全球温室气体减排与能源普及目标的解决方案

可持续发展情景为实现能源可及性、空气质量和气候目标提供了一种综合策略，包括二氧化碳捕集、利用与封存在内的所有低碳技术都将为全球能源行业的广泛转型做出贡献。随着低排放发电设施的建设，电力行业的转型会更加深入和迅速。可再生能源技术为能源普及提供了主要路径。终端用能电气化增长强劲，直接利用可再生能源（包括生物质能、太阳能和地热）供热和制造交通燃

料也发展迅猛。可再生能源在电力结构中的比重将从 1/4 增长到 2040 年的 2/3，在供热中的比重将从 10%增长到 25%，在交通运输行业中的比重将从 3.5%增长到 19%（包括直接利用和间接利用）。IEA 还首次在可持续发展情景中引入了水这一维度，到 2030 年清洁用水和普及卫生设施增加的全球能源需求不到 1%，将未处理的废水量减半将增加超过 600 TWh 的污水处理电力消耗，其中 30%可由能量回收发电供应。

7、石油和天然气对环境影响

即便是在可持续发展情景中，到 2040 年天然气和石油在全球能源需求中仍将占重要份额。IEA 首次对全球石油和天然气生产、加工和运输过程中的间接排放进行全面估算，这些环节的间接排放约占能源行业温室气体总排放（包括二氧化碳和甲烷）的 15%。不同来源的排放强度差别很大：用排放最低的石油替代排放最高的石油可减排 25%；同样地，天然气排放可以降低 30%。

要减少把石油和天然气送到终端用户所产生的排放，还有很多工作要做。减少甲烷排放和消除放空燃烧是最经济有效方法中的两种，其他更具“革命性”的可选方案包括利用 CO₂ 提高石油采收率、使用低碳电力开展油气作业和把烃类转化为氢气（并配备碳捕集设施）。日本等国家正密切关注零排放氢能能在能源系统的应用。

先进能源科技战略情报研究中心 2018-12-18

储能产业发展蓝皮书发布

由中国能源研究会储能专委会、中关村储能产业技术联盟编著的《储能产业发展蓝皮书》在北京隆重发布，发布会上同时启动了赠书仪式，由中关村储能产业技术联盟常务副理事长俞振华赠与现场来宾。

蓝皮书全书共 4 个篇章，10 个分章，系统地展现了国内外储能产业发展现状，研究了储能技术特性和市场化应用模式，提出了产业发展阶段所面临的政策和市场环境问题，详解了各国储能产业发展历程中的可借鉴成果和经验，可以为读者提供全面的储能知识信息。本书也分析了近十年储能产业发展走势，可为未来我国支持储能产业发展提供经验借鉴。

着眼能源产业全局和长远发展需求，国家能源局会同国家发展改革委、财政部、科学技术部、工业和信息化部发布了《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》（发改能源〔2017〕1701 号）。本书作者和专家团队即为《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》课题工作组成员，他们长期从事储能技术研发、产业市场研究和项目运行管理工作，详细掌握国内外储能产业发展情况。本书作为研究背景材料支撑了指导意见的出台。

从 2011 年起，中关村储能产业技术联盟开展了《储能产业研究白皮书》研究编制工作，聚焦各年度储能产业变化，从技术、模式、环境和政策等角度对储能产业发展进行了深入研究。为整合汇集近年的研究成果，为关注储能产业发展的政府部门、电力企业、服务机构和电力用户提供专业支撑，搭建系统的储能知识体系，本书对以上研究成果进行了重新梳理，结合当前市场环境和政策形势，从基本情况、市场展望、技术应用、商业模式、产业链和支持政策等方面对整个储能产业进行了系统性解读和分析。

活动期间同时举行了 TÜV 南德意志集团和联盟的电化学储能系统评价战略合作协议签署仪式。中关村储能产业技术联盟副秘书长李臻与 TÜV 南德意志集团总经理欧阳强友共同签署电化学储能系统评价战略合作协议。

TÜV 南德意志集团在储能产业的风险管理、技术标准和检测评估领域积累了丰富的经验，中关村储能产业技术联盟专注于储能产业，通过影响储能产业政策的制定和储能应用的推广促进储能产业的健康有序发展。双方基于彼此在储能领域的优势，决定就电化学储能系统评价工作，结成战略合作伙伴关系。

随着新能源产业的发展、电网能源结构的变化和电力市场改革的推进，储能系统作为电力系统

的重要组成部分，在发电侧、配电网和用户侧的重要性日益凸显，储能产业呈现爆发式增长的趋势。电化学储能是电力储能系统发展最迅速的技术路线。在技术和市场快速发展的同时，电化学储能系统运行产生的风险越来越受到关注。围绕电化学储能系统的安全、性能、环境符合性和文件完整性方面，建立一套全面科学的指标体系，综合评价电化学储能系统的稳定性、安全性、可靠性，对电化学储能系统产业的健康有序发展具有重要的指导作用。

能见 APP 2018-12-21

国内最大的梯次储能项目正式进入商业化运营阶段

近日，目前国内最大的梯次储能项目（1MW/7MWh）在江苏省南通市如东县投运，这标志着国内梯次储能项目正式进入商业化运营阶段。

据了解，该项目由中恒电气旗下煦达新能源和中恒普瑞联合承建，是迄今国内规模最大的基于退役动力电池梯次利用的工商业储能系统。系统由 7 个 180kW/1.1MWh 集装箱式储能系统组成，总装机量为 1.26MW/7.7MWh，运行时 SOC 设定为 90%，系统有效容量为 7MWh。

“集装箱式储能系统由一体化集装箱、温控系统、消防系统和煦达自主研发的智能监控系统组成，可实现人机交互、数据分析、报表生成、战级监控和远程数据传输的功能。”该项目负责人介绍，此外，项目还与谷峰电价差、动力电池梯次利用以及互联网+联系紧密，可谓一大创新优势。

近年来，储能不断迎来政策利好，尤其是今年 7 月，国家发改委发布了《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》，其中首次明确提出，“建立峰谷电价动态调整机制，进一步扩大销售侧峰谷电价执行范围，合理确定并动态调整峰谷时段，扩大高峰、低谷电价价差和浮动幅度。”随后，部分省份也推出了“需求响应”“削峰填谷”等跟进举措。

而本次储能项目就利用了江苏省峰谷价差优势，采用削峰填谷为主、需量调控为辅的控制策略用于白天生产照明。同时，公司生产也有了可靠用电的补充方式，谷电价阶段厂区供电系统向储能系统充电，峰电价阶段储能系统向厂区负载供电。

据了解，项目将以合同能源管理的商务模式跟客户分享峰谷价差带来的收益。相关数据显示，自投运以来，该项目每天可产生大约 4500 元的峰谷价差收益，预计 5 年内可收回投资成本。

该项目被称为“梯次储能项目”，自然与梯次利用分不开。在煦达新能源看来，作为国家发展战略和未来大趋势，新能源汽车市场一直在“升温”，加之今年国内市场迎来了第一批退役动力电池，如何进行退役动力电池的梯次利用无疑成为行业热点话题。

“凭借在储能变流器和管理系统开发的的优势，我们将独创的组串式储能变流器和电动汽车退役动力电池相结合，搭建了梯次锂电储能系统。”煦达新能源总经理李剑铎介绍，这个项目目前最具经济价值和推广基础，实现了梯次储能系统在峰谷电价情况下削峰填谷、光储微网自发自用、储能充电站微网等各细分市场的广泛应用。

中恒电气表示，近年来，在“互联网+”的大环境下，中恒电气一直积极布局能源互联网，是国内最早涉足能源互联网开展用户侧综合能源服务的企业之一。而此次项目的成功投运，是中恒煦达继 2017 年国内首套 MWh 级梯次储能项目成功投运后，在用户侧梯次储能领域的又一重大突破，在推进中恒电气以能源互联网为核心的产业布局的同时，也为用户开拓了储能商业化运营新模式。

国际能源研究中心 2018-12-18

中盐金坛“盐穴压缩空气储能国家试验示范项目”开工奠基

12 月 25 日，中盐金坛“盐穴压缩空气储能国家试验示范项目”开工的奠基仪式在常州金坛区薛埠镇举行。

据了解，该项目于 2017 年 5 月 27 日获国家能源局批复，拟建设 1 套 1 套 60MW 盐穴非补燃压

压缩空气储能系统。项目总投资 15 亿元人民币，其中一期投资 5.34 亿元。未来，将分期建设装机容量达百万千瓦的压缩空气储能基地。未来，将分期建设装机容量达百万千瓦的压缩空气储能基地。

国家能源局

国能函电力〔2017〕17 号

国家能源局关于同意开展压缩空气储能 国家试验示范工作的复函

江苏省发展和改革委员会：

报来《关于恳请将中盐金坛盐化有限责任公司基于盐穴压缩空气智能电网储能系统项目列为国家示范项目的请示》（苏发改能源发〔2016〕1449 号）收悉。经研究，有关意见函复如下：

一、为落实电力发展“十三五”规划，试验示范电力系统储能新技术，综合考虑江苏电网调峰需求和盐穴资源条件，同意你单位按上报方案组织开展基于盐穴压缩空气智能电网储能系统相关工作，作为国家压缩空气储能试验示范。

二、开展压缩空气储能试验示范，重点是优化建设方案、验证设备制造能力、开展标准体系建设，探索促进储能电站发展的价格模式和运行机制，提出发展路线和相关政策措施建议。

三、试点相关单位要充分发挥各参与方积极性，加大科

研力度，推广应用新技术，确保工程质量，抓好生产运行管理。请你单位加强对试验示范工作的监督和检查，协调解决工作中遇到的困难和问题。试验示范工作完成后要组织验收和运行情况总结并及时上报有关情况，研究提出降低建设成本和开展技术推广应用的意见建议。

四、试点项目要按固定资产投资管理的相关规定办理各项审批手续，并结合具体情况，优化工程设计，严格控制工程造价。请各有关部门对试点项目给予必要的支持，优先开展有关工作。请国家电网公司支持试验示范工作，并研究制定合理的调度规则和考核条件，切实验证基于盐穴压缩空气储能技术在电力系统应用的有效性，探讨应用条件，及时总结经验并提出相关政策措施建议。

特此函复。



抄送：发展改革委，国家电网公司，电力规划设计总院，华东能源监管局

中国科学院院士、清华大学副校长薛其坤，中国科学院院士、中央候补委员何雅玲，中国科学院院士、前民盟中央副主席卢强，中国科学院院士周远，中盐集团董事长李耀强，中国电机工程学会秘书长李若梅，江苏省能源局副局长戚玉松，常州市发改委副主任朱建江，清华启迪控股副总裁文辉，华能江苏分公司副总经理李来龙，金坛区政府区委书记狄志强，金坛区政府人大主任王跃中，金坛区政府区长沈东，金坛区政府政协主席陈春洪，国网江苏省电力公司发展部副主任刘玉方，江苏省电力设计院董事长蔡升华，清华大学梅生伟教授，中盐金坛公司总经理管国兴等出席，并为项目奠基培土。

中盐金坛公司总经理管国兴在奠基仪式上表示，“盐穴压缩空气储能发电系统国家示范项目”于2017年5月27日获国家能源局批复。当月，中盐金坛公司成立卢强院士工作站，次月成立“清华大学—中盐金坛压缩空气储能技术联合研究中心”，2017年底，组建了以清华大学梅生伟教授为项目首席科学家的技术专家团队，协力推进盐穴压缩空气储能国家示范项目。2018年10月取得当地政府

建设许可，目前已注册成立项目公司。

中盐集团董事长李耀强在致辞中表示，此次中盐金坛公司与清华大学、中国华能集团共建“盐穴压缩空气储能国家试验示范项目”，是产学研平台结出的硕果，也是央企之间又一合作成果。该项目的建设，不仅推动了央企与高校产学研平台从理论研究到项目落地的全链条建设，推动了制盐行业向能源行业的转型，也推动了央企之间的合作与交流。

据了解，压缩空气储能可在有盐穴的地方应用，可以节约成本及占地，具有较好的投资回报。此项目的建成可有效利用中盐金坛盐化有限责任公司盐穴储存能力，起到“削峰填谷”的作用，促进江苏省电力系统的经济运行。我国当前电力行业的可持续发展面临资源、环境的严峻挑战，“非补燃压缩空气储能系统”若能得以推广，恰为应对此类挑战提供了有效的解决方案。

压缩空气储能发电在我国还是一个新的概念、一项新的技术，具有重要的社会价值和经济价值。第一，该项目将创建具有完全自主知识产权的压缩空气储能技术体系，推动储能产业自主创新水平的提升，引领智能电网向低碳、绿色的方向建设与发展，促进我国能源结构的清洁化转型。第二，该项目的顺利实施，能够有力的支撑当地电网的调峰需求，促进电力系统安全平稳运营，缓解峰谷差造成的电力供应紧张局面。第三，盐穴压缩空气储能以盐穴作为新的储能载体，不仅是消除工业盐穴地质灾害风险最有效、最经济的手段之一，也是盐行业实现结构转型发展的良机。我国拥有丰富的盐穴资源，盐穴储能未来在我国具有广阔的应用前景。该项目建成后在规模和效率上都将树立样板和典范，具有很强的示范意义。

中国能源网 2018-12-26

新型材料让超级电容器装得多、充得快

“充电 5 分钟，通话 2 小时”，这句娃娃也能脱口而出的广告语，切中了锂电池充放电速度慢的痛点。记者 14 日从南京理工大学获悉，该校纳米能源材料实验室团队利用新型材料，让兼具大储电量、快速充放电优势的超级电容器成为可能。相关成果发表在最新一期《先进材料》上。

超级电容器作为一种储能装置，拥有可快速充放电的突出优势，然而市面上流行的电子产品使用的仍多为充放电速度相对更慢的锂电池，这是因为储电量低这一短板严重限制了超级电容器的应用。

电极与电解液是影响超级电容器性能的两大要素。长久以来，科研人员试图从以上两个角度分别寻找既能保持快速充放电优势，又能提高储电量的方法。

据团队负责人夏晖教授介绍，氧化铁资源丰富、价格低廉、对环境友好，作为一种极具应用潜力的电极材料受到许多科研人员的青睐，但其电子、离子传导性能较差，制约了它在超级电容器中的应用。团队首次提出，利用改性的方法，在氧化铁电极材料表面制造氧缺陷，进而有效调控改性氧化铁电极材料与氧化还原电解液之间的相互作用，在保证快速充放电性能的同时，提高电极可存储电量。

实验测算结果显示，这一体系的充放电速度可达每秒 3.2V，现有同类超级电容器仅为每秒 0.4V；且在该条件下，储电量可达 290C / g，相比现有超级电容器的 60—100C / g，具有显著提升。

该研究成果为水系超级电容器的研发提供了新思路，有望弥补市场上现有的有机系超级电容器的诸多不足，储电量为后者的 5—10 倍。

夏晖介绍说，以超级电容器为代表的高效储能装置是大力发展清洁能源中不可或缺的一环。目前实验室正面向产业化应用，沿着进一步提升储电量和电压的方向开展后续研究。

中国科技网 2018-12-17

舍弗勒合作 CMBlu 推进有机液流电池储能应用

近日，舍弗勒集团与有机液流电池制造商 CMBlu 公司正式签署一项合作开发协议，共同开发大规模储能系统，提供可投放市场的产品。CMBlu 公司将负责产品的市场推广。

CMBlu 公司首席执行官彼得·盖格尔博士(左)与舍弗勒集团副首席执行官兼首席技术官彼得·古兹默教授

CMBlu 全称 CMBlu Projekt AG，是世界上领先的有机液流电池制造商之一，其产品用于电网中的储能系统。CMBlu 掌握了用于可再生能源转换的关键技术，帮助实现整个德国范围内针对电动汽车的充电设施。在过去五年中，CMBlu 公司通过与一些德国大学研究小组的合作，成功开发出了用于电网的新型可再生有机液流储能技术，并达到了样品试制的规模。

资料显示，要想建立分散式的电动汽车充电网络，只有通过大容量的、可升级的储能系统才能实现，比如有机液流电池。有机液流电池用作电网中的固定储能装置，有助于实现能源生产和消耗之间的平衡。该技术应用广泛，比如可用于可再生能源的中间存储或工业厂房的用电高峰调节、电动汽车的充电设施中。作为一种缓冲储能方式，有机液流电池可以缓解中压电网的压力，在需要额外负荷时也无须对电网进行升级。

这一产品背后的技术与传统氧化还原液流电池原理类似。电能存储于化合物中，溶于水溶液后形成电解液。与传统采用金属基化合物系统不同，在有机液流电池中，从木质素中分离的有机分子用于电能的存储。木质素广泛存在于大自然中，包括工厂中，比如树木和草。它是一种天然的可再生能源，而且是制浆造纸中大量分离出的一种废弃物，规模达百万吨。这确保了木质素作为大规模储能系统生产的原材料永远不会出现供应问题。

目前，能源转换器中所有的机电部件都已经做了相应的调整，来适应这种新型的电解液，并为批量生产进行了成本优化。电池的整个供应链也可以在本地实现，不用依赖进口。此外，有机液流电池系统不采用稀土元素或重金属，且不易燃，因此在生产操作中非常安全。得益于其工作原理，有机液流系统的储能容量可以不受功率的限制进行提升，对其产生影响的只有储罐尺寸及电解液的量。

作为一家全球性的汽车和工业产品供应商，舍弗勒主要生产汽车发动机、变速箱和底盘部件与系统，以及广泛应用于工业领域的滚动轴承和滑动轴承解决方案，公司 2017 年销售额为 140 亿欧元，在 50 多个国家设有约 170 家分支机构，形成一个集生产基地、研发中心和销售公司于一体的全球性网络。

舍弗勒于 1995 年开始在中国投资生产，20 多年来，舍弗勒已成为中国汽车和工业领域重要的供应商和合作伙伴，在中国区拥有员工约 1.3 万人、安亭研发中心、8 座工厂和 22 个销售办事处。

CMBlu 公司首席执行官彼得·盖格尔博士(Dr.PeterGeigle)表示：“大自然在几十亿年的发展演变中产生了许多非常高效且安全的储能方式。我们非常骄傲能够将这一技术用于大规模储能系统中。为了达到这一目的，我们采用了取之不竭的可再生能源。因此，我们实现的是大型、经济的储能系统。与舍弗勒合作，意味着我们在该系统的产业化和生产方面牵手了一家国际性且经验丰富的合作伙伴，以共同应对全球范围内能源转换领域面临的挑战。”

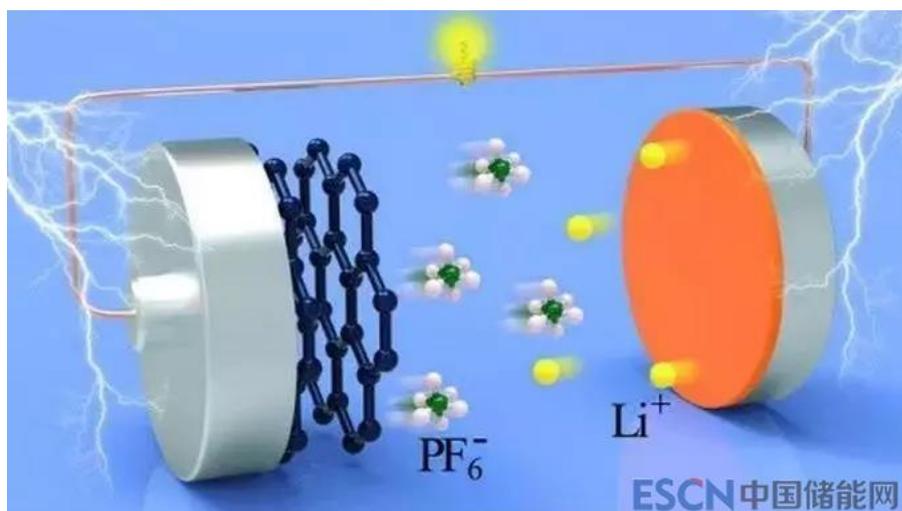
舍弗勒集团副首席执行官兼首席技术官彼得·古兹默教授表示：“我们很高兴能够在涂层技术领域贡献我们的技术专长，并与 CMBlu 公司一起将这项非常有吸引力的未来固定储能技术实现量产。通过合作，舍弗勒又进入了一个新的创新技术领域。大规模储能系统的生产规划完全契合我们的‘高效驱动，驰骋未来’战略——在该战略中，我们从整个能源链出发，提供创新解决方案。”

接下来，CMBlu 公司将完善整个供应链，包括与其他合作伙伴合作的所有前期产品。此外，位于阿尔策瑙的一家样品试制工厂也已建立。目前，CMBlu 公司已经与一些客户签订了供货合同，在未来两年内将产品应用于一些试点项目中。首个商用储能系统计划于 2021 年推向市场。

高工锂电 2018-12-12

先进储能技术已成军事装备领域“重中之重”

能源是提供物质的资源。当前石油、天然气等不可再生资源的消耗速度在不断加快，能源领域的变革已经迫在眉睫。军事能源关乎军队战斗力，关乎国家安全大局。同时，军事能源也是能源革命的先行领域，扮演着能源技术发展“领头羊”的角色。当前，世界各军事强国均把新能源技术作为新一轮科技革命、产业革命和军事革命的重要突破口。美国、欧盟、日本等国在未来几十年中将发展新型能源技术作为科技创新领域的重要任务。习近平主席审时度势、总揽全局，强调“军事能源问题事关重大，要认真研究，确保军事能源保障的安全、高效和可持续”“加快构建现代军事能源体系”，把“新能源”作为军民融合发展六大新兴重点领域之一。随着新能源技术不断发展，储能技术已经成为新能源领域的研究热点。而电化学储能技术作为一种关键的能源存储技术，在其中更是发挥了不可替代的作用。



先进储能技术概述

能源是人类社会发展进步的物质基础，与信息 and 材料并称为当代社会的三大支柱。储能是指通过介质或设备把能量存储起来而在需要的时候再释放的过程，是提高能源利用效率的重要手段，是实现新型可再生能源实际应用的重要环节。储能技术是智能电网的支撑技术，是可再生能源接入能源网络的桥梁、同时也是电动汽车技术发展的核心技术之一，在军民领域都有着广泛应用。电化学储能技术是储能技术中最重要的部分。先进能源包括太阳能、风能、海洋能等可再生能源通常具有显著的不可控、不稳定以及不连续的特征，这类能源的存储较为困难。而先进储能技术则是解决这类可再生能源有效利用的关键技术。通常包括两个方面：

物理储能：包括抽水储能、压缩空气储能、飞轮储能、超导体磁储能等。在物理储能技术中储能媒介不发生化学变化，效率较低，通常对设备和场地要求较高，前期投资比较大。新型物理储能方式如飞轮储能、超导磁储能将电能以电磁能、动能等形式进行存储具有充放电速度快，效率高的优点，但是制造成本较高，能量密度低。

化学储能：包括铅酸电池、锂离子电池、钒电池、钠硫电池、燃料电池、超级电容器等。充放电过程伴随储能介质的化学反应或者元素价态的变化。具有分布灵活、占地小、效率高、环境影响小等优点，同时也存在使用寿命有限的缺点。在民用领域，储能技术是加强智能电网建设的重要组成部分，可以有效实现需求侧管理，消除昼夜峰谷差、平滑负荷，提高电力设备运行效率、降低供电成本，促进可再生能源应用，也可作为提高电网运行稳定性、调整频率、补偿负荷波动的一种手段。在国防军事领域，储能技术可用于战场电力系统的调峰和高能武器及投送装备的动力源，将来甚至有可能取代燃油发电机成为战场上的主要电力供应系统，从而有效克服装备高原高寒地区动力不足的问题，提高战略投送能力与效能。

先进电化学储能技术在军事装备领域的应用

电能是人类社会生产生活不可或缺的二次能源。储能技术应用最为广泛的就是电化学储能技术。电化学储能是利用化学反应，将电能以化学能进行存储和再释放的过程。自 1859 年铅酸蓄电池问世以来，化学电池始终向高容量、高功率、低污染、长寿命、高安全性方向发展。传统电化学储能器件主要以锂离子电池和铅酸电池为主，随着技术的不断进步，锂离子电池和铅酸电池在生产加工及技术上都取得了长足发展，新型电池如全钒液流电池等横空出世。当前，铅酸电池、锂离子电池、钒液流电池和钠硫电池是研究的重点热点。新型物流交通工具如新能源汽车产业的快速发展，锂硫电池、锂空气电池等技术也不断开发完善来适应未来新能源汽车发展需求。电化学储能技术无论在国防领域还是民用领域都有着广泛应用，正深刻影响着人们生活和未来作战与保障模式。

信息化战争背景，越来越多的数字化武器装备在现代战争中崭露头角，在军事上得到广泛应用。高性能的武器装备需要可靠性强、安全性好、环境适应性好、比能量高的军用储能设备来满足其稳定运行的能源需求。现从以下几个方面介绍电化学储能技术在武器、军事装备领域的应用。

一是单兵系统的供能设备。1997 年 5 月以来，美国国防部着手进行军队转型，加速建立信息化快反部队。“未来作战系统”中的核心即网络中心战，将整个战场构建成一个纵横密布的信息网络，而战场上的每个作战平台都构成了一个节点，使得作战部队具备完备的信息沟通联通能力、战场态势感知能力以及体系作战和协同作战的能力。每个平台都需要独立使用各类信息设备，电源必不可少，电池的容量和能量密度等性能成为了非常重要的评价指标。伊拉克战争中，美军 BB-2590 型锂离子电池受到作战部队官兵的好评，每块电池能工作 30 小时以上。除此之外，英国“未来士兵技术”计划(FIST)、德国 Idz 计划，法国 FELIN，意大利 SF 计划，荷兰 SMP 计划都将单兵电源列入单兵作战系统发展计划之中。

近些年来，随着人体增强技术的发展，单兵外骨骼系统进入人们的视野，它能够有效减轻士兵的负重，还能增强穿戴者的力量、速度、耐力。毋庸置疑，军用外骨骼系统中的电源装置作为主要供能设备，也发挥着着不可替代的作用。美国、俄罗斯、法国等都陆续启动了多个军用外骨骼系统的项目，以增强士兵的作战能力。美国国防部高级研究计划局 DARPA 资助研发的“勇士织衣”是一种重量轻、柔韧性好的内穿型作战服，美军方对其电池系统提出的作战指标是重不超 4.5 公斤，在不充电的情况下可以连续使用 24 小时。目前，军用外骨骼系统还处在大力发展的阶段。

二是作战平台的动力能源。早在第二次世界大战期间，纳粹德国就将配备线导控制的无人爆破战车“歌利亚(Goliath)”投入了战车，它有电动和汽油两种版本。现如今，西方国家军队已开发或正在开发油电混合驱动的军用车辆应用于未来战争系统，以缓解日趋严峻的能源形势，降低车辆研发成本，改进车辆燃油消耗，减少与燃料保障紧密有关的后勤需求，同时还可减轻平台整体重量。混合动力汽车除了能够降低油耗和减少排放外，还可以根据需要在一定范围内按纯电动模式运行，使得车辆和作战平台具备一定的隐蔽性。美军在 2015 年曾经测试了一款由美国陆军纳迪克士兵研究开发与工程中心牵头研发的 ULV(Ultra Light Vehicle)油电混动军车，它的动力核心为油电混合驱动，整套载具匹配了一组 14.2 度电的磷酸铁锂电池，在混动状态最大行驶里程可达到 700 公里，纯电续航状态下几乎不产生噪音，最大行驶里程可达到 33.7 公里。

近些年来，美军、法军、德军以及日本自卫队在油电混合以及纯电动军车的实用性上也获得了一定的突破。实际上，近些年来北约等军事强国由较早动力电池研发转向动力电池与传动技术并行的研发阶段。2010 年美军在轮毂电机军事应用上取得了突破进展，轮毂电机可以使得动力通过线缆直接传递给全部驱动轮，取消了复杂的前传动轴和前部分动箱，从而减轻了车身自重，减小了噪音。日本自卫队将轮毂电机应用于六轮混动 105 突击炮上。俄罗斯“白杨”系列导弹运输车也采用燃气轮机发电与轮毂电机驱动协同的模式。莱茵金属公司研制的 GeFaS“混动”地空导弹发射车也采用了轮毂电机技术，它 4 轴 8 轮，主要为德国国防军侦察部队设计。此外，美、英、法都研发了配备轮毂电机的混合动力轮式装甲车。近几年，西方军事强国在“混合动力”等新技术领域有了突飞猛进的发展，有车辆已经进入了测试阶段，而我国对于“新能源”、“混合动力”的应用，尤其是在军事方面的应

用，与西方国家有着不小的差距。

在海军装备领域，应用同样广泛。通用公司与美海军水面作战合作，为美军海豹突击队迷你潜艇提供电池作为潜艇主要动力能源。动力能源应用于水下潜航器能大大增加其隐蔽性，同时还能提升其机动性和安全性——北约国家军队将铅酸、镍氢和锂离子电池应用在素有“水下轻骑兵”的蛙人运载器上。美海军“先进蛙人输送系统”(ASDS)、“无人水下航行器”(UUV)，“海底滑行者”无人水下侦查监视潜航器，以及英国海军多用途无人潜航器(UUV)“泰利斯曼”(Tailsman)都以锂离子电池组作为主要动力源。此外，高性能电池还能增加水下潜航器的续航能力，使用柴电动力的俄罗斯海军“拉达”级非核潜艇水下续航能力达到 6500 海里。俄海军中央设计局“红宝石”专家预测，装备锂离子电池组的“阿穆尔 1650”型潜艇水下续航能力和航速都将得到大幅提高。日本海军苍龙级潜艇不仅采用传统的柴电推进，更是引进了先进的 AIP“混动”技术，并加以改进。

航空航天领域，储能技术的表现也毫不逊色。电源包括一次化学电池、太阳能电池、化学蓄电池、燃料电池等。2018 年电动航空迈向了新的里程，蓄电池与太阳能电池板联合组成供电电源广泛应用在无人小/微型侦察机。无人机执行各种室内外任务，需要具备较高机动性，以及较强续航能力，这个过程中储能系统显得至关重要。20 世纪 90 年代，美国国防高级研究计划局(DARPA)决定研究小/微型无人机来执行战场环境侦察任务，无人机在阿富汗战争和伊拉克战争中表现不俗。具有代表性的无人机有 AeroVironment 公司推出的“龙眼”(DragonEye)无人机、“黄蜂”无人机，以及桑德斯公司推出的“微星”(Microstar)无人机等。储能技术同样应用在了航天领域，以美军 X-37B 空天战斗机为例，它与普通轨道飞行器氢氧燃料电池不同，X-37B 在轨时通常由砷化镓太阳能电池和锂离子电池提供动力。

值得一提的是在新能源领域，一些军事强国的研发企业具有先进的技术，比如美国的通用，克莱斯勒;法国的雷诺;德国的莱茵金属、奔驰;日本的丰田和三菱，它们既是本国汽车产业的领军企业，又是规模庞大的军工企业，为本国的军队提供尖端的技术以及担负着装备制造的任务，具备强大的研发能力。

三是装备及后勤保障供能。储能技术同样服务于作战保障。机载、车载和舰载通信设备多使用铅酸电池和锂离子电池作为电源;荷兰、瑞典等高纬度国家计划为其军队装备电热被服，具有传统被服不可比拟的保温性能;美军还计划为在热带地区作战的官兵军服上装备特制空调，以改善作战条件，同样是电源供能;野战部队在野外宿营通常使用发电机供电，噪声大，热辐射强，隐蔽性差，若使用大容量的电源为指挥系统和后勤保障系统供电，则可大大提高其隐蔽性。

先进电化学储能技术未来可期

科技是核心战斗力，新型先进能源的开发利用已成必然趋势，先进电化学储能技术在新型能源发展过程中必不可少，聚焦备战打仗，聚焦创新驱动，聚焦军民融合，军事能源与军事装备必须协同推进、强强联合。当然，新型储能技术以及新能源产业还面临着诸多挑战，产业链还不完善，基础设施还不完善，政策法规相对滞后，距离新能源物流车市场上全面推开还有不小的距离。在军事装备领域，由于关键技术还不成熟，装备维修和保障成本较高，我军武器装备利用新型先进能源还较少，先进储能技术推广力度小，大规模推广慢。可以预见，无论是军用领域还是民用领域，储能技术还存在着很大发展空间。展望如下：

一、向法治与机制进军。建立政府主导、企业协调、共同参与、多方受益的务实推进机制，为技术创新注入动力，营造宽松的产业环境，促进产品性能升级，引导新能源产业良性发展。同时加速完善各类基础设施，建立统一的通用标准和配套措施，在军事装备方面，也应加快军地接轨，以军事装备的发展带动军事能源的发展，共同促进新能源新装备蓬勃发展。

二、加大产学研结合力度。要下决心建立产学研联合体，加强高校、科研院所、能源企业、汽车企业以及交通运输企业的合作力度，促进紧密合作创新，不断突破相关技术难度，加快科技成果转化。同时也应当建立市场化、专业化、社会化的技术转移创新服务体系，增强动力，促进产学研紧密合作创新。

三、加深军民融合发展。以军事物流需求为主导，充分发挥地方能源企业、军工企业、物流企业的协同作用，军地双方做到优势互补，共同进步。强化科技协同创新，促进资源统筹共享，不仅在技术层面，同时在需求和应用层面实现全面融合深度融合。“军转民”促进国防科技造福社会，释放更大的经济效益；“民参军”补齐军队发展短板，突破瓶颈，助力国防科技更好更快发展。储能技术将会在未来的军事领域中发挥重要的作用，军民融合是推动储能技术快速发展高效且可行之路。

能源与环境问题已成为制约人类社会发展的关键因素。储能是提高能源利用效率的重要手段，是实现新型可再生能源实际应用的重要环节。电化学储能作为储能技术的重要组成部分，相关技术研究显得至关重要。综述电化学储能技术及其在武器及装备领域的应用，我们相信，随着技术发展和制度的配套完善，电化学储能技术会在我军武器装备建设、军事物流投送等方面发挥更重要的作用。

光明军事 2018-12-12

天然气热电联产仍是大势所趋

“我对天然气热电联产项目的发展前景非常看好，为什么？因为下一步燃煤热电联产项目必然要受到控制，而天然气热电联产则是最现实的选择。”北京世创能源咨询公司董事长杨建红表示。

受宏观经济回暖、环保政策加码等利好因素拉动，天然气发电在 2017 年迅猛发展，用气增幅近 20%，成为仅次于工业燃料的天然气利用方向。今年以来，虽然受到气源供应持续紧缺，国家及地方政策一定程度收紧影响，但行业发展依旧强劲。据预计，天然气发电用电量全年增速仍将维持在 10% 以上。

其中，相较于纯发电，天然气热电联产通过充分挖掘低品位热，可使天然气利用综合效率达到 70% 以上，盈利性好，是目前气电发展的主流趋势。然而，当前针对天然气热电联产是否有环保优势，是否高效，是否会扩大电网峰谷差等，行业内仍存争议，甚至有专家曾提出，应尽快停止发展燃气热电联供和冷热电三联供项目。同时，受制于气源供应紧缺，今年 7 月国务院发布的《打赢蓝天保卫战三年行动计划》提出，未来三年原则上将不再新建天然气热电联产项目。

减排优势明显

有公开报道显示，上世纪 80 年代以来，全球气电的发电量增长了约 50%，目前全球气电发电量占比约 21.7%。在不少发达国家，气电在天然气利用中所占比例已占到 30%—60%。

作为优质高效、绿色清洁的低碳能源，天然气在降低燃煤带来的环境污染与社会成本方面有着巨大价值。在 GE 公司一位不愿具名的技术经理看来，热电联产的燃气轮机联合循环发电在环境保护方面有着显著高于煤电机组的技术优越性。

“由于燃机也可以安装脱硝来实现更低的氮氧化物排放。我们对 660MW 级 9HA.01 型燃机与 660MW 燃煤电厂 NO_x、SO_x、CO₂、烟尘等污染物的排放情况进行了对比分析，其中燃机不采用脱硝、脱硫、除尘等措施，而煤机则采用适当措施达到国家标准。结果发现，在满足超低排放的前提下，气电的氮氧化物排放比煤少 30%，CO₂ 排放少 58%，烟尘排放几乎为零。”上述技术经理说。

一位不愿具名的发电行业专家指出，煤电机组实施超低排放改造后虽然常规大气污染物排放改善很多，但脱硫废水及报废后的脱硝催化剂等固废如何处置还没有得到很好的解决。此外，当前湿烟气中可凝结颗粒物是否对环境有影响还存在争议。而燃气电厂的排放都是通过燃烧技术从源头上控制，不再需要额外投入，也不会产生次生环保问题，不仅排放稳定，且随着技术的发展，排放指标会更加具有优势。

调峰能力优秀

受访专家认为，由于煤电机组负荷调节的复杂性，尤其随着可再生能源发电的比例增长以及负荷侧非线性负荷逐年加大，导致电网频率的波动风险日益加大，发电机组稳定电网频率的功能也受到更多重视。而燃气发电由于具备启动快、可靠性高、调峰快速等特点，对提高电网稳定性和可靠

性至关重要，可作为“多能互补”不可或缺的一部分。

“从调峰的灵活性上看，燃机联合循环的一次调频能力大大优于燃煤机组。”上述技术经理进一步指出，燃机系统响应灵活快速，调峰功能突出。针对调峰机组，热态启动从燃机点火到联合循环可以实现 30 分钟内满负荷运行，因此燃气机组的“黑启动”作用也日益得到重视。

例如，2017 年 8 月，台风“天鸽”来袭，珠海洪湾电厂 9E 燃机作为电网中的“黑启动”电源点，从全厂失电到自带厂用电历时 6 分钟，“黑启动”操作成功用时 51 分钟，供电成功后，机组又在低负荷下坚持孤网运行长达 4 个小时，为珠澳地区关键用户提供了有力保障，为电网抢修复电赢得了宝贵时间。

“应是大势所趋”

基于上述比较优势，在我国大气污染防治形势日益严峻，与北方地区强调实施清洁取暖规划的当下，天然气热电联产项目在各地得到了力推。其中全国气电大省江苏近期新增燃机均为天然气热电联产项目。2017 年，该省新批了装机共计 200 万千瓦的 10 个天然气热电联产项目。

数据显示，截至 2017 年底，我国气电装机总量超过 7570 万千瓦，占比达到 4.3%，远低于美国 42%、英国 42%与韩国 27%的水平。发电用气在天然气消费结构中的占比也仅约为全球平均水平的一半。

但受制于气源供应紧缺，国务院今年 7 月发布的《打赢蓝天保卫战三年行动计划》提出，未来三年原则上将不再新建天然气热电联产项目。受访专家普遍认为，此政策只是一个阶段性的措施。杨建红表示仍看好天然气热电联产未来的发展前景，并认为随着国内天然气资源供应越来越充足，国内储气调峰能力大幅提升，预计到 2021 年，国家对天然气热电项目的限制将有望放开。

上述发电行业专家同时认为：“无论从当前国家的宏观政策层面看，还是对我国能源结构调整与城市终端供能绿色低碳化的促进作用看，天然气热电联产是大势所趋，应成为天然气的主要利用形式。如果直接用作锅炉燃料，则是典型的‘高能低用’，是浪费资源的做法。”

针对当前天然气下游应用面临的成本过高、市场竞争力不强及认知度低等诸多不确定性因素，而配套政策或过快或滞后的节奏又加深了这些不确定性等问题的解决，多位受访专家建议，将天然气清洁、高效、安全、灵活的价值体现在市场定价机制里，坚持因地制宜，以热定电的原则，发挥综合供能的优势，实现外部成本内部化，实现天然气燃机联合循环热电联产长期可持续发展。

仝晓波 中国能源网 2018-12-27

山西能源革命：煤层气产能利用量约占全国九成

肩负为中国资源型城市经济转型探路重任的山西省，在“能源革命”的战斗中，将被称为“矿井杀手”的煤层气，开发利用变为清洁能源，成为驱动山西经济转型发展的“澎湃动力”。

14 日，记者从此间召开的山西省煤层气企地对接暨技术交流会上获悉，山西是中国煤层气资源丰富程度最高、开发潜力最大的省份之一，山西省境内煤层气资源量约占全国的三分之一，产能占全国的 96%。

数据显示，截至 2017 年底，山西省煤层气累计探明储量 6675 亿方，另有致密砂岩气探明储量 3509 亿方，已建产能 86 亿方/年，运行钻井 15000 余口。

山西省自然资源厅厅长周建春表示，山西省煤层气产业从无到有、从小到大迅速发展，多年来持续推动煤层气地面抽采利用规模不断迈上新台阶，2006 年突破 1 亿方，2010 年突破 10 亿方，2015 年突破 40 亿方，2017 年突破 50 亿方，利用量约占全国 90%。

作为中国第一个全省域、全方位、系统性的国家级综合配套改革试验区，山西省承担着为全国资源型城市经济转型探路的重任。煤层气资源丰富的山西，加快煤层气勘查开发，成为该省构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系的重要路径。

2016 年，山西成为全国首个煤层气矿业权审批改革试点省份。随着国家一系列激励政策，促进

山西创新政策落地生根、开花结果。截至目前，山西省自然资源厅挂牌推进的 10 个煤层气重大项目，预计完成投入 21 亿元(人民币，下同)，新建产能 6 亿方/年，新增产气量 100 万方/日。2018 年，山西全省预计地面抽采量超过 56 亿方，较上年增加 5 亿方。

据山西省煤层气资源勘查开发规划显示，到 2020 年，山西省煤层气勘探、抽采、运输、转化全产业链条产值要达 1000 亿元人民币，在全省能源结构中占据重要位置。

中国新闻网 2018-12-17

住房和城乡建设部科学技术计划项目“北方建筑热泵供暖关键技术研究与规模化应用”顺利通过专家验收

12 月 26 日，住房和城乡建设部科学技术计划项目“北方建筑热泵供暖关键技术研究与规模化应用”验收会在北京召开。项目由中国建筑科学研究院（以下简称“中国建研院”）联合清华大学、北京工业大学、北京市建筑设计研究院、珠海格力、同方人环、恒有源科技等单位共同承担。来自住房和城乡建设部、研究单位、高等院校、媒体等单位的领导、专家、记者以及项目组成员共 40 余人参加了会议。

./W020181228542098674265.png

会议由中国建研院科技处副处长谢尚群主持。住房和城乡建设部城市建设司赵泽生副司长代表行业主管部门讲话，对项目的研究意义给予了充分肯定。中国建研院李军副总经理代表项目负责单位对各位专家和项目组成员表示欢迎和感谢。会议成立了由北京市建筑设计研究院吴德绳教授级高级工程师主任委员、中国矿业大学武强院士任副主任委员的验收委员会。

中国建研院环能院徐伟院长代表项目组对项目研究背景、技术路线、主要成果、推广应用进行了系统介绍。经质询并讨论，验收委员会一致同意项目通过验收。验收委员会认为，针对北方热泵供暖关键问题，项目组从关键技术、产品研发、标准制定、工程设计、效果检测评价等方面开展了研究工作，研究全面系统；项目组在国际上首次建立空气源热泵最佳除霜点理论和计算模型，研发了内金属传热外 PE 防腐的高效复合地埋管换热器，国内首次建立了城市级热泵供暖监测平台；项目多项成果填补了国内外空白，在热泵供暖领域达到了国际领先水平。

北方供暖是百姓基本需求和民生大事，是关乎北方大气污染治理的重要因素。项目成果支撑了国家热泵供暖政策制定，指导了多个国家清洁取暖试点城市实施方案编制。项目组推广应用热泵供暖面积上亿平方米，取得了显著的环境效益、经济效益和社会效益。

赵紫原 中国能源网 2018-12-28

加拿大新型电网级储能电池系统有望三年后投入市场

经过 10 年的研究制造，麻省理工学院教授沙德维（Don Sadoway）的储能液态金属电池的样机已经在美国麻省接受测试，这一样机的尺寸大致相当于一个集装箱的尺寸。这只是模型机尺寸，日后投入市场的产品可以规模更大，效率更高。

这一电池也被称为电网级电池，其功率强大，足以为一个社区提供电能。

可再生能源太阳能和风能可以经这一新型储能电池储存起来，以在没有太阳和风的日子里为社区供电。

在过去多年中，多种储能电池的研发一直面临可能发生电池过热的危险，另外电池损耗过快，费用太高的问题也一直未能解决。全球各国专家，包括著名的亿万富翁伊隆·马斯克（Elon Musk）多年来都仍在试图解决这些难题。

沙德维教授发明的电池和上述电池非常不同的一点是：沙德维发明的电池使用液态金属和熔盐。不同于我们目前使用的可充电电池，储能液态金属电池造价合理，使用寿命长（数 10 年），可信度

好，安全，它不会过热或着火，爆炸。

沙德维教授主持的公司安布瑞（Ambri）有望在三年后将这一新型储能电池投入市场。

安布瑞公司的总工是沙德维教授的前学生，戴维·布莱德威尔（David Bradwell），他和导师沙德维教授共同发明了这一新型储能液态金属电池。

布莱德威尔和他的导师沙德维教授都是加拿大人。在前往麻省理工学院师从沙德维教授之前，布莱德威尔就读于加拿大女王大学。

布莱德威尔说“我们相信这个项目可以改变世界。”他强调这一电网级别的电池将大大有助于减少碳排放，“对可再生能源来说，这填补了其最后一个缺失的链接”。

麻省理工学院教授唐纳德·沙德维（Don Sadoway）出生于多伦多，是多伦多大学的化学博士，他是目前世界最著名的材料化学家，储能液态金属电池被认为是世界未来十大能源技术之一。

沙德维认为他的研究可以有助于让地球变得好些。“这是科学和为社会服务”，他说，“这也是个加拿大作品。”

加拿大光華網 2018-12-18

地热能

地热何时才能“热”起来

记者从日前闭幕的 2018 中国地热国际论坛上获悉，中国石化目前基本建成 10 座“无烟城”。其重点布局在雄安新区雄县的地热利用开发项目，已成为“雄县模式”。以“雄县模式”为引领，中国石化在山西太原、河北大名、陕西武功、河南清丰等 9 个市县区地热供暖初具规模，已基本建成冬季供暖“无烟城”，距离 2023 年建设 20 座“无烟城”的目标进程近半。目前，我国地热开发利用实际情况如何？有哪些可供借鉴的经验？还存在哪些问题？记者对此展开了调查。

地热资源丰富，潜力巨大

地热资源具有绿色环保、污染小的特点，其开发利用不排放污染物和温室气体，是一种现实可行且具有竞争力的清洁能源，我国地热资源丰富，市场潜力巨大。加快开发利用地热能不仅对调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义，而且对培育新兴产业、促进新型城镇化建设、增加就业均具有显著的拉动效应，是促进生态文明建设的重要举措。

我国从 20 世纪 70 年代开始地热普查、勘探和利用，在广东丰顺、河北怀来、江西宜春等地建设了中低温地热发电站，以及西藏羊八井 24 兆瓦中高温地热电站；90 年代以来，北京、天津、保定、咸阳、沈阳等城市开展中低温地热资源供暖、旅游疗养、种植养殖等直接利用工作。本世纪初以来，热泵供暖(制冷)等浅层地热能开发利用逐步加快发展。

据国土资源部中国地质调查局 2015 年调查评价结果，全国 336 个地级以上城市浅层地热能年可开采资源量折合 7 亿吨标准煤；全国水热型地热资源量折合 1.25 万亿吨标准煤，年可开采资源量折合 19 亿吨标准煤；埋深在 3000~10000 米的干热岩资源量折合 856 万亿吨标准煤。

目前，浅层和水热型地热能供暖(制冷)技术已基本成熟。浅层地热能应用主要使用热泵技术，2004 年后年增长率超过 30%，应用范围扩展至全国，其中 80%集中在华北和东北南部，包括北京、天津、河北、辽宁、河南、山东等地区。

2010 年以来，我国浅层地热能、中深层地热能直接利用分别以年均 28%、10%的速度增长，已连续多年位居世界第一。截至 2017 年底，我国地热发电总装机容量为 27.28 兆瓦，排名世界第 18 位。全国地源热泵装机容量达 2 万兆瓦，年利用浅层地热能折合 1900 万吨标准煤，实现供暖制冷面积超过 5 亿平方米；水热型地热能供暖建筑面积超过 1.5 亿平方米。

在地热发电方面，高温干蒸汽发电技术最成熟，成本最低，高温湿蒸汽次之，中低温地热发电

的技术成熟度和经济性有待提高。因我国地热资源特征及其他热源发电需求，近年来全流发电在我国取得快速发展，干热岩发电系统还处于研发阶段。

初步估算，“十三五”期间，浅层地热能供暖(制冷)可拉动投资约 1400 亿元，水热型地热能供暖可拉动投资约 800 亿元，地热发电可拉动投资约 400 亿元，合计约为 2600 亿元。此外，地热能开发利用还可带动地热资源勘查评价、钻井、热泵、换热等一系列关键技术和设备制造产业的发展。

地热资源的开发利用可为经济转型和新型城镇化建设增加新的有生力量，同时也可推动地质勘查、建筑、水利、环境、公共设施管理等相关行业的发展，在增加就业、惠及民生方面也具有显著的社会效益。

地热发展得到国家重视和支持

2017 年 1 月，国家发改委、能源局以及国土资源部联合发布《地热能开发利用“十三五”规划》(简称《规划》)指出，全面推进能源生产和消费革命战略，以调整能源结构、防治大气污染、减少温室气体排放、推进新型城镇化为导向，创新地热能开发利用模式，积极培育地热能市场，按照技术先进、环境友好、经济可行的总体要求，全面促进地热能有效利用。

在地热能利用原则上，《规划》要求坚持清洁高效、持续可靠;政策驱动、市场推动;因地制宜、有序发展三大原则，结合各地区地热资源特性及各类地热能利用技术特点，有序开展地热能发电、供暖以及多种形式的综合利用。

《规划》指出，在“十三五”时期，新增地热能供暖(制冷)面积 11 亿平方米，其中新增浅层地热能供暖(制冷)面积 7 亿平方米;新增水热型地热供暖面积 4 亿平方米。新增地热发电装机容量 500 兆瓦。到 2020 年，地热供暖(制冷)面积累计达到 16 亿平方米，地热发电装机容量约 530 兆瓦。2020 年地热能年利用量 7000 万吨标准煤，地热能供暖年利用量 4000 万吨标准煤。京津冀地区地热能年利用量达到约 2000 万吨标准煤。

同时在“十三五”时期，要形成较为完善的地热能开发利用管理体系和政策体系，掌握地热产业关键核心技术，形成比较完备的地热能开发利用设备制造、工程建设的标准体系和监测体系。要开展干热岩开发试验工作，建设干热岩示范项目。通过示范项目的建设，突破干热岩资源潜力评价与钻探靶区优选、干热岩开发钻井工程关键技术以及干热岩储层高效取热等关键技术，突破干热岩开发与利用的技术瓶颈。

在重大项目布局上，国家提出在“十三五”时期，重点在五个方面下功夫。

一是水热型地热供暖。根据资源情况和市场需求，选择京津冀、山西(太原市)、陕西(咸阳市)、山东(东营市)、山东(菏泽市)、黑龙江(大庆市)、河南(濮阳市)建设水热型地热供暖重大项目。采用采灌均衡、间接换热或井下换热的工艺技术，实现地热资源的可持续开发。

二是浅层地热能利用。沿长江经济带地区，针对城镇居民对供暖的迫切需求，加快推广以热泵技术应用为主的地热能利用，减少大规模燃煤集中供暖，减轻天然气供暖造成的保供和价格的双重压力。以重庆、上海、苏南地区城市群、武汉及周边城市群、贵阳市、银川市、梧州市、佛山市三水区为重点，整体推进浅层地热能供暖(制冷)项目建设。

三是中高温地热发电。西藏地区位于全球地热富集区，地热资源丰富且品质较好。有各类地热显示区(点)600 余处，居全国之首。西藏高温地热能居全国之首，发电潜力约 3000 兆瓦。

四是中低温地热发电。在东部地区开展中低温地热发电项目建设。重点在河北、天津、江苏、福建、广东、江西等地开展，通过政府引导，逐步培育市场与企业，积极发展中低温地热发电。

五是干热岩发电。开展万米以浅地热资源勘查开发工作，积极开展干热岩发电试验，在藏南、川西、滇西、福建、华北平原、长白山等资源丰富地区选点，通过建立 2~3 个干热岩勘查开发示范基地，形成技术序列、孵化相关企业、积累建设经验，在条件成熟后进行推广。

地热开发利用缘何“热度不足”

虽然地热开发利用在我国局部地区有了较快的发展，也具有一定的“热度”，取得了不俗的成绩。但是就整个国内而言，地热开发利用力度与我国丰富的地热资源并不匹配。

随着现代化建设和人民生活水平的提高，以及南方供暖需求的增长，集中供暖将会有很大的增长空间。同时，各省(区、市)面临着压减燃煤消费、大气污染防治、提高可再生能源消费比例等方面的要求，给地热能发展提供了难得的发展机遇。但是目前地热能发展仍存在诸多制约，除了资源勘查程度低、管理体制不完善等因素外，在其他方面还存在明显的短板和不足，制约了这个行业的进步和发展。

一是技术成熟度不够，技术壁垒难以逾越。我国在浅层和水热型地热能供暖(制冷)、高温干蒸汽发电技术已基本成熟，但在中低温地热发电和干热岩发电等利用方面还鲜有可圈可点的成熟技术。即便是在已经比较成熟的浅层和水热型地热能利用技术上，还存在技术标准不统一和技术壁垒问题，企业各自为战，各念各的经，互相之间技术封锁比较严重，影响了地热能利用的长远发展。

二是地热利用在社会上有热度，但开发企业重视度不够。企业没有投资的激情，叫好不叫座。地热开发利用是一个朝阳产业，社会各界也看到了其中的“钱力无限”，但是由于地热利用投资成本高、利润率低、见效慢，短期内很难收回投资，导致企业难有持续力度不断投入。再加上国内地热利用企业多是散兵游勇式的作战，资源利用效率不高，互相之间合作较少，因此难以形成气候。

目前，国内仅有陕西绿源地热能开发有限公司成规模。该公司已在陕西、河北、山东等 3 个区域成功进行地热资源综合开发利用工作，累计实现供暖面积 5000 万平方米，是目前国内最大的常规地热资源开发利用企业。而在这个行业中，其他成规模的企业较少。

三是国家配套政策和支持力度还需要加大。据估算，地热能资源约为全球煤炭储量的 1.7 亿倍，每年从地球内部经地表散失的热量相当于 1000 亿桶石油的热当量。对比风能、太阳能等可再生能源，地热资源具有安全、稳定、不受季节和昼夜变化影响、清洁、低碳、可再生等优势。我国是一个地热资源丰富的国家，这对于地热开发是一个非常大的优势。然而目前国内地热发展仍处于起步阶段，处于“叫好不叫座”的境地。

地热缘何“不热”，除了技术瓶颈、成本高，还存在顶层设计不足等问题，在市政工程、建设用地、用水用电价格等方面给予地热能开发利用政策支持不到位、市场机制、规划和项目管理、行业监管滞后等问题，影响了这个行业的健康发展。

综上所述，地热开发利用市场虽大，潜力与“钱力”也很足，但是要想让地热开发利用真正“热”起来，从国家层面上看，要加大扶持力度;从企业层面上看，要有“风物长宜放眼量”的情怀，着眼长远而不是只盯着眼前效益，敢于投资才能取得更长久的利益。

唯有如此，地热才不至于落得当前“表面热内心冷”的境遇，最终实现造福社会与经济效益的双丰收。

石油商报 2018-12-14

冰岛前总统谈足球成功经验：利用地热建室内球场，雄安可借鉴

12月12日，冰岛前总统 Olafur Ragnar Grimsson 出席在京召开的 2018 年中欧可持续城镇化会议。

冰岛足球队在 2018 年俄罗斯世界杯中的突出表现，吸引了人们对冰岛的关注目光。12月12日，冰岛前总统 Olafur Ragnar Grimsson 在出席在京召开的 2018 年中欧可持续城镇化会议时透露，冰岛足球的成功与 20 年前全国广泛利用地热资源建设室内足球场密切相关，年轻人一年四季等任何时间都可以踢球。

他建议，中国与冰岛已经建立了中冰清洁能源城市供暖模式，雄安将作为展示平台，要让雄安新区成为亚洲的地热之都，同时也可以利用地热建立室内足球场。

在 Grimsson 看来，当前，全球气候恶化，极端天气出现，为了可持续发展，雄安新区的规划建设，承担着成为全面能源转型的零排放城市的重要任务。

他以冰岛的清洁能源转型经验举例，“在我年轻的时候，冰岛当时的能源系统中，超过 80%是煤

炭和石油，我们的首都充满了煤灰。在我的执政生涯中，我将冰岛转变为全球第一位的清洁能源国家和欧洲地热能源领先国家，证明了地热能源的使用，可以帮助我们建立城市供暖和制冷系统。”

Grimsson 透露，在对于清洁能源城市建设的探索上，中国也在多年前就开始起步了，并积极与其他优势国家合作。当前，中国与冰岛已经建立了中冰清洁能源城市供暖模式，“要让雄安可以成为我们最好的展示平台，这不仅是为中国，也包括整个亚洲，要让雄安成为亚洲的地热之都。”

他说，雄安位于中国地热能源最丰富的地区，这就有条件将未来的城市制冷和供暖变得更为清洁，同时也能改善人们的生活方式，“包括医疗中心、游泳池、体育中心、农业种植，全面的、可持续发展的雄安生活，将成为一个典范。”

他希望在雄安建立一个地热教育中心，把冰岛的学者和专家派到雄安，在中国培养新一代的城市能源转型的专家，“我们需要城市能源转型的专家和人才，如果气候问题和污染问题没有解决，那么数字化可能就不那么有吸引力了，所以我们要在零排放的城市里推进数字化。”

冰岛足球队在 2018 年俄罗斯世界杯中的突出表现，也吸引了更多的人关注冰岛。会上，Grimsson 告诉了大家冰岛足球成功的秘诀，“20 年前我们就使用地热建立室内的足球场，让年轻人可以在任何时间一年四季都可以踢足球。”

为此他建议，雄安也可以利用地热建立室内足球场，“让雄安成为亚洲地热能之都，也可以成为中国足球之都。”

澎湃新闻 2018-12-13

生物质能、环保工程

15 家农林生物质热电企业共同签署宣言 《梅溪湖宣言》

12 月 25 日，由中国产业发展促进会生物质能产业分会主办，理昂生态能源股份有限公司承办的中国农林生物质热电骨干企业领导人首届峰会在长沙梅溪湖畔举行，峰会以“同舟共济，合作共赢”为主题，来自全国各地 200 多位行业协会领导、农林生物质热电行业骨干企业领导人、专家学者、项目所在地政府和金融机构负责人齐聚一堂，共同回顾总结中国农林生物质热电行业发展历程，分析研判行业当前发展面临的机遇和挑战，研究探讨行业可持续健康发展的机制，展望未来 10 年行业发展的总体趋势。

交流互鉴，“热电联产”成峰会热词

困难与希望同在，挑战与机遇并存，中国农林生物质热电行业转型升级须把握当下。作为行业骨干企业主要负责人的第一次大聚首，交流互鉴、凝聚共识，共促发展，开创未来是本次峰会的宗旨所在。会上生物质能产业促进会会长陈小平和生物质能产业促进会常务副秘书长张大勇先后致辞、演讲，深刻剖析行业发展现状、指出行业乱象，指明了行业未来发展方向。理昂生态能源股份有限公司董事长郭振军、中国光大绿色环保有限公司副总经理孙先栋、山东琦泉能源科技有限公司总经理郭瑞忠等企业领导人分别作了主题演讲，就企业自身发展现状和经验进行了分享，对行业定位和属性问题作了分析阐述和深入交流，在行业属性和定位方向等根本性问题上统一了步调，在全行业大力推进从单一发电向热电联产或纯供热转型这一行业发展方向上达成了广泛共识。

“农林生物质热电行业的转型势在必行，企业未来要在存量项目上想尽一切办法转向热电联产，要在增量项目上热电联产和纯供热，要在生物天然气等领域进行新开拓。”生物质能产业促进会常务副秘书长张大勇指出。

“从单一发电向热电联产或纯供热转型是行业可持续发展的必由之路，理昂力争实现所有项目供热，投产 11 个项目，已供热 3 个、可供热 6 个，2 个与政府招商联动实现供热，新建热电联产项目中计划建一个集工业园区、城市基础配套供热、供暖、供热水、甚至冷热联供的示范工程，目前正

在开发。”理昂生态能源股份有限公司董事长郭振军分享理昂转型升级的经验与做法。

凝聚共识，15家企业共同签署宣言 《梅溪湖宣言》

将农林废弃物的减量化、无害化处理和能源化利用作为本行业的发展重点，全行业大力推进从单一发电向热电联产或纯供热转型，共同构建风清气正的行业秩序，是与会企业的一致共识，中国光大绿色环保有限公司、国能生物发电集团有限公司、中国环境保护集团有限公司、山东琦泉能源科技有限公司、里昂生态能源股份有限公司、广东长青集团股份有限公司、江苏省新能源开发股份有限公司、广东粤电湛江生物质发电有限公司、广东韶能集团股份有限公司、中国电子系统技术有限公司、四川能投环境工程投资有限公司、安徽国祯生态科技有限公司、黑龙江庆祥企业管理集团有限公司、天壕新能源有限公司、江苏联美生物质能源有限公司、四川光大节能环保投资有限公司，共15家行业骨干企业领导人共同签署发布了《中国农林生物质发电骨干企业领导人首届峰会宣言》（简称《梅溪湖宣言》），为行业未来健康发展定调明向。宣言明确了行业自律条约，包括：1.模范遵守国家规定，绝不掺烧化石能源；2.持续加大环保设施投入和环保人才培养，绝不超标排放；3.尊重市场规律和农林废弃物资源禀赋实际，在项目选址上充分考虑同业企业利益与合理诉求，不搞恶性竞争，不恶意打燃料价格战，建设友邻、竞合、共荣的同业命运共同体。另外，宣言确定2019年第二届中国农林生物质热电骨干企业领导人峰会将由中国光大绿色环保有限公司承办。

“宣言的签订有利于整个行业的同心聚力，正本清源，标志着我们农林废弃物热电产业的全体参与者正式结成理想共同体、责任共同体、奋斗共同体、利益共同体、命运共同体。”与会企业山东琦泉能源科技有限公司总经理郭瑞忠说。

下一届峰会将由中国光大绿色环保有限公司承办，会旗由理昂生态能源股份有限公司移交给中国光大绿色环保有限公司。

不忘初心，全国首座农林生物质热电行业陈列馆亮灯

不要走的太远就忘了为什么出发，为什么要投身于农林废弃处理这一伟大事业。行业的意义和价值何在，与会企业领导人一同见证了理昂生态创新创业展示中心暨远程智能指挥中心亮灯仪式，在参观陈列馆的过程中找到创业的初心，找到继往开来的动力。

作为行业领军企业之一的理昂生态能源股份有限公司，从创立之初就同步着我国农林生物质热电行业发展壮大的步伐，一部理昂生态的创业史就是一部中国农林生物质热电行业的发展史，理昂生态创新创业展示中心位于理昂生态能源股份有限公司总部所在地长沙高新区，展示中心分序言、简介、沙盘模型、3D MAPING、理昂数据版块，深刻诠释了理昂生态为了中国的生态文明建设水平和综合国力的提高，为了让中国的天更蓝、山更绿、水更清，为了让农业更强、农村更美、农民更富的三个“初心”，阐述了农林废弃物能源利用产业的前世今生，记录了理昂生态用10年时间从“1.0”艰苦创业阶段到“2.0”扩张发展阶段到“3.0”转型升级阶段到“4.0”智慧智能时代的创业历程和发展构想。

“理昂生态创新创业陈列馆意义重大，不仅梳理了中国农林废弃物处理行业的前世今生，厘清了行业属性和定位，给予了这个年轻的行业纯正的历史根源，理昂生态的创新创业史本身也能给其他企业带来很多经营上的借鉴和启示。”与会企业国能生物质发电集团副总经理李奇说。

生物质能产业促进会 2018-12-26

皖西地区生物质发电累计并网装机达 28 万千瓦

据中安在线消息称，皖西六安、安庆等地积极抢抓国家促进新能源产业发展战略机遇，大力发展光伏发电、风电、抽水蓄能和生物质发电等可再生能源，不断完善绿色能源供给结构，目前装机规模达 397 万千瓦，占地区电力总装机的 63.7%，高于全省约 40 个百分点。

截至目前，皖西地区建成并网总装机 234.4 万千瓦。稳妥开展风电开发，积极推进风电开发招商，建成投产华能怀宁龙池风电场、国电望江香茗山风电场等项目，装机规模达 49.6 万千瓦。

与此同时，皖西地区积极发展生物质发电，加快秸秆电厂建设，合理规划建设生活垃圾焚烧电

厂，生物质发电累计并网装机达 28 万千瓦。有序推进抽水蓄能电站建设，金寨抽水蓄能电站主体工程加快建设，桐城抽水蓄能电站前期工作进展顺利，岳西、霍山抽水蓄能电站列入安徽电网 2025 水平年抽水蓄能规划调整推荐站点。

中国煤炭资源网 2018-12-19

百万年薪招不到人才，垃圾焚烧发电行业诸多“痛点”待解

“我国垃圾焚烧发电行业已走过整整 30 个年头，进展前所未有的。过去发达国家才有的垃圾发电厂，如今在我国已超过 350 座。除建立从设备制造到安装运行的完整产业链，回收利用水平不断提升，日处理能力达到 36 万吨/天，稳居全球第一。可发展至今，我们的垃圾发电厂为何依然饱受‘流言’困扰？”近日在“2018（第十二届）固废战略论坛”上，住建部市政公用行业专家委员会环境卫生专家组成员、中国城市建设研究院有限公司总工程师徐海云首先发问，揭示垃圾发电行业的发展困局。

梳理行业进程不难发现，徐海云口中的“流言”，指的是二噁英排放等问题引发的邻避效应。而这只是我国垃圾发电困境的“冰山一角”。在其看来，因系统研究、科技投入等不足，这些“痛点”严重掣肘行业，造成各界对垃圾发电的认识长期不统一。

长期靠规模扩张 亟待高质量转型

行业发展有目共睹，但多位业内人士也同时指出，垃圾发电企业大多依靠规模扩张，造成粗放式管理、运行效率偏低、发展不均衡等问题突出，“高质量”成为下一步发展的关键词。

“目前，垃圾发电项目处理单价已达 50-100 元/吨，价格水平虽上来了，大部分服务却仍停留在较低档次，甚至出现不少漏洞。客观来说，真正的产业革命尚未到来，现有成绩主要靠单一要素拉动，对高质量服务的追求已经到来。”E20 环境平台董事长、清华海峡研究院生态中国创新中心主任傅涛直言。

除服务角度，中国节能环保集团有限公司总经济师、中国环境保护集团有限公司董事长郑朝晖指出，高质量也是企业自身发展的需要。垃圾焚烧属重资产行业，独特的公益属性决定了项目收益水平有明显天花板。只有不断提升管理水平，才能克服政策边际、环境边际、成本边际与收益边际带来的挑战。例如，在处理费用逐渐走低、管理费用持续增加的情况下，企业收入空间一步步变窄，部分企业过去靠项目基建、设备供应而增加利润的道路，如今已越来越难走。大势使然，不走高质量专业化发展道路将面临出局。

“垃圾发电行业正由拼规模走向拼质量，由跑马圈地逐步转向苦练内功，“粗放型企业的生存空间将越来越小，‘精准投资、精益生产’才是趋势所在。”郑朝晖称。

科技体系脆弱 专业人才不足

在高质量要求的驱动下，创新越来越受重视。但另一面，科技体系脆弱、人才储备不足等现实，又让多家企业苦恼不已。

“近几年，垃圾发电行业的发展速度很快，而不少企业的人才储备却跟不上。有企业不得不花高薪，从其他地方挖人才、搭班子；还有企业项目签好了，却苦于找不到合适的项目经理。是时候关注‘人’的问题了！”重庆三峰环境集团股份有限公司党委书记董事长雷钦平感慨。

长期身处一线，E20 环境平台特邀研究员林凯也有感触。“目前，真正了解焚烧体系，特别是对回转窑熟悉的专业人才缺口很大。江苏一垃圾发电企业就遇到过，100 万年薪却招不来 1 名运营总监的情况，直接影响项目建设、运营的预期目标，而且这不是个案。”

专业人才的缺乏，进一步带来技术制约。在海环境集团股份有限公司总裁王家樑看来，技术、机制体制等因素制约，我国固废处置形势并不乐观。“尤其是我们的科技平台，形式极为单一。我认为，垃圾发电行业也应该沿用实验室、中试研发、生产实证研究及产业化应用的研发路线。”

再以垃圾发电“最后一公里”难题——飞灰处置为例，记者了解到，因长期缺乏真正可行而又经济的处理技术，已成为影响整个行业的一个关键环节。早在 2016 年底，我国垃圾发电厂的飞灰日产

就达万吨量级，而据《“十三五”城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》，到 2020 年，这一体量还将突破 1000 万吨/年。

“业内都知道，飞灰问题如不妥善处置，将为我国固废管理埋下一颗‘定时炸弹’。但踏踏实实关注技术的企业有多少？又有多少技术是自己创新来的？提高重点企业的技术水平，这不是一句空话。”一位业内人士无奈地表示。

企业融资成难题 依赖补贴难持久

“钱”的问题也让企业揪心。绿色动力环保集团总裁乔德卫告诉记者，垃圾发电行业的主要特点是资金密集，作为典型的重资产行业，离不开大量资金投入。“企业要么有资本金，要么具备很强的融资能力。”

但在环保行业整体遭遇“寒冬”的背景下，融资已成为垃圾发电企业的最大痛点。“大型民营企业的融资成本普遍上升 3 个百分点以上，中小企业基本融不到钱。”全国工商联环境商会副会长兼首席政策专家骆建华坦言。

启迪桑德环境资源股份有限公司固废及再生资源中心副总经理王文侠也证实，垃圾发电项目的运营模式主要为“建设-经营-转让（BOT）”“公共私营合作制（PPP）”，前期投资大、手续繁琐，建设及回款周期却偏长，对企业资金实力、融资能力都是考验。“垃圾发电企业资金‘短债长投’、缺乏现金流的模式并不可持续。”

同时，还有来自“补贴”的不确定性。“国外垃圾发电厂并不享受补贴，和煤电、气电等一样竞价上网后才能卖出去。我们未来会不会也走这样的路线？我认为，垃圾发电企业应提前做好准备。”北京控股有限公司副总裁柯俭称。

这一观点并非空穴来风。郑朝晖表示，过去 10 年，国家通过电价补贴、税收优惠等政策大力扶持垃圾焚烧产业。“随着产业不断成熟，中央可再生能源发电补贴缺口和地方财政环境治理的缺口也在扩大，扶持逐渐出现退坡。国家发改委此前在上网电价征求意见稿时就提出，2017 年 1 月 1 日后并网的垃圾焚烧发电等新能源发电项目标杆上网电价，由各省价格主管部门确定继续执行国家制定的标杆电价，或根据本地情况研究制定标杆上网电价。”

“补贴究竟能持续多久？新项目今后还有没有补贴？”傅涛提醒，补贴问题是垃圾发电行业面临的危机之一，产业革命尚未到来，考验才刚刚开始。

“我国垃圾焚烧发电行业已走过整整 30 个年头，进展前所未有的。过去发达国家才有的垃圾发电厂，如今在我国已超过 350 座。除建立从设备制造到安装运行的完整产业链，回收利用水平不断提升，日处理能力达到 36 万吨/天，稳居全球第一。可发展至今，我们的垃圾发电厂为何依然饱受‘流言’困扰？”近日在“2018（第十二届）固废战略论坛”上，住建部市政公用行业专家委员会环境卫生专家组成员、中国城市建设研究院有限公司总工程师徐海云首先发问，揭示垃圾发电行业的发展困局。

梳理行业进程不难发现，徐海云口中的“流言”，指的是二噁英排放等问题引发的邻避效应。而这只是我国垃圾发电困境的“冰山一角”。在其看来，因系统研究、科技投入等不足，这些“痛点”严重掣肘行业，造成各界对垃圾发电的认识长期不统一。

长期靠规模扩张 亟待高质量转型

行业发展有目共睹，但多位业内人士也同时指出，垃圾发电企业大多依靠规模扩张，造成粗放式管理、运行效率偏低、发展不均衡等问题突出，“高质量”成为下一步发展的关键词。

“目前，垃圾发电项目处理单价已达 50-100 元/吨，价格水平虽上来了，大部分服务却仍停留在较低档次，甚至出现不少漏洞。客观来说，真正的产业革命尚未到来，现有成绩主要靠单一要素拉动，对高质量服务的追求已经到来。”E20 环境平台董事长、清华海峡研究院生态中国创新中心主任傅涛直言。

除服务角度，中国节能环保集团有限公司总经济师、中国环境保护集团有限公司董事长郑朝晖指出，高质量也是企业自身发展的需要。垃圾焚烧属重资产行业，独特的公益属性决定了项目收益水平有明显天花板。只有不断提升管理水平，才能克服政策边际、环境边际、成本边际与收益边际

带来的挑战。例如，在处理费用逐渐走低、管理费用持续增加的情况下，企业收入空间一步步变窄，部分企业过去靠项目基建、设备供应而增加利润的道路，如今已越来越难走。大势使然，不走高质量专业化发展道路将面临出局。

“垃圾发电行业正由拼规模走向拼质量，由跑马圈地逐步转向苦练内功，“粗放型企业的生存空间将越来越小，‘精准投资、精益生产’才是趋势所在。”郑朝晖称。

科技体系脆弱 专业人才不足

在高质量要求的驱动下，创新越来越受重视。但另一面，科技体系脆弱、人才储备不足等现实，又让多家企业苦恼不已。

“近几年，垃圾发电行业的发展速度很快，而不少企业的人才储备却跟不上。有企业不得不花高薪，从其他地方挖人才、搭班子；还有企业项目签好了，却苦于找不到合适的项目经理。是时候关注‘人’的问题了！”重庆三峰环境集团股份有限公司党委书记董事长雷钦平感慨。

长期身处一线，E20 环境平台特邀研究员林凯也有感触。“目前，真正了解焚烧体系，特别是对回转窑熟悉的专业人才缺口很大。江苏一垃圾发电企业就遇到过，100 万年薪却招不来 1 名运营总监的情况，直接影响项目建设、运营的预期目标，而且这不是个案。”

专业人才的缺乏，进一步带来技术制约。在海环境集团股份有限公司总裁王家樑看来，技术、机制体制等因素制约，我国固废处置形势并不乐观。“尤其是我们的科技平台，形式极为单一。我认为，垃圾发电行业也应该沿用实验室、中试研发、生产实证研究及产业化应用的研发路线。”

再以垃圾发电“最后一公里”难题——飞灰处置为例，记者了解到，因长期缺乏真正可行而又经济的处理技术，已成为影响整个行业的一个关键环节。早在 2016 年底，我国垃圾发电厂的飞灰日产就达万吨量级，而据《“十三五”城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》，到 2020 年，这一体量还将突破 1000 万吨/年。

“业内都知道，飞灰问题如不妥善处置，将为我国固废管理埋下一颗‘定时炸弹’。但踏踏实实关注技术的企业有多少？又有多少技术是自己创新来的？提高重点企业的技术水平，这不是一句空话。”一位业内人士无奈地表示。

企业融资成难题 依赖补贴难持久

“钱”的问题也让企业揪心。绿色动力环保集团总裁乔德卫告诉记者，垃圾发电行业的主要特点是资金密集，作为典型的重资产行业，离不开大量资金投入。“企业要么有资本金，要么具备很强的融资能力。”

但在环保行业整体遭遇“寒冬”的背景下，融资已成为垃圾发电企业的最大痛点。“大型民营企业的融资成本普遍上升 3 个百分点以上，中小企业基本融不到钱。”全国工商联环境商会副会长兼首席政策专家骆建华坦言。

启迪桑德环境资源股份有限公司固废及再生资源中心副总经理王文侠也证实，垃圾发电项目的运营模式主要为“建设-经营-转让（BOT）”“公共私营合作制（PPP）”，前期投资大、手续繁琐，建设及回款周期却偏长，对企业资金实力、融资能力都是考验。“垃圾发电企业资金‘短债长投’、缺乏现金流的模式并不可持续。”

同时，还有来自“补贴”的不确定性。“国外垃圾发电厂并不享受补贴，和煤电、气电等一样竞价上网后才能卖出去。我们未来会不会也走这样的路线？我认为，垃圾发电企业应提前做好准备。”北京控股有限公司副总裁柯俭称。

这一观点并非空穴来风。郑朝晖表示，过去 10 年，国家通过电价补贴、税收优惠等政策大力扶持垃圾焚烧产业。“随着产业不断成熟，中央可再生能源发电补贴缺口和地方财政环境治理的缺口也在扩大，扶持逐渐出现退坡。国家发改委此前在上网电价征求意见稿时就提出，2017 年 1 月 1 日后并网的垃圾焚烧发电等新能源发电项目标杆上网电价，由各省价格主管部门确定继续执行国家制定的标杆电价，或根据本地情况研究制定标杆上网电价。”

“补贴究竟能持续多久？新项目今后还有没有补贴？”傅涛提醒，补贴问题是垃圾发电行业面临

的危机之一，产业革命尚未到来，考验才刚刚开始。

“我国垃圾焚烧发电行业已走过整整 30 个年头，进展前所未有。过去发达国家才有的垃圾发电厂，如今在我国已超过 350 座。除建立从设备制造到安装运行的完整产业链，回收利用水平不断提升，日处理能力达到 36 万吨/天，稳居全球第一。可发展至今，我们的垃圾发电厂为何依然饱受‘流言’困扰？”近日在“2018（第十二届）固废战略论坛”上，住建部市政公用行业专家委员会环境卫生专家组成员、中国城市建设研究院有限公司总工程师徐海云首先发问，揭示垃圾发电行业的发展困局。

梳理行业进程不难发现，徐海云口中的“流言”，指的是二噁英排放等问题引发的邻避效应。而这只是我国垃圾发电困境的“冰山一角”。在其看来，因系统研究、科技投入等不足，这些“痛点”严重掣肘行业，造成各界对垃圾发电的认识长期不统一。

长期靠规模扩张 亟待高质量转型

行业发展有目共睹，但多位业内人士也同时指出，垃圾发电企业大多依靠规模扩张，造成粗放式管理、运行效率偏低、发展不均衡等问题突出，“高质量”成为下一步发展的关键词。

“目前，垃圾发电项目处理单价已达 50-100 元/吨，价格水平虽上来了，大部分服务却仍停留在较低档次，甚至出现不少漏洞。客观来说，真正的产业革命尚未到来，现有成绩主要靠单一要素拉动，对高质量服务的追求已经到来。”E20 环境平台董事长、清华海峡研究院生态中国创新中心主任傅涛直言。

除服务角度，中国节能环保集团有限公司总经济师、中国环境保护集团有限公司董事长郑朝晖指出，高质量也是企业自身发展的需要。垃圾焚烧属重资产行业，独特的公益属性决定了项目收益水平有明显天花板。只有不断提升管理水平，才能克服政策边际、环境边际、成本边际与收益边际带来的挑战。例如，在处理费用逐渐走低、管理费用持续增加的情况下，企业收入空间一步步变窄，部分企业过去靠项目基建、设备供应而增加利润的道路，如今已越来越难走。大势使然，不走高质量专业化发展道路将面临出局。

“垃圾发电行业正由拼规模走向拼质量，由跑马圈地逐步转向苦练内功，“粗放型企业的生存空间将越来越小，‘精准投资、精益生产’才是趋势所在。”郑朝晖称。

科技体系脆弱 专业人才不足

在高质量要求的驱动下，创新越来越受重视。但另一面，科技体系脆弱、人才储备不足等现实，又让多家企业苦恼不已。

“近几年，垃圾发电行业的发展速度很快，而不少企业的人才储备却跟不上。有企业不得不花高薪，从其他地方挖人才、搭班子；还有企业项目签好了，却苦于找不到合适的项目经理。是时候关注‘人’的问题了！”重庆三峰环境集团股份有限公司党委书记董事长雷钦平感慨。

长期身处一线，E20 环境平台特邀研究员林凯也有感触。“目前，真正了解焚烧体系，特别是对回转窑熟悉的专业人才缺口很大。江苏一垃圾发电企业就遇到过，100 万年薪却招不来 1 名运营总监的情况，直接影响项目建设、运营的预期目标，而且这不是个案。”

专业人才的缺乏，进一步带来技术制约。在海环境集团股份有限公司总裁王家樑看来，技术、机制体制等因素制约，我国固废处置形势并不乐观。“尤其是我们的科技平台，形式极为单一。我认为，垃圾发电行业也应该沿用实验室、中试研发、生产实证研究及产业化应用的研发路线。”

再以垃圾发电“最后一公里”难题——飞灰处置为例，记者了解到，因长期缺乏真正可行而又经济的处理技术，已成为影响整个行业的一个关键环节。早在 2016 年底，我国垃圾发电厂的飞灰日产就达万吨量级，而据《“十三五”城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》，到 2020 年，这一体量还将突破 1000 万吨/年。

“业内都知道，飞灰问题如不妥善处置，将为我国固废管理埋下一颗‘定时炸弹’。但踏踏实实关注技术的企业有多少？又有多少技术是自己创新来的？提高重点企业的技术水平，这不是一句空话。”一位业内人士无奈地表示。

企业融资成难题 依赖补贴难持久

“钱”的问题也让企业揪心。绿色动力环保集团总裁乔德卫告诉记者，垃圾发电行业的主要特点是资金密集，作为典型的重资产行业，离不开大量资金投入。“企业要么有资本金，要么具备很强的融资能力。”

但在环保行业整体遭遇“寒冬”的背景下，融资已成为垃圾发电企业的最大痛点。“大型民营企业的融资成本普遍上升3个百分点以上，中小企业基本融不到钱。”全国工商联环境商会副会长兼首席政策专家骆建华坦言。

启迪桑德环境资源股份有限公司固废及再生资源中心副总经理王文侠也证实，垃圾发电项目的运营模式主要为“建设-经营-转让（BOT）”“公共私营合作制（PPP）”，前期投资大、手续繁琐，建设及回款周期却偏长，对企业资金实力、融资能力都是考验。“垃圾发电企业资金‘短债长投’、缺乏现金流的模式并不可持续。”

同时，还有来自“补贴”的不确定性。“国外垃圾发电厂并不享受补贴，和煤电、气电等一样竞价上网后才能卖出去。我们未来会不会也走这样的路线？我认为，垃圾发电企业应提前做好准备。”北京控股有限公司副总裁柯俭称。

这一观点并非空穴来风。郑朝晖表示，过去10年，国家通过电价补贴、税收优惠等政策大力扶持垃圾焚烧产业。“随着产业不断成熟，中央可再生能源发电补贴缺口和地方财政环境治理的缺口也在扩大，扶持逐渐出现退坡。国家发改委此前在上网电价征求意见稿时就提出，2017年1月1日后并网的垃圾焚烧发电等新能源发电项目标杆上网电价，由各省价格主管部门确定继续执行国家制定的标杆电价，或根据本地情况研究制定标杆上网电价。”

“补贴究竟能持续多久？新项目今后还有没有补贴？”傅涛提醒，补贴问题是垃圾发电行业面临的危机之一，产业革命尚未到来，考验才刚刚开始。

朱妍 中国能源网 2018-12-28

生物天然气被列入国家能源发展战略

日前，国家能源局向各省及九家央企下发了“国家能源局综合司关于请编制生物天然气发展中长期规划的通知”(以下简称“通知”)，这对国内刚刚起步的生物天然气产业来讲，绝对是个重大利好，业界普遍看好产业未来发展的态势。应部分会员企业、投资机构和媒体要求，中国产业发展促进会生物质能产业分会常务副秘书长张大勇对通知做了部分解读，现整理如下：

1、国家首次将生物天然气纳入能源发展战略及天然气产供储销体系，未来生物天然气的支持政策和无歧视消纳问题将会在制度层面得到保障。

2、国家将建立优先利用生物天然气的发展机制。这是国家能源主管部门进一步贯彻可再生能源法和习近平总书记低碳绿色发展理念的又一重大举措。随着生物天然气产业的不断壮大，建议国家参照德国及北欧发展经验，在适当时候出台生物天然气配额制，加大生物质能在非电领域的支持力度，使生物质能源朝着综合利用、循环利用和高附加值利用方向发展。

3、通知中明确要求，规划编制要统筹考虑当地的生物质资源、天然气市场、有机肥市场、项目技术经济性、循环农业、社会发展等综合因素，项目布局要细化到县级区域。这对项目落地实施和产业健康可持续发展都将产生极大的促进作用。特别是考虑到有机肥产业的发展，对延长产业链，提高产业附加值，改变中国的现代农业生态结构，提升亿万国人的健康水平都将产生深远影响。

4、此次规划编制不同以往之处，在于不仅要求各省统筹所在区域资源发展生物质天然气产业，而且还要求九家有环保能源业务板块的央企根据自身情况，统筹全国资源及项目布局，制定本企业的生物天然气发展中长期规划。这说明国家要把生物天然气工程作为环保、民生、三农工程及城乡基础设施来进行布局和建设，要把生物天然气像电能一样作为国家的普惠服务机制，让更多的农村人口都能享受到农村能源革命和人居环境整治带来的改革红利。很显然，国家要让中央企业和地方国企在振兴乡村战略中承担更多的社会责任。

5、通知对生物天然气项目规模也做了要求。以农作物秸秆或畜禽粪便为原料的单个项目,日产气量控制在 1-3 万立方米。同一县级行政区域内可根据资源情况布局多个项目。通知要求既考虑到工业化项目的规模效益,又兼顾了资源的收集半径,可以说是确定生物天然气项目规模,一定要采取因地制宜原则。为便于统筹县域城乡废弃物资源的收集、处理和后端产品的消纳(生物天然气和有机肥),建议国家在相关文件中明确,鼓励地方政府选择有实力的投资运营企业,实行一县一法人,对有机废弃物资源和生物天然气实行特许经营。

6、国家、地方及央企在编制生物天然气中长期发展规划的同时,为增加产业发展动力和后劲,建议国家尽快出台一批规模化生物天然气示范项目,先行先试,为产业后续发展积累经验。在示范项目推进过程中,逐步出台或完善生物天然气产业发展指导意见、气价与有机肥后端补贴政策、财税优惠措施、行业标准、产业监管等系列配套政策。

生物质能产业促进会 2018-12-12

环保至上!以生物质为原料的可再生的吸管进入工业化生产

瑞典公司 Stora Enso 和总部位于芬兰的 Sulapac,于 12 月 4 日至 5 日在芬兰赫尔辛基举办了 2018 年 Slush 可再生吸管示范活动。

该演示以工业规模生产为目标,旨在用可再生吸管取代传统塑料吸管。这些吸管是基于苏拉巴克(Sulapac)的生物复合材料制成的,这种材料由木材和天然粘合剂制成,通过工业堆肥回收,并可以在海洋环境中完成生物降解。

据 Sulapac 称,“如果 Sulapac 吸管最终进入海洋,它不会破坏生态系统。自然环境中的微生物能够消化并将其转化为二氧化碳、水和生物质,所以即使是鲸鱼也能保持微笑。”

消费者委员会部门执行副总裁安妮卡·布雷斯基(Annica Bresky)表示:“这是 Stora Enso 迈出的重要一步,表明我们长期致力于逐步用可再生解决方案取代化石材料。”

Stora Enso 于 2018 年 5 月与 Sulapac 签署了一项联合开发协议,对其材料和技术进行许可。演示吸管的开发是 Stora Enso 和 Sulapac 的合作项目。

Sulapac 公司的材料在现有的挤压生产线上生产,目标是在 2019 年第二季度实现该吸管的商业化。

“今天,我们自豪地宣布,我们将推出一种可回收、无微塑料和海洋生物降解吸管的演示。这是世界上最可持续的吸管,可以大规模生产,我们与 Stora Enso 共同开发。全世界每周要生产和使用数十亿根的塑料吸管。这些可再生吸管有可能成为真正的游戏规则改变者。”

中国新能源网 2018-12-17

加快生物质热电联产步伐

“国外生物质热电联产设备规模较大,自动化程度高,工艺较复杂,主要以供热、发电和合成燃料为主……在有些国家,生物质热电联产已成为目前最主要的能源利用方式。”山东大学董玉平教授在近日召开的“2018—POWERCEC 第九届中国生物质综合利用发展论坛暨发电技术交流会”上表示,伴随国家能源局今年 1 月发布《关于开展“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目建设的通知》,我国生物质能源行业掀起了热电联产技术研发热潮,众多企业、高校、研究机构等纷纷加入生物质热电联产实践行业。

成国外主要能源利用方式

可比肩燃煤热电联产经济性

以农作物秸秆、林木废弃物、垃圾等为原料,生物质热电联产能够同时生产电能、热能,是典型的资源综合利用和循环经济发展模式。“热电联产可以降低热电网输送系统投资,增强能源供给稳

定性等，理论上几乎适合任何燃料应用。”董玉平说，相较于传统化石燃料发电系统 35%~37%的平均综合效率，一般热电联产系统综合效率可以达到 60%~80%，最先进的热电联产系统综合效率则能够达到 90%以上。此次国家推动发展 136 个生物质热电联产示范项目——涉及 20 个省(区、市)及新疆建设兵团，装机容量达 380 万千瓦，年消耗农林废弃物和城镇生活垃圾约 3600 万吨，已经明确给出了支持生物质热电联产技术路线的信号。

目前，我国在江苏连云港、山西长治、黑龙江伊春市等地区已经建成生物质热电联产项目。事实上，在丹麦、德国、瑞典、芬兰等国家，生物质热电联产已经成为最主要的能源利用方式，尤其是通过生物质热电联产实现供热，在这些国家供热领域正在发挥着重要的作用。“我国生物质热电联产产业亟待加快发展步伐。”多位与会专家一致认为。

“芬兰热电联产产业发展居世界领先地位，已有近 30 年的历史。”董玉平介绍，2002 年，芬兰投产了目前世界上规模最大的生物质热电联产厂——AlholmensKraft 发电厂，其燃料以废木材、泥炭为主，煤炭和油为辅(常在启动时使用)，总发电容量达到 240MWel，蒸汽产量达 100MWth，综合经济效益明显。在瑞典，与集中供热热网相连的生物质热电联产厂约有 15 个，其中就包括 FalunEnergi 生物质热电联产厂，该厂采用沸腾流化床锅炉，以树皮、木材废弃物和木片为燃料，额定发电量为 8MW，额定供热量为 22MW。德国也已经建成 140 多个区域热电联产的生物质电厂……

董玉平表示，目前，国内外用于热电联产生物质转化的技术路线，大体分为直接燃烧、气化技术两类。“其中，气化技术主要是将农作物秸秆、林业剩余物等，转化为生物质燃气，经净化后用于发电、供气、供热。一些研究表明，气化热电联产与传统的燃煤热电联产经济性几乎相同。”

气化热电联产技术成研究热点

相关装备标准等问题待破解

“当前，气化热电联产技术成为国内外生物质能行业研究、实践热点。”多为与会专家表示。“事实上，生物质气化技术问世至今已有 100 多年的历史，但遗憾的是，国内外能够稳定运营并具有经济效益和环境效应的气化发电(包括农村供气)项目依然有限。”南京林业大学生物质气(液)化工程研究中心周建斌教授认为，这主要是因为，传统的气化技术产品单一、经济效益不显著，同时生物质气化技术相关设备研制及装备能力不足，燃气净化系统、燃气发电机标准化不足等。

就我国来看，目前国内生物质气化装备主要针对农林废弃物，难以满足工业生物质气化的要求。“完成工业生物质废弃物资源化能源化，是当今社会能源、环境等的迫切需要。我国亟需利用生物质气化技术，有效解决高湿基等工业生物质废弃物的环保处置难题，并以工业生物质固废为气化原料制备低成本工业蒸汽用于企业生产，大幅降低企业用能成本。”周建斌表示，这些都是推动我国生物质热电联产产业发展需要重点关注和侧重解决的问题。

“农林废弃物热电联产项目燃料主要由集中收集点送至电厂，通过炉前给料设备进入炉膛燃烧产生热能发电，系统简单，秸秆类燃料利用率高，在热负荷稳定前提下盈利效果较好，且受政策影响小，是比较理想的生物质能开发形式。”江苏中圣清洁能源有限公司高级工程师李有胜说，不过，该类项目也存在对入炉前燃料水分要求较高、项目投资偏高、料场防火压力等问题，建议优先选择为有供热需求的县域、乡镇、工业园区供热。

第九届中国生物质综合利用发展论坛在上海举办

本报讯 近日，由中电 CEC 科技服务平台、中电电力招标网主办，江苏省可再生能源行业协会、山东省生物质直发电工程技术研究中心协办，以“高效利用、绿色发展”为主题的“2018—POWERCEC 第九届中国生物质综合利用发展论坛暨发电技术交流会”在上海举办，来自国家可再生能源中心、中国投资协会能源投资专业委员会、内蒙古青青草元生态科技发展有限公司、无锡市华星东方电力环保科技有限公司、邹平宏鑫机械制造有限公司等的专家和企业代表参加了此次会议。

“十三五”是实现能源转型升级的重要时期，生物质能作为重要的可再生能源随之迎来产业化发展的重要机遇。同时，近年来，我国积极推进生物质能源开发利用，生物质发电、生物质燃气、生物质固体成型燃料、生物质液体燃料、分布式热电联产等重点领域蓬勃发展。为进一步助力推动生物

质能源行业发展,此次会议围绕生物质热解多联产技术与案例分析、生物质成型燃料发展趋势分析、燃料收储运与料场管理、生物质锅炉及燃烧技术、热电联产项目设计优化及设备选型等多方面内容,就我国生物质能源利用新技术、产业政策、规划布局、建设重点、新形势新机遇等进行了深入交流。

此次会议同期举办了生物质综合利用及发电新技术新成果展览,同时还组织了生物质综合利用与发电项目及投融资合作交流活动。

中国电力新闻网 2018-12-13

“吃掉”有机污染物 “消化”成无污染物

在第20届中国科协年会闭幕式上,中国科协副主席、国际宇航科学院院士李洪对外发布由中国科协组织征集遴选的60个重大科学问题和重大工程技术难题,涉及公共安全、空天科技、信息技术、医学健康等12个领域。李洪说:“这些(问题)代表了我国科技领域真正的‘硬骨头’”。

中国建筑材料科学研究总院有限公司(以下简称中国建材总院)提出的高活性可见光催化材料,被列入60个重大科学难题之一。

高活性可见光催化材料是一种什么样的材料,为什么研究该材料,这种材料研究的科学问题、技术难度点在哪?笔者就此进行了深入了解。

关乎国计民生的大事

“高活性可见光催化材料”是一种利用光催化技术的原理,在可见光或者LED灯下,能捕获有机污染物,通过氧化还原反应将有机物完全分解为无污染的CO₂和水。这种材料与吸附型的净化材料有明显区别。

吸附型净化材料,只是将污染物吸附到吸附剂中,虽然污染物发生转移,但并没有被分解,同时材料饱和后将不再吸附,对污染物不再具有净化效果。高活性可见光催化材料则将污染物通过化学反应分解为无污染的无害物,达到降解作用,也不存在吸附饱和问题,如果材料稳定,将会一直分解有机物,起到永久净化的目的。

因为能有效去除污染物,高活性可见光催化材料研究也成为关乎国计民生的大事。

目前,室内污染是人类健康的一大杀手。据流行病学统计,在我国,白血病的自然发病率约为十万分之四,每年新增约4万名白血病患者,其中40%是儿童。医学界普遍认为,除了家族遗传,环境污染应是儿童白血病的重要诱因。

家庭装修会带来室内环境污染。资料表明,居室中常见的有害物质,仅美国环保署正式公布的就有189种,其中危害较大的主要有甲醛、苯系物、氨、三氯乙烯和石棉等。

如果将高活性可见光催化材料用于室内涂装材料,能有效降解室内有机污染物。

对建筑外墙,高活性可见光催化材料也能起到清洁以及缓解大气污染的作用。

它能将自然界存在的太阳光能转换为化学反应所需的能量,用于发生催化作用,使周围的氧气及水分子被激发成极具氧化力的OH·及O₂-自由基离子,不仅能起到净化作用,还能缓解大气污染,并将能源有效利用。

水是生命的源泉,是人类赖以生存和发展的不可缺少的最重要的物质资源之一。

“高活性可见光催化材料”还能用于水污染净化,将水体中有机物包括液相染料、重金属等完全降解或无害化。”中国建材总院水泥科学与新型建筑材料研究院环境材料科学与工程研究所所长、博士生导师冀志江教授举例说,偶氮芳香染料如甲基橙和亚甲基蓝,是造纸、皮革、化妆品、药品和其他工业中最主要的有毒污染物和合成染料。直接排放未经处理的染料会毒害水生生物,并间接影响人类健康。

基础研究存在三大瓶颈

然而,目前国内外对“高活性可见光催化材料”的认识多局限于基础研究。真正实现产业化应用的研究成果还比较少,现已成为全人类面临的一个急需解决的重大科学难题。目前国内外研究存在

三大瓶颈：

一是光催化效率有待提高。光催化效率是评定一种催化剂性能的重要指标之一。光催化效率高就能短时间内将有机污染物完全降解，及时有效地缓解环境污染问题。同时高效率的催化剂可用较少的量发挥更大的净化作用。

二是实现可见光催化难。普遍的光催化材料在紫外光条件下活性较高，而在可见光下活性很低，例如大家普遍认可的在紫外光下高效的光催化剂——商用 P25，然而紫外光在太阳光中仅约占 5%，所以在太阳光下，这种催化剂光利用效率很低，光催化效率也低，大大限制了它的应用。若催化材料在可见光下活性高，那么在 LED 灯下就能净化空气污染物，从而室内空气污染问题就迎刃而解。

三是难以实现工业化生产。实验室研究可以不考虑成本、能耗、环保、稳定性等问题，进行了一百次实验，成功了一次就是成功了，但只证明了可行性。在实际放大生产过程中，制备条件并不能像实验室条件可控以及稳定，存在很多不可控的因素，因此开发一种可行的、稳定的制备方法是实现光催化剂工业化应用的关键问题所在。同时工业化生产中还要考虑成本、能耗、环保、产率、技术可操作性、稳定性等问题，进行了一百次工业化生产，如果有一次不成功那就是百分之一不合格。

“通过化学改性的手段，在 TiO₂ 结构中引入金属、非金属来提高其可见光活性，还可开发一种新型的可见光催化材料，例如氮化碳（C₃N₄）光催化材料，氮化碳是近几年来新兴的非金属半导体材料，在可见光下可高效降解有机污染物。C₃N₄ 与 TiO₂ 复合形成异质结也是一种策略，既能实现可见光响应，又能改善催化效率。当然还有 TiO₂ 与石墨烯、碳量子点、铋系材料复合形成的异质结催化剂。”冀志江说，“在工业化中真正实现效果显著、能够解决问题的可见光目标还未达到。”

虽然目前我国在基础研究上做了大量工作，一直推进工业化生产，但实验室和产业化应用间还是有一定差距。

“例如，目前大家比较认可的明星光催化材料是德固赛 P25，不管是在基础研究还是工业化生产方面，目前我们评价一个催化剂性能的好坏都是以 P25 为衡量标杆，它具有稳定的光催化净化能力，也实现了批量产业化生产。”冀志江同时提道，在真正使用上，P25 还是有局限性，比如在催化剂回收再利用方面，水净化后要将 P25 催化剂回收，由于催化剂的纳米尺寸效应，很难从水相中回收出固体催化剂，即使按照现有工艺回收，也需要很大的成本和精力。“这就是材料特性和工业应用之间的鸿沟。”

正推进大工业级生产和应用

“十三五”期间，中国建材总院制备高活性光催化材料已取得一定成果。在可见光响应和团聚分离方面，中国建材总院已取得显著进展。

“一方面，采用矿物负载技术解决了纳米 TiO₂ 易于团聚的问题，改善了纳米催化剂的吸附能力，制备的 TiO₂/矿物复合催化材料具有优异的可见光净化性能。另一方面，通过调节 TiO₂ 的形貌或晶面，改善 TiO₂ 自身的催化性能。”冀志江说，“在基础研发过程中，中国建材总院分别研究水解沉淀法与溶剂热法两种制备工艺及性能优化，从设备选型、生产环境影响、废气废水处理及循环利用、经济效益等角度，对两种制备工艺进行了全面的可行性分析，目前在中试化生产阶段，已建成一条中试生产线，材料已经在涂装材料中应用，在这方面我们已有显著进展。”

他同时提到，目前中国建材总院制备的 TiO₂/矿物复合催化材料具有易于固液分离的优势，解决了回收问题，但在大工业级生产和应用过程中是否还存在其他难以解决的问题，有待进一步研究和实践验证。

在环境功能建材的研发和生产方面，中国建材总院有着很多的经验，例如长效抗菌防霉剂、硅藻土高效利用的生态环保涂料、电磁波吸收建筑材料、相变材料的生产等都实现了产业化，也得到了许多厂家的认可。“我们也希望凭借这方面的经验与优势，争取将催化材料更大规模地应用到建材领域，努力将我们的基础研发成果真正转化为产业。”冀志江说。

王 静 科技日报 2018-12-20

生态环境部:已出台 60 余部生态环保法律法规

今年前 11 个月,全国 338 个地级及以上城市优良天数比例同比上升 1.1 个百分点;全国地表水优良水质断面比例增至 73.5%,劣 V 类降至 5.0%。这是生态环境部部长李干杰给出的一组数据。

不仅如此,12 月 15 日,李干杰在“中国生态文明论坛南宁年会”上作主旨演讲时明确指出,改革开放 40 年来,我国共制定实施了 60 余部生态环保法律法规,生态环境质量由局部恶化转向总体持续改善。

李干杰指出,今年 6 月,中共中央、国务院印发《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》,明确打好污染防治攻坚战的时间表、路线图、任务书。

根据这一时间表、路线图、任务书,生态环境部提出,3 年坚决打赢蓝天保卫战和打好柴油货车污染治理、城市黑臭水体治理、渤海综合治理、长江保护修复、水源地保护、农业农村污染治理攻坚战等七场标志性重大战役。

目前,赢蓝天保卫战、城市黑臭水体治理、饮用水源地违法项目清理三大攻坚战已取得阶段性进展。

生态文明和建设美丽中国写入宪法

2018 年即将过去,在李干杰看来,2018 年是我国改革开放 40 周年,也是中国生态文明建设和生态环境保护事业发展史上具有重要里程碑意义的一年。

他说,今年有几件大事值得铭记。“今年 5 月,全国生态环境保护大会在京召开,习近平总书记出席会议并发表重要讲话。”在李干杰看来,这次大会是我国生态文明建设和生态环境保护发展历程中规格最高、规模最大、影响最广、意义最深的历史性盛会。

他认为,大会最大的亮点是正式确立了习近平生态文明思想,这是标志性、创新性、战略性重大理论成果。

李干杰指出,今年 6 月,中共中央、国务院印发《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》,明确打好污染防治攻坚战的时间表、路线图、任务书。此外,十三届全国人大一次会议表决通过宪法修正案,把新发展理念、生态文明和建设美丽中国的要求写入宪法。他说,在党和国家机构改革中,新组建生态环境部,统一行使生态和城乡各类污染排放监管和行政执法职责。

在李干杰看来,这些重大部署和举措,为加快推进生态文明建设、建设美丽中国提供了重要动力和有力保障。

李干杰特别指出,改革开放 40 年来,将绿水青山就是金山银山等绿色发展理念作为推进现代化建设的重大原则,协同推动经济高质量发展和生态环境高水平保护,供给侧结构性改革加快推进,一大批高污染企业有序退出,单位 GDP 能耗和水耗持续下降,我国正在走出一条经济增长与环境改善的双赢之路。

改革开放 40 年执法监察力度最大

李干杰指出,改革开放 40 年,是生态环境保护法律法规体系不断健全,执法督察力度逐步加大的 40 年。

改革开放 40 年,是生态环境保护法律法规体系不断健全,执法督察力度逐步加大的 40 年。

“特别是党的十八大以来,共制修订法律 8 部。”李干杰说,“史上最严”的新环境保护法自 2015 年开始实施,在打击环境违法行为方面效果显著。

记者了解到,中央生态环境保护督察实现 31 个省(区、市)全覆盖,今年又分两批对 20 个省(区)开展“回头看”,直接推动解决 14 万多个群众身边的生态环境问题,成为落实地方党委和政府及其有关部门生态环境保护责任的硬招、实招。

改革开放 40 年,也是生态环境保护政策制度体系不断完善,治理水平稳步提升的 40 年。

“40 年来,我国先后召开七次全国生态环境保护大会(会议)(不包括 1973 年召开的第一次全国环境保护会议),从‘三大环境政策’‘八项环境管理制度’到‘环境与发展十大对策’,再到将主要污染物总量减排列为经济社会发展约束性指标,坚持依靠制度保护生态环境。”李干杰透露,党的十八大以来,加快

推进生态文明顶层设计和制度体系建设,中央全面深化改革领导小组(委员会)会议审议通过 40 多项生态文明建设和生态环境保护改革具体方案,“四梁八柱”性质的制度体系基本形成,生态环境治理水平有效提升。

特别值得注意的是,40 年来,国家环境保护行政机构历经五次重大跨越,全国生态环境保护机构队伍建设持续加强。

“特别是党的十八大以来,组建生态环境部,省以下环保机构监测监察执法垂直管理等改革举措加快推进。”李干杰说。

“十二五”期间,全社会环境污染治理投资达 4.17 万亿元,较“十一五”增长 92.8%。2017 年,全社会环境污染治理投资总额达 9539 亿元,较 2015 年增长 8.3%,有力支撑了生态环境治理能力建设。1436 个国控空气质量监测站完成监测事权上收,2050 个国家地表水考核断面全面实施采测分离,两万多家重点排污单位实施自动监控。

338 个城市好天气同比增加一成

今年以来,生态环境部启动了蓝天保卫战、饮用水水源地环境违法项目专项督查以及黑臭水体综合整治等。这也是七大污染防治攻坚中的三大标志性战役。

据李干杰介绍,今年 1 月至 11 月,全国 338 个地级及以上城市优良天数比例同比上升 1.1 个百分点,PM2.5 浓度同比下降 7.3%;京津冀及周边地区、长三角、汾渭平原 PM2.5 浓度同比分别下降 12.1%、6.5%、11.1%。

饮用水水源地违法项目清理是经国务院批准,在今年年底前必须完成的一项工作。为此,生态环境部专门启动了专项督查。按照生态环境部部署,2018 年年底,长江经济带县级、其他省份地市级水源地要完成排查整治任务,共涉及 31 个省(区、市)276 个地市 1586 个水源地的 6251 个环境违法问题整治。

12 月 16 日,生态环境部执法局有关负责人告诉记者,截至目前,6251 个环境问题中,已完成 6195 个问题整治,完成率达 99%。

按照《水十条》要求,今年年底前,直辖市、省会城市、计划单列市建成区黑臭水体消除比例高于 90%。为此,生态环境部在今年分别组织了黑臭水体整治督查和巡查。

李干杰说,今年前 11 个月,全国地表水优良水质断面比例增至 73.5%,劣 V 类降至 5.0%。

将完成省以下生态环境机构垂改

尽管,生态环境污染防治均取得了令人瞩目的成就,但是,在李干杰看来,当前,我国生态文明建设正处于压力叠加、负重前行的关键期,已进入提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要的攻坚期,也到了有条件有能力解决生态环境突出问题的窗口期。

李干杰提出,将严格落实“党政同责”“一岗双责”。也就是说,地方各级党委和政府对本行政区域的生态环境保护工作及生态环境质量负总责,各相关部门要履行好生态环境保护职责。同时,要加快完成所有省份生态保护红线划定,实现一条红线管控重要生态空间。

李干杰强调,推进生态环境监管体系改革,强化生态保护修复和污染防治统一监管。全面完成省以下生态环境机构监测监察执法垂直管理制度改革,整合组建生态环境保护综合执法队伍。推进跨地区环保机构试点,组建流域环境监管执法机构。加快推行排污许可制度,推行生态环境损害赔偿制度,推进社会化生态环境治理和保护。

郅建荣 法制日报 2018-12-21

太阳能

中国第一大油气田 长庆气区建成"首座"光伏电站

长北公司结合实际安装分布式光伏电站发电，并燃油锅炉供暖系统，即节能又环保。

由几块太阳能板、一台热源泵组合建成的光伏电站，直接代替了由原油充当燃料的供暖锅炉。这是 12 月 6 日记者在长庆油田长北公司榆林生活基地看到的情况。长北公司负责人说：“光伏电站替代传统的供热设备，既节能环保安全，又节约了人力。这也是我们在长庆气区建成的首座光伏电站。”

长北公司负责中国石油和壳牌合作区块——长北区块的管理开发。自 2007 年开始商业生产以来，长北公司累计生产天然气已超过 400 亿立方米。

然而，在天然气年产量已连续 10 多年在 30 亿立方米以上高位运行、经营形势一片大好的情况下，长北公司不但主动发挥保卫蓝天的主力军作用，而且即使赚了钱也精打细算地花好每一分钱。

按照国家提倡的高质量发展的总要求，长北公司结合实际，决定通过安装 60 千瓦分布式光伏电站发电，并结合光伏电站利用空气源热泵供暖，替代设在陕北榆林一线生活点的燃油锅炉供暖系统。

据了解，作为一种新型采暖方式，空气源热泵依靠清洁电能工作，不会产生大气污染。空气源热泵工作时，在消耗电能极少的情况下，又吸收空气中大量的低温热能，然后通过压缩机的压缩变为高温热能，采暖过程中将热量转移到水中，通过热水或热风循环，将热量传到室内。在平均气温为零下 5 摄氏度的环境温度下，每耗 1 度电，就可产生 3 度电以上的热量，节能效益达到 75%。

这项改造工程的有效实施，不仅消除了燃油燃气锅炉热效率低、设备占用空间大、工作环境差等不利因素，还节省了能源，保护了环境，仅此一项改造就可每年为企业节省 50 余万元费用。

今年年初以来，长北公司通过优化生产组织及工艺流程，有效减少产量损失，增效近 3000 万元；通过优化用工、商务谈判、工作量优化、标前技术交流等多项措施，节约成本 1107 万元。

中国石油新闻中心 2018-12-17

中国光伏掠影



太阳能发电路径呈现多样化，我国首个大型商业化光热电站中广核德令哈项目建成。



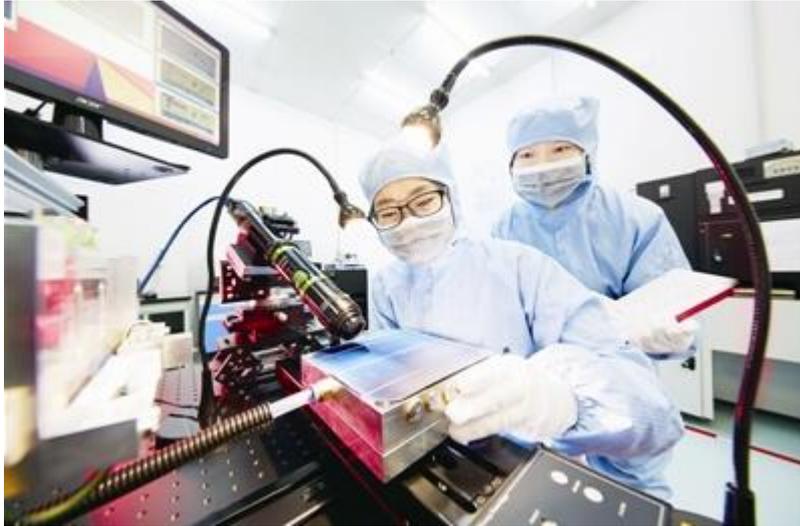
2015年6月，首个国家先进技术光伏示范基地落户大同采煤沉陷区。



早在2014年，金寨县就在全国率先建设1008座分布式光伏扶贫电站。



2009年，敦煌10兆瓦特许光伏招标项目成为国内光伏地面应用新开端。



自主研发，技术屡获突破。天合光电光伏科学与技术国家重点实验室研发出转换效率高达 25.04% 的 IBC 太阳电池。



光伏发电成脱贫攻坚战产业扶贫主力军。图为全国最早的地面扶贫电站，覆盖贫困人口 1600 户。



阳光电源建设的安徽淮南潘集水面漂浮式光伏发电项目，是全球单体最大的水面漂浮光伏电站。



“光伏+”的推广，农光互补的电站，花团锦簇，立秋前后，这些花朵已结出饱满的果荚，等待被炼制为牡丹籽油。



自主研发，中国企业晶龙成为 PERC 专利持有者和最大规模生产企业。



随着光伏应用的普及，分布式屋顶光伏渐成气候，回归分布式与光伏最佳结合方式。



自主创新，打破多晶硅产业长期被国际厂商垄断局面。图为中能硅业 15 万吨冷氢化装置。

中国能源报 2018-12-18

澳大利亚分布式光伏发展经验

目前，中国光伏行业在世界上已经是领军者，但是分布式光伏市场特别是家庭屋顶光伏还没有打开，相对而言，澳大利亚的分布式光伏做得比较好。如果不包括公寓，在澳大利亚大概 5 个房子里面就有一家房顶使用太阳能光伏发电。

澳大利亚政府设立了专门支持新能源发展的政府机构，资助的项目从基础研究到实验室验证，进一步到科研成果中试、产业化，最后到新能源电站项目，全面覆盖。悉尼新南威尔士大学已经与电力零售商和太阳能电站三方签署了合作协议，到 2020 年大学的用电将全部来自太阳能发电。

资金补贴和上网电价补贴政策要想发挥最好的作用，要在最合适的时候推出。澳大利亚在早期就推出了资金补贴政策。光伏刚兴起之时，资金补贴促进了用户接受光伏这种新兴事物。同时，澳大利亚又在合适的时机推出了光伏发电上网电价补贴。光伏大规模应用领域有很多模式可以寻求。但是新的模式在探索过程中需要政府的支持，让大家能快速接受新事物，也能从中盈利，后面自然会得到长足发展。

中国和澳大利亚很大的不同点是，除了农村，国内从住房结构来讲大多数是公寓，屋顶并没有那么多。分布式屋顶光伏相应的补贴政策需要设计，为了促进工商业用分布式光伏，国家可以对节能减排进行要求，规定新能源比例。澳大利亚在相应的市场，就设计了对应政策扶持。

中国的光伏政策针对市场的不断变化而调整，偶尔会出现持续性和稳定性波动的现象。光伏发展需要长期稳定的政策，让大家看到政府支持新能源发展的决心。而且，补贴不能一刀切，因为每一个光伏企业所在的阶段不同。有一些企业可以脱离补贴生存，但是，这些企业仍然需要资金来开发下一代技术。这个层面来看，国家可以针对不同的阶段和技术水平来制定相应的梯度补贴政策。

发展分布式光伏需要制定多梯度、不同应用方向性的补贴，一个综合性补贴政策更有利于光伏行业健康有序的发展。

亮报 2018-12-14

在分布式光伏市场 除了创新你别无选择

“531”后，经常会被分布式光伏、特别是户用光伏市场中朋友问到：“我还有机会吗？我该怎么办？”的问题，这是老红最难回答的问题。

回答没机会了，老红还做不到这么决绝，他“万一成功了呢”。回答光伏市场很大，你再坚持一下，又怕让他贴进更多的资金和时间。

虽然“531”后的分布式光伏市场，已经有大批创业企业离场，就像东莞地区，最多的时候是 800 家，现在只剩下 50 家。这个数字还是太多，如果是一个省的范畴也许还算靠谱。

还在分布式光伏市场中的创业企业要想不离场，只有超越别人。超越别人，资本规模很重要，创新思维更重要。因为在分布式光伏市场，大家获取市场机会的手段一样、赢得金融支持的思维一样、企业管理的水平一样，要想超越别人，除了创新你别无选择。好在有统计显示：最多的创新，不是来自大企业，而是来自小企业。

当前是一个不创新不成活的时代。不要说企业如此，国家又何尝不是如此。因为传统经济的思维和推动力已经走到了一个临界点，创新经济正在成为引领各国经济发展的重要推动力。中国为了保持持续的增长动力，已经将“大众创业万众创新”选择为重要国策。

说到创新引领经济，不能不说到以色列。以色列总人口 800 万，却拥有 7000 多家科技创业公司，是除美国、中国之外，纳斯达克上市公司最多的国家，拥有比美国、欧洲还高的人均创投资本。它的结果就是 2000 年以来，以色列经济平均增长率为 3.3%，高于大部分“经合组织”国家。

说到创新不足，不能不说到日本。有机构公布了全球 220 家独角兽公司名单，109 家来自美国，59 家来自中国，日本却只有一家。还有一个创业精神的调查，44 个国家中，越南、印度和中国排名

前三，日本倒数第三。如果把过去日本经济持续不振，归结为美国打压的话，那么在新一轮工业革命中如果继续不振，就只能归结于创新不够了。

说到创新落后而努力追赶的，不能不说到欧盟。欧洲是全球汽车制造业重镇，近来欧盟却感到一种恐惧，如果不能跟上新能源汽车的创新时代，其汽车工业的优势将不复存在。为此，欧盟在 2017 年成立了电池产业联盟工作组，德国政府则投资 10 亿欧元用于支持研发电动车电池，借此来减少对亚洲电池供应商的依赖程度。但是各种信息显示，欧盟成功的概率有限。同样的创新，第一人红利丰厚，第二人红利有限。

分布式光伏市场本来就是一个前无古人、需要创新的市场。有了光伏发电，才有了真正意义上的分布式发电市场。纵观当前全球分布式光伏市场中企业，没有真正成功的企业，只有相对成功的企业。这些企业无不成功在创新，又无不产生于创新环境良好的美国。中国光伏人耳熟能详的美国分布式光伏市场中企业，无不是靠创新一战成名的。Solarcity（特斯拉）首创屋顶租赁模式，市场年均复合增长率曾达 117%，2012 年占加州 R&C 的市场份额 15%；Sunrun 创造从第三方供应商租赁光伏组件，2013 年曾获得摩根大通等提供的超过 6.30 亿美元的融资；SunEdison 更创造了专门的光伏金融产品 Yield.co，在 2014-15 年的美国分布式光伏市场红极一时。

创新并不神奇，你也可以创新。创新不是只有技术创新，创新不一定需要资本雄厚，创新还有商业模式创新。

商业模式的创新更适合所有创业者。马斯克是创新的代表，他最新的创新思维让人拍案叫绝：为了实现“胶囊火车”的创新，他的 BoringCompany 开始挖掘位于洛杉矶的隧道，为了处理大量挖掘出来的土方，马斯克竟然会想到专门成立一家公司 BrickStore，把挖掘出的土方做成价格为 10 美分的漂亮砖头。

任何创新的基础首先是思维创新。就像以色列的母亲告诉孩子的是：人生是条河流，一定要选择逆水行走。为了解决杭州的交通堵塞问题，在不做任何硬件投入的背景下，阿里通过大数据帮助最堵的那个立交桥提高了 50% 的通行量。对此阿里云的王坚说：“用数据修了一条路出来，这个不是一个技术的问题，这是一个对常识的认识问题”。

在当前分布式光伏市场创新，可以有两个方向。一个是商业模式创新，早期的分布式光伏市场中，“晴天科技”首创了金融投资思维的“地推”模式、“首信阳光”首创了客户思维的“体验馆”模式。当前有正泰“为业主提供更多的投资选择”的模式探讨，10 月 31 日，正泰户用光伏事业部屋顶光伏电站系统单日下单量突破 10MW；另一个是技术创新，具体到当前的分布式市场，多能互补已经成为“现象级”的创新现象。

在当前的分布式光伏市场，你能模仿的创新已经不是创新，你能首创的创新才是创新。分布式光伏市场因为你的创新而存在、因为你的创新走到哪里而走到哪里。当前的分布式光伏市场，不乏创新意识，但乏持续成功的模式，也乏成功模式带来的持续规模效益，更乏持续规模效益带来的资本故事。好在光伏产业是个必须不断创新的产业，分布式光伏市场是个可以产生创新奇迹的市场。

2017 年全球市值排名前 10 名的公司中，有 6 家在 10 年前还都默默无闻。他们靠的是什么？靠的是创新。

SOLARZOOM 光伏亿家 2018-12-17

广州建成国内最大地铁分布式光伏电站

近日，广州地铁鱼珠车辆段 5 兆瓦光伏项目建设完成正式并网，这也是目前国内规模最大的结合地铁交通的分布式光伏电站。

记者从广州地铁了解到，该光伏项目位于五号线鱼珠车辆段内，在车辆段运用库、主检修库等共计约 7 万平方米的屋面安装太阳能光伏发电设备，采用自发自用，余电上网模式。预计项目年平均发电量能达到 420 万千瓦时，每年可替代 1623.45 吨煤炭消耗，实现节能降耗、绿色可持续发展的

目标。

项目发电将引入地铁线网，在满足车辆段全年用电的前提下，剩余部分供五号线使用，每年节约电费超过 40 万元。

据介绍，城市轨道交通配置有大面积停车场、车辆段、地面及高架车站、高架区间、地面出入口等，具有应用光伏发电系统的广阔空间。

鱼珠车辆段光伏项目是广州地铁迈向绿色交通的又一个重要里程碑。该项目经过前期的充分研究和论证，从开工到并网发电历经 4 个多月。

此外，广州地铁已在十四号线一期钟落潭、新和等高架车站的闲置屋面建设分布式并网光伏发电系统，为进一步提高节能减排、降低运行成本以及提高供电可靠性提供技术支持和保障措施。

金羊网 2018-12-17

预计 2018 全年美国光伏装机 11.1GW

根据最新发布的美太阳能市场洞察报告，美国的大型地面光伏电站项目装机量在第三季度跌至 1GW 以下。这是自 2015 年以来，单个季度安装数据首次跌破 1GW。

不过尽管第三季度装机量下跌，但第四季度预计会有所增长，装机量将反弹至 3.5GW，这意味着 2018 年的光伏装机仍将保持稳定增长，该市场报告预测，2018 年美国光伏装机量约为 11.1GW。

201 法案对全球光伏组件进口量的影响被认为是装机量下降的主要原因。高级分析师科林史密斯说：“由于关税的不确定性，此前计划在 2018 年第三季度上线项目的开发商被迫将完工日期推迟到 2018 年第四季度或 2019 年第一季度。不过，尽管关税政策导致项目延期，但美国大型地面光伏产业仍有大幅增长。”

2017 年，美国光伏装机量缩水了约 15%。屋顶光伏项目装机量或能阻止全美装机量的下滑，预计增长与去年同期持平。

报告指出，佛罗里达州和内华达州是今年两个非常突出的市场，同时，纽约在本季度达到有史以来最高的工商业屋顶装机量。

“如果没有关税影响，美国太阳能市场今年情况无疑会比现在会更好，”SEIA 总裁兼首席执行官阿比盖尔罗斯霍珀说。“但正如报告所言，光伏是一个长期的具有弹性的行业。有了明智的政策，太阳能行业的潜力再怎样夸大也不为过。”

SOLARZOOM 光伏亿家 2018-12-14

欧盟规划大规模钙钛矿太阳能发电研究

近年来钙钛矿材料的研究和电池技术已经取得了快速的发展，小尺寸电池效率已经达到或超过传统薄膜电池材料。钙钛矿太阳能的研究重点也将转向如何使用量产工艺在低成本的前提下生产稳定的钙钛矿组件。

日前，欧盟宣布了一项雄心勃勃的研究计划，将出资 500 万欧元（约合 3800 万人民币）供欧洲的多个研究所、大学和公司共同进行钙钛矿太阳能发电技术的研究。项目名为“可靠钙钛矿组件的高效结构和工艺”（简称 ESPResSo），该项目的实施体现了欧盟对占领这一光伏新材料高地的迫切心情以及参与机构对钙钛矿技术的信心。

该项目由比利时微电子研究中心（IMEC）负责领导，预计进行 3 年。研究团队希望能达成电池、组件和集成应用三个层面的目标，分别是：（1）钙钛矿电池效率达到 24%（面积 1cm²），且经过 1000 小时双 85 测试（温度 85 度，湿度 85%）后效率衰减小于 10%；（2）钙钛矿组件效率超过 17%，并且通过 IEC 相关标准测试保证长期（大约 20 年）可靠工作；（3）对柔性和半透等钙钛矿组件进行研究，玻璃幕墙集成钙钛矿组件的发电成本降低至每度 0.05 欧元以下。

据报道，参与此次项目的研究机构包括瑞士洛桑联邦理工学院（EPFL）、意大利国家研究院（CNR）、意大利罗马第二大学、德国弗劳恩霍夫太阳能系统研究所（Fraunhofer ISE）、意大利可持续和可再生能源机构（CSGI）、塞浦路斯大学。

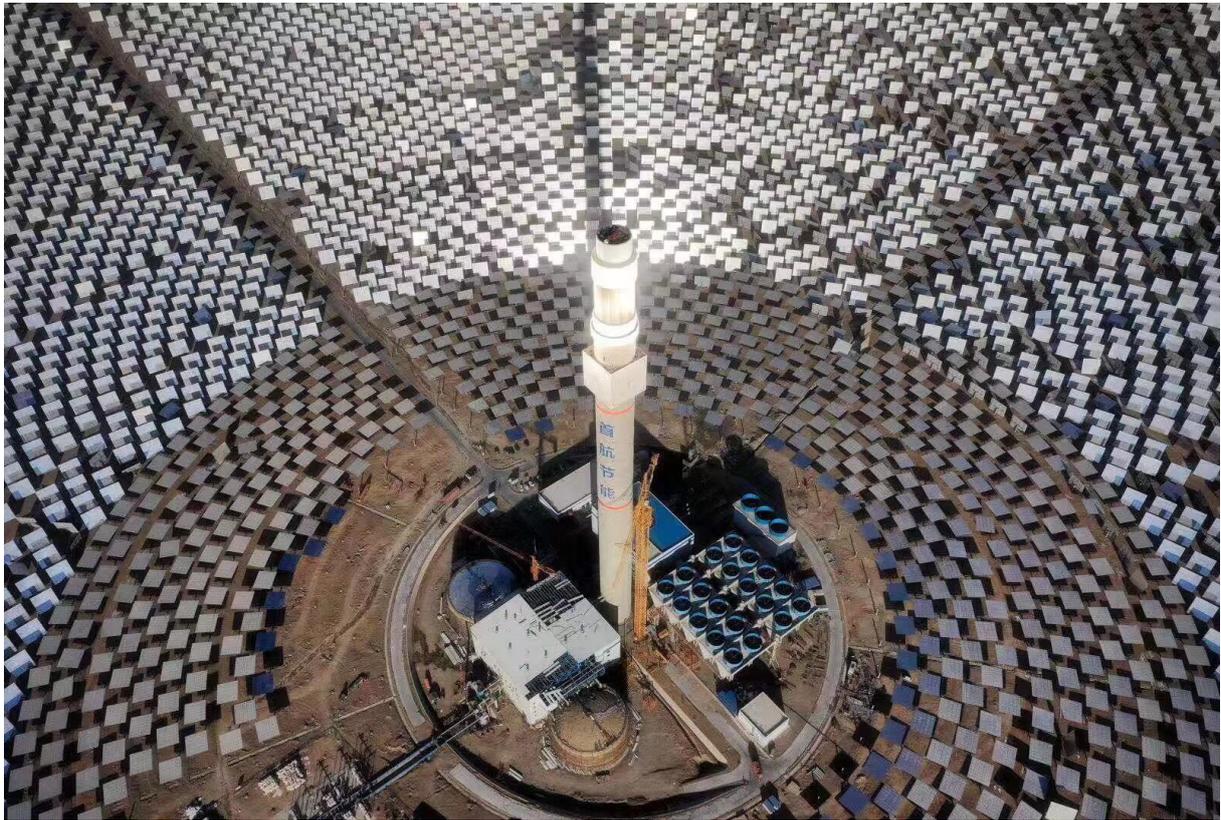
此外，项目成员还包括材料供应商 Dycotec Materials、Dyename AB、Corning SAS，设备供应商 M-Solv，波兰钙钛矿技术公司 Saule Technologies，以及 BIPV 产品集成商 Onyx Solar Energy。

欧盟对钙钛矿技术的研发支持旨在保证自己在光伏技术和工艺方面的领先优势，确保其即使在生产成本不占优势的情况下，仍可在拥有输出材料和设备的实力。

而在我国，钙钛矿技术作为近年来新兴的光伏材料技术，多个院所和公司已经走在了技术发展的前列。在科研方面上海交大韩礼元教授团队和武汉理工大學程一兵教授团队均在这一领域深耕多年，而在产业应用方面更有杭州纤纳光电这样的创业公司夺得了钙钛矿组件转化效率 17.4%的世界纪录。在相关科研基金、产业基金和社会资本的帮助下，我国的钙钛矿技术有希望能走出一条自己的道路，在材料、工艺和设备全面掌握核心技术。

PV 兔子 2018-12-17

中国首个百兆瓦级光热电站成功并网投运，年发电量可达 3.9 亿千瓦时



2018 年 12 月 28 日清晨，我国首座百兆瓦级光热电站，首航节能敦煌 100MW 熔盐塔式光热发电示范项目成功并网投运。项目配置 11 小时的熔盐储热系统，可实现 24 小时连续发电，年发电量可达 3.9 亿千瓦时。这是我国光热发电产业发展史上的重要里程碑事件，将为我国光热发电产业和太阳能综合利用的发展增添新动力。

首航节能敦煌 100MW 熔盐塔式光热发电示范项目是国家首批光热发电示范项目之一，由北京首航艾启威节能技术股份有限公司（简称“首航节能”）开发与实施，按照国家能源局关于首批示范项目的并网时间节点要求，该项目将可享受 1.15 元/kWh 的电价政策。

该项目总投资额超过 30 亿元，占地面积 800 公顷，镜场共计由 12000 多台定日镜围绕着 260 米

高的吸热塔组成，每台定日镜的采光面积达 115 平米，由 35 面 3.3 平方米的子镜组成，总采光面积达 140 万平方米。

2015 年 11 月 9 日，首航节能敦煌 100MW 塔式熔盐光热电站开工奠基，2016 年 9 月，该项目成功入选国家首批光热示范项目，2016 年 12 月 26 日，首航节能敦煌 10MW 塔式光热电站并网发电，自此之后，项目建设开始加速推进。两年后的今天，在敦煌七里镇光电产业园区内，这座电站已开始向电网输送绿色电力，可实现年均减排 35 万吨二氧化碳。

在该项目的建设历程中，首航节能排除万难，在今天向光热发电行业交出一份满意的答卷。在技术和资本的双密集型光热电站开发上，首航节能通过非公开发行股票方式募集资金 44.67 亿元，圆满解决了该项目的资金问题。通过多年的自有技术积淀和在首航节能敦煌 10MW 塔式光热电站上的实践摸索，解决了各种各样的技术难题，电站整体技术在 10MW 电站的基础上获得了大幅提升。

北京首航艾启威节能技术股份有限公司总经理高峰提到：“首航节能敦煌二期 100MW 熔盐塔式光热电站即将并网发电，在这个项目建设过程中，我们得到了历练和成长。相较于敦煌一期，在项目体量更大、各项参数要求更高的情况下，敦煌二期的实际施工时间较敦煌一期缩短了近 4 个月，一样做到了零安全事故，这意味着我们在组织和管理效率上得到了有效提升，降低了施工成本；从项目单体测试、调试到现在所获得的各项参数看，敦煌二期定日镜、吸热器、控制系统、空冷系统等设备或系统性能均较一期有较大的进步，并且其中部分设备的价格有较大幅度的下降；而这背后，是设计优化能力、智能制造、规模效应等多种力量叠加带来的竞争力提升。经过敦煌一期、二期项目的实践，我们认为，熔盐塔式技术路线是可行的，并且在管理成本、制造成本等方面还有很大的下降空间，并将带来单位电量生产成本的降低。”

该项目的并网投运不仅仅是首航节能的光热发电商业化示范，更是国家层面对光热发电的成功示范，其代表了中国自主化大规模光热发电技术的成功，并将加强我国在国际光热发电市场的影响力。

常漾木 中国能源网 2018-12-29

隆基李振国：“光伏+储能”将在 10 年之内成为主力能源

12 月 11 日，在第 24 届联合国气候变化大会期间，由中国能源研究会可再生能源专委会与隆基股份共同主办的“清洁能源国际合作——践行共同的责任”主题边会在波兰卡托维茨召开。

国际可再生能源署（IRENA）创新与科技干事 Dolf Gielen、国家应对气候变化战略研究和国际合作中心主任李俊峰、亚洲开发银行可持续发展和气候变化部总干事 Woochong Um、世界自然基金会中国 CEO 卢思骋、21 世纪可再生能源（REN21）执行秘书 Rana Adib、法国电力公司高级副总裁 Claude Nahon、国际电信联盟欧洲主任 Jaroslaw Ponder 和隆基股份总裁李振国等出席会议。

会上，隆基股份总裁李振国做了主旨发言，他指出，“100%可再生能源发电”是实现控温目标最有效的途径。随着光伏技术的快速发展和生产成本的不断下降，在未来两三年左右，光伏发电将成为全球绝大多数地区最经济的电力能源。抽水储能、化学储能、电动汽车储能等技术的不断进步，以及全球能源互联网带来电力共享，都决定了“光伏+储能”会在 10 年之内成为主力能源。当光伏制造全产业链使用清洁能源驱动时，就可以实现“零碳”生产。而以光伏发电驱动光伏产品制造的“Solar for Solar”模式将进一步有效拓宽光伏发电的应用场景，推动光伏发电的更广泛使用。在未来，通过光伏发电的大规模应用，可以利用光伏进行海水淡化、沙漠灌溉，起到绿化荒漠、提高植被覆盖率的作用。当地球 70%荒漠变成绿洲时，就会吸收人类活动以来造成的所有碳排放，实现真正的负碳发展。也最终通过“Solar for Solar”的发展模式，使光伏起到修复生态的积极作用。

李振国指出，近几年，隆基股份在中国云南和马来西亚古晋的产能布局已经实现了通过清洁能源（水电）生产光伏产品，在“以清洁能源制造清洁能源”方面做出了十分有益的探索。未来，隆基股份还将继续寻找光照资源丰富，临海且具有地势落差的地方，通过光伏+抽水储能相结合，进一步推

进“Solar for Solar”的产业模式布局。

在发言的最后，李振国呼吁在场的专家和企业家，能够向社会施加影响力，共同推动光伏发电的发展，最终实现控温目标。

本次联合国气候变化大会期间，隆基股份全程参加大会，并参与了多个主题边会，展现了隆基股份在推动清洁能源广泛使用，致力改善生态环境方面所作出的努力和企业责任。

中国能源报 2018-12-12

新可再生制氢方法诞生 双功能太阳能电池将出现

据外国媒体报道：为了寻求丰富，可再生的化石燃料替代品，科学家们一直试图通过“水分裂”来收获太阳的能量，这是一种利用太阳光从水中产生氢燃料的人工光合作用技术。但是水分解装置还没有发挥其潜力，因为仍然没有可有效工作所需的光学，电子和化学性质的材料。美国能源部劳伦斯伯克利国家实验室（伯克利实验室）和美国能源部能源创新中心人工光合作用联合中心（JCAP）的研究人员已经提出了一种新的可再生制氢方法，可以绕过当前材料的限制。他们开发了一种称为“混合光电化学和电流（HPEV）电池”的人工光合作用装置，它将阳光和水转化为两种能源-氢燃料和电能。描述这项工作的论文于 10 月 29 日在 Nature Materials 上发表。

Segev 和他的合着者-伯克利实验室化学科学部 JCAP 研究员 Jeffrey W. Beeman，前伯克利实验室和 JCAP 研究员、德国慕尼黑技术大学的实验半导体物理学教授 Jeffery Greenblatt，提出了一个解决复杂问题的简单解决方案。

在水分解装置中，前表面通常专用于太阳能燃料生产，后表面用作电源插座。为了解决传统系统的局限性，他们在硅元件的背面增加了一个额外的电接触，从而使 HPEV 器件在背面有两个触点而不是一个。额外的后部出口将允许电流分成两部分，使得一部分电流有助于太阳能燃料的产生，其余部分可以作为电力提取。

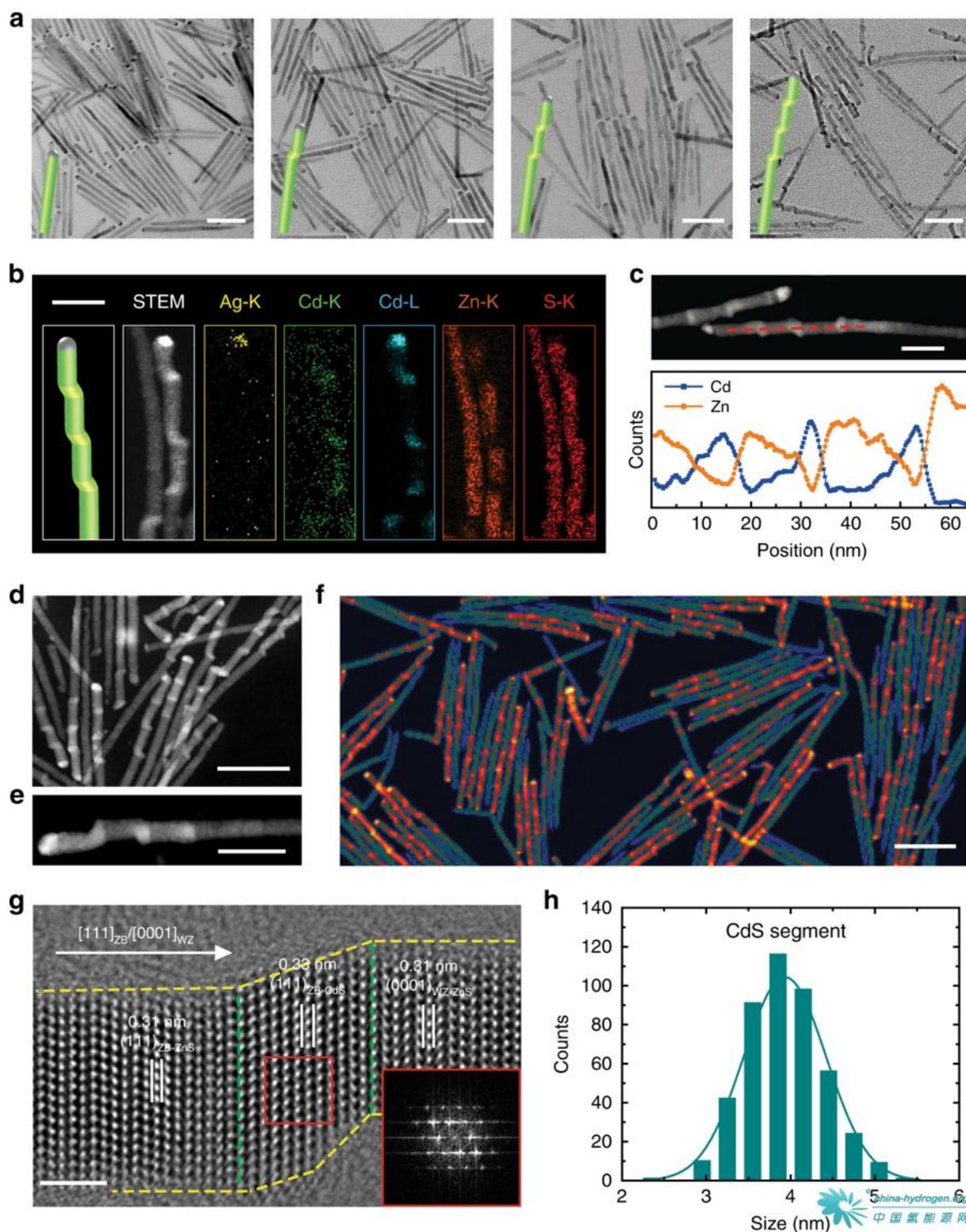
在运行模拟以预测 HPEC 是否将按设计运行后，他们制作了一个原型来测试他们的理论。根据他们的计算，传统的太阳能氢发生器基于硅和钒酸铋的组合，这是一种广泛研究用于太阳能水分解的材料，它将产生氢气，太阳能氢能效率为 6.8%。换句话说，在撞击电池表面的所有入射太阳能中，6.8%将以氢燃料的形式存储，其余的全部丢失。

相反，HPEV 电池收获剩余电子，这些电子不会产生燃料。这些残余电子用于产生电能，从而大大提高了整体太阳能转换效率。例如，根据相同的计算，相同的 6.8%的太阳能可以作为氢燃料储存在由钒酸铋和硅制成的 HPEV 电池中，另外 13.4%的太阳能可以转换为电能。这使得组合效率达到 20.2%，是传统太阳能氢电池的三倍。

中国氢能源网 2018-12-20

仿竹节纳米材料提升太阳能制氢效率

据科技日报报道：随着全球能源与环境问题带来的巨大压力，人们正在寻求新型清洁能源以代替传统的煤化工产业。利用太阳光实现人工光合作用，将自然界中的水分解高效转化为清洁的氢能源，是目前科学界努力的重要方向。近年来，科学家们通过设计新型半导体纳米材料以捕获太阳能并实现高效光化学转化，使我们看到了利用新型清洁能源的希望。但如何降低成本、进一步提高转化效率实现产业化，仍然是一个巨大挑战。



近日，中国科学技术大学俞书宏教授团队与多伦多大学萨金特团队合作，设计了一种“脉冲式轴向外延生长”方法，成功制备了尺寸、结构可调的一维胶体量子点-纳米线分段异质结，该结构是类似竹节结构的纳米“竹子”复合异质结，可以充分利用太阳能，并将其有效转化为氢能源。研究成果日前发表在《自然·通讯》上。

据介绍，这种人造纳米“竹子”的竹节和竹茎，分别由硫化镉和硫化锌两种不同的半导体材料组成，二者交替生长，非常类似于我们生活中看到竹子拔地而起的生长过程。有趣的是，研究人员设

计的这种独特生长方式，可以精确控制每根人造纳米“竹子”的粗细、节数以及每个竹节的间距。这种丰富的调控能力为进一步开发利用该类材料提供了更多的空间。

此外，科研人员发现，此类人造纳米“竹子”中不同组分之间存在协同效应，二者的取向结合极大地提升了单一材料所具有的性能。相比于单一材料，纳米“竹子”的太阳能制氢效率提高了一个数量级，这为今后设计开发新型高效太阳能制氢材料提供了新途径。

科技日报 2018-12-12

韩国光伏储能市场剖析 储能装机量占据全球储能增量的 1/2

2017年12月20日，韩国宣布了2030年可再生能源计划，拟将可再生能源的比例从如今的7%提高到2030年的20%，即目标是到2030年要达到63.8GW的可再生能源装机，而目前这一数字仅为15.1GW。未来新增的可再生能源装机63%是光伏，34%是风电。基于该计划，未来10年韩国政府将投资110万亿韩元(约合6700亿人民币)用来发展可再生能源。为实现这一目标，韩国计划到2030年新增30.8GW光伏(每年约2.5GW)发电装机容量和16.5GW风电装机容量。

在韩国，2011年就终止了FiT。2012年开始，RPS取代了原先的FiT。在RPS方案的推动下，韩国的光伏装机实现了飞跃(基于RPS的装机占了总装机量的73%)。截止2017年底，韩国累计光伏装机量为5.623GW，2017年新增装机量为1.121GW。

主要政策

1.RPS方案-Renewable Portfolio Standard (RPS) Scheme

RPS方案就是强制发电公司在总的发电量中提供一定比例的新能源和可再生能源，于2012年在韩国开始实施。2017年，18家发电公司(装机量超过500MW)被要求到2023年需提供其发电量10%的新能源与可再生能源。RPS方案被寄予厚望在未来数年将推动光伏行业的发展。

RPS方案的目标每三年更新一次。参与RPS方案的企业能够获得绿证(RECs)。分配给可再生能源发电的REC数量取决于所使用的技术：

为了使电力公司满足其RPS目标，他们可以：

- 1) 自己投资可再生能源设施；
- 2) 在市场上购买REC

电力公司有义务每年向韩国可再生能源中心(KNERC)备案所获得的REC。

2.家庭补贴方案

2004年开始实施该方案，屋顶光伏都可以从中受益。对于独栋住宅或多户合住的私人公寓楼，政府提供光伏初始安装费用的60%，而对于公共的多户租赁房屋，政府提供100%光伏安装费用。该方案要求最大的光伏装机量不能超过3KW。在2017年，基于该方案屋顶光伏装机量就达到了23.3MW。

3.建筑物(Building)补贴方案

除住宅屋顶外，政府对建筑物的屋顶安装光伏(<50KW)也提供一定比例的补贴(取决于建筑物的类型)。大量的学校、公共设施、福利设施以及大学都在此方案的补贴下安装了并网的光伏电站。2017年，共新增了6.5MW的光伏项目。

此外，韩国还有Regional Deployment 补贴方案，Convergence and Integration 补贴方案，Public Building Obligation 方案以及光伏租赁方案等，都在不同程度上促进了光伏行业的发展。

韩国光伏制造产业链情况

韩国拥有完整的晶硅制造产业链，包括从原材料生产到光伏系统的安装。

硅料与硅片

韩国OCI硅料的产能为52000吨；Woongjin硅锭的产能为1.5GW，Nexolon则拥有1.75GW的硅片产能。

电池与组件

韩华建成了 3.5GW 电池和 1.5GW 组件的工厂；LG 拥有 1.5GW 的晶硅电池与组件产能；现代晶硅电池与组件的产能为 600MW。

Shinsung E&G 则分别拥有 600MW 的晶硅电池与 200MW 的晶硅组件产能。

韩企 VS 中企

韩国在 2017 年成为光伏 GW 级别的国家之一。在全球的光伏利用能力上，排在十名左右，和国家实力排名大致相符。

在光伏的最上游，即硅料领域，韩国的实力足以排上全球前三，中国每年从韩国进口大量的硅料。除此以外，在硅片、电池片、组件等各个环节，中国都已经是无可争辩的老大哥。

韩国光伏面板市场中，国产比重从 2014 年的 82.9% 下降至今年 9 月的 66.6%。同期内中国产光伏面板的比重从 17.1% 上升至 33.4%。光伏生产企业为确保订单、降低成本，多选用价格低廉的中国产品，导致越来越多的中国产品流入韩国市场。

光伏首尔

虽然在 2011 年底，全国范围内的 FiT 政策被废除，但首尔市政府在 2013 年通过了城市级 FiT。

长达 10 年的全国性 FiT 政策于 2011 年底被终止，并在 2012 年被 RPS 取代。政策的转变很大程度上是由于 FiT 带来的财政负担迫在眉睫，并且韩国政府意图创建一个较少依赖补贴的市场环境。

然而，在 2011 年福岛事故之后，首尔市政府(SMG)在 2013 年推出了自己的城市 FiT 计划，同时启动了“减少核电站”(OLNPP)的活动。OLNPP 的目标是：

- a.减少首尔 200 万吨石油的能量消耗(即 2014 年核电厂的年产量)；
- b.将电力供应的自给率从 2011 年的 3% 提高到 2014 年的 8%，并在 2020 年进一步提高到 20%。这一目标可以通过开发可再生新能源和从社区推广减少能源消耗等举措来实现。

用于光伏发电的 FiT：2013 年由首尔市政府推出的城市 FiT 计划相当有针对性。对于容量为 3-50kW 的小型光伏系统发电的补贴为每千瓦时 50 韩元(约 ¥0.3)。相对于首尔的平均电费，FiT 占 39%，持续 5 年，电力消费者也可从中获益。随后，FiT 在 2016 年增加了一倍，达到每千瓦时 100 韩元(约 ¥0.61)，相当于平均电费的 82%。与此同时，首尔市政府还为市民的公寓窗户或屋顶上安装了 260 瓦的微型面板提供补贴，将这种电池板的成本降低了 80% 至约 100,000 韩元(¥610)。据报道，在 2003 - 2017 年的 15 年中，首尔约有 34,000 (约 1%) 的家庭安装了光伏电池板。

近期项目规划

韩国最大的光伏发电厂最近在 South Jeolla 省的 Haenam 完工。该系统的装机容量为 57MW，可为超过 20,000 个家庭供电。此外，世界上最大的漂浮式光伏电站的建设预计将于 2020 年完工。该电站将能产生 100MW 的电力，足以为大约 140,000 名市民供电。

投资公司 Macquarie 集团的子公司 Macquarie Capital Korea 与韩国槐山县政府签署了一份合作备忘录，为一个 16MW/35MWh 的光伏储能项目提供资金。该项目位于韩国中部 Goesan，预计每年将为约 7,700 个家庭供电。

另外，Macquarie 还在钢铁制造商 SeAH 集团在韩国的 5 家工厂投资了储能项目。该公司声称，这个 175MWh 的综合项目基数将是韩国最大的项目。

储能韩国

2016 年全球锂电池装机 2.63Gwh，截至 2017 年三季度，全球储能规模 2.37Gwh，其中 LG 储能装机 710Mwh，同比增速 127%，占比 30%；三星储能装机 695Mwh，增速 216%，占比 29%；SNE 统计 17 年全球锂电池储能装机规模 4.8Gwh，2018 年储能规模达到 8.2Gwh，增速较快。

2016 年韩国储能装机规模 265Mwh，2017 年快速提升到 1.2Gwh，预计 2018 年提升到 4.7Gwh，占全球规模的一半左右。根据未来资产的统计，储能装机中 60% 左右是用于工商业的削峰填谷，35% 是用于光伏/风电配套，5% 为家庭以及 UPS 等。

无论从韩国政府在可再生能源领域的目标和对光伏+储能结合应用的推动政策，还是从韩国自身

的地理位置和资源来看，毋庸置疑韩国市场将成为 2019 年全球光伏储能市场的重头戏：

- 1) 在 RPS 方案和绿证的鼓励下，韩国的储能装机量将占据全球储能市场增量的 1/2，甚至更多。应用领域涵盖工商业削峰填谷，光伏/风电配套，和小型户用系统。
- 2) 三面环海的地形，为开发大型水上漂浮光储电站提供了天然的优势。
- 3) 小型家庭光伏+储能的应用还有 99% 的市场空白。

Coco Fu EnergyVoice 2018-12-19

印度光伏新政致力“本土化” 影响几何？

日前，印度新能源和可再生能源部（MNRE）印发一份优先采购“印度制造”商品的政府令。该文件指出：除户用光伏外，并网、离网和分布式光伏发电项目应优先选择印度制造的光伏产品，文件适用于印度政府各部门、联邦和国有企业。此外，据 Mercom 机构报道，拥有印度国内 40% 光伏组件和 60% 电池片产能的印度经济特区（SEZs）收到印度工商部通知，特区内光伏产品制造企业将被征收 25% 光伏进口保障关税。

在“印度制造”、进口保障关税等政策推动下，虽然在一定程度上保护了印度本土企业及产能，但对 2022 年达到 100GW 的光伏装机容量的计划造成不小阻碍。据 MNRE 统计数据显示，今年第三季度，印度的光伏装机容量为 1.589GW，相比第二季度环比下降了约 4%。去年同期的光伏装机容量为 2.278GW，同比下降了约 30%。

“印度制造” 优先选择名单		
集邦新能源网整理		
	产品	使用比例
并网项目	光伏组件、光伏逆变器等其他零部件	光伏组件：100% 逆变器等其他零部件：40%
离网/分布式项目	光伏路灯、家庭光伏照明系统、微电网、光伏水泵、逆变器、电池片和组件等光伏产品	70%

来源：印度新能源和可再生能源部

据集邦咨询旗下新能源研究中心集邦新能源 EnergyTrend 统计显示，印度本土组件产能约为 6.26GW，现有产能一直未能满足国内光伏市场的装机需求，逆变器对进口的依赖度则更高，目前仅有阳光电源与上能两家逆变器企业在印度设厂。

集邦新能源网 EnergyTrend 分析师曹君如指出，本次政策的影响须从两方面来评估：包括本地内容（local content）的定义，以及被覆盖于法规之下的公共部门事业（Public Sector Undertakings, PSUs）及其所开发的光伏电站范围。

本次政策所依据的母法为 2017 年的“公开采购（印度制造优先）”（Public Procurement (Preference to Make in India)），本地内容的定义为：整体产品价值中，扣除进口的价值后，在印度本土增加价值的占比。因此政策中对于光伏组件高达 100% 的本土化要求，不排除仅限于组件封装环节，有可能是指整体价值链都需在印度国内才能符合规定。而即使仅限于封装环节，目前全球的组件辅材（如边框、胶料、接线盒等）几乎都产自中国，要达到 100% 印度本地生产也有很高难度。

而 PSUs 所及的范围，由于目前印度大部分的光伏装机项目都由中央或各邦政府所规划，不涉及 PSUs 的光伏项目极少，因此印度大部分的光伏项目都将受新政策影响。如此来看，本政策对印度光伏产业会造成负面冲击。然而，根据集邦新能源网 EnergyTrend 到目前为止的了解，该政策似乎尚未完全落实。由于印度的政策向来具有较大不确定性，EnergyTrend 将对政策后续发酵保持关注。

集邦新能源网 2018-12-19

青海海南州千万千瓦级可再生能源基地初具规模

今年上半年，海南藏族自治州建成光伏容量 449.5 万千瓦、风电 46.3 万千瓦，千万千瓦级可再生能源基地初具规模。

近年来，海南州以“建设全省绿色产业集聚发展先行区”为战略行动，紧密结合国家和省、州能源发展战略实际，围绕清洁能源示范省建设，积极推进千万千瓦级可再生能源基地建设。按照“保护资源、统一规划、综合平衡、合理开发”的原则，先后编制了《太阳能生态发电园区开发建设规划》《海南州千万千瓦级新能源基地基础设施规划》等规划，集约高效利用荒漠化、半荒漠化土地。其中，太阳能发电园规划占地达 500.6 平方公里，总装机容量为 1902 万千瓦；风电园区规划占地 1890 平方公里，总装机容量 400 万千瓦。

今年 6 月，海南州共和百兆瓦实证基地建成，是目前世界上规模最大、实验设备最齐全、实验方法最先进的户外实证基地。该基地旨在通过户外实验测试，解决行业关键技术问题，为光伏行业提供了一个专业户外测试、检验及科研平台，可为光伏发电设备和系统集成技术发展提供服务，为太阳能光伏发电行业从设计、安装、运行、维护、投资等方面提供实测数据支持，为行业相关标准及规范的完善和改进提供数据支撑。同时，该基地导入了各类先进技术，是国内外先进技术与最新成果的展示平台，可为光伏行业提供培训教育。

不仅如此，海南州还积极培育光伏与养殖结合发展的现代绿色产业，不断探索土地及草场资源综合性开发-保护-利用的立体发展新模式。比如，将光伏发电板下的立柱支架提高到 1.2 米以上，有计划地种植优质牧草，不仅便于牧草恢复生长，也有利于小体型牲畜采食，实现了太阳能产业、生态环境保护、生态畜牧业发展的有机结合。

西海都市报 2018-12-13

肯尼亚启动 2022 年电气化计划：重点发展离网太阳能和微电网项目

肯尼亚政府启动了 2022 年完全实现电气化的计划，这一计划承认离网系统、微电网和独立太阳能电站为电网扩建和减轻负荷所发挥的作用。

据称，未来五年肯尼亚将拥有遍及发电、输电、配电、离网电气化、微电网以及户用和机构太阳能系统的、价值 148 亿美元的电力开发机遇。

肯尼亚政府和世界银行今天启动了肯尼亚国家电气化战略，这一战略利用地理空间工具，为全国家庭和企业提供最低成本的用电选择。这些数据有助于国家和县级政策制定者们就提供电力服务所需的电网投资和离网投资做出明智决策。此外，肯尼亚国家电气化战略重点突出了私营部门在为偏远地区提供离网解决方案中发挥的关键作用。

世界银行称，肯尼亚一直在充分利用其丰富的可再生资源并已成为使用地热作为清洁发电燃料的全球领导国家之一。最近发布的《多层框架能源使用调查报告》显示，肯尼亚的并网和离网解决方案的电力覆盖率达到 75%，为东非最高，但这意味着仍存在 25% 的电力缺口。

能源部内阁部长 Charles Keter 表示：“过去几年，我们扩大并网的工作取得了巨大成就，电力总覆盖率目前达到了 75%。然而，肯尼亚有必要提出一项新的国家电气化战略，用经济可行的方式应对整个国家电气化的挑战。”

世界银行国家主管 Felipe Jaramillo 表示，“世界银行致力于帮助肯尼亚以合理的价格、可靠的性能为所有肯尼亚公民提供现代化的清洁能源服务。”

“目前，银行正在根据实施当中的肯尼亚电力现代化项目和肯尼亚离网太阳能覆盖项目为电气化提供融资，这两个项目旨在分别令 23.5 万和 130 万新受益人获得并网电力。”

肯尼亚国家电气化战略是在能源部门管理援助计划的支持下编写的。

晶科能源最近向肯尼亚的加里萨太阳能电站提供了 55.7MW 组件。预计项目完工后，该电站将

成为非洲中东部最大的太阳能电站之一。

肯尼亚很快会拥有一座太阳能机场，目前内罗毕是非洲工商业太阳能项目的主要聚集地之一。

PV-Tech 2018-12-12

纽约“全民太阳能计划”将为 10000 户居民提供免费社区太阳能发电

纽约州能源研究与发展管理局宣布，该州的 9 个社区太阳能项目已通过“全民太阳能”计划签署了合同。

“全民太阳能”计划旨在为 10000 名低收入纽约居民提供免费社区太阳能发电，支持该州 2023 年建设 3GW 太阳能项目的目标。

纽约州能源研究与发展管理局主席兼首席执行官 Alicia Barton 表示：“科莫州长的前瞻性思维令太阳能出现了前所未有的快速发展，覆盖了越来越多的纽约州房屋业主和租客。我们推进全民太阳能项目，确保弱势居民能够获得更多的可再生能源，同时支持了州长降低纽约家庭能源成本的承诺，为此我们感到非常自豪。

作为纽约州州长安德鲁·科莫提出的 10 亿美元太阳能计划的一部分，“全民太阳能计划”为符合条件的低收入家庭提供了在所在地区使用社区太阳能项目的机会，无需任何前期成本或参与费用。他们仍通过常用电力设施用电，而社区太阳能电池组发电会直接回输电网。

首轮入选的“全民太阳能”项目将为约 7000 名低收入房屋业主和租客提供服务，他们通过公用事业公司 NYSEG、国家电网、Central Hudson 和 Orange & Rockland 用电。纽约州能源研究与发展管理局计划在 2019 年启动第二轮计划，这一计划将扩大项目服务的家庭和地区数量。

九个社区项目位于 Crawford(2.8MW, Clearway Energy 集团)、Grand Island(2.1MW, BlueRock Energy Solar 公司)、Johnstown(2.8MW, 2.0MW, Common Energy 公司)、Mooers(2.7MW, Delaware River Solar 公司)、Poughkeepsie(5.6MW, Clearway Energy 集团)、Rochester(5.6MW, Nexamp)、Seneca(2.6MW, Nexamp)和 Thompson(2.8MW, Delaware River Solar)。

9 个项目的装机总量为 29MW，其中 9MW 将用于为各公用事业项目所在地提供免费太阳能发电。

PV-Tech 2018-12-12

长寿太阳能防污涂料问世，有助降低灰尘附着并提升能源效率

对于太阳能业者来说，太阳能板真正的挑战或许在于天气与空气中的尘埃，空气污染除了会影响人体健康，也会大幅减少太阳能发电效率，让太阳能业者辛劳成一场空。对此，欧盟背景的 SolarSharc 项目已推出太阳能防污涂料，不仅可以减少粉尘堆积，还可以提升能源效率与发电量。

雨天、雾气、雾霾都会让太阳能发电效率大打折扣，其中粉尘堆积会降低太阳能捕获光的效率，让输出功率减少二分之一，会造成将近 400 亿欧元的损失。先前美国麻省理工(MIT)研究也指出，雾霾会使太阳能发电效率远不如预期，预估全球年潜在损失可能会高达数亿，甚至数十亿美元。

显然定期清洗面板相当重要，但这个又是另一笔支出，若是像公用事业太阳能板系统等大范围场域，也需要使用大量的水，这样中东等干燥气候国家也无法频繁清洗面板，更与目前各国节约用水的趋势背道而驰。

因此欧盟资助的 SolarSharc 项目推出一项解决方案，决定在太阳能板上覆涂防水涂层，不仅可以减少表面污染，还可以进一步提高发电效率。合作企业 Opus Materials Technologies 商业开发主管 David Hannan 表示，虽然目前市面上也有自清(self-cleaning)涂料，但大多存有寿命短(仅 2-3 年)、透明度差与每升 260 欧元高成本等缺点，基本上没有任何经济效益。

而 SolarSharc 的太阳能防污层由奈米粒子与二氧化硅组成，无毒且透明度高，更能提升 4%发电

效率，有望大规模生产与制造。根据官网资料，新型自清涂料除了具有耐用与易清洗之外，还可抗反射、耐高温以及拥有出色的天气适应力，可适应 100 度高温，1,000 小时紫外线测试后性能仅微幅下降而已，SolarSharc 表示，防污涂层可以提高面板透光率，让超过 93% 的可见光能被面板吸收。

这个运作方式其实跟不沾锅有点像，其中 SolarSharc 的无机-有机自清涂层厚度以微米为单位，能让水与水性污染物不容易附着在面板上，水滴只会在涂层上形成小水珠再滑落至地面，灰尘和沙子等固态污染物也不会黏在涂层上，微风或是少量的水就可以轻松去除。

SolarSharc 团队希望可将该技术用于公用事业太阳能与建筑整合太阳能，对于这类太阳能来说，清洗与维修都是一大麻烦，员工也得处在相对危险的工作环境，若采用新型太阳能防污涂料，或许可一箭双鸮，同时达成减少成本与提升发电量目标。

EnergyTrend 2018-12-12

海洋能、水能

三峡电站年发电量首次突破千亿千瓦时

12 月 21 日 8 时 25 分 21 秒，三峡工程在充分发挥防洪、航运、水资源利用等巨大综合效益前提下，三峡电站今年累计生产 1000 亿千瓦时绿色电能，创国内单座水电站年发电量新纪录，为维护长江安澜、促进长江经济带发展发挥了基础保障作用。

三峡电站是当今世界上最大水电站，总装机容量 2250 万千瓦，位居世界第一，年设计发电量 882 亿千瓦时，是我国“西电东送”和“南北互供”的骨干电源点。

中国长江三峡集团有限公司总经理王琳介绍，今年汛期以来，长江上游流域降水总体偏丰。在水利部、长江防总、国家电网、南方电网等单位的大力支持与帮助下，三峡集团精心组织，科学管理，提升流域水雨情精准预报能力，提高流域梯级电站联合调度能力，实现中小洪水资源化。2018 年，三峡电站机组全开运行时间达 1184.37 小时，满负荷运行时间达 352.38 小时，累计节水增发 52 亿千瓦时。

据统计，1000 亿千瓦时绿色电能，相当于节约标煤 0.319 亿吨，减排二氧化碳 0.858 亿吨。如果按照每千瓦时电量产生 12 元 GDP 计算，1000 亿千瓦时电量可以支撑我国 1.2 万亿元 GDP。

侯雪静 李思远 新华网 2018-12-24

风能

中国南方电网计划部副主任王志勇：风电发展仍需科学谋划

中国南方电网有限责任公司计划部副主任王志勇在中国东盟+清洁能源合作圆桌会上表示，大规模风电发展将对电力系统带来全新挑战，需科学谋划、统筹推进。

风能、太阳能等新能源开发利用日益成熟、成本不断降低，逐渐成为替代传统化石能源的重要选择。过去十年，世界风电装机增长近 4 倍，可再生能源成为新增装机的主要构成。开发利用风电是构建清洁低碳、安全高效能源体系的重要支撑，是缓解资源环境压力、促进节能减排、实现绿色发展的有效手段，是推动高质量发展和建设现代经济体系的重要组成。

据王志勇介绍，南方区域陆上风能资源整体属于 IV 类风资源区，集中连片开发资源较少、以分散式开发为主，陆上风电技术可开发容量约 6000 万千瓦，风能资源以云南最优越，其次是广东、广西和贵州，海南相对贫乏。海上风能资源比较丰富，根据资料测算占全国海上风能资源的 10% 左右。

广东今年修编了海上风电发展规划（2017-2030），明确全省规划海上风电场址 23 个，总装机容量 6685 万千瓦，80%集中在粤东沿海，计划 2020 年开工 1200 万千瓦，其中建成投产 200 万千瓦；2030 年投产约 3000 万千瓦，整体由近海浅水区向深水区，由西向东推进。

资料显示，南方电网统调风电装机 1850 万千瓦，占统调电源装机的 6.4%；发电量近 400 亿千瓦时，占统调发电量的 4%左右，占系统比重还相对有限。

王志勇表示，“我们也注意到，在三北地区随着风电的规模化发展，受风电开发与消纳市场不匹配、电力系统调节能力不足等因素影响，弃风问题较为突出，新疆、甘肃等地区 2017 年弃风率在 30%左右，影响了风电的健康可持续发展。”

为此，国家发改委、国家能源局印发《清洁能源消纳专项行动计划（2018-2020 年）》《解决弃水弃风弃光问题实施方案》等文件，明确 2020 年全国风电平均利用率力争达到 95%左右，基本解决清洁能源消纳问题。

王志勇认为，大规模风电发展将对电力系统带来全新挑战，需科学谋划、统筹推进。

王志勇也提出了自己的建议。

一是建议有序推进风电开发。充分考虑风电设备制造及施工技术进步、用能成本影响、系统消纳条件等因素，有序推进风电开发，更好促进能源转型、支撑经济社会发展。

二是建议促进风电的合理消纳。以全社会资源配置最优为目标，按照 95%电量消纳率的要求，统一规划、统筹建设风电输电通道及配套调峰电源，并利用风火打捆等方式提高通道利用率。

三是建议完善风电开发机制。结合电力市场化改革，深化调峰调频等电力辅助服务市场建设，推动火电灵活性改造、风电同步配套储能等应用试点，提高系统调节能力，更好满足未来能源转型要求。

人民政协网 2018-12-14

江苏省 2018 年风电核准项目汇总：海上 1.6GW 陆上 0.45GW

据国际能源网/风电头条整理，截止目前，2018 年江苏省核准的海陆风电项目共计 11 个，建设规模为 2055.7MW，投资金额约 187.382 亿元。

海上风电项目 6 个，建设规模为 1602.4MW，投资金额约 162.177 亿元，主要分布在竹根沙及近海域、如东蒋家沙、大丰市月亮沙北侧的海北侧的海域、射阳县新洋港口至斗龙港口之间的海域。

陆上风电项目 5 个，建设规模为 453.3MW，投资金额约 25.205 亿元，主要分布在响水县、射阳县、淮安市。

中国煤炭资源网 2018-12-21

谢长军：我国风电市场呼唤理性竞争

改革开放 40 年来，中国风电产业实现了从无到有、从小到大、从弱到强的跨越式发展，成为全国积极倡导的战略新兴产业，为我国生态文明建设做出了突出的贡献。随着产业发展进入新时期，非理性市场竞争逐渐成为制约行业健康发展的主要瓶颈。如何建立科学理性的风电市场，成为当前风电产业面临的重要课题。

风电四十年砥砺前行

改革开放初期，我国风电产业开始并网示范研究。1986 年，我国首座并网风电场在山东建成。此后，风电产业蓬勃发展，取得了可喜的成绩：

一是实现规模化产业化发展。2006 年 1 月 1 日实施的可再生能源法，确立了可再生能源的法律地位和政策框架，明确了可再生能源发电全额收购制度，随后费用分摊、税收优惠、分类阶梯标杆电价等制度和政策相继出台，同时国家连续启动多轮风电特许权项目招标，建设大型风电基地。由

此,风电进入黄金发展期,装机容量从2005年底的127万千瓦跃升至2018年6月底的1.72亿千瓦,稳居全球第一,将提前完成2.1亿千瓦的“十三五”发展规划。2017年,风电发电量占全社会用电量的比重达到4.76%,创历史最高水平。

二是不断开拓新的发展领域。2010年以后,为应对愈演愈烈的限电形势,风电产业开始向中、东、南部转移,内陆低风速地区和高海拔山区逐渐成为风电开发的主战场,保障了风电产业规模与效益同步增长。与此同时,海上风电突破了关键的施工技术瓶颈,开启了规模化发展进程。截至2017年底,我国海上风电投产容量达278万千瓦,仅次于英国和德国排在世界第三位。

三是机组技术持续进步。多年来,风电设备容量从千瓦级到兆瓦级,金风、远景、上海电气等一批国产设备制造商崛起壮大。目前,国产陆上2MW以上大叶片、海上4MW等机型技术已达到世界先进水平,满足了中国风电快速增长的需求。在2017年中国新增风电装机中,本土设备占比超过90%。

非理性竞争矛盾凸显

以国家能源局2018年“5.18”新政(《关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》)为标志,风电产业正式进入竞价时代。由此,风电产业的核心矛盾逐步由电力消纳问题,转变为市场非理性竞争问题,具体表现为以下几个方面:

一是风机价格出现非理性竞争。2016年和2017年,中国风电机组价格连续两年快速下降,今年上半年已经降至3200元/千瓦左右,近期一个风电平价上网示范项目招标中甚至出现了3000元/千瓦的投标价格。风机价格之所以降到几乎无法盈利的地步,其原因一是由于平价上网的电价较低,风电投资商不得不大幅压低设备价格;二是制造企业为了抢占市场,出现了非理性报价的情形,不同企业的2MW机型出现了造价相差300-400元/千瓦、发电量相差1000小时的巨大差别,严重扭曲风电开发实际。竞价上网将从明年开始在全国范围推行,平价上网政策的预期或将引起设备制造产业混乱的价格大战。

二是非技术成本亟待消除。要顺利实现平价上网,必须降低和消除风电非技术成本。一些地方政府将风电资源配置给了不具备技术和资金实力的地方性企业,出现倒卖路条行为,或者在资源分配时提出收取资源费等诉求;还有不能及时落实送出条件造成弃风限电损失。只有消除以上非技术成本,才能还原风电开发真实成本,加快平价上网。

三是技术驱动尚需时日。平价上网是大势所趋,但不能一蹴而就。健康的降价之路不应一味通过压低机组价格来实现,而是依靠技术驱动实现机组发电能力的提升和制造成本的下降。大容量机组技术的研发,高塔筒新材料的应用,生产线的升级革新等,都需要一定的时间。若强行在2020年推行平价上网,新产品和技术进步的应用和验证时间明显不足,会导致整机厂家因为市场生存压力而降低创新动力和创新投入,只求加快产品上市节奏,放大机组技术和质量风险。事实上,近年来弃风限电的加剧在一定程度上掩盖了机组质量和效率问题,高塔筒、长叶片等新技术的应用没有经过长时间的验证。一旦出现质量问题,可能会引发批量性的事故,后果不堪设想。

四是电网规划有待加强。未来几年,国家限制煤电发展的政策不会改变,大力发展可再生能源特别是风电产业依然是未来电力行业发展的主旋律。目前弃风限电明显好转,但面对未来可预期的风电增量,消纳压力依然很大。从明年开始风电将全面开启竞价上网,今年年内核准的一批存量保价项目将在未来1~2年内得到产能释放。若电网建设不能明确规划,不能匹配风电场建设速度,限电形势很可能会出现反弹。

理性竞争市场亟待建立

从风电发展进程来看,投资主体从少数几个国有大型电力企业发展到今天的百花齐放;电价政策由标杆电价发展到即将推行的资源竞价配置;进入行业的难度由比较困难发展到今天的非常宽松。从经济学的角度讲,风电市场从最初的寡头、垄断竞争,发展到今天已经开启了完全竞争。国家要正确引导风电产业建立健康的市场,形成理性竞争。

一是完善风机招标机制。今年以来,风机制造行业自上游向下游挤压的情况逐渐显现。风机制

造的重要原材料铸铁从 2018 年初的 3400 元/吨涨到 11 月底的 4500 元/吨, 开发商也不愿轻易让渡利润, 夹在中游的风机制造企业苦不堪言。单纯的低价中标机制凸显出严重的弊端, 一方面会助长制造商为拿订单虚高承诺电量的不正之风, 另一方面风机设备的无节制降价已无法有效向下游传导, 一些零部件供应商选择退出风机制造领域, 还有一些优质产能流向了利润更高的海外市场, 今年已出现塔筒供应紧张的情况。因此, 要制定科学合理的招标机制, 改变低价中标模式, 综合考虑风机价格、机组性能、安全性、市场业绩等多个方面, 让有责任心、有创新意愿的制造企业体现出市场价值。

二是通过技术创新降低度电成本。设备制造成本要通过新技术研发和应用降下来, 不能人为硬压下来。通过技术进步, 提高机组发电量水平和管理水平, 降低设备停机时间和运营成本, 最终实现度电成本的下降, 这才是实现平价上网的科学途径。例如, 2017 年主流机型 2.5MW-141、120 米高塔筒, 与 2015 年 2.0MW-115 机型、80 米高塔筒相比, 由于机组容量、叶片长度、塔筒高度增加等技术创新, 在平原高剪切地区发电量可提升 15%以上, 虽然生产成本也略微上升, 但总的结果是风电场度电成本大幅下降。一味压低风机价格, 会削减制造企业技术创新投入, 更加无益于降低度电成本。

三是切实做好电网规划。清晰明确的电网发展规划是指引风电有序建设的必要条件。2017 年 3 月限电问题写入总理工作报告以后, 电网公司不断提高重视, 严格控制接网批复, 加之风电投资商放缓发展速度, 限电形势得到了有效的缓解, 但今年前三季度弃风电量仍高达 222 亿千瓦时。从长期来看, 进一步提升送出能力和消纳能力才是解决限电问题的根本之道。电网企业要明确具体的规划时间表, 加快建设步伐, 使电网与电源建设规划相匹配。今年 9 月, 国家能源局下发《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》, 将在今明两年核准 9 个重点输变电工程, 包括 12 条特高压线路。要确保这些送出线路按规划时间投产, 为未来风电消纳提供保障。

中国电力报 2018-12-18

谢长军：风电从规模化产业化发展到开拓新兴蓝海

风电从规模化产业化发展到开拓新兴蓝海

——专访原中国国电集团公司党组成员、副总经理谢长军

与改革开放 40 年同步, 我国风电等非水可再生能源产业实现了从小到大、从弱到强的跨越式发展, 走过了一条不平凡的成长之路。我国风电发展还面临哪些困境? 未来应如何发展? 记者专访了原中国国电集团公司党组成员、副总经理谢长军, 对相关问题进行分析, 并提出了发展建议。

记者: 回顾改革开放 40 年, 我国风电发展经历了哪些阶段?

谢长军: 1986 年, 马兰风电场在山东荣成并网发电, 装机容量 165 千瓦, 安装 3 台 55 千瓦机组。这是全国首座并网发电的风电场, 揭开了我国可再生能源开发建设的大幕。从 165 千瓦到 1.64 亿千瓦, 我国风电产业发展经历了三个阶段。

第一个阶段是改革开放前十年, 就是试验研究、示范先行, 可以称为“青铜时代”。这一时期, 可再生能源没有技术基础, 没有相关政策扶持, 也没有商业化风电场。我国在引进国外风电机组的同时, 积极推进自主研发工作, 处在风电设备研制的起步阶段。

第二个阶段是 20 世纪末到 2006 年, 就是商业开发、积累能量, 可以称为“白银时代”。经过 10 年蹒跚学步, 我国风电事业进入了新的发展阶段。1995 年, 原电力工业部提出到 2000 年风电装机达到 100 万千瓦的目标, 出台了电网允许风电场就近上网、全额收购风电场上网电量、对高于电网平均电价部分实行全网分摊的鼓励政策。这是中国第一个风电发展规划, 也是第一个鼓励发展风电的政策。从 1989 年到 2006 年的 10 多年间, 风电产业已经有了一定的技术积累和开发经验, 出现了鼓励风电发展的政策雏形, 出现了商业化开发、公司化运作的崭新体制。

第三个阶段从 2006 年 1 月 1 日《可再生能源法》正式实施开始, 风电产业进入了大范围开发、

规模发展的“黄金时代”。《可再生能源法》确立了可再生能源的法律地位、基本制度和政策框架，明确了政府和社会在可再生能源开发利用方面的责任和义务，加之可再生能源发电全额收购制度（2009年修订版完善为全额保障性收购制度）的出台，对风电产业的崛起和可持续健康发展起到了至关重要的引领和推动作用。此后，2006年我国确立可再生能源电费费用分摊制度，征收可再生能源电价附加，由全社会共同承担，保证了风电在售电侧的平等价格；2008年出台税收政策，对风电机组关键零部件、原材料进口关税实行先征后退，风电企业享受所得税三免三减半的优惠，进一步优化投资条件；2009年确立分类阶梯电价政策，解决了招标电价和审批电价的不确定性问题。

记者：风电从小到大，从弱到强，是如何实现规模化产业化发展的？

谢长军：风电场规模化开发建设成为实现风电产业化的关键。为此，进入21世纪以后，我国启动风电特许权项目招标，规划大型风电基地建设。2003年，在第一批风电特许权招标中，华睿投资集团和广东粤电集团分别中标江苏如东一期10万千瓦项目和广东惠来10万千瓦项目。但真正打响特许权项目“第一枪”的却是龙源电力。2004年，在第二批特许权项目招标中，龙源电力以0.519元/千瓦时的价格成功中标江苏如东（二期）15万千瓦项目。该项目于2006年10月实现首台风机并网，2007年底全部投产发电，成为全国投产的首座大型特许权风电项目。

此后几年，国家相继启动多次特许权招标，龙源、华能、国华、中电投、中广核等公司纷纷参与特许权项目角逐，江苏如东，吉林通榆，内蒙古巴音、辉腾锡勒，河北承德等多座10万千瓦以上的大型风电场相继开建，风电开发逐步由“游击队”向“正规军”转变。风电场在规模化开发过程中，土地开发、电网架设、配套设施的集约化利用带来了建设成本的下降，有力推动了大型风电基地的开发建设。风电大规模开发也促进了广大业主的投资热情，除了国有大型电力能源企业之外，地方国资企业、各类民营企业和风机制造企业等纷纷进入风电领域，投资风电的主体呈现多元化发展。

2008年，国家发展改革委提出在内蒙古、新疆、甘肃、河北、江苏和吉林建设6个千万千瓦级风电基地的目标，进一步加快风电发展速度，风电产业在短时间内迅速向规模化、产业化发展。2005年，我国风电装机为127万千瓦，2006年达到254万千瓦，2008年突破1000万千瓦，2009年突破2000万千瓦，2010年突破4000万千瓦，先后超越丹麦、德国和美国，成为世界第一风电大国，创造了风电发展史上的中国速度。截至2017年底，新疆、甘肃、蒙东、蒙西、河北、山东、宁夏、云南、山西9个地区风电装机容量超过或接近千万千瓦。

记者：技术国产化是我国风电发展的必经之路，那么我国风机制造技术经历了怎样的探索？

谢长军：改革开放初期，我国风机制造技术几乎是一片空白。1984年，国家计委启动我国首台国产风机设计制造，单机容量只有55千瓦。经过10个年头的漫长技术攻关，1993年4月，我国生产出第一台国产200千瓦机组。这两台试验机组都在福建平潭并网。到1999年底，我国投运风电机组594台、26.2万千瓦，其中国产机组只有29台、0.84万千瓦，容量只占全国的3.2%，平均单机容量不到300千瓦，并且这些国产机组并没有真正大批量生产。进口风机的垄断，居高不下的机组采购价格，导致中国风电产业化发展举步维艰。

1999年，新疆风能公司通过引进、消化国外大型风机先进技术，研制出600千瓦风电机组，国产化率达到90%以上，并投入达坂城1号风电场运行，主要经济指标达到国际90年代先进水平，为此后国产化风电机组的规模化生产奠定了基础。

经过多年的探索实践，进入21世纪，风机设备制造产业终于完成了由风机整机进口到关键零部件进口，再到关键零部件自主研发的快速升级。2006年以后，曾经在中国风电市场一统天下的国际知名风机制造商，纷纷加大在中国的投资力度，丹麦的维斯塔斯、西班牙的歌美飒公司、美国的GE公司、西班牙的EHN公司分别在天津、沈阳、南通建厂。同时，华锐、金风、联合动力、远景、明阳等一大批本土风机制造企业迅速崛起壮大。2007年新增风电装机中，国产设备占比已达到55.9%，首次超过外资设备；到了2009年，国产化率已达85%以上，1500千瓦、2000千瓦机组基本实现国产化，取代进口机组成为国内主流机型。

2010年以后，国产陆上2000千瓦以上、海上4000千瓦等多种机型先后问世，并大批量生产投

入市场,满足了中国风电快速增长的需求。在 2017 年中国新增风电装机中,本土设备占比超过 90%。风机设备国产化进程带来了机组采购价格的迅速下降,从 2006 年的 6000 元/千瓦,下降到今天的 3000 多元/千瓦,为我国风电规模化发展提供了技术保障。

记者:目前,我国风电发展面临哪些困境?应如何解决?

谢长军:一是风电市场出现非理性竞争。由于平价上网的预期,风电开发竞争日趋激烈,2016 年和 2017 年中国风电机组价格连续两年快速下降,今年上半年已经降至 3200 元/千瓦左右。近期一个风电平价上网示范项目招标中甚至出现了 3000 元/千瓦的投标价格。低价中标模式凸显出严重的弊端,已逐渐引发非理性竞争态势。今年以来,风机制造行业自上游向下游挤压的情况逐渐显现,风机制造的重要原材料铸铁从 2018 年初的 3400 元/吨涨到 11 月底的 4500 元/吨,开发商也不愿轻易让渡利润,夹在中游的风机制造企业为了抢占市场,不得不大幅压缩设备报价。一方面,会助长制造商为拿订单虚高承诺电量的不正之风,不同企业的 2 兆瓦机型出现了造价相差 300~400 元/千瓦、发电量相差 1000 小时的巨大差别,严重扭曲风电开发实际;另一方面风机设备的无节制降价已无法有效向下游传导,一些零部件供应商选择退出风机制造领域,还有一些优质产能流向了利润更高的海外市场,今年已出现塔筒供应紧张的情况。因此,风电场开发建设不能单纯以低价为前提,要制定科学合理的招标机制,综合考虑风机价格、机组性能、安全性、市场业绩等多个方面,让有责任心、有创新意愿的制造企业体现出市场价值。

二是限电问题仍然不能掉以轻心。近年来,由于装机规模的快速增长、电源与电网建设速度不匹配等多重原因,“三北”等地区出现严重的限电问题。2016 年和 2017 年全国风电限电量总计约 900 亿千瓦时。2017 年 3 月限电问题写入《政府工作报告》以后,电网公司不断提高重视,严格控制接网批复,加之风电投资商放缓发展速度,限电形势得到了有效缓解,今年前三季度全国风电限电比例下降到 7.7%,但限电电量依然高达 222 亿千瓦时,局部地区如新疆(24.6%)、甘肃(19.7%)等弃风形势仍然较为严重。所以,风电仍需坚持理性发展,要与经济发展、电网建设相适应相匹配,不能好了伤疤忘了疼。未来陆上风电每年新增 1500~1800 万千瓦为宜。

三是技术创新时间不足恐带来技术和质量风险。健康的降价之路不应一味通过压低机组价格来实现,而是依靠技术驱动实现机组发电能力的提升和制造成本的下降。大容量机组技术的研发,高塔筒新材料的应用,生产线的升级革新等,都需要一定的时间。若强行在 2020 年推行平价上网,新产品和技术进步的应用和验证时间明显不足,会导致整机厂家因为市场生存压力而降低创新动力和创新投入,只求加快产品上市节奏,放大机组技术和质量风险。事实上,近年来弃风限电的加剧在一定程度上掩盖了机组质量和效率问题,高塔筒、长叶片等新技术的应用没有经过长时间的验证。一旦出现质量问题,可能会引发批量性的事故,后果不堪设想。

四是环保问题处理不好将严重制约风电产业健康发展。在我国植被覆盖较好的中、东、南部地区,部分风电场没有注意水土保持和植被恢复,造成了一定程度的生态破坏,已有多个省份因此暂停发展风电。现在,“绿水青山就是金山银山”的理念已经深入人心,未来中央政府对项目生态环境保护的要求将更加严格,风电业主将承担更大的环境风险 and 法律责任。今年 7 月底,国家林业和草原局发文明确提出要严禁风电场项目使用重点林区林地。风电对生态环境的损害问题已经引起了中央的警觉,如果解决不好,将成为未来可持续发展的最大瓶颈。

记者:在大力发展新能源的大背景下,风电应如何发展?

谢长军:一是科学有序降低风机造价。设备制造成本要通过新技术研发和应用降下来,不能人为硬压下来。通过技术进步,提高机组发电量水平和管理水平,降低设备停机时间和运营成本,最终实现度电成本的下降,这才是实现平价上网的科学途径。例如,2017 年主流机型 2.5 兆瓦-141、120 米高塔筒,与 2015 年 2.0 兆瓦-115 机型、80 米高塔筒相比,由于机组容量、叶片长度、塔筒高度增加等技术创新,在平原高剪切地区发电量可提升 15%以上,虽然生产成本也略微上升,但总的结果是风电场度电成本大幅下降。一味压低风机价格,会削减制造企业技术创新投入,更加无益于降低度电成本。

二是要尽快降低风电非技术成本。要顺利实现平价上网，必须降低风电非技术成本。一些地方政府将风电资源配置给了不具备技术和资金实力的地方性企业，出现倒卖“路条”行为，或者在资源分配时提出收取资源费等诉求；包括前面提到的不能及时落实送出条件造成弃风限电损失。只有消除以上不合规合理的非技术成本，才能还原风电开发真实成本，加快平价上网。

三是平价上网以市场为导向。平价上网是大势所趋，但是要在 2020 年完全实现风火同价是不切实际的。要明确一个概念，平价不能完全等同于同价。各地区电量消纳能力、资源与造价水平、燃煤标杆电价等条件各不相同，平价上网条件差异很大。新疆、内蒙古（西部）、甘肃是风电大省，但当地燃煤标杆电价分别只有 0.26、0.28 和 0.30 元/千瓦时。虽然三个地区资源条件很好，仍不足以支撑风电在这个电价水平生存。因此，要实行因地制宜地平价上网，有条件的省份可率先平价；暂时不具备条件的要随着技术进步逐步实现平价；对于一些风资源条件一般、燃煤发电电价又很低的省份（如宁夏、山西等），几年之内都不可能具备同价条件，要允许风电电价略高于火电电价。从明年开始，风电将全面推行竞价上网，风电产业进入完全竞争时代。要以市场为导向推进风火平价，不能搞人为地一刀切，预计 2020 年左右，风电在部分省份实现平价上网；到 2022 年左右，随着市场竞争更加充分、深入，才能逐步实现全国大部分地区平价。

四是南北方风电市场要协调平衡发展。限电严重的“三北”地区，2020 年以前的两三年将迎来平稳过渡期，预计进入“十四五”以后“三北”地区整体消纳环境达到国家预期（限电 5%）。2021~2015 年，随着中、东、南部地区土地资源更加有限，风电开发重点将回归“三北”地区，并赢来新一轮的发展高潮。同时，大叶片机组技术将打破传统 IEC 风电场分级标准，通过优化控制策略改善机组载荷，“三北”高风速地区也可以应用大叶片机组，届时风电项目的经济效益将更加可观。南方地区由于人口密集、土地资源有限、环保等因素，应以发展分散式风电为主。未来，要形成“三北”地区集中式开发、中东南部和内陆低风速地区分散式开发并举的风电发展格局。

五是切实做好电网规划。目前弃风限电有所好转，但面对未来可预期的风电增量，消纳压力依然很大，进一步提升送出能力才是解决限电问题的根本之道。特别是明年将开启风电竞价上网，今年年内核准的一批存量保价项目将在未来 1~2 年内得到产能释放。若电网建设不能明确规划，不能匹配风电场建设速度，限电形势很可能会出现反弹。电网企业要明确具体的规划时间表，加快建设步伐，使电网与电源建设规划相匹配。今年 9 月，国家能源局下发《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》，将在今明两年核准 9 个重点输变电工程，包括 12 条特高压线路。要确保这些送出线路按规划时间投产，为未来风电消纳提供保障。（原文首发于《电力决策与舆情参考》2018 年 12 月 14 日第 47 期）

能源研究俱乐部 2018-12-18

600MW！广东湛江徐闻海上风电场项目技术方案顺利通过评审！

近日，湛江徐闻 600MW 海上风电场项目技术方案顺利通过评审。评审会在湛江召开，会议由水电水利规划设计总院组织，湛江市和徐闻县人民政府共 21 个职能部门、湛江市和徐闻县供电局、集团公司、广东公司、徐闻风电公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司（以下简称“广东院”）等单位的专家和代表参加会议。

评审会上，与会专家认真听取了广东院关于湛江徐闻海上风电场项目技术方案总体情况汇报，同时对方案进行了深入分析，并提出了相关意见和建议。专家组经过认真细致地讨论和审议，认为评审资料基本满足要求，施工、设计方案合理可行，基本同意通过评审。

本次技术方案顺利通过审查，是徐闻海上风电项目前期工作的重要里程碑节点，为项目落地奠定了良好的基础。下一步，徐闻风电公司将根据水电水利规划设计总院的意见和建议进行修改完善，力争项目早日开工建设。

国家电投 2018-12-18

三峡巴基斯坦风电二期项目顺利完成竣工验收工作

巴基斯坦风电二期项目在 2018 年 6 月份并网发电后，历时 6 个月的工程消缺和安全运营，终于迎来了项目最后一个里程碑——竣工验收。12 月 7 日，巴基斯坦风电二期项目工程竣工验收会议在风电公司办公楼三楼会议室举行，业主单位三峡巴基斯坦第二、三风电有限公司、业主工程师德国拉米尔国际咨询公司、总承包单位上海勘测设计研究院有限公司、土建施工单位、设备安装调试单位等相关代表参与了此次竣工验收工作会议，会议由风电项目公司主持，工程竣工验收委员会依据相关规程，开展了报告审核和现场检查，形成审核意见并签发了验收意见鉴定书，这标志着项目正式完成竣工移交，进入质保期。

按照合同及国内风力发电场项目建设工程验收规程要求，结合巴基斯坦当地实际情况，以项目批准文件、设计图纸、合同及国家颁发的有关电力建设现行标准和法规为依据，本项目竣工验收工作分为四阶段进行，分别为单位工程完工验收、工程启动试运验收、工程移交生产验收、工程竣工验收，各阶段验收组和委员会经过报告审核、资料检查和现场查勘开展了扎实有效的过程验收工作，完成了相应的验收任务。工程竣工验收委员会认为，巴风二期项目各阶段验收程序合规，工程质量满足设计和施工规范要求，过程资料完整有效，工程整体满足安全使用要求，同意本项目通过竣工验收。

三峡巴基斯坦风电二期项目被中巴两国政府列入“中巴经济走廊”积极推进项目清单，该项目分第二风场和第三风场两个独立场区，总装机容量 99 兆瓦，安装 66 台风力发电机组，年设计发电量约 3 亿千瓦时，采用 BOO 开发模式，运营期 20 年。该项目于 2016 年 9 月 1 日正式开工，2017 年 3 月 17 日实现融资关闭，2018 年 2 月 3 日完成所有风机安装工作，分别于 2018 年 6 月 9 日和 20 日顺利进入商业运营，比购电协议规定时间提前 102 天和 91 天，实现了三峡集团首个中巴经济走廊能源项目全面投产运营，取得了良好的经济效益和社会效益，带动了中国企业、中国设备、中国标准走出去，实现了全产业链输出，为集团在巴投资再添新功。

三峡南亚 2018-12-18

中国能建裴爱国：广东省海上风电工程实践与创新

第三届全国海上风电工程技术大会于 12 月 8-9 日在广州召开。中国能源建设集团广东省电力设计院总工程师裴爱国先生跟大家交流广东海上风电工程实践与创新。

裴爱国：各位领导，各位专家大家上午好，我给大家汇报的题目是广东省海上风电工程实践与创新。

我汇报分 4 个部分。首先是资源与规划、工程建设、广东省产业布局，最后讲一下挑战创新还有高质量发展。

刚才很多领导都提到了广东的资源和规划我简单提一下。我们广东省资源比较丰富，拥有 411 公里的海岸线和 41.93 平方公里的海域。在水深 35 米以内而且是海洋 100 米高这样的一个高度，平均风速达到了 7.1-8.8 米每秒，粤东区是最好的。从这个图的分布来看粤东区是好于其他地方，我们也有 16 个测风塔掌握了完整的数据。这是广东省的海上风电规划，总的规划容纳是 6700 万千瓦，近海潜水区是 1000 万千瓦，近海深水区是 5700 万千瓦，绿色的是近海潜水区，蓝色是深水区。广东在能源结构转型方面确定了战略就是大力发展海上风电，今年的 4 月份广东省长马兴瑞亲自提出推进会，提出推动我省海上风电建设是建设现代化经济体系、实现经济高质量发展的必然要求。也是充分发挥广东省海洋优势打造海洋强省的重要举措。这个是我们修编以后的海上风电的建设目标，首先考虑在 2020 年建成投产 200 万千瓦，而且要初步形成完整的海上风电产业链。2030 年要建成投产 3000 万千瓦，而且要形成一个有竞争力的海上风电的产业体系，特别是希望能够成为具有国际竞争力的优势产业之一。

第二部分简单介绍一下我们工程建设的情况。这是广东省已经并网开工和核准的项目情况。目前是只有一个项目是桂山海上风电已经投产 12 万千瓦。还有 10 个项目核准大概是 345 万千瓦。另外 2019 年计划核准的项目应该说我们正在开展前进工作，主要是有以下 4 个项目，汕头海门的一期包括汕尾甲子山姜徐闻以及珠海。这是 2018 年广东省海上风电的重点建设项目总共有 16 项，其中粤西有七项，珠三角有三项，粤东有六项。首先是我们广东省第一个投产的桂山一期工程，它是示范工程单机容量只有 3 兆瓦，基础形式是导管架。

我们开展了一些专题的研究，首先是对华南区沿海的台风特性做了研究，并且采取了一些相对抗台风的策略。无论是对风机包括我们的基础设计都做了一些抗台风方面的设计，最后形成了一个抗台风体系化的应对策略。大家都知道我们的海上风电是新生事物，目前已经发布了行业的相关标准有 18 项，特别是国家标准，这是海上风电厂设计规范，是由我们院牵头华东院等共同编制完成的，目前没有发布，提交给了住建部，我们整个的设计没有完整的国际标准，今后还想陆续开展多项能源行业的标准。

第四个就是成本，大家都提到成本是我们海上风电一个关键的要素，所以我们也做了简单的成本分析，目前近海风电场还要 1.5 到 1.8 万千瓦，我们也做了分析，从组成来看主要是设备和安装占投资 66%，建筑工程占投资 64%。降低成本有电压政策，大家知道有临时的电压政策是潮间带 0.75，我们广东省还是积极的响应出台了广东省海上风电项目的竞争配置管理办法。而且应该说还有很好的可操作性已经正式发布。我们的思路还是觉得应该多措并举降低成本。首先是技术创新和管理创新，另外一个就是注重规模化的开发。还有就是注重产业的布局。现在广东大量的海上风电建设一些钢结构的架构包括很多设施都是从南通江苏省运过来的，这个运费也是非常高的，所以必须打造完整的产业链。再一个就是完善和提升供应链的有序竞争。一个是通过技术进步和标准化的发展来加快成本的下降，还有一个就是我们通过产业化和融资成本的降低加速成本的下降。当然产业 EP 的模式本身是一个非常好的管理创新，这是我们现场的照片。

第五个方面就是深远海的开发。我们广东省海上风电的规划是 6700 万千瓦，5700 万在深水区剩下的在潜水区。必须要面对远海和深海的问题，扶持风电是解决方案，深远海开发涉及的第二个开发技术就是柔性输电技术。我就不再讲，在欧洲北海换流站达到 70 万千瓦，德国有 6 个大型的换流站值得我们下一步研究和借鉴。我们的海上风电大数据中心是一个开放共建共享的平台，我们更多的是致力于为我们广东省海上风电各相关方实现数据的交换还有信息的共享，而且共同创造价值，也是形成我们海上风电的枢纽或者交流共享的平台。这个是我们已经建成的大数据中心，我们取名是广东海上风电这样一个网站名字。我们的流程更多是首先有三类数据，在没有建海上风电之前所有的材料输入。

第二个是工程数据，就是我们每个风电场的风机基础包括它的一些海缆所有的数据输入进去，第三个就是未来运营的数据，通过数据共享输入进去，输入进去以后我们基于历史和预测数据仿真和模拟做到故障的预警效能提升。首先在项目阶段可以给业主进行服务，再就是为将来的运维做服务，还有一个就是联网政府和军方给他们提供数据服务，还有一个改变行业监管，特别是安全、环保各方面的监管。预计明年 1 月份可以使用，所有的规划或者已经规划好的数据包括已经核准的一些数据都在里面体现，目前广东能源局数据报送各个项目业主的进度也是通过我们广东省海上风电大数据中心来开展。

最后一个也是关注高质量发展，生态环境方面这个是我关注的议题，海上风电的开发难免还是对环境和生态造成一定的影响，首先在施工期会对厂址海床有影响，噪声对海洋生物也有影响，包括风力的运行也会产生噪声，当然我们采用的措施首先是我们在规划阶段就要衔接海上风电规划和相关的生态环境保护的规划能够很好的衔接。再一个通过严格的环境保护措施能够实现海上风电与海洋生态保护双赢。我们达到目标是能够希望协调发展，这个是可以有经验借鉴，首先我们根据欧洲公司的合作，发现在欧洲已经有 20 多年建设运营海上风电的经验，我们感觉到他们能够做到海上风电的建设和运营和生态环境是可以和谐共处的，这个照片是我们在欧洲考察的时候开到一个

海狮在晒太阳是我们风机基础的台阶，还有一个和谐发展可以跟海洋牧场融合发展，比如我们的风机基础可以作为融合，我们海上风机可以为海洋牧场提供供电，我们的技术平台可以作为渔民紧急逃生的措施。这个是从欧洲考察时照的照片，在结束演讲前借用我们三峡集团董事长提出来的海上风电他说是绿色能源与蓝色海洋的交响，我也呼吁全体同仁通过共同努力能够弹奏出一曲非常美妙的交响乐，谢谢。

第三届全国海上风电工程技术大会于 12 月 8-9 日在广州召开。中国能源建设集团广东省电力设计院总工程师裴爱国先生跟大家交流广东海上风电工程实践与创新。

裴爱国：各位领导，各位专家大家上午好，我给大家汇报的题目是广东省海上风电工程实践与创新。

我汇报分 4 个部分。首先是资源与规划、工程建设、广东省产业布局，最后讲一下挑战创新还有高质量发展。

刚才很多领导都提到了广东的资源和规划我简单提一下。我们广东省资源比较丰富，拥有 411 公里的海岸线和 41.93 平方公里的海域。在水深 35 米以内而且是海洋 100 米高这样的一个高度，平均风速达到了 7.1-8.8 米每秒，粤东区是最好的。从这个图的分布来看粤东区是好于其他地方，我们也有 16 个测风塔掌握了完整的数据。这是广东省的海上风电规划，总的规划容纳是 6700 万千瓦，近海潜水区是 1000 万千瓦，近海深水区是 5700 万千瓦，绿色的是近海潜水区，蓝色是深水区。广东在能源结构转型方面确定了战略就是大力发展海上风电，今年的 4 月份广东省长马兴瑞亲自提出推进会，提出推动我省海上风电建设是建设现代化经济体系、实现经济高质量发展的必然要求。也是充分发挥广东省海洋优势打造海洋强省的重要举措。这个是我们修编以后的海上风电的建设目标，首先考虑在 2020 年建成投产 200 万千瓦，而且要初步形成完整的海上风电产业链。2030 年要建成投产 3000 万千瓦，而且要形成一个有竞争力的海上风电的产业体系，特别是希望能够成为具有国际竞争力的优势产业之一。

第二部分简单介绍一下我们工程建设的情况。这是广东省已经并网开工和核准的项目情况。目前是只有一个项目是桂山海上风电已经投产 12 万千瓦。还有 10 个项目核准大概是 345 万千瓦。另外 2019 年计划核准的项目应该说我们正在开展前进工作，主要是有以下 4 个项目，汕头海门的一期包括汕尾甲子山姜徐闻以及珠海。这是 2018 年广东省海上风电的重点建设项目总共有 16 项，其中粤西有七项，珠三角有三项，粤东有六项。首先是我们广东省第一个投产的桂山一期工程，它是示范工程单机容量只有 3 兆瓦，基础形式是导管架。

我们开展了一些专题的研究，首先是对华南区沿海的台风特性做了研究，并且采取了一些相对抗台风的策略。无论是对风机包括我们的基础设计都做了一些抗台风方面的设计，最后形成了一个抗台风体系化的应对策略。大家都知道我们的海上风电是新生事物，目前已经发布了行业的相关标准有 18 项，特别是国家标准，这是海上风电厂设计规范，是由我们院牵头华东院等共同编制完成的，目前没有发布，提交给了住建部，我们整个的设计没有完整的国际标准，今后还想陆续开展多项能源行业的标准。

第四个就是成本，大家都提到成本是我们海上风电一个关键的要素，所以我们也做了简单的成本分析，目前近海风电场还要 1.5 到 1.8 万千瓦，我们也做了分析，从组成来看主要是设备和安装占投资 66%，建筑工程占投资 64%。降低成本有电压政策，大家知道有临时的电压政策是潮间带 0.75，我们广东省还是积极的响应出台了广东省海上风电项目的竞争配置管理办法。而且应该说还有很好的可操作性已经正式发布。我们的思路还是觉得应该多措并举降低成本。首先是技术创新和管理创新，另外一个就是注重规模化的开发。还有就是注重产业的布局。现在广东大量的海上风电建设一些钢结构的架构包括很多设施都是从南通江苏省运过来的，这个运费也是非常高的，所以必须打造完整的产业链。再一个就是完善和提升供应链的有序竞争。一个是通过技术进步和标准化的发展来加快成本的下降，还有一个就是我们通过产业化和融资成本的降低加速成本的下降。当然产业 EP 的模式本身是一个非常好的管理创新，这是我们现场的照片。

第五个方面就是深远海的开发。我们广东省海上风电的规划是 6700 万千瓦，5700 万在深水区剩下的在潜水区。必须要面对远海和深海的问题，扶持风电是解决方案，深远海开发涉及的第二个开发技术就是柔性输电技术。我就不再多讲，在欧洲北海换流站达到 70 万千瓦，德国有 6 个大型的换流站值得我们下一步研究和借鉴。我们的海上风电大数据中心是一个开放共建共享的平台，我们更多的是致力于为我们广东省海上风电各相关方实现数据的交换还有信息的共享，而且共同创造价值，也是形成我们海上风电的枢纽或者交流共享的平台。这个是我们已经建成的大数据中心，我们取名是广东海上风电这样一个网站名字。我们的流程更多是首先有三类数据，在没有建海上风电之前所有的材料输入。

第二个是工程数据，就是我们每个风电场的风机基础包括它的一些海缆所有的数据输入进去，第三个就是未来运营的数据，通过数据共享输入进去，输入进去以后我们基于历史和预测数据仿真和模拟做到故障的预警效能提升。首先在项目阶段可以给业主进行服务，再就是为将来的运维做服务，还有一个就是联网政府和军方给他们提供数据服务，还有一个改变行业监管，特别是安全、环保各方面的监管。预计明年 1 月份可以使用，所有的规划或者已经规划好的数据包括已经核准的一些数据都在里面体现，目前广东能源局数据报送各个项目业主的进度也是通过我们广东省海上风电大数据中心来开展。

最后一个也是关注高质量发展，生态环境方面这个是我关注的议题，海上风电的开发难免还是对环境和生态造成一定的影响，首先在施工期会对厂址海床有影响，噪声对海洋生物也有影响，包括风力的运行也会产生噪声，当然我们采用的措施首先是我们在规划阶段就要衔接海上风电规划和相关的生态环境保护的规划能够很好的衔接。再一个通过严格的环境保护的措施能够实现海上风电与海洋生态保护双赢。我们达到目标是能够希望协调发展，这个是可以有经验借鉴，首先我们根据欧洲公司的合作，发现在欧洲已经有 20 多年建设运营海上风电的经验，我们感觉到他们能够做到海上风电的建设和运营和生态环境是可以和谐共处的，这个照片是我们在欧洲考察的时候开到一个海狮在晒太阳是我们风机基础的台阶，还有一个和谐发展可以跟海洋牧场融合发展，比如我们的风机基础可以作为融合，我们海上风机可以为海洋牧场提供供电，我们的技术平台可以作为渔民紧急逃生的措施。这个是从欧洲考察时照的照片，在结束演讲前借用我们三峡集团董事长提出来的海上风电他说是绿色能源与蓝色海洋的交响，我也呼吁全体同仁通过共同努力能够弹奏出一曲非常美妙的交响乐，谢谢。

能见 App 2018-12-17

风电行业发展势头迅猛 两大措施助力解决消纳问题

风电行业发展势头强劲

近年来，我国可再生能源发展驶入快车道，以风电为代表的新增主力发展势头强劲。据前瞻产业研究院发布的《中国风电行业市场前瞻与投资战略规划分析报告》统计数据显示，2018 年前三季度，全国风电新增并网容量 1261 万千瓦，同比增长 30%，风电累计并网装机容量达到 1.76 亿千瓦。风电装机规模稳步扩大的同时发电量也在不断攀升。据前瞻产业研究院数据，2018 年 1-10 月份全国绝对发电量 55816 亿千瓦时，其中 2018 年 10 月我国风力发电量达到 248.1 亿千瓦时，同比增长 4.2%。2018 年 1-10 月风力发电量累计达到 2624.5 亿千瓦时，累计增长 18.8%。占全国电源总发电量的 4.7%，风电正在不断地巩固我国第三大主力电源的地位。

2018 年 1-10 月我国风力发电量统计及增长情况



@ 前瞻经济学人APP



@ 前瞻经济学人APP

数据来源：前瞻产业研究院整理

风电的消纳问题依然严重

但由于多因素影响，风电的消纳问题依然严重，不过，据 12 月 4 日国家发改委网站消息，国家发改委、国家能源局近日联合印发《清洁能源消纳行动计划(2018-2020 年)》(下称简称《计划》)，其中提到，近年来，我国清洁能源产业不断发展壮大，产业规模和技术装备水平连续跃上新台阶，为缓解能源资源约束和生态环境压力作出了突出贡献。但是，清洁能源发展不平衡不充分的矛盾也日益凸显，特别是清洁能源消纳问题突出，已严重制约电力行业健康可持续发展。

2018 年弃风电力超 200 亿千瓦时，损失金额超百亿

《计划》特别指出，预计 2018 年，确保全国平均风电利用率高于 88%(力争达到 90%以上)，弃风率低于 12%(力争控制在 10%以内)。2019 年，确保全国平均风电利用率高于 90%(力争达到 92%左右)，弃风率低于 10%(力争控制在 8%左右)。2020 年，确保全国平均风电利用率达到国际先进水平

(力争达到 95%左右), 弃风率控制在合理水平(力争控制在 5%左右)。

同时, 为解决风电等清洁能源消纳问题, 建立清洁能源消纳的长效机制, 《计划》中制定了, 优化电源布局, 合理控制电源开发节奏; 加快电力市场化改革, 发挥市场调节功能; 加强宏观政策引导, 形成有利于清洁能源消纳的体制机制; 深挖电源侧调峰潜力, 全面提升电力系统调节能力; 完善电网基础设施, 充分发挥电网资源配置平台作用; 促进源网荷储互动, 积极推进电力消费方式变革; 落实责任主体, 提高消纳考核及监管水平等相关措施。

随着市场的不断扩大, 新技术新产品加速迭代, 风电行业面临的主要矛盾已经开始转化, 体制机制的限制已经超越技术成本成为发展的重要制约因素, 突出体现为电网接入和市场消纳困难。2018 年前三季度, 全国弃风率为 7.7%, 弃风电量 222 亿千瓦时。按照 2018 年调整后的陆上风电标杆上网电价计算, 风电平均市场交易电价为 0.5 元/千瓦时, 限电损失为 111 亿元人民币。

对于风电消纳的问题, 早有专家提出, 风电消纳难题的逐步破解得益于政府多管齐下的促消纳举措。“一直以来国家出台了多项与并网消纳相关的政策, 包括电网建设、最低保障性小时数设置、绿证等; 另一方面, 电力消纳方式趋于多元化, 尤其是在弃风限电较为严重的‘三北’地区, 不仅积极推进就地消纳、加快外输能力建设, 扩大风电消纳空间; 而且当地政府鼓励通过深化电力体制改革, 积极推进新能源企业参与市场化交易; 支持新能源企业就地就近发展电力制氢等战略性新兴产业, 进一步拓宽新能源消纳路径。”

分散式和海上风电助力风电消纳

随着一系列扶持可再生能源政策的颁布, 风电行业发展不断好转, 风电建设进一步向用电需求大、消纳情况相对较好的中东部和南方地区倾斜, 早在《风电发展“十三五”规划》中就有布局, 要求“到 2020 年, 中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量 4200 万千瓦以上, 累计并网装机容量达到 7000 万千瓦以上”。截至 2018 年 6 月份, 中东部和南方省份风电累计并网容量达到 4565 万千瓦, 实现了时间过半, 任务过半。

此外, 国家能源局也通过连续发布风电投资监测预警结果, 划定并滚动调整风电开发建设红色预警区域和橙色预警区域, 有效引导和控制了风电投资建设。

1、风电布局的南移为风电开拓了一个更有潜力的市场。风电开发接近用电负荷, 对于电力的消纳来说是一个先天的优势。“在‘三北’地区开发风电, 风电资源无疑是好的, 但当地的消纳能力有限, 如果要更好消纳这些电量就涉及远距离输送等其他问题, 这不是一个简单的工程上的问题。”有专家如是称, 反观东中部和南方地区, 随着技术的成熟, 分散式风电和海上风电的建设难度降低, 经济效益显著提高, 年平均风速 5 米/秒的风电场, 年等效满负荷利用小时数也可以达到 2000 小时左右。中东部和南方地区的风电发展迎来了新的契机。

2、除陆上风电的各种措施外, 海上风电的开发和利用, 也是解决消纳的一个重要方式。不过, 海上风能资源开发受技术、成本、人力、经验等掣肘很多, 挑战很大, 开发企业较少。

但要清楚的看到, 与陆上风电相比, 海上风能的能量效益要高 20%—40%。此外, 还有很多陆上风电无法比拟的优势, 如风力资源丰富、不占用土地、发电利用小时数高、适宜大规模开发等, 海上风电成为我国“十三五”新能源发展重点。近几年, 许多大型风电开发企业、设备制造企业开始积极探索海上风电发展之路。

2014 年, 我国海上风电迎来启动元年。与陆上风电新增装机容量下滑形成对比的是, 海上风电取得突破进展。2016 年底, 我国海上风电装机容量居全球第三, 2017 年, 海上风电开发渐入佳境。截至 2018 年 6 月底, 海上风电累计并网装机容量已达 270 万千瓦。

未来, 海上风电是否会继续得到国家支持? 国家能源局新能源与可再生能源司有关人员给出了肯定的答复: “未来, 国家会进一步完善支持海上风电发展的各项政策措施, 确保对其支持力度不减, 同时积极为企业开展项目建设提供便利条件。”

前瞻产业研究院 2018-12-13

越南水域计划建设高达 3.4GW 的风力发电设施

据越南通讯社(VNA)报告，一个容量为 3.4GW 的巨大风电场计划将在越南的 Binh Thuan 省建造，总成本近 120 亿美元(106 亿欧元)。

该通讯社周二援引该开发商董事长伊恩·哈顿(Ian Hatton)的话说，这个名为 Ke Ga 的海上风电项目是由英国企业能源公司(Enterprize Energy)在越南南部海岸附近提出的。总容量将分为几个 600MW 来阶段性安装，第一个阶段将在 2022 年之后开启。

MHI Vestas Offshore Wind 是丹麦 Vestas Wind Systems A/S (CPH: VWS)和日本三菱重工(Mitsubishi Heavy Industries, TYO:7011)组建的合资企业，最初将为该项目提供 9.5MW 的涡轮机，预计未来将使用更强大的设备。

Petroleum Equipment Assembly & Metal Structure(PVC-MS)和 Vietnam-Russia Vietsovetro 石油和天然气合资公司将负责设计和施工，以及复杂的海上电力变压器的安装。他们还将负责连接地下电缆。

中国新能源网 2018-12-13

比利时规划出了世界上条件最优越的海上风电场？

在国内海上风电还处在补贴，荷兰、德国等欧洲海上风电先行者已经进入了零补贴时代。除了风资源优异、规模化开发等原因外，还离不开政策的大力支持。

日前，比利时政府为促进本国海上风电早日实现零补贴，提出扩大海上风电场允许的占海面积。这并不是说在规划中安排了更多的海域来建设海上风电场，而是在规划装机容量不变的情况下，增加其海域使用面积。

负责比利时北海事务的国务卿 Philippe De Backer 提出，对于比利时正在规划阶段的海上风电场，可增加用海面积，让风机布置更加合理，减小尾流效应对发电量的影响，提高项目发电量，从而促使竞标电价降低至零补贴。

旧版规划

今年 4 月，比利时政府公布了海上风电发展目标，即到 2020 年完成 2.2GW，到 2030 年完成 4GW。

需求陡增

不过，这个目标可能还会有变化。由于比利时两个核电站的反应堆存在一些技术问题，比利时政府决定在 2025 年前关闭这两个总装机达到 5.9GW 的核电站，这样就需要有更多的可再生能源来满足电力需求。

比利时国土面积有限，陆上风电和光伏可行性较低，而北海专属经济区潜力巨大，在这种情况下，牺牲在北海的其他一些经济活动，加大对海上风电的政策支持力度，成为了一个不错的选择。

两次扩大用海面积

为此，政府计划在新的北海空间规划中，为海上风电增加 221 平方公里海域面积，大约可新增装机容量 1.7GW。

不过，这一计划受到了行业的质疑，认为海域面积过小，风机布置受限，尾流效应严重。因此，政府考虑在原有增加面积的基础上，再多划拨 60 平方公里，以帮助行业尽快实现零补贴。

具体的规划还在研究阶段，可能在比利时的下一轮海上风电竞标中，就能看到这些条件优越的项目了。

北海的风速、水深、土壤条件，配上 XL 号的海域，您“流口水”了吗？

欧洲海上风电 2018-12-12

300MW！我国北方地区建设最大的海上风电项目！

近日，记者从辽宁电科院了解到，该院日前成功完成大连庄河 30 万千瓦海上风电项目的 220 千伏海底电缆耐压试验，这标志着该风电项目朝着并网发电迈出关键一步。

庄河海上风电项目总装机容量为 30 万千瓦，总投资 51.4 亿元，是我国北方地区最大的海上风电项目。项目建成后年上网电量约 7.14 亿千瓦时，可满足 45 万户家庭一年的用电量。与同等规模的燃煤电厂相比，每年可节约标煤约 23 万吨，具有重要经济效益、社会效益和生态效益。

辽宁日报 2018-12-17

国家电投揭阳 90 万千瓦海上风电项目和专业码头今日启动！

潮涌南海，宏图再起。

奋力担负起广东沿海经济带新增长极光荣使命和助力粤东高质量发展的揭阳再添强劲“引擎”：继 12 月 5 日中委广东石化 2000 万吨炼化一体化项目启动后，12 月 17 日，揭阳又一重量级项目开工建设——国家电投揭阳 90 万千瓦海上风电项目和专业码头在惠来县举行启动仪式。

向海而兴。这将拉开揭阳打造世界级海上风能产业基地的“大幕”，这也是揭阳打造海洋产业集聚区和临港工业基地，壮大海洋经济，拓展蓝色经济空间的重要举措之一。

值得注意的是，前詹码头作为国内最大的海上风电专业码头，撬动了超过 1000 亿元的投资。在此之前，揭阳市与中国广核集团有限公司、国家电投集团广东电力有限公司、明阳智慧能源集团股份公司（以下分别简称“中广核、国家电投和明阳集团”）签订了 6 个项目合作协议，投资总额 1035.8 亿元。加上此次动工的 90 万千瓦海上风电项目 and 前詹码头，揭阳整个海上风电产业计划投资将超过 1200 亿元。

揭阳的雄心还不止于此。

“借海兴陆”是揭阳着力擘画的蓝图：根据《广东省海上风电发展规划（2017—2030 年）（修编）》，揭阳市海域的装机达到 1380 万千瓦，为依托这一巨量海上风能产业，拉动陆上成套设备制造，揭阳在惠来县规划了面积达 41.66 平方公里的临港产业园，形成海上风电开发暨研发、总装、运维基地，将其打造成为该市海洋高端装备制造前沿阵地、沿海经济带综合发展先行区。

国家电投在惠来建造全国最大海上风电产业专业码头

对海上风电产业来说，码头是必不可少的配套工程，也是海上风电产业链中极具创造价值的一个环节。甚至可以说，码头就是海上风电产业发展的“七寸”和“牛鼻子”。

据了解，当前海上风电的项目数量和技术发展迅猛，码头只有不断调整自身的结构来接纳更大的工程部件、更大的船只以及不断增加的作业活动，才能为海上风电项目提供超长周期的安装、调试、运营维护支持。

今天启动建设的前詹码头，对打造世界级风电产业基地的揭阳来说，更是有着非同寻常的意义。

前詹码头位于惠来县前詹镇以西，拟建设 7 万吨级泊位、3000 吨级泊位和工作船舶位各 1 个，投资总额约 17 亿元。码头设计通航能力 380 万吨，将承担起海上风电场的运维基地码头功能。据业内人士介绍，这是国内最大的海上风电产业的专业码头。

根据国家电投与揭阳市政府的合作需求，双方同意将项目作为揭阳海上风电项目的专业码头纳入揭阳 90 万千瓦海上风电项目总投资，以满足海上风电产业链的业务需求。在主要用于海上风电的重件码头、专业制造和海上施工码头的同时，为临港产业园区、海上风电产业链的各单位提供码头泊位租用业务。

根据工程建设进度安排，2019 年计划投资 5.5 亿元，加快推进码头项目建设进度，其中将完成东护岸、西护岸、东南防波堤施工，完成 7 万吨级泊位、3000 吨级泊位、工作船舶位码头 70%沉箱制作，以及完成 50%的沉箱摆放安装和部分疏浚及陆域形成等。

有关专家表示，前詹码头有助于提升揭阳港的港口服务水平，完善揭阳港口功能，成为揭阳市产业经济发展的支撑；另一方面，项目建设时将同步建设防波堤、开挖航道等公用基础设施，将为后续码头项目的引进和开发打下良好的基础。

640万千瓦装机容量已核准 90万千瓦率先开工建设

进入12月份，国家电投揭阳海上风电项目神泉38#、靖海25#两根试验基础桩顺利制作完成，静待出海，早已做好准备迎接项目在今天开工建设。此前，两根试验基础桩已顺利通过施工专项方案及单桩基础主体结构设计咨询成果专家评审。

该海上风电项目建设地点位于揭阳市惠来县海域，离陆岸20—30千米，总装机容量90万千瓦。项目还配套建设前詹码头，预计总投资205亿元。建成投产后，广阔的惠来海域将给揭阳海洋经济发展带来巨大的规模效益。

实际上，国家电投揭阳90万千瓦海上风电项目只是该市率先开工建设的海上风电项目之一。

揭阳市海域面积9300平方公里，海岸线长136.9公里，沿海岛屿30多个，具备良好的海上风电资源和开发条件，且地处粤东地区中心地带，建设海上风电工程基地，对改善揭阳乃至粤东能源结构、促进生态文明建设，具有重要战略意义。

揭阳认真贯彻落实省委、省政府推进海上风电建设的重要工作部署，加快推进该市海上风电开发、海上风电工程、海上风电设备总装和海上风电运维基地以及深水海上风电研发中心等一批重大项目建设。

2017年12月21日，揭阳市与中广核、国家电投、明阳集团签订揭阳海上风电开发暨研发、总装、运维基地等6个项目合作协议。其中中广核300万千瓦项目总投资540亿元、国家电投150万千瓦项目总投资300亿元、明阳大风机试验测验基地项目总投资180亿元、风电设备总装和海上风电运维基地总投资10亿元、明阳陆上风电示范项目总投资3.8亿元、研发中心2亿元。加上当年6月29日该市与国电投签订的90万千瓦项目投资180亿元，整个海上风电项目计划投资达1215.8亿元。

在这些“巨无霸”项目的“加持”下，一个世界级的海上风能产业基地在揭阳加速形成。

事非经过不知难。为加快揭阳海上风电项目建设进程，有效协调项目推进过程中有关问题，确保项目早日投产发挥效益，早在2017年10月19日，揭阳市就成立了由市委书记李水华任组长的揭阳海上风电项目领导小组，市委、市政府每月召开一次协调推进会，全力以赴加快项目建设进度。在2017年12月27日举行的揭阳市委六届三次全会上，海上风电开发被列为揭阳“希望工程”之一，助推揭阳成为粤东地区振兴发展的“希望之地”。

但要纸上协议变成现实工程，更是不易。进入2018年，揭阳市与海上风电项目投资建设方的“互动”更加频繁，从1月到12月，几乎每一个月都会有会谈磋商，有的月份甚至多达两三次。

天道酬勤。根据《国家能源局关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》（国能发新能〔2018〕47号文）的精神，2018年12月11日，在省发改委（能源局）等相关部门的支持下，揭阳近海深水区550万千瓦海上风电场等项目核准完成。这意味着，通过不懈努力，揭阳联手中广核、国家电投、明阳集团打造的海上风电场项目格局初步形成。

目前，揭阳全市已核准海上风电项目10个，总装机容量共640万千瓦，总投资近1300亿元，核准装机容量位居粤东首位。

1380万千瓦海上风能拉动陆上成套设备制造

2018年4月，广东省发展改革委正式印发《广东省海上风电发展规划（2017—2030年）（修编）》，全省总装机为6685万千瓦，其中揭阳市海域就达到了1380万千瓦，占到了近21%的比例。

如此体量巨大的海上风能产业，必然会给陆上产业发展带来机会。

专家指出，海上风电项目具有技术先导性强、经济体量和产业关联度大的特点。通过发展海上风电，带动海上风电产业发展，可以培育新的优势产业，推动科技创新，形成基于高科技含量和规模经济的新型产业竞争优势。

海上风电开发除了将带动形成高端装备产业集群，还将有力推动和促进空气动力学、弹性力学、材料科学、电力电子等多学科交叉的系统科学和工程研究，成为创新发展的重要驱动力和新经济增长极。

今天动工的国家电投揭阳 90 万千瓦海上风电项目，其基础桩就创下了三项“世界之最”：最大直径 8.4 米，单根桩重 1600 吨，桩长 102 米，是目前世界上直径最大、重量最重、长度最长的单桩基础，桩径、桩重、桩长等体现的技术水准，均达到世界行业领先水平。

由于基础桩的直径、桩重、桩长均创下了新的纪录，国内原有的打桩设备无法满足施工要求，国家电投协调制造商深入研究，对抱桩架（稳桩定位平台）系统、送桩器、浮吊船等各项施工设备进行了提升改造。

此外据测算，以钢结构为例，一台 5.5 兆瓦的海上风力发电机要消耗 1600 吨钢材，一台 7 兆瓦的风机要消耗 2000 吨钢材，按 1 万元/吨计算，初步估计，揭阳 1380 万千瓦海上风电要消耗钢结构产品 400 多万吨，将带动钢结构产值约 400 亿元。

事实上，依靠 1380 万千瓦海上风能产业，揭阳按照从浅海到深海的发展思路，谋划立足揭阳、面向国内、走向全球的风能成套设备研发制造项目，打造风能成套设备制造基地、风能设备研发中心、风能运维基地和推进风能项目开发，推动揭阳风能规模化产业化开发建设。

在国家电投和揭阳市的合作中，就明确指出，充分利用揭阳区位、岸线及能源资源等各方面优势，高起点统筹谋划海上风电、重型燃机、科技研发、装备制造等产业布局，将揭阳市打造成为国家电投从陆上向海洋拓展发展空间的重要支点和前沿基地。

合作还指出，国家电投联合明阳集团、通用电气（中国）有限公司在揭阳打造海上风电总装基地、运维中心。按照广东省产业布局安排要求，开展智慧风电场、高塔筒关键材料的技术研发和生产制造，引入核电模块化构件等先进制造业，研究打造集海上风电研发设计、装备制造、建设施工、运行维护、人才培养于一体的绿色产业集群，为广东省海上风电发展提供全链条服务，带动揭阳市海上风电高端制造产业链发展。积极引入战略合作伙伴，研究提供海洋牧场、海岛供能、海洋度假、船舶充电等海洋资源融合开发方案，打造国际领先的海上风电综合开发基地，加快推进揭阳市滨海资源开发。

此外，国家电投还将与明阳集团、通用电气（中国）有限公司进行合作，联合研究海上风场尾流及湍流强度、漂浮式海上风电基础开发、智慧能源优化调度系统、基于区块链的智慧能源交易系统开发等课题，研究海上建设风电基础结构测试实验室，开展智能微电网关键技术研究 and 示范、智慧能源关键技术研究 and 示范等课题。

惠来临港产业园打造沿海经济带综合发展先行区

通过“借海兴陆”，最终实现“海陆互动”和“海陆并举”，揭阳规划了惠来临港产业园。产业园位于惠来县神泉镇、前詹镇沿海区域一带，是揭阳滨海新区三大板块之一。产业园总面积 41.66 平方公里，其中陆域面积 33.68 平方公里、海域面积 7.98 平方公里。

惠来临港产业园沿海优势突出，附近海域均可建 5 万—30 万吨级码头，距离国际航线仅 12 海里。园区内有揭惠高速延长线出入口，距揭阳潮汕国际机场车程约 1 个小时；拟规划建设汕汕高铁，在距离园区约 10 公里处设有惠来高铁站；园区道路与国道、省道、县道相互贯通，交通十分便捷。

在省道 235 线以南，以中海油 LNG 项目为界往西片区，惠来临港产业园主要布局风能、液化天然气、氢能源、装备制造业、海洋生物医药等产业；省道 235 线以南、中海油 LNG 项目东面国电投前詹港电公司所在范围，主要依托前詹码头，布局海上风电开发暨总装、运维、研发中心。

现在的惠来临港产业园里一片热火朝天，各大项目正在有条不紊地加速推进中：

国家电投揭阳 90 万千瓦海上风电项目和专业码头今日全面启动，2020 年底全部建成投产；国家电投近海深水区 170 万千瓦（含临港产业园 50 万千瓦）海上风电项目计划于 2020 年开工建设，2022 年底建成投产，现已完成项目核准。

明阳集团总装运维基地项目现正加快推进项目启动仪式前期工作，明阳 100 万千瓦科研示范风电场现已完成项目核准，陆上科研试验(7MW 风电试验样机)项目正推进开关站用地手续办理工作。

通用电气计划在惠来临港产业园建设具备 100 万千瓦以上生产能力的海上风电机组总装基地，供货范围遍及全国以及亚太其他海上风电市场，并在当地逐步打造包括总装厂、风机叶片厂、风机塔筒厂及配套供应商在内的海上风机产业基地。

此外，中海油粤东 LNG 项目 2018 年 1 月转入正式生产，配套管线工程计划 2019 年年底建成投产；粤东 LNG 冷能空分项目已签订合作框架协议；中广核近海深水区 280 万千瓦海上风电项目现已完成项目核准，项目公司在惠来县完成注册。

笔者从惠来临港产业园筹建领导小组处了解到，该园区正在打造市区—园区、县区—园区两区快速交通圈。其中市区—园区道路，揭惠高速新芦连接线计划在 2019 年上半年建成通车，全线预计于 2020 年上半年贯通；县区—园区道路，即 G238、S235 连接线，计划于 2019 年上半年完成建设。同时完善园区路网建设，统筹推进供水、供电、排污等基础设施调查及园区环评工作。

据介绍，惠来临港产业园贯彻广东省“一核一带一区”区域发展格局，全面实施以功能区为引领的区域发展战略，根据广东省沿海经济带综合发展及揭阳滨海新区总体发展有关规划，坚持“资源产业化，深度捆绑，成果共享”总原则，落实构建揭普（潮）惠发展轴、惠来沿海经济带、西部生态发展区的发展新理念，按照“立足全域、服务全局、协调各方、把握节奏、突出重点、务实较真”要求，紧紧围绕区域资源禀赋，在国家产业政策、区域发展战略、行业发展趋势中寻找发展交集，以重大项目带动产业链集聚，形成现代化产业集群，打造成为海洋高端装备制造前沿阵地、沿海经济带综合发展先行区。

南方日报 2018-12-17

从广东、宁夏风电项目竞争性配置方法看 2019 年风电项目发展趋势

2018 年 11 月 6 日、22 日，宁夏、广东相继出台了《宁夏风电基地 2018 年度风电项目竞争配置办法》、《海上风电及陆上风电竞争配置办法（试行）》，从 2019 年 1 月 1 日起，两省份新的风电项目将采取竞争性配置，首批风电项目竞争性配置办法出台，标志着风电竞价时代即将到来，根据配置办法和风电成本，我们判断 2019 年起新核准风电项目将大面积平价。两地的竞争性配置办法均从企业实力、风电过往业绩、前期项目手续、消纳能力、上网电价等主要方面入手对项目进行配置。同时我们也看到，上网电价是权重最大也是区分度最大的打分项目（占比超过 40%）。

以广东风电竞争配置办法为例，申报电价环节得分规则为，在风电标杆电价基础上，上网电价降低 1 分/千瓦时及以内的，每降低 0.05 分/千瓦时得 1 分；上网电价降低 1 分/千瓦时以上至 2 分/千瓦时，超出 1 分/千瓦时的部分，每降低 0.1 分/千瓦时得 1 分；上网电价降低 2 分/千瓦时以上，超出 2 分/千瓦时的部分，每降低 2 分/千瓦时得 1 分。这意味着风电项目业主申报电价上，每千瓦时降低 2 分钱，可得 30 分，但如还想在这一环节得分，难度则骤然增大，按规则，超出 2 分/千瓦时的部分，每降低 2 分/千瓦时得 1 分。比如，要在这一环节得 40 分，则总共需要降低 0.22 元/千瓦时，难度提高了一个数量级。广东目前陆上风电价格 0.57 元/千瓦时，海上风电价格 0.85 元/千瓦时，如想得到满分 40 分，陆上风电价格为 0.35 元/千瓦时，已低于广东脱硫煤价格。

宁夏的电价打分计算方式，采取了与国内目前的光伏领跑者打分类似的方法，即将各项目电价掐头去尾取平均作为基准，得 30 分，每降低 1 分钱可+1 分，满分 40 分；每高出 1 分钱则-2 分。这种方式将迫使企业倾其所能报出低电价，因为低电价不仅能够提高自己的得分，还可以降低对手的得分，这也是光伏领跑者电价竞争超预期的原因。由于风电项目距离平价一步之遥，激烈的电价竞争会印证我们之前的判断——2019 年新核准的陆上风电项目将大面积平价。

值得注意的是，广东省将海上风电作为重点发展的领域，但在打分细则中，关于企业实力和过往业绩的要求非常之高，如净资产 500 亿元以上，基本只有粤电、中广核、国电投等企业能够满足

要求，因此竞争非常有限，预计电价下降也非常有限。这种配置方式符合海上风电当前现状，作为新兴事物，不宜进行激烈的电价竞争，否则容易发生恶性竞争反而损害产业进步。因此我们判断海上风电的电价将维持高位，将成为未来风电发展最快速盈利最好的细分领域。

新能源投融资圈 2018-12-14

全球十大海陆上风电场排名出炉！

风电场（Wind Farm），又称“风力发电场”。由一批风力发电机组或风力发电机组群组成的电站。通常按照风电场址的主导风向和地形，将机组排成阵列，尽量减少相互间的尾流影响。风电场可以安装在陆地上，也可以安装在海洋上。陆地上最大的风电场是中国甘肃酒泉风电基地，而海洋最大的风电场在英国伦敦阵列。

风力发电的成本接近天然气发电，是目前较经济的可再生能源之一。海上风能比陆地上多 40% 的产能，但装置成本比陆地高 60%，并且风险高。尽管如此，与成本昂贵的光伏发电比较，发电量大的离岸风力发电仍然显示出优越性。

排序	海洋风电场名称		国家	装机容量 (MW)
	中文	英文		
1	伦敦阵列	London Array	 英国	630
2	威尔士海洋风电场	Gwynt y Môr	 英国	576
3	大方木风电场	Greater Gabbard wind farm	 英国	504
4	安霍尔特海洋风电场	Anholt Offshore Wind Farm	 丹麦	400
5	巴德海洋-1	BARD Offshore 1	 德国	400
6	西都顿沙滩	West of Duddon Sands	 英国	389
7	沃尔尼风电场	Walney Wind Farm	 英国	367
8	桑顿浅滩风电场	Thorntonbank Wind Farm	 比利时	325
9	谢林汉姆鱼群海洋风电场	Sheringham Shoal Offshore Wind Farm	 英国	315
10	塔奈特岛风电场	Thanet Wind Farm	 英国	300

煤炭,煤炭价格,焦煤,焦炭,动力煤,焦炭价格,无烟煤,焦煤价格

	风电场名称	国家	装机容量/MW
1	甘肃酒泉风电基地/Gansu Wind Farm	 中国	5160
2	穆潘达尔风电场/Muppandal Wind Farm	 印度	1500
3	贾伊风公园/Jaisalmer Wind Park	 印度	1064
4	艾塔风能中心/Alta (Oak Creek-Mojave)	 美国	1020
5	牧羊人平风电场/Shepherds Flat Wind Farm	 美国	845
6	罗斯科风电场/Roscoe Wind Farm	 美国	781.5
7	马空心风能中心/Horse Hollow Wind Energy Center	 美国	735.5
8	摩羯座岭风电场/Capricorn Ridge Wind Farm	 美国	662.5
9	芬特奈里-柯吉拉克风电场/Fântânele-Cogealac Wind Farm	 罗马尼亚	600
10	福勒岭风电场/Fowler Ridge Wind Farm	 美国	599.8

中国电力网 2018-12-19

寇伟：以供给侧结构性改革助推国家风电能源高质量发展

党的十九大报告指出，我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，必须坚持质量第一、效益优先，以供给侧结构性改革为主线，推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革。这是以习近平同志为核心的党中央对我国经济发展面临形势、变化规律和发展趋势的深刻洞察和科学判断，为新时代我国经济高质量发展指明了方向。国家电网公司是位于国家命脉领域的特大型中央骨干企业，管理着4万亿元的国有资产，服务人口超过11亿人，在保障国家能源安全、促进生态文明建设、壮大国家综合实力、服务民生改善中承担着重要的责任。面向新时代，国家电网公司必须牢牢把握高质量发展这个根本要求，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，以落实供给侧结构性改革为主线，不断提高发展的质量、效率和效益，努力实现自身的高质量发展，努力服务经济社会的高质量发展。

优化电网格局推动能源高质量发展

推进能源生产和消费革命，构建低碳清洁、安全高效的能源体系，是能源高质量发展的本质要求，也是能源领域供给侧结构性改革的中心工作。从推进能源生产革命看，要按照习近平总书记在2014年中央财经领导小组第六次会议的重要讲话精神，大力发展清洁能源、新能源、可再生能源，同时还要做好煤炭这篇文章。具体到电力行业，就是要大力发展水电、风电和太阳能发电，集约化建设以电力外送为主的若干千万千瓦级大型煤电基地。从推进能源消费革命看，要加快实施电能替代，落实好党中央确定的北方地区冬季清洁取暖工作部署，提高电能消费比重，减少能源消费侧化石能源的直接燃烧。

电网一头连着能源生产，一头连着能源消费，是能源开发利用的基础平台。国家电网公司必须主动适应能源变革要求，优化电网格局、加强电网互联，加快推进跨省跨区输电，着力提升送端电网外送能力和受端电网接纳能力，充分发挥电网的平台作用，服务能源结构调整和布局优化，加快推动我国能源清洁低碳转型。要着力服务清洁能源高质量发展。推动构建清洁能源集中式开发与分布式开发并举的发展格局，促进我国清洁能源装机比重到2020年全面建成小康社会的时候超过40%，到2035年“两步走”战略第一阶段完成的时候超过55%，到本世纪中期达到75%左右，确保实现2050年非化石能源在一次能源中的比重超过50%的目标。要着力推动“三弃”问题解决。通过加强外送通道建设、加快火电调峰改造、发展抽水蓄能、推进全网统一调度、完善跨区跨省交易机制等措施，促进清洁能源在全国范围优化配置，下大力气解决“三弃”问题，确保到2020年将弃风弃光率控制在5%以内。要着力服务化解煤电过剩产能。优化电网规划和建设时序，助力大型煤电基地集约化建设和外送，采取跨省区电力互济、电量短时互补等措施，努力实现2020年我国煤电装机控制在11亿千瓦以内的目标，确保东中部地区新增电力需求主要由西部北部地区的清洁能源送入解决。

补齐电网短板提高电能供给质量

国家电网公司是服务型企业，实现电网高质量发展，是公司更好地服务经济社会发展、服务人民美好生活需求的重要前提。近年来，国家电网公司坚持把电网发展作为第一要务，持续加大电网投入，加快各级电网发展，累计建成“八交十直”18项特高压工程，拥有110(66)千伏及以上输电线路98.8万千米、变电容量43.3亿千伏安，成为世界上输电能力最强、新能源并网规模最大、安全运行纪录最长的特大型电网，为经济社会发展提供了安全可靠的电力保障。但也要看到，电网发展还面临一些突出的问题和挑战：电网安全基础还不牢固，“强直弱交”矛盾突出；电网优化配置资源作用发挥不充分，跨区输电能力不足与通道能力闲置并存；城乡区域电网发展不平衡，配电网、中西部地区农村电网发展滞后。要坚持高质量发展理念，从当前电网的最薄弱环节着手，抓重点、补短板、强弱项、去瓶颈，不断增强公司的服务能力，不断提升电网的服务供给质量。

要不断完善电网网架。立足我国“西电东送”和“北电南供”的实际，加快建设以特高压为骨干网架、各级电网协调发展的坚强智能电网。着力解决好当前突出的电网“强直弱交”结构性矛盾，积极协调解决特高压配套电源不足问题，加快送端电源改接工程建设，提高现有特高压输电通道利用率。

要全面提升配网建设标准。适应电动汽车、分布式能源、微电网、储能装置等设施大量接入需要，合理确定设备选型和技术标准，加快建设可靠性高、互动友好、经济高效的一流现代化配电网。积极应用现代信息通信、智慧运检、多能互补、智能量测等先进技术，全面提高电网智能化水平，增强配电网运行的灵活性、适应性、互动性。加快农村电网改造升级。围绕服务乡村振兴战略和打赢精准脱贫攻坚战，千方百计加大农村电网建设投入，高质量实施新一轮农村电网改造升级，着力解决农村用电“卡脖子”、低电压等问题，全面提高乡村电气化水平。发挥集团优势，深化东西帮扶，加快“三区两州”(云南怒江州不在公司经营区)等深度贫困地区电网建设改造，促进城乡电力服务均等化，助力全国人民一起奔小康。

坚持创新驱动抢占发展制高点

当前，新一轮科技革命与能源革命相融并进、蓬勃发展。强化自主创新，加快从要素驱动向创新驱动转变，既是供给侧结构性改革的必然要求，也是高质量发展的鲜明特征。近年来，国家电网公司大力实施科技强企战略，加大研发投入力度，强化重大技术攻关，在特高压、智能电网、新能源并网、大电网运行控制等领域，取得一批拥有自主知识产权、达到世界领先水平的重大创新成果，建成国家风光储输、柔性直流输电等一批重大科技示范工程，累计获得国家科技进步奖 69 项(其中特等奖 2 项)，拥有专利 8.1 万项(其中发明专利 1.9 万项)，编制国际标准 61 项。面向新时代新征程，必须瞄准世界一流，坚持创新驱动，完善创新机制，增强创新能力，推进科技、业务、服务全方位创新，突破核心技术，努力抢占发展的制高点。

大力推进科技创新。坚持面向能源电力科技前沿、面向电网生产经营一线、面向企业转型升级提质增效，不断提升自主创新能力。以实施国家“科技创新 2030”智能电网重大项目为引领，积极开展重大技术攻关，努力在先进输变电、大规模储能、电网友好型新能源、源网荷储互动、智能控制、新材料应用等关键领域取得新突破，培育一批重大技术创新成果。深入推进双创示范基地建设，大力推进大众创业、万众创新，加强人才激励、成果转化等机制建设，激发全员创新活力。大力培育新兴业务。把握能源技术和信息技术融合趋势，大力开拓增值潜力大、盈利能力强、发展前景好的电动汽车服务、电子商务、芯片制造、综合能源服务等新业务、新领域，积极培育增长新动能。开拓电动汽车服务市场，持续加大充电设施投入，完善智慧车联网平台功能，满足电动汽车迅猛发展需要。聚焦物资电商化、分布式电源、节能服务、大数据征信等业务，提高电子商务发展质量和水平。以工业园区和公共建筑为重点，大力拓展综合能源服务业务。大力创新服务模式。围绕满足人民美好生活需要，坚持人民电业为人民，积极创新服务方式，规范服务行为，努力提高服务质量和水平。树立现代服务理念，变革组织机构，优化业务流程，推进供电服务指挥平台和“全能型”乡镇供电所建设，不断完善现代供电服务体系。聚焦服务短板、客户痛点，利用“互联网+”等技术和手段，改革传统客户报装接电服务模式，持续优化电力营商环境，不断提升世界银行“获得电力”指标排名。

坚持深化改革激发高质量发展活力

近年来，国家电网公司坚决贯彻落实中央改革部署，强化顶层设计，狠抓任务落实，统筹推进电力改革和国企改革，呈现出重点突破、全面推进的良好态势。通过改革，2016 年以来公司经营区域内年降低用户电费负担达 2217 亿元，其中电网环节承担 1369 亿元、占 62%，有效释放改革红利。但必须清醒看到，改革进行到今天，剩下的都是难啃的硬骨头，改革任务将越来越艰巨。必须继续高举改革大旗、狠抓改革落实，以更大的力度、更实的举措、更硬的作风，扎扎实实把各项改革推向深入，破解难题、激发活力、释放红利。

深入推进电力改革。认真落实中发 9 号及其配套文件精神，按照“管住中间、放开两头”的改革思路，积极稳妥推进增量配电和现货市场建设试点，加强试点工作总结和评估。配合做好输配电价改革，按照“准许成本加合理收益”的原则，为电网可持续发展争取合理电价机制。按照“统一市场、两级运作”原则，加快统一电力市场体系建设，发挥电力交易机构作用，扩大市场化交易规模和比重。

深入贯彻国企改革部署。认真贯彻落实国企改革“1+N”政策要求，大力推进体制机制创新，加快

建设中国特色现代国有企业制度，着力破除束缚高质量发展的体制机制障碍。在推进增量配电、新兴业务和产业单位改革的基础上，积极研究扩大电网混改的途径和方式，增强国有资本的控制力和影响力，实现各种所有制资本取长补短、相互促进、共同发展。严格落实国家关于剥离企业办社会职能和解决历史遗留问题各项要求，依法合规、分类处理，稳妥有序做好“三供一业”分离移交、医疗培训疗养机构改革等工作，按期完成改革任务。

推进企业内部变革。按照集约精益、放管结合、权责匹配原则，积极推进企业内部管理变革，压缩管理层级，缩短管理链条，合理分权授权，提高运转效率，坚决防治“大公司病”。持续深化三项制度改革，健全完善激励约束机制，逐步实现管理人员能上能下、职工能进能出、收入能增能减。按照有利于调动干部职工积极性、有利于提高效率效益、有利于企业长远健康发展的原则，进一步优化公司内部分配制度，真正实现多劳多得、多贡献多得，激发广大职工干事创业的积极性。

深化供给侧结构性改革，推动国家电网高质量发展，根本要靠坚持党的领导、加强党的建设，关键要铸造一支高素质专业化干部职工队伍。要持续加强企业党的建设，坚持不懈用习近平新时代中国特色社会主义思想武装头脑、指导实践、推动工作，把国有企业党建优势转化为创新优势、竞争优势、发展优势。适应公司发展需要，加强各级各类人才队伍建设，弘扬精益求精的工匠精神，加快建设忠诚干净担当的干部队伍和素质过硬、纪律严明的专业化人才队伍，为国家电网高质量发展提供坚强保障。

国家电网报 2018-12-19

甘肃酒泉风电基地：调储并用消纳新能源

据经济日报报道称，“到 2020 年，我们的弃风、弃光率将总体控制在 10%左右，风光电利用小时数可全面达到保障性收购要求。”说起到 2020 年实现国家确定的清洁能源消纳目标，甘肃酒泉市市长张安疆充满信心。

随着风电、光电迅猛发展的同时，酒泉也面临着清洁能源消纳难题，并成为全国弃风、弃光问题突出的地区。日前，国家发展改革委、国家能源局印发的《清洁能源消纳行动计划（2018-2020 年）》中提出，到 2020 年，甘肃弃风、弃光率分别降至 15%和 10%。甘肃能否实现这一目标，关键看酒泉。

张安疆表示，今年以来，酒泉充分利用外送通道资源，积极推动新能源外送，酒湖±800 千伏直流通道从 2017 年 6 月建成投运至今年 10 月底，最大送电能力从 200 万千瓦提高至 450 万千瓦，累计送电量达 211.7 亿千瓦时。其中，今年 8 月单月送电量达 26 亿千瓦时。

同时，酒泉通过引进三新硅业等高载能企业、推动实施新能源供暖试点项目等措施，力促电力就近消纳。今年前 10 个月，酒泉市用电量达 55.2 亿千瓦时，同比增长 17%。目前，酒泉市风电、光电平均上网率已分别达到 74.4%和 81.5%。“未来几年，我们将通过调整电源结构、优化提升外送通道、发展储能项目、提高电能消纳水平等方式，进一步提高新能源利用率。”张安疆的信心也正来源于此。他表示，酒泉将创新清洁能源开发利用模式，统筹跨区外送和就地消纳，推进清洁能源健康发展。

甘肃酒泉风电基地是我国第一个千万千瓦级风电基地。该基地位于河西走廊，目前已建成风电装机 915 万千瓦、光伏发电装机 200 万千瓦，分别占甘肃全省的 71.4%和 24.8%。目前，酒泉风、光电累计发电 960 亿千瓦时，相当于节约标准煤 3160 万吨，减排二氧化碳 9850 万吨。全国首批 20 个光热发电示范项目中，已在酒泉落地 8 个，在建光热发电装机 55 万千瓦。

据了解，落户酒泉的国家首批 8 个光热发电示范项目中，有 6 个已开工建设，预计年内敦煌首航 10 万千瓦光热项目将建成投运，正在建设的瓜州县常乐电厂一期 2×100 万千瓦火电项目是酒泉清洁能源的调峰电源，预计将于 2020 年上半年建成投运。

此外，酒泉积极发展储能项目，支持引导大容量液流、锂离子等新能源储能技术研发和应用推

广，中能智慧能源 152 兆瓦时/600 兆瓦时网域大规模电化学储能项目已开工建设。此外，今年 9 月开工建设的河西走廊 750 千伏第三回线加强工程将于 2019 年建成运行。届时，河西走廊 750 千伏电网西向东输电能力将由 560 万千瓦提高至 800 万千瓦。

中国煤炭资源网 2018-12-19

广东华电阳江青洲三 500MW 海上风电项目获得核准

据华电集团消息称，12 月 7 日，华电集团公司单体容量最大的海上风电项目——广东华电阳江青洲三 500MW 海上风电项目获得核准，标志着集团在广东区域海上风电开发取得重大突破。

华电阳江青洲三海上风电项目位于阳江市沙扒镇南面近海，是《广东省海上风电发展规划（2017-2030）（修编）》中规划的海上风电项目之一。

该项目装机容量 500MW，拟安装 72 台 7MW 风电机组，配套建设 220kV 海上升压站一座。

据悉，风机通过 18 回 35kV 海底电缆接入 220kV 海上升压站，升压后通过 2 回 220kV 海底电缆接入南网建设的海上柔性直流升压站。项目平均风速 7.8m/s，年等效利用小时约 2772h，年上网发电量约 1397GWh，每年可节约标煤约 43.6 万吨。

此外，广东华电韶关乐昌五山 100MW 风电项目也取得了核准。

中国煤炭资源网 2018-12-19

氢能、燃料电池

中国电子工程设计院原副总工程师陈霖新：氢能产业已进入产业规模示范阶段 氢能不应被简单归为危化品

从现在的国内外情况来看，氢能产业已经从原来小的示范，到了产业规模示范阶段，但未实现商业化运行。氢能发展基础是充足的廉价氢能供给，绿色、低碳低成本的氢源，第二是消除或尽量减少“氢安全疑虑”；第三是加氢站能满足氢能汽车等的需求。

2018 年 12 月 19 日，京津冀氢能产业发展暨环境治理大会于河北威县召开，本次会议由河北省威县人民政府、华北电力大学国家大学科技园、中关村华电能源电力产业联盟联合主办，中国电力云平台、北极星电力网承办，北极星储能网将对此次会议进行现场直播。中国电子工程设计院原副总工程师陈霖新发表《对我国氢能产业发展的再思考》的主题演讲，他指出当前氢能发展最重要的障碍和问题就是把氢能单纯作为危化品来对待，而是要看做和天然气、燃油一样的，氢能同样是“能源载体”。

以下为发言实录：

中国电子工程设计院原副总工程师陈霖新：各位上午好！我给大家介绍一下我国氢能产业发展的再思考，根据 2018 年这半年多，我们国家氢能产业发展的状况做了一些补充和修改。这个比较长，大概有几十个图片，让大家对这个有一个概括的了解，把我的一些想法给大家共享一下，也可能在座的已经进入到氢能产业有一段时间了，有的是刚刚进入。从这五个方面给大家说一说，第一个是加速发展氢能产业的战略意义，第二个是氢能特性和氢能产业链，第三是氢能产业基础设施，第四是氢能应用，第五是发展氢能产业的机遇和挑战。

今天有一些在氢能产业进入相当长的时间了，我说得不对的大家可以和我提出来，哪里说得不准确，或者有什么疑问可以和我探讨。加速发展氢能可以做到优化能源结构，减少燃油、天然气消耗、增强油、气供应安全。第二是改善大气环境质量，氢能应用的产物只是水，没有 NO_x、SO_x 等污染物排放，减少二氧化碳排放，为实现“巴黎协定”2050 年减少温室气体排放、将全球气候变化的

气温上升幅度控制在 2 摄氏度以内作贡献，这是“巴黎协定”制定的，现在希望能够争取控制在 1.5 摄氏度以内，氢能的发展、新能源的发展都要提高，到 2050 年要达到控制 2 摄氏度、1.5 摄氏度，也就是说非化石能源要占到 20% 以上才能达到这个要求。我们联合会秘书长很清楚，不仅是要用氢能、新能源，化石能源还要降低使用占比。

加速开展氢能产业规模示范，商业化运行的基础，实际上从现在的国内外情况来看，氢能产业从产业规模示范，不是原来小的示范，而是到了产业规模示范。向商业化运行，实际上现在无论是国内还是国外，都没有达到商业化运行。基础是什么呢？要有充足的廉价氢能供给，绿色、低碳低成本的氢源，氢从哪来？第二是消除或尽量减少“氢安全疑虑”，一说到氢就说不安全，所以说一谈氢色变，对一小部分人是谈氢色变，现在很多人还是在疑虑氢安全不安全？第三是加氢站能满足氢能汽车等的需求，燃料电池汽车可靠性、耐久性基本达到要求，如寿命达到 5000 到 10000 小时。

加速发展氢能产业的战略意义，有利于减少二氧化碳，并实现全球气温气候变暖限制不超过 2 摄氏度，预计氢能燃料电池汽车在 2020 年的上路目标是欧洲约 35 万辆，日本 10 万辆，韩国 5 万辆，美国约 2 万辆。美国从布什政府开始就提出了《自由轿车计划》《自由燃料计划》，共投入 17 亿美元进行氢能和燃料电池汽车研究及基础设施建立。欧盟制订了他们的路线图，发展比较快的是德国和法国，丹麦等国家在氢能发电这方面做了很多的事情。日本的氢能发展应该说在全世界来讲，日本在氢能产业的发展也比较早，从 2000 年初日本就建立了《氢能与燃料电池战略路线图》，他们做了很多实实在在的工作，无论是氢能汽车还是发电，从国外来讲做氢能发展比较全面的国家是日本，比如说福田、本田汽车，他们做了大量的实验，在我们国家建了加氢站，日本在发电方面很不错，日本在氢能产业发电方面，氢的发电装置是分布式能源，他们在 2000 年初期就建立了氢的小镇、小村示范，所以说不仅是氢的节能发电。韩国的发展，韩国氢能发展在最近四年发展很迅速。我在 2014 年做了中日韩氢能的交流。当时韩国刚刚起步，现在他们发展很快，无论是汽车、发电，并且他们也制定了氢能发展路线图。我们国家从政策层面对氢能运用的发展，实际上氢能汽车在科技部，在 2002 年有一个专项，之后在 2006 年国家中长期科研规划领域也做了规划，在 2015 年实际上从 2005 年、2006 年以后，我们国家的氢能产能走了一个“低谷期”，由于各种原因，对氢能汽车的发展，在产业化方面走得比较慢，但是从 2014 年以后，特别是 2015 年在中国制造 2025 提到以后，从 2016 年、2017 年一直到现在这几年发展很快。

下面介绍一下氢的特性和氢能产业链，氢主要的特性是可燃的、易燃的，这也是大家谈氢色变的主要原因。氢最重要的特性是密度很小，是最轻的元素，氢跑出来以后很容易跑掉的，挥发速度很快。已经做了大量的实验，对于氢和燃油，这是几种可燃气体主要特性对比，从特性对比来讲，假如说从温度来讲都是四五百度，从燃烧范围来讲，最危险的是下线，最低的是丙烷和汽油，也就是说氢是很容易的。现在国内外对于氢做实验，氢燃料和燃油汽车一旦纵火以后，燃烧的很快就灭到的是氢燃料汽车，汽车不会坏，但是这有很多实验和图片，无论是锂电汽车、氢汽车、汽油汽车，氢是很快就能灭火。从安全角度来讲，不能讲它是安全的，但是它是可以采取各种措施来防止它产生安全后果的。

氢的危害是着火、爆炸和窒息，爆炸有三要素，要有可燃气和助燃气，控制三要素就能控制氢，防火防爆，对所有的设备控制它的失效，从设计开始，自动的安全控制，实时检测、监控、报警等等都是最基本的要求。氢能产业链，第一个是氢源，第二是氢的储存、运输、，第三是加氢站，第四是氢的应用，电力的能源很多，氢也是各种方法可以得到电，这是一个很共同的特点。氢源是多元的，但是氢还有一个特点，氢的储存、运输，氢是可以储存，电是不能储存，氢在利用方面，不仅可以开汽车，不仅可以用于工业气体，还能发电，特别是用于储存，这是氢能产业链上下游讲的加氢站，开氢能汽车就必须要有加氢站。

氢从何来？我说氢能源是多元的，氢是二次能源、绿色能源，但是不是多种能源的氢，都是绿色的呢？这点希望大家要很仔细的考虑，也是我们今年氢能标准化委员会搞了低碳低成本的蓝皮书专门讲氢二次能源怎么样来认定它是二次能源、绿色能源？氢是二次能源，可以从化石燃料或者煤

碳、天然气、石油都可以制氢，可以电解水，可以光解水，可以排放气、副产氢，可以气化、发酵以后制氢，但是各种各样的制氢方法不一定是绿色能源，我是在 2014 年提出的这个观点，氢二次能源有深绿有浅绿，比如说你用光伏电制氢，得到的氢是深绿的产品，如果说用电制氢，得到的电就不一样，北京的电 90%以上都是火电、煤电，那就谈不上浅绿了。但是到新疆、内蒙等水电 40%到 50%，那里的电就是浅绿。所以威县要发展氢能，最好是不要用深绿，要用浅绿，碳排放比较少，所以它也可以制氢，对于氢分成深绿和浅绿。回头我带到威县来看看，看看怎样的评价是深绿，怎样样的评价是浅绿。所以说对于氢从何处来，一定要把来源搞清楚。

制氢方法一个是传统的，产能是 1 到 1000 立方米/小时，可以用煤气化方法制氢，甲醇转化等方式，太阳能制氢是深绿的。所以制氢方法分为两大类，一个是水电解制氢，PSA 提纯装置，现在最大的是煤气油。氢的储存、输送，要把氢从制氢厂到加氢站到使用点必须要经过储存和输送，储存办法是有三个办法，一个是固定式储氢、长管气瓶、钢瓶组，液体氢储存，国内可以制造多种液氢容器，还有一种是固体储存和有机液体储存，目前的问题是储氢密度问题，充放条件差异，氢储存容量的合理选择。70 年代研发，产能是数十万立方米/小时，天然气转化、甲醇转化等，各种含氢气体提纯，十分关注气源品质和杂质状况。曾经电科院有一位先生跟我讨论过，把西北地区的电力运输过来，氢管道输送、天然气输送，这样可以见效我们国家可再生能源的百分比提到 20%的阶段。氢气的应用多元发展共享成果，氢的利用从氢气产业链来讲，氢是多元的，在我们国家 2017 年的统计，我们国家氢气 99%以上全部是氢气，大概占地 700 万吨，剩余的是用在化石原料，氢是我们国家运用最广的。第二是工业气体的应用。工业气体应用占比比较小，大概占 2%到 4%，氢能应用达到 4%也相当不容易，所以说氢能利用是很重要的，但是氢能应用是氢能车辆，以及发电，还有船舶，氢能光伏轨道车，所以说发电也是大量的。所以说大家要重视发电，国外有报道发电应该占氢能应用，今后在氢能产业真正发展到广泛应用、商业化运用，应该占到 60%，氢能汽车的用量可能就 20%到 30%。我们国家在氢能发电这方面是一个空白。我们现在氢能发展系统，日本最早 2002 年在九州搞了一个氢能发电，所以氢能发电还没有普遍使用。

氢能产业链基础设施，氢能产业链的氢源、氢的运输、加氢站均为“基础设施”。国家标准 GB50516《加氢站技术规范》中对加氢站有定义，合建站是加氢站+加气站+加油站。氢能的应用，我国氢能汽车的发展目标，2020 年是 5000 辆，2025 年是 5 万辆，2030 年预计是百万辆。我刚才说到了 2018 年示范运行的燃料电池电动车数量将达到 3000 辆，运行里程数十万公里，性能与国际水平接近，成本、耐久性等亟待解决。

氢能应用的效率高，热加电可以达到 90%到 95%，分散式发电，未来安全发电方式。未来可以用太阳能制氢然后发电、供热。氢储能系统类型，按电源划分为可再生能源、城市电网，按功能划分为电—氢—电、电—氢—用，或两者综合，按规模划分为大型、中型、小消等。按供应范围，集中和现场，所以大家要重视这一点。储能系统是否可行？取决于能效和成本，能效是电—氢—电可达到 40%或稍大，电—氢—用可达 75%以上，两类综合，可达 50%到 70%或稍大。

下面讲一下加速发展我国氢能产业的挑战，人民对“氢能”的认知亟待提升，氢能选择的优化、评价及其认知，一定要选择低碳、低成本。加氢站设计建造的“理念”和经济性、能耗的优化，目前氢能产业链的“短板”，各个环节都存在，加氢站的规划、建设等问题。必须明确氢是能源载体，它与天然气、燃油是一样的，同为“能源载体”，不能按照危化品来定义它。如果说大家把氢作为一个危化品进行监管，许多问题就解决不了。所以说去年的问题，每次开会讲的问题，今年我们提出的这个问题，尤其是提出这个问题以后影响比较大，最近国家能源局也在考虑这个问题，从天然气、燃油的管理来讲，都是危化品，应该用一样的管理办法，这是需要解决的问题。第二是替代能源，预计 2050 年在全球能源中的占比为 50%。

氢是第一元素，最轻，在可燃气体中，只要认真执行规范百准是最安全的。氢是二次能源，“绿色能源”，能源载体，氢是替代化石能源、改善大气环境、降低减少碳排放的最佳选择。我国大力发展氢能应用，强化氢能产业的整体发展，既是优质生态环境的需要，更是能源结构调整的必须，大

势所趋，势在比兴。各地区应充分利用其特点、优势、因地制宜地发展氢能产业；加速发展氢能应用，氢能汽车、氢能发电，环节生态环境压力，调整能源结构。认真结合本地区和国内外的氢能产业发展，做好顶层设计、做到“生态环境”、“经济效益”双丰收。

北极星储能网 2018-12-19

2019 年科技部牵头 6 大核心技术研发 推动氢燃料电池发展

在近日召开的“第一届中国·张家口氢能与可再生能源论坛”上，国家科技部高新技术发展及产业化司副司长续超前表示，科技部 2019 年的氢能与可再生能源重点专项，将聚焦氢燃料电池的膜电极、双极板、高压储氢瓶、增压机、制氢、储氢等核心关键技术研发。

他表示，尽管我国氢燃料电池技术取得了一系列关键技术的突破，培育了一批从事燃料电池及关键零部件研发的企业，初步形成了涵盖制氢、储氢、氢安全及燃料电池技术的研发体系，并在分布式能源、通信基站备用电源、燃料电池汽车、轨道交通辅助电源以及商业化示范应用等方面取得了成功的经验，但在氢燃料电池核心技术等方面仍存在一些技术短板。因此，由科技部牵头的氢能与可再生能源重点专项，2019 年的申报项目将主要集中在氢燃料电池膜电极、双极板、高压储氢瓶、增压机、制氢、储氢等核心关键技术研发方面，补短板、强能力，尽快取得技术突破，提高自主研发和配套能力。

除此之外，他还介绍了下一步科技部在其他三个方面的重点工作，包括将与财政部、发改委、工信部、国家能源局、国家标委等部门加强沟通，在政策、法规、标准等方面协同合作；进一步调动企业的积极性，支持龙头企业加大投入，加强燃料电池汽车动力系统与整车工程化水平，加快形成具有自主核心技术的产业化能力；探索以氢能为基础的可持续能源的供应体系，进一步挖掘氢能在储能方面的应用潜力等。

电池中国网 2018-12-19

新型铂催化剂降低氢燃料生产成本

氢气生产成本低且在燃料电池中极易氧化，是发展氢能的两大阻碍。目前生产氢气一般使用以钯、铂和其他贵金属为主要成分的催化剂。俄罗斯南联邦大学化学家开发出一种新型铂催化剂，其中铂金含量大大降低，但效率显著提升。该研究成果刊登在《氢能国际期刊》上。

化学家和生物学家一直尝试使用镍或其他廉价金属的化合物、纳米颗粒或者各种微生物的蛋白质替代这些贵金属，但到目前为止，还没找到铂的替代品。过去，化学家试图用铂包覆镍、铜和其他金属的纳米颗粒，来提高催化剂效率，但由于这种颗粒的形状很难控制，金属层与层之间的边缘过于锋利，很难保护其脆弱内核。

该研究项目主持人弗拉基米尔·古特曼和其同事解决了这个问题。他们开发出一种新型粒子，使铂原子从纳米结构的核心到表面均匀地增加。首轮测试显示，这种纳米粒子降解速度比普通纳米粒子慢 7—8 倍。

研究人员指出，这种催化剂还可用于制造燃料电池的其他金属，这将加速氢能发展，帮助全球经济走上可持续发展之路。

科技日报 2018-12-13