

# 能量转换科技信息

广州能源研究所信息服务与编辑部

广东省新能源生产力促进中心

中国科学院可再生能源重点实验室

中国科学院天然气水合物重点实验室

广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室

第八期 2019年4月

## 目 录

重点实验室动态--科研进展 .....	1
生物质气化技术及产业发展分析 .....	1
木质纤维素解聚平台分子催化合成航油技术的进展 .....	1
稀释气/天然气燃烧及 NO <sub>x</sub> 排放特性 .....	1
我国实现能源技术转型的困境与出路——基于能源消费总量控制约束的探究 .....	2
光伏发电系统智能监管平台技术 .....	2
高活性 Ni-Mo <sub>2</sub> C/ZrO <sub>2</sub> 催化剂干重整甲烷制合成气 .....	2
超浅水浮式波浪能发电装置弹性系泊系统及水动力性能的数值与模型试验研究 .....	2
100 kW 鹰式波浪能发电装置“万山号”实海况试验 .....	3
高产油绿球藻 GIEC-38 转录本和基因表达谱分析 .....	3
总论 .....	4
2019《BP 世界能源展望》新鲜出炉！中国能源需求增长缓降至 1.1% .....	4
专家：中国如何打赢 雾霾治理战？ .....	17
中国“一带一路”可再生能源合作大有可为 .....	19
中国气候变化蓝皮书：中国地表气温呈明显上升趋势 .....	20
从“弱平衡”向“稳定器”转变 湖北能源全力补短板 .....	21
原国务院参事徐锭明：城市能源变革要转变思维方式 .....	22
国家能源局：中国清洁能源消费占比达 22.2% 三对策推进能源转型 .....	23
国家能源局：优先建设风电、光伏平价上网项目 .....	24
国家能源局：推进需补贴风电、光伏发电项目竞争配置 .....	24
抓住我国能源转型发展的突破点 .....	25
能源大区新疆：落后产能“退” 新能源产业“兴” .....	26
韩国 2030 年可再生能源发电目标难以实现 .....	27
热能、动力工程 .....	27
《碳排放权交易管理暂行条例（征求意见稿）》解读 .....	27
加快建立全国碳排放总量控制制度 .....	28
“新能源+智能”为工业企业蓄能 .....	29
东北亚能源互联网建设首推中韩联网 .....	30
世界上第一艘氢混合电池渡轮即将下水测试 .....	32
山东构建安全低碳现代能源体系 .....	32
广东年消纳清洁能源电量达 2906 亿千瓦时 .....	33
建设电力现货市场，风控要先行 .....	33

我国破解油页岩工业固废利用难题.....	34
我国首套完全自主知识产权的飞轮储能系统商业化项目投运.....	35
电化学储能：谁是主角.....	36
贵州电网构建节能智能电网.....	38
阻力很大、争议不断——电改试点患上“拖延症”.....	38
首条 1GWh 固态电池生产线将诞生.....	40
生物质能、环保工程.....	42
亚洲开发银行 1 亿美元投资我国垃圾焚烧发电项目.....	42
海南加快秸秆发电项目示范建设.....	42
生物质行业急盼“自己的排放标准”.....	42
神奇！水稻秸秆竟能提炼纯水.....	44
科学规划生活垃圾焚烧发电项目.....	45
秸秆是清洁取暖的最佳选择.....	46
太阳能.....	48
“对话”马丁·格林教授，隆基澳大利亚 SEC 大放异彩.....	48
“性价比”成为光伏企业走向平价关键词.....	49
2018 年光伏发电统计信息.....	50
2019 年 2 月河南省光伏发电达到 4.76 亿千瓦时.....	51
2019 年光伏新增并网规模预计为 45-48GW.....	51
中国帮埃及建“世界最大”光伏产业园.....	52
光伏市场进入存量时代.....	53
国务院：村级光伏扶贫电站发电能力低于 80%的竟达 3103 座.....	53
如何衡量光伏电站的发电性能？满发小时数的决定性因素有哪些？.....	54
广西都安光伏发电装机容量达 1105 千瓦.....	57
山东新华联智能光伏携光储一体化智慧能源新产品亮相济南光伏展会引关注.....	57
德国 2019 年 1-2 月光伏新增装机近 1GW.....	59
有机太阳能电池进化出“新物种”.....	59
水面漂浮电站成“光伏+”新焦点.....	61
汉能颠覆性创新创造移动能源行业.....	63
英国计划开发 500 兆瓦光伏储能项目.....	64
解读平价上网项目建设方案：发改委和能源局要“来真的”.....	64
海洋能、水能.....	66
虽利用清洁能源 小水电仍需绿色改造.....	66
风能.....	68
6.4GW！广东揭阳滨海新区引入海上风电重大产业项目.....	68
252MW！浙江省首个海上风电场实现联网.....	69
37.6MW！中广核在英国首个自主建设陆上风电项目动工.....	70
从引进到引领 上海电气的风电进阶路！.....	70
国家能源局：风光发电平价上网项目先建先消纳.....	72
我国首个中外合资海上风电项目落户江苏东台市.....	73
挪威选定新址建设陆上风电.....	73
洁源新能签下广西三江县 20 万千瓦风电项目.....	73
河南：叶县保安风电项目首批 7 台风机并网发电.....	74
浙江东部海面上建起风力发电场.....	74

浙江首个海上风电场实现联网发电 .....	74
海上大风车“转”起东北小城新能源产业链 .....	74
海上风电跃进隐忧 核准狂潮后走向何方 .....	75
湖南芙蓉山风电场一期 5 万千瓦项目全部并网发电 .....	81
青海：推进布局分散式风电项目 .....	81
风电领域日本越来越依赖中国！ .....	82
氢能、燃料电池 .....	83
新西兰发布绿色氢气路线图 欲向低碳经济转型 .....	83
李克强：加快发展氢能源等新兴产业 .....	84
研发出强酸条件下稳定高效电催化剂 .....	85
韩国氢能发电遇挑战 .....	85
韩国氢能发电遇挑战：存在技术差距 研发投入不足 .....	86
核能 .....	87
中国核电站巨型环是怎样炼成的 .....	87
刘华：2019 年会有核电项目陆续开工建设 .....	88
华龙一号全球首堆倒送电成功 .....	89
发改委：调整三代核电首批项目试行上网电价 .....	89
四代核电高温气冷堆示范工程 2020 年上半年将建成投产 .....	90
年内至少有 10 台核电机组获批 安全仍是底线 .....	90
我国核电仍有较大发展空间 .....	91
核电发展复苏 重心从传统核电大国转向新兴经济体 .....	92
秦山核电：35 万千瓦试运行圆满成功 .....	93
财经观察：从师徒到战略合作伙伴——中法核能合作 40 年回眸 .....	94
首批三代项目上网电价定了，核电有竞争力吗？ .....	94

本刊是内部资料，请注意保存。信息均转载自其它媒体，转载目的在于传递更多信息，并不代表赞同其观点和对其真实性负责，版权归原作者所有。严禁将本刊用于任何商业或其他营利性用途。用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。

《能量转换科技信息》半月一期。希望你对我们的工作提出宝贵意见。  
联系方式：02087057486，zls@ms.giec.ac.cn。

## 重点实验室动态--科研进展

### 生物质气化技术及产业发展分析

刘华财, 吴创之, 谢建军, 黄艳琴, 郎林, 杨文申, 阴秀丽

**摘要:** 生物质气化用途广泛、原料种类和规模适应性强,是实现生物质分布式开发利用和可燃固体废弃物处理的有效途径,可部分替代化石能源、推进节能减排、助力实现可持续发展,在世界范围内得到了广泛应用。本文综述了生物质气化、燃气净化关键技术和供热、发电、合成液体燃料等产业的发展现状,在此基础上对中国生物质气化产业前景进行了展望。

**基金:** 国家重点研发计划项目(2016YFE0203300); 广东省自然科学基金项目(2017B030308002);  
新能源进展, 2019, no.1

### 木质纤维素解聚平台分子催化合成航油技术的进展

陈伦刚, 张兴华, 张琦, 王晨光, 马隆龙

**摘要:** 航油作为一种重要的空中交通燃料,它的不可替代性和航空业碳减排的压力,迫使航空业对生物航油的需求不断加大。由于油脂原料的局限性,使得未来生物航油的原料将趋向多元化发展,逐渐延伸到糖、木质纤维素等原料。木质纤维素类生物质具有储量丰富、廉价易得的优势,以木质纤维素为原料制备航油的技术近年来得到了大力发展。然而木质纤维素组分中的碳链结构与航油分子的碳链结构不匹配,所以木质纤维素制备航油的技术关键在于如何以中间分子,如 CO 和 H<sub>2</sub> 小分子的费托合成路线以及糠醛、乙酰丙酸等木质纤维素解聚平台分子的合成路线,通过合适的催化反应合成长链正/异构烷烃(C<sub>8</sub>~C<sub>16</sub>)。由于木质纤维素解聚平台分子保留了原料组分中的碳骨架以及多种功能官能团,比较容易通过合成方法来调控燃料的品质和特性,所以近年来有关木质纤维素解聚平台分子催化合成航油的技术途径及其催化工艺的报道不断涌现。为了充分认识此类航油技术的发展潜力,本文以糠醛、乙酰丙酸、多元醇等几种重要平台分子的碳链构建方式为线索总结了合成航油的各种技术途径和相应的催化工艺。并结合作者的研究工作,从技术应用性和化工过程实现的角度分析了各种技术途径的优缺点以及所面临的共性难题,同时对未来生物航油技术的发展进行了初步展望。 还原

**基金:** 国家自然科学基金(21878290); 广东省自然科学基金(2017A030313073); 中国科学院洁净能源先导科技专项(XDA 21060102);

化工进展, 2019, no.3

### 稀释气/天然气燃烧及 NO<sub>x</sub> 排放特性

林梓荣, 霍杰鹏, 李星

**摘要:** 以甲烷/空气/稀释气预混火焰为研究对象,研究了 CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 这两种稀释气对天然气燃烧 NO<sub>x</sub> 排放的影响;借助反应路径分析方法,揭示了 CO<sub>2</sub> 的化学效应和热效应对 NO 生成的影响机制。研究表明:1)CO<sub>2</sub> 降低 NO<sub>x</sub> 排放的效果比 N<sub>2</sub> 更显著,其化学效应主要是通过消耗大量 CH<sub>2</sub>(s),降低了区内 CH 的浓度,从而减少 NO 的生成。2)热效应的减排作用比化学效应更大,通过降低绝热燃烧温度实现。3)稀释气会轻微增大混合物着火延迟时间和大幅度降低层流火焰速度,表明引入稀释气降低污染物排放的同时还存在明显抑制燃烧反应进行的作用。

**基金:** 国家自然科学基金(51506204); 佛山市汽车燃气有限公司产学研合作项目(YF-20170321);

中山大学学报(自然科学版), 2019, no.2

## 我国实现能源技术转型的困境与出路——基于能源消费总量控制约束的探究

孙倩, 汪鹏, 钟少芬, 赵黛青

**摘要:** 针对我国新能源技术推广缓慢、未形成规模应用的局面,立足能源革命、能源消费总量控制的政策背景,筛选出能源技术转型的影响因素,构建能源技术评价指标体系;通过技术自身和外部环境两个方面分析实现能源技术转型面临的困境,指出能源技术创新不足、清洁能源基础设施建设滞缓、初投资过高、社会认知度不足等都是阻碍新能源技术转型的原因;最后针对以上所描述的困境,给出相应的转型路径和政策建议。

**基金:** 国家自然科学基金青年科学基金项目“基于经济-技术-空间集成能源模型的电力系统低碳化路径研究”(71603248); 广东省“创新强校工程”项目“节能减排目标下的低碳情况分析与政策研究——以东莞为例”(2016WQNCX140);

科技管理研究, 2019, no.5

## 光伏发电系统智能监管平台技术

吴志锋, 舒杰, 崔琼, 黄磊, 丁建宁

**摘要:** 详细阐述监管平台的总体架构、通信组网、数据采集及监控、Web 系统和手机 App 等部分的设计方案,平台监管涵盖各种光伏系统,贯穿项目的规划与设计、建设与验收、运维与资产管理到资产评估与交易的全生命周期。

**基金:** 广东省科技计划项目(2017B090901072、2014B04040-4002); 广东省佛山市科技创新项目(2016AG10011);

电源技术, 2019, no.3

## 高活性 Ni-Mo<sub>2</sub>C/ZrO<sub>2</sub> 催化剂干重整甲烷制合成气

陶青青, 黄诗琳, 闫常峰, 郭常青, 伊立其, 赵效勇

**摘要:** 用浸渍法结合程序升温碳化法制备 1Ni-5Mo<sub>2</sub>C/ZrO<sub>2</sub> 与 Mo<sub>2</sub>C/ZrO<sub>2</sub>,作为 CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 干重整制合成气反应催化剂。采用 X 射线衍射 (XRD)、BET 比表面积 (BET)、X 显微镜 (TEM) 对催化剂的结构进行表征,在常压固定床反应器上测试 1Ni-5Mo<sub>2</sub>C/ZrO<sub>2</sub> 与 Mo<sub>2</sub>C/ZrO<sub>2</sub> 催化剂在 900℃时(空速为 8000 cm<sup>3</sup> · g<sup>-1</sup>cat · h<sup>-1</sup>)重整 CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> (CH<sub>4</sub>:CO<sub>2</sub>=1:1) 的催化活性。研究表明,在甲烷干重整 (DRM) 反应中,催化剂的催化活性在 7 h 内保持稳定。由于 1Ni-5Mo<sub>2</sub>C/ZrO<sub>2</sub> 催化剂具有合适的孔径,丰富的表面孔以及 Ni 基载体之间的相互作用,CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 的转化率均达 96%以上,H<sub>2</sub> 和 CO 现出高催化活性、产率,兼具优良的稳定性能。 还原

**基金:** 国家自然科学基金(51576201); 广东省自然科学基金(2015A0303130716; 2015A030312007); 东莞市引进创新科研团队项目(2014607117);

太阳能学报, 2019, no.3

## 超浅水浮式波浪能发电装置弹性系泊系统及水动力性能的数值与模型试验研究

黄硕, 盛松伟, 游亚戈, 张运秋, 王振鹏

**摘要:** 超浅水环境下浮式波浪能发电装置系泊系统性能的优劣直接影响装置在极限海况下的生存性和工作海况下的波浪能俘获性。针对波能装置运动特点和岛屿周边海域经济性开发的需要,设计一套适合超浅水环境的自动对浪型多点弹性系泊系统,并在系泊线中加入非线性弹性拉伸材料——高弹性索。首先以鹰式波浪能装置为系泊对象,给出混合高弹性索和聚酯纤维系泊系统 2 种设计方案,通过对

比分析,发现高弹性索可有效降低锚泊线的最大张力和普通锚链的用量,减轻系泊系统重量。混合高弹性索系泊系统用于超浅水环境下的浮式波浪能装置更具优越性。在此基础上,对极限工况下混合高弹性索系泊式和细长体波浪能装置水动力性能进行时域耦合和水池模型试验研究。研究表明混合高弹性索多点弹性系泊系统能满足一般浮式波浪能装置在浅水大漂移载荷等恶劣海况下对锚泊系统的要求。

**基金:** 中国科学院战略性先导科技专项(A类)(XDA13040203); 国家自然科学基金(51609232); 工信部高技术船舶科研项目-浮式保障平台工程(二期)工信部联装(201622);

太阳能学报, 2019, no.3

## 100 kW 鹰式波浪能发电装置“万山号”实海况试验

盛松伟, 王坤林, 吝红军, 张亚群, 游亚戈, 王振鹏

**摘要:** 鹰式装置“万山号”为一大型漂浮式波浪能发电装置,装置采用 2 套独立并行的液压系统将不稳定的波浪能转换为相对稳定的电能,系统配置 4 台由液压马达驱动的 30 kW 永磁发电机,在不同浪况下分级启动发电。2015 年 11 月~2016 年 6 月,“万山号”在珠海万山海域已开展不同海况的实海况试验,海试经历小浪、中浪、大浪等多种环境动力输入,取得一系列试验数据和成果。根据已获的阶段成果,总结出改进措施,后续“万山号”将优化升级现有系统,扩展太阳能发电及海水淡化系统,并在开阔海域开展长期实海况试验,持续提高鹰式波浪能转换装置的可靠性、转换效率、环境适应性和经济性。

**基金:** 中国科学院战略性先导科技专项(A类)(XDA13040204); 海洋可再生能源专项资金(GHME2017SF01);

太阳能学报, 2019, no.3

## 高产油绿球藻 GIEC-38 转录本和基因表达谱分析

冯佳, 朱顺妮, 许瑾, 王忠铭, 袁振宏

**摘要:** 通过对天然条件下生长好且含油高的绿球藻(*Chlorococcum* sp.) GIEC-38 细胞内转录本的测定,发现:在获得的 74 605 条转录本、65 984 个基因中共得到 344 条代谢途径,其中核糖体、蛋白质、核苷酸、核糖核酸、碳固定、光合作用以及脂代谢等通路都非常活跃。通过缺 N 培养发现 GIEC-38 含油脂可达 50%以上,通过对比细胞表达谱发现相比于原始藻株,缺 N 条件下培养的 GIEC-38 细胞中有 868 个基因显著上调、1 157 个基因显著下调,分布在 41 个生物学功能、71 条代谢途径中。其中,为脂肪酸的合成提供大量原料的中间产物合成酶,以及脂类代谢相关的几个通路中关键酶的基因,表达都有明显上调,促使细胞脂类的合成,提高了细胞的油脂产量。

**基金:** 国家重点研发计划(2016YFB0601004);

生物质化学工程, 2019, no.2

## 总论

### 2019《BP 世界能源展望》新鲜出炉！中国能源需求增长缓降至 1.1%

今天（4月9日），《BP 世界能源展望（2019年）》（以下简称“《展望》”）中文版在北京发布。

《展望》大部分内容都是以“渐进转型”情景为基础，并对 2040 年全球能源市场情况进行探讨。

中国能源需求增长在展望期内会降缓至年均 1.1%，不到过去二十二年年均增速（5.9%）的五分之一。虽然需求放缓，2040 年中国仍是全球最大的能源消费国，占 22% 份额。

生活水平不断提高，尤其是在印度、中国和其他亚洲地区生活水平提高的推动下，到 2040 年，全球能源需求增长约三分之一。

工业耗能和建筑耗能占整体能源需求增长的 75% 左右，交通能源需求的增长与过去相比则因机动车效率的提升而明显放缓。

电力行业能源消费约占一次能源增长量的 75%。

85% 的能源供给增长来自可再生能源和天然气。到 2040 年，可再生能源将成为全球最大的发电用能源。

全球碳排放持续增加，这表明需要出台全面的政策措施来实现碳排放的大幅削减。

在《展望》期的前半段时间内，石油需求有所增长，随后逐渐趋于平稳；而全球煤炭消耗量则大体持平。为满足 2040 年的石油需求，需要加大对新油田的投资力度。

全球背景

全球经济增长由发展中国家和地区驱动，尤其是中国和印度



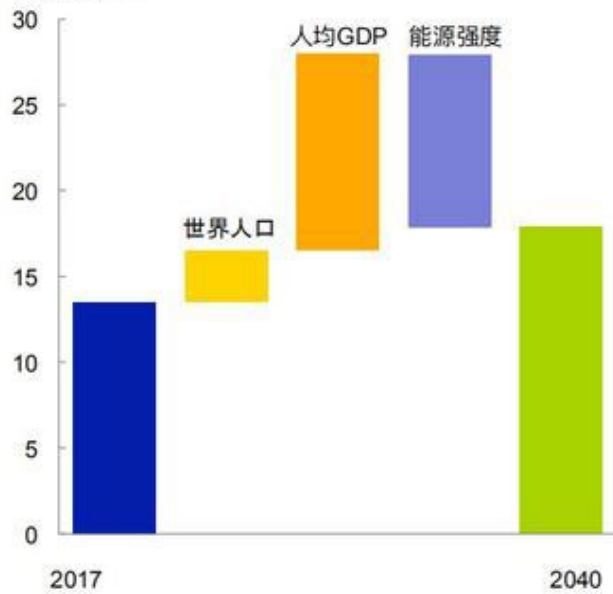
◆随着发展中国家日益繁荣，世界经济持续增长。

◆在渐进转型情景下，全球 GDP 预期年增长约 3.25%（基于购买力平价），稍低于过去 20 年间的平均增速。

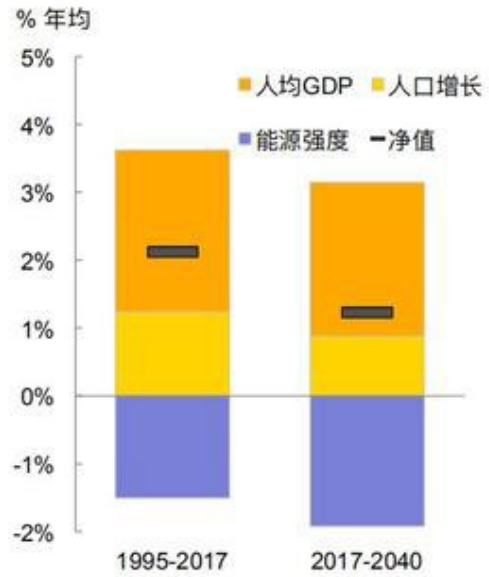
◆全球超过 80% 的经济增长由新兴经济体驱动，其中中国和印度占比达一半。

生活水平提升驱动能源需求增长

一次能源增长, 2017-2040  
十亿吨油当量



对一次能源消费的贡献



◆全球生产的增长和繁荣使得能源需求保持增长。

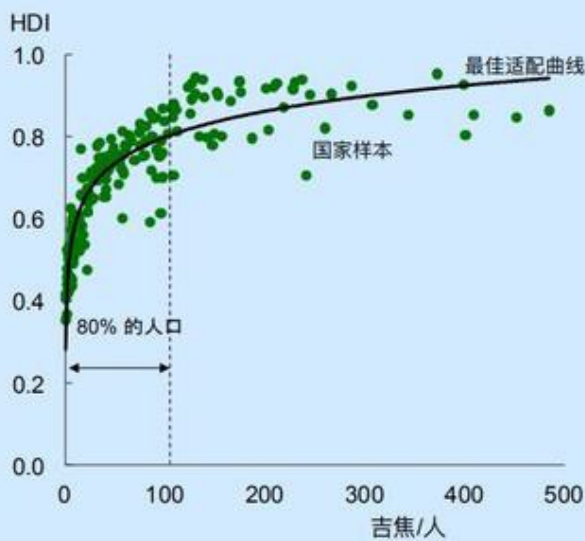
◆在渐进转型情景下, 全球能源需求在展望期增长大约三分之一。随着 GDP 增长和经济繁荣, 数十亿人口从低收入迈进中等收入, 人均能源消费显著提高。

◆能源需求的增长将很大程度上被能源强度(单位 GDP 能耗)下降所抵消, 单位原料创造的价值不断增加: 在展望期间全球 GDP 增长将超过一倍, 能源消耗仅增加三分之一。

◆在渐进转型情景下, 全球能源需求年均增速约 1.2%, 比起过去 20 年大于 2% 的增速有所下降, 反映出人口增长放缓和能源强度加速降低。

世界需要“更多能源”

人类发展指数 (HDI) 与人均能源消费, 2017



人均能源消费少于100吉焦的人群占世界人口的比例



◆人类发展和能源消费之间有很强的关联。

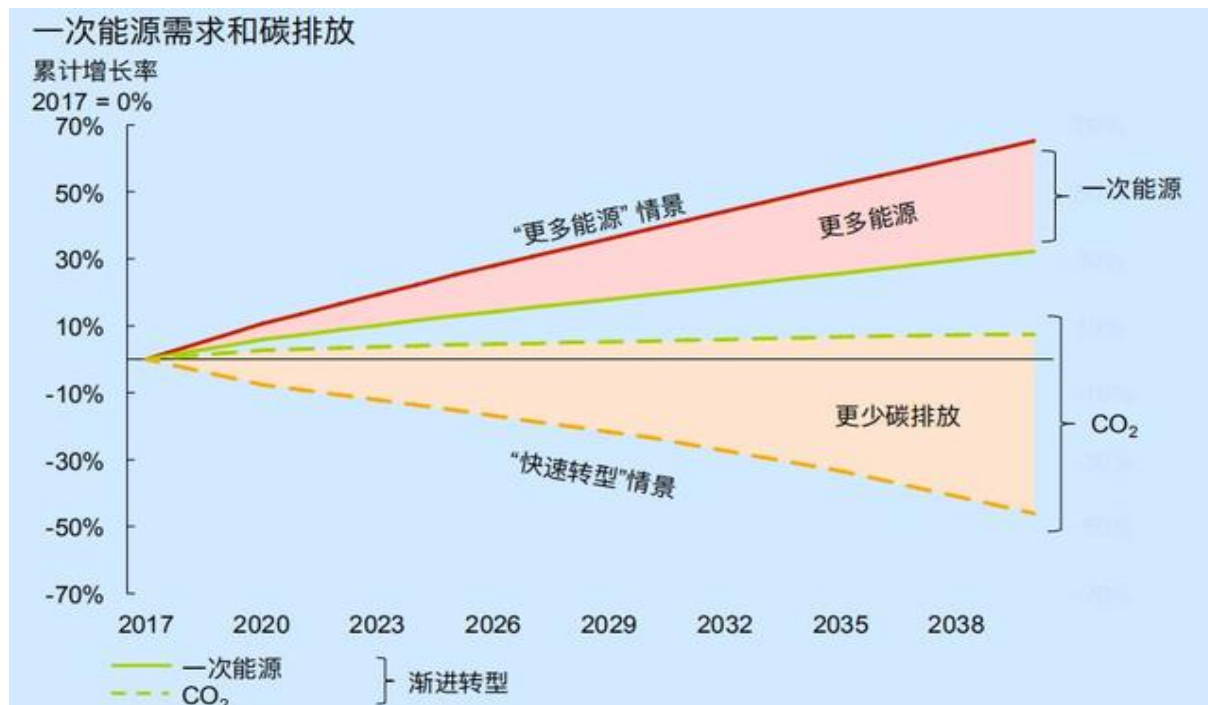
◆联合国人口发展指数 (HDI) 指出: 在 100 吉焦水平 (GJ) 以下, 人均能源消费与人类发展和幸福有很强的关联性, 而超过这一水平后相关性逐渐减小。



◆当前，世界上大约有 80%的人口生活在人均能源消费低于 100 吉焦的国家。在渐进转型的情景下，2040 年这一比例仍然高达三分之二。在备选清洁“更多能源”下，这一比例将下降到三分之一。这意味着额外 25%的能源需求潜力——大体相当于中国 2017 年的能源消费。

◆提高高能耗发达国家的能源效率很可能是解决“更多能源、更是排放”的关键。

世界能源体系面临双重挑战：“更多能源”和“更低碳排放”的需求



◆渐进转型不能同时满足这两项挑战：

能源需求增长三分之一，但是 2040 年仍有三分之二的人口生活在人均能源消费少于 100 吉焦的国家。

来自能源的碳排放仍将小幅上涨，到 2040 年增长接近 10%，而不是大幅降低。

主要行业能源需求都将增长

分终端行业一次能源消费<sup>†</sup>



年均需求增长率及各行业占比



备注：发电消耗的一次能源按终端行业的电力消费量分配

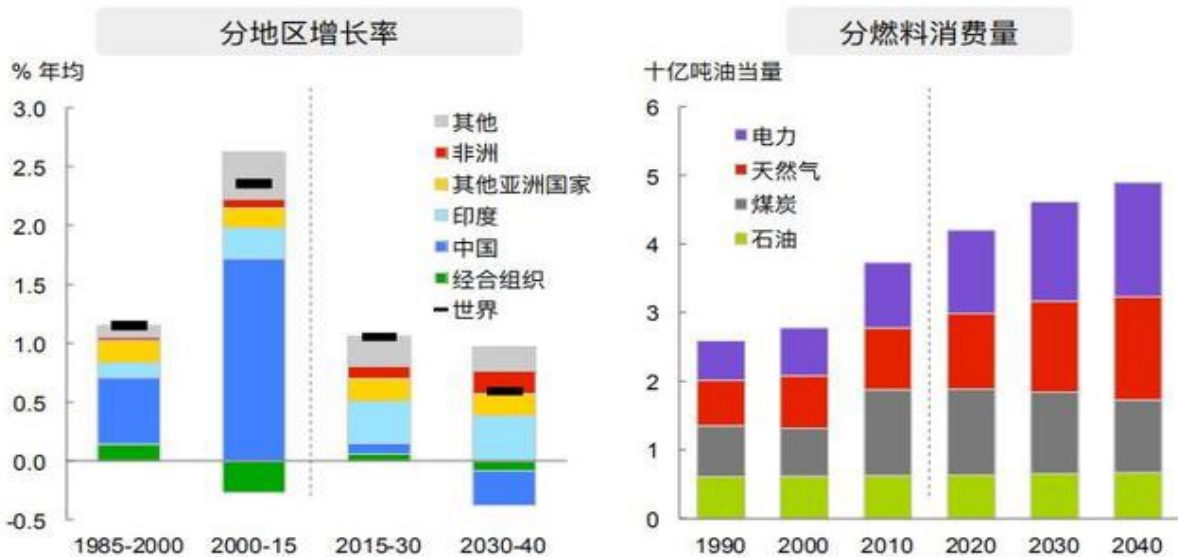
工业不包含能源的非燃烧使用

◆全球能源需求的增长广泛地来源于所有主要行业。不同行业能源消费的不同趋势对能源转型有着重要影响。

◆目前工业（包括非燃烧使用）消费了全球能源及原料的约一半，其次是建筑（29%）与交通（21%）。

工业能源消费格局转变

工业终端能源消费：



◆中国工业能耗变化起到主导作用。

◆在渐进转型情景下，中国工业能源需求继过去 20 年间增长三倍，将在 2020 年代中期见顶，之后逐渐降低。其中部分由于政策驱动工业效率提升；部分反映了中国经济转型——由能源密集型工业转向较低能源密度的服务行业。

◆中国经济的转型导致全球工业生产的增长引擎向一些低收入经济体倾斜；印度、其他亚洲国家和非洲在展望期间贡献了全球工业能源需求增长的约三分之二。

◆天然气和电力消费贡献了 2040 年前工业能源需求的全部净增量，在工业总能源需求中的占比攀升至三分之二。由于中国、欧盟和北美的工业用能向清洁和低碳化发展，全球工业的煤炭需求将降低，尽管有印度和其他亚洲国家仍有增长。

石油、天然气和煤炭的非燃烧需求稳步增长

非燃烧需求：



◆得益于塑料产品的强劲增长，石油、天然气和煤炭的非燃烧使用（如作为石油化工产品原料、润滑剂或沥青等）在展望期间稳步增加。

◆在渐进转型情景下，能源的非燃烧使用增量（年均增长 1.7%）占能源需求总增长的约 10%。其中石油基燃料增量占 60%、天然气 30%、煤炭 10%。

备选情景：环保压力增加，导致 2040 年世界范围一次性塑料禁令

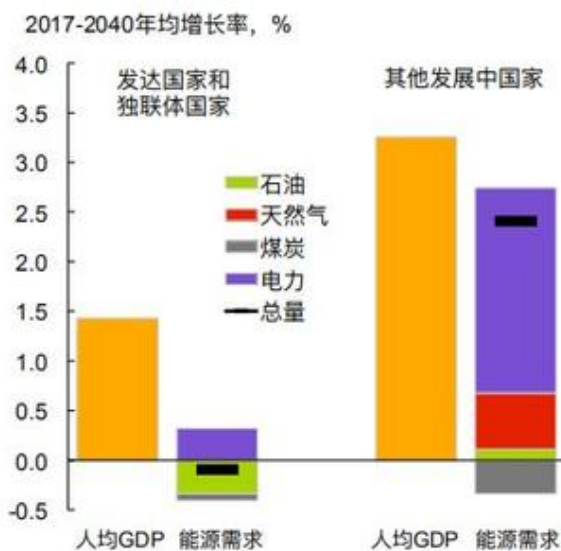


◆备选“一次性塑料禁令”情景考虑到了塑料法规更快收紧的可能：到 2040 年最终形成一个世界范围内对一次性塑料产品和包装的禁令。一次性塑料产量将降至 2017 年水平的三分之一。

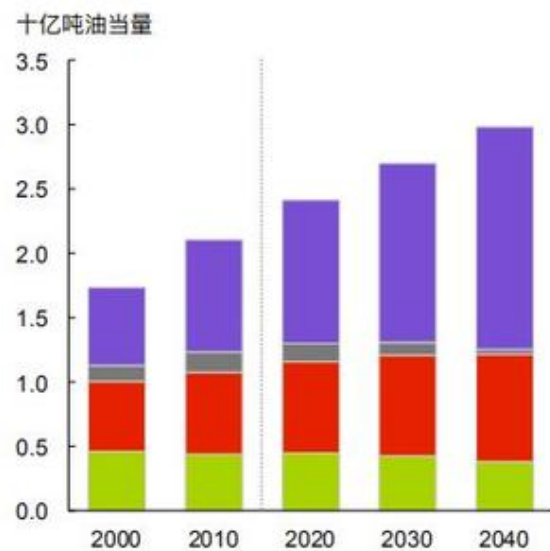
◆在这种备选情景下，液体燃料在非燃烧行业的增量将比渐进转型情景下低 1 百万桶/日-6 百万桶/日。这意味着液体燃料的需求量将从渐进转型情景下的 1 千万桶/日降至 4 百万桶/日。

建筑占全球能源增长的三分之一

经济发达程度和建筑能源需求的增长



建筑终端分燃料能源消费



◆在渐进转型情景下——建筑能源消费（年均增长 1.5%）比工业和交通能耗增长更强劲，到 2040

年将升至能源消费总量的三分之一左右。

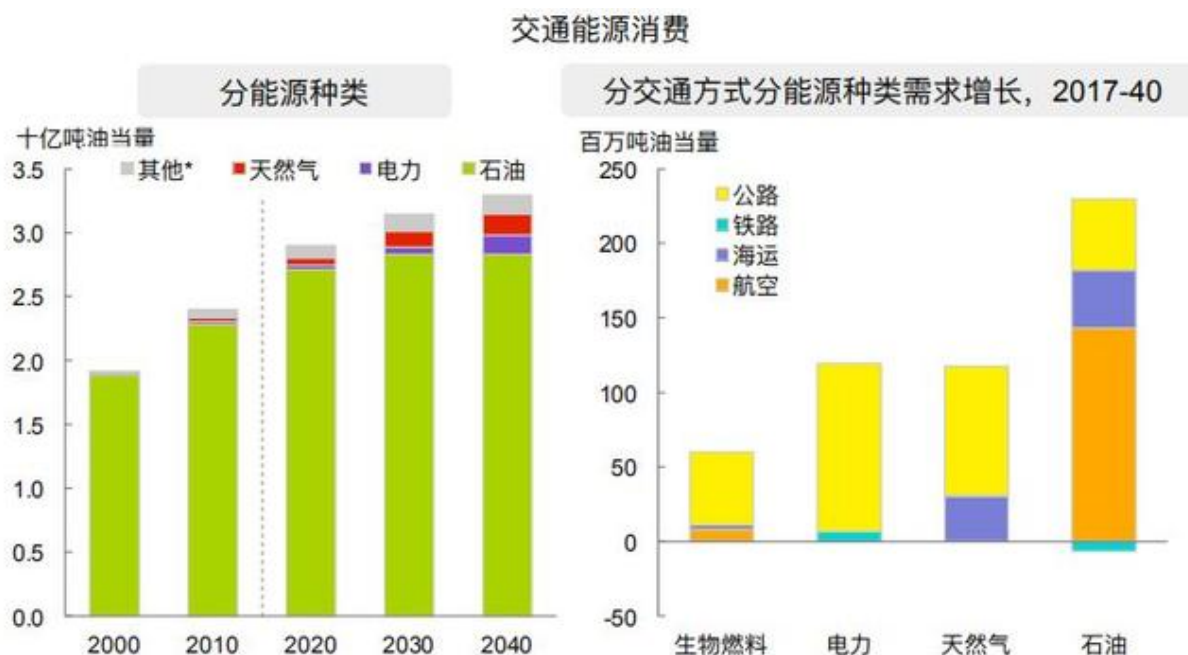
在“低碳工业和建筑”情景下碳排放降低



◆在“低碳工业和建筑”情景下，工业和建筑排放二氧化碳减少 15%（39 亿吨）；而渐进转型下，这个数字为增长 6%（17 亿吨）。

◆与渐进转型相比，由于工业效率提升和碳捕捉利用与储存技术的应用驱动，大部分碳排放的减少（20 亿吨二氧化碳）发生在工业领域。此外，循环经济带来的对新制材料 and 产品需求的降低也将减少工业碳排放。

交通能源需求持续由石油主导



备注：其他包括生物质燃料、天然气制油、煤制油、水电、氢能

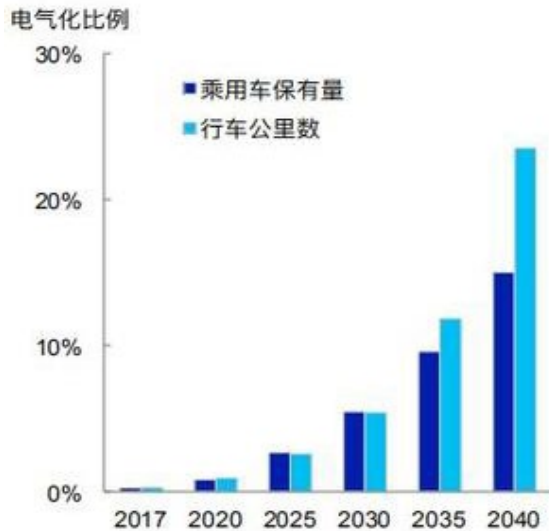
◆石油依然是交通的主导能源，但可替代能源尤其是天然气和电力的使用逐渐增长。

◆在渐进转型情景下，2040年石油预计约占交通能源需求的85%，比起目前的94%有所下降。预计到2040年，天然气、电力和生物质总体贡献交通能源需求增量的一半以上，分别占交通部门需求的5%左右。

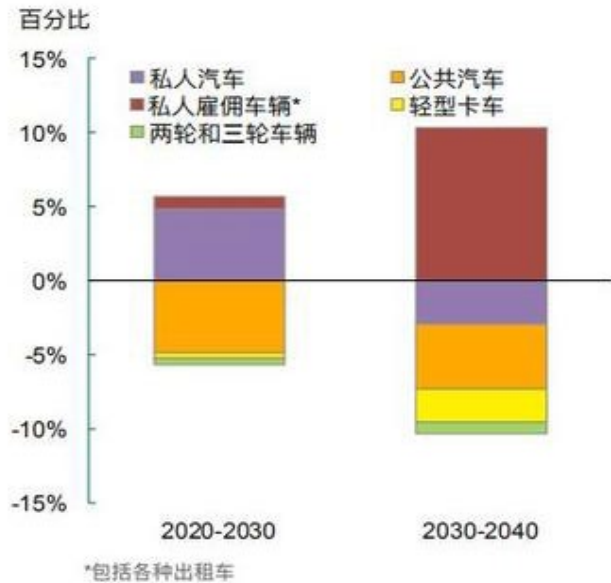
◆展望期间石油需求在交通行业增长4百万桶/日（2.2亿吨油当量），其中大部分来自航空和海运，而非公路交通。

电动汽车继续快速增长

乘用车保有量和电气化行车公里数



公路载客里程比例变化



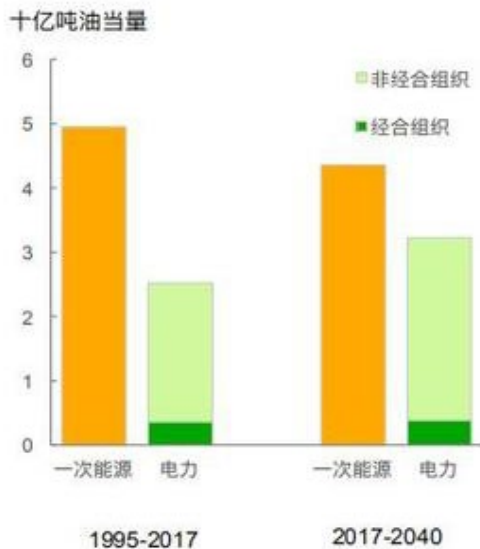
◆电动汽车继续快速增长，集中在乘用车、轻型卡车和公交车上。

◆在渐进转型情景下，到2040年电动汽车数量增至约3.5亿辆，其中3亿辆为乘用车。届时，全球汽车的15%为电动车，轻型卡车有12%为电动车。

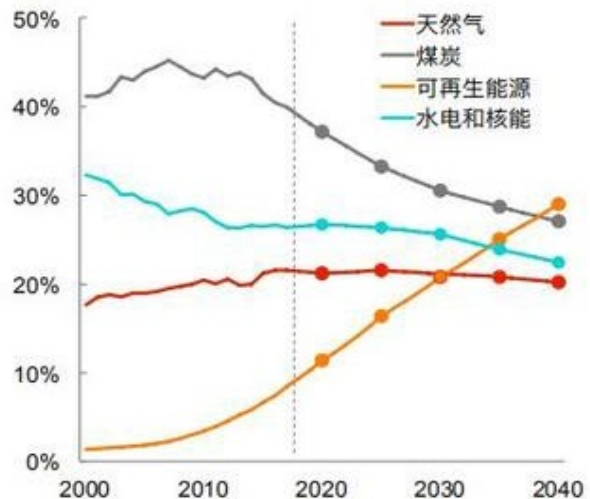
◆2020年左右快速出现的全自动驾驶汽车技术，通过提供成本更低的共享出行服务，放大电动汽车的使用。

发展中经济体驱动全球持续电气化

一次能源增长和发电用能

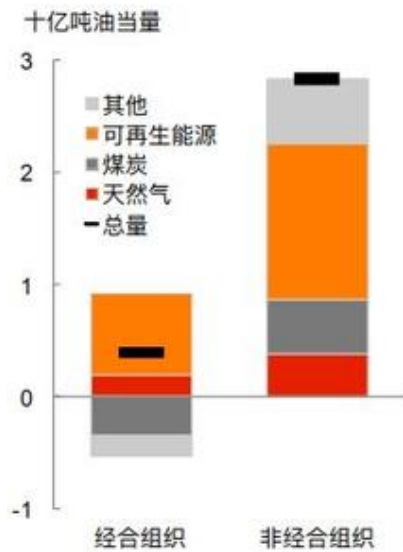


发电结构



- ◆全球持续电气化，电力消费增长强劲。
- ◆在渐进转型情景下，约四分之三的一次能源需求增量用于发电，到2040年近一半的一次能源被电力行业吸纳。
- ◆几乎所有的电力需求增长都来自于发展中经济体，尤其是中国和印度。经合组织的需求增长非常小，反映了成熟、发达经济体更慢的经济增长以及电力需求与经济增长逐渐脱钩。
- ◆可再生能源占发电量的约三分之一，到2040年占到全球发电行业的约30%。相反煤炭发电的比例显著降低，作为一次能源到2040年将被可再生能源超越。

2017-2040发电侧一次能源结构变化



2017-2040年碳强度和电力消费增速

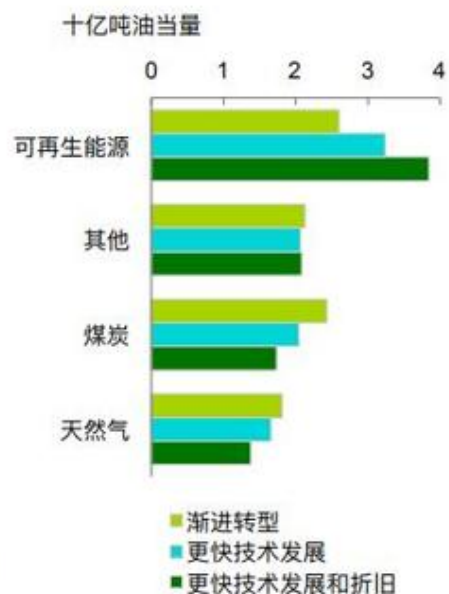


可再生能源增长取决于技术进展速度

可再生能源技术发展



2040电力结构

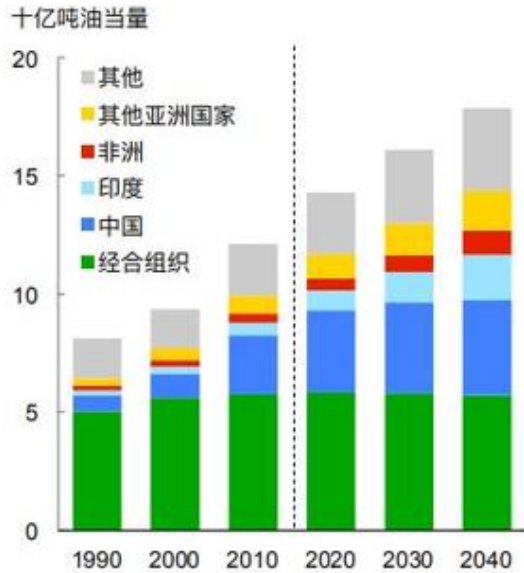


- ◆更快技术进步的影响部分受限于现有电厂的淘汰速度，尤其是在经合组织国家。除了更快的技术进步之外，如果政策和财税施压下现有火电站退役速度较渐进转型下加倍，碳排放也将加倍。

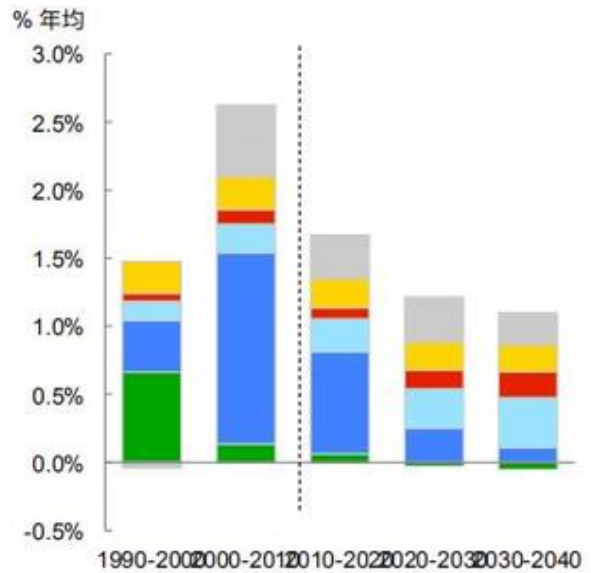
## 主要能源预测

随着发展中世界作为主要能源消费市场的地位逐渐增强，世界能源需求模式正在转变。

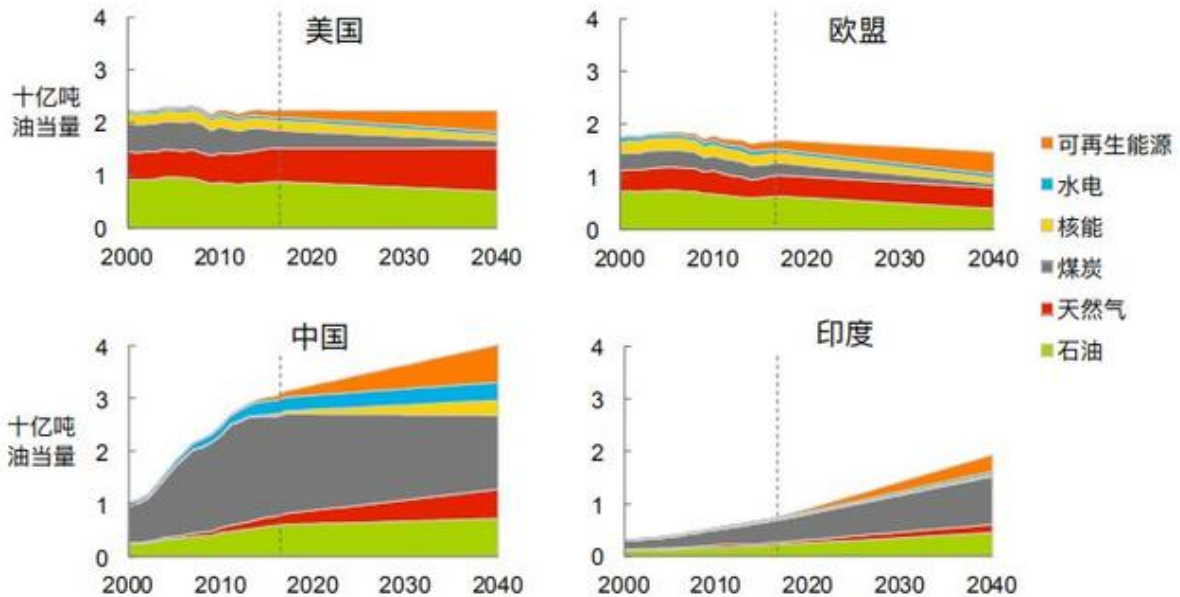
### 分地区一次能源消费



### 一次能源需求增长及各地区占比



### 分地区分能源一次能源消费



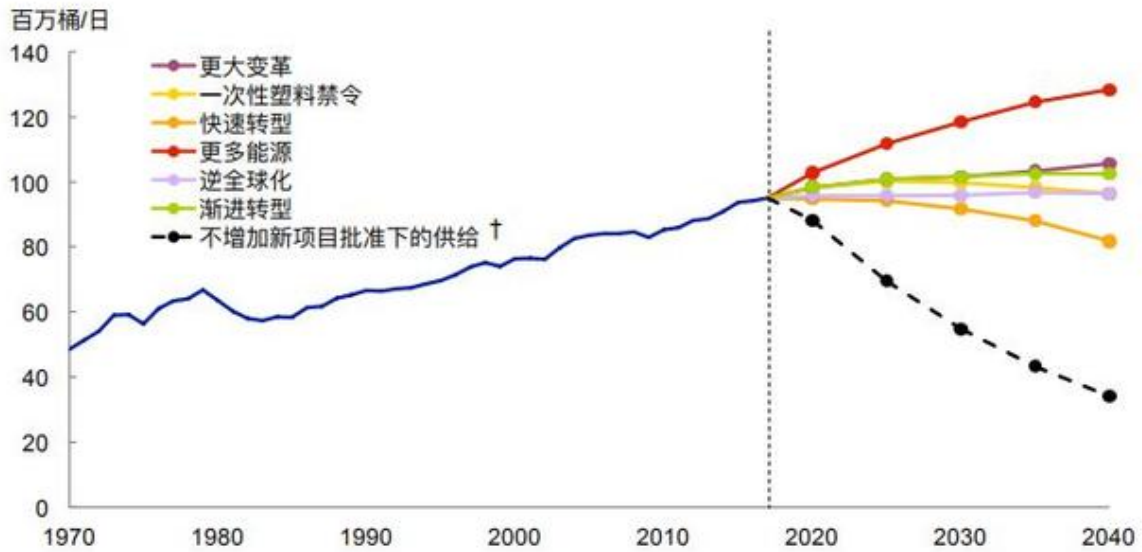
◆能源需求增长最快的两个国家：中国和印度——开始都是煤炭占比相对较高的能源结构。

◆在渐进转型情景下，中国的煤炭占比急剧下降——从2017年的60%降低到2040年35%——其降低的总量大体由可再生能源和天然气的增量抵消。事实上，中国非化石能源（可再生能源加核电和水电）增量超过了展望期间中国能源需求的增量。

◆相反，由于印度电力行业煤炭消费的增长，印度的煤炭比例仅小幅下降。

石油仍在全球能源系统扮演重要角色

## 石油需求和供给\*



\* 不包括天然气制油和煤制油

† 基于IEA2018世界能源展望假设：未来投资仅限于发展现有油田，并且没有新油田投资

◆所有情景表明，石油仍将在 2040 年全球能源系统中扮演重要角色。石油需求水平在 8000 万桶/日到 13000 万桶/日变动。

◆为了满足 2040 年的石油需求，必须保证足够的投资，如果未来投资被限制于开发现有油田并且没有对新产区的投资，全球产量将年均 4.5% 的速度衰减。即 2040 年全球石油产量将仅约 3500 万桶/日。

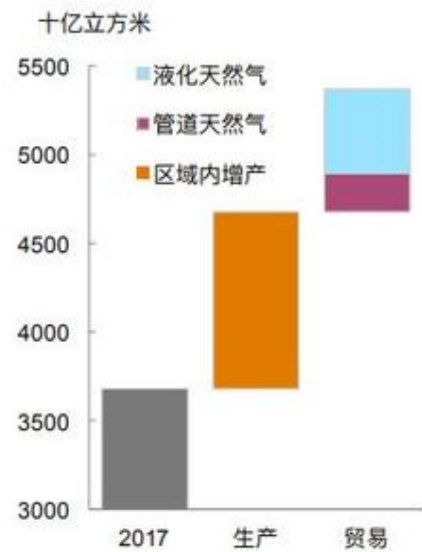
◆为了填补需求供给，石油行业未来二十年还需要数万亿美金的投资。

天然气增长强劲

## 天然气需求和生产，2017-2040



## 天然气贸易，2017-2040

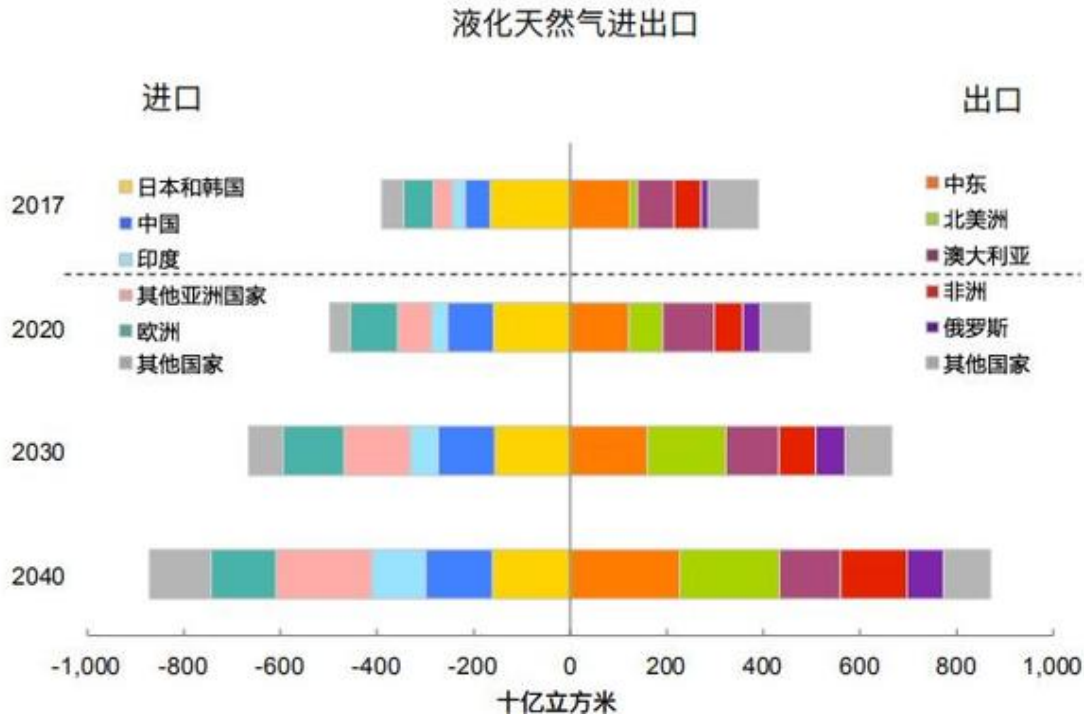


◆由于需求市场广阔，低成本供应充足和液化天然气引领下的全球天然气贸易活跃，天然气行业获得强势增长。



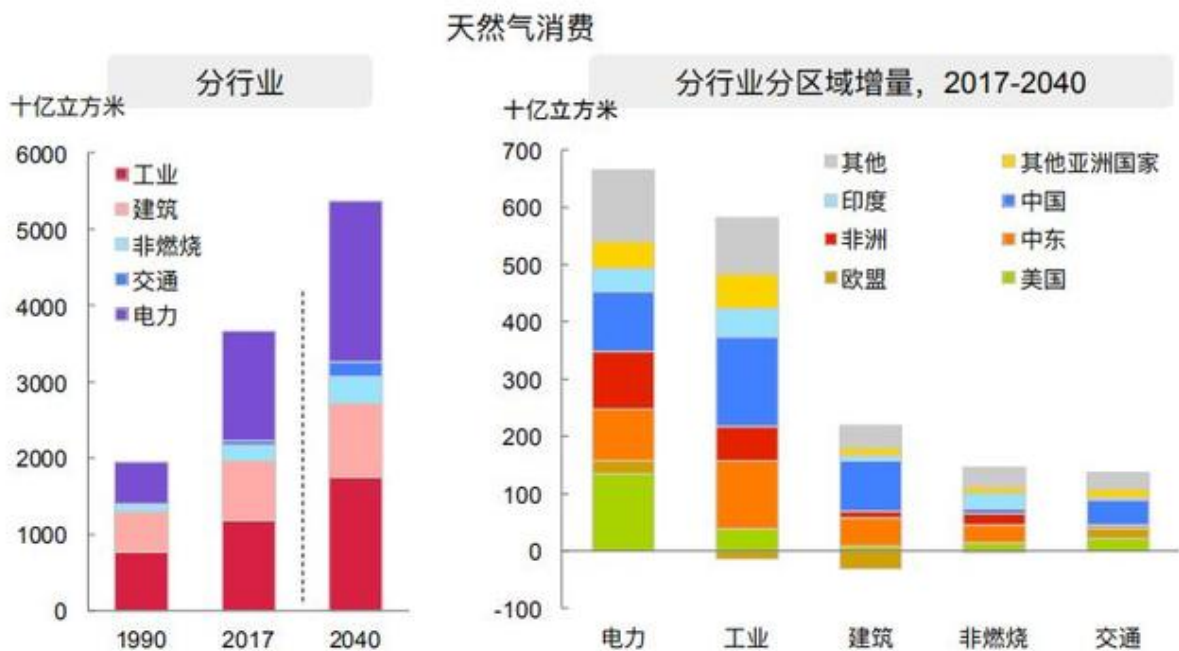
◆在渐进转型情景下，天然气供需年均增长率为 1.7%，即到 2040 年增长近 50%，是唯一和可再生能源一样份额在展望期间增长的能源。

◆天然气需求市场广阔，几乎所有考虑在内的国家和地区天然气需求都有增长。电力和工业部门贡献大体相当的天然气需求增量，交通部门需求增量相对较小，但增速最大。



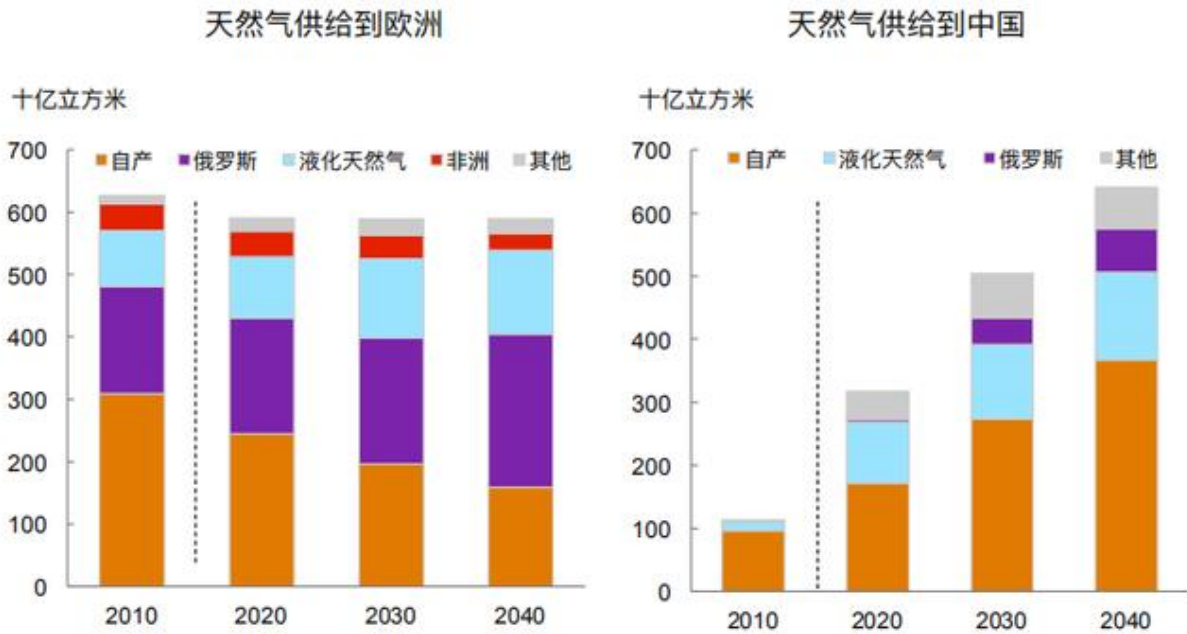
◆天然气产量增长由美国和中东（卡塔尔和伊朗）主导（贡献展望期间近 50%的天然气产量增量），中国和俄罗斯产量的增长很强劲。

◆LNG 供应持续增加，在全球天然气贸易中的占比不断提高，并在 2020 年代末超过管道气。到 2040 年液化天然气供应将占总需求的 15%以上。



◆天然气需求增长由工业和电力行业增长主导。

◆在渐进转型情景下，工业行业天然气用量加速，电力行业天然气增量放缓。



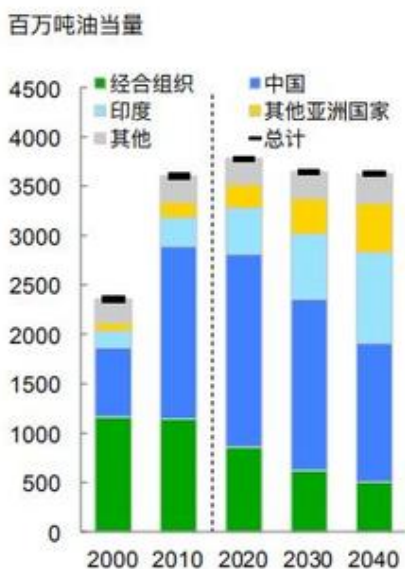
◆在转型情景下，欧洲天然气产量降低 40%，导致 2040 年欧洲对外依存度上升到约 75%。

◆在中国，尽管国内天然气产量大幅提升，但需求增长大于供应增长，导致 2040 年进口依存度上升超过 40%。半数进口增量将由俄罗斯和其他独联体国家的管道气来满足，剩余增量来自液化天然气。

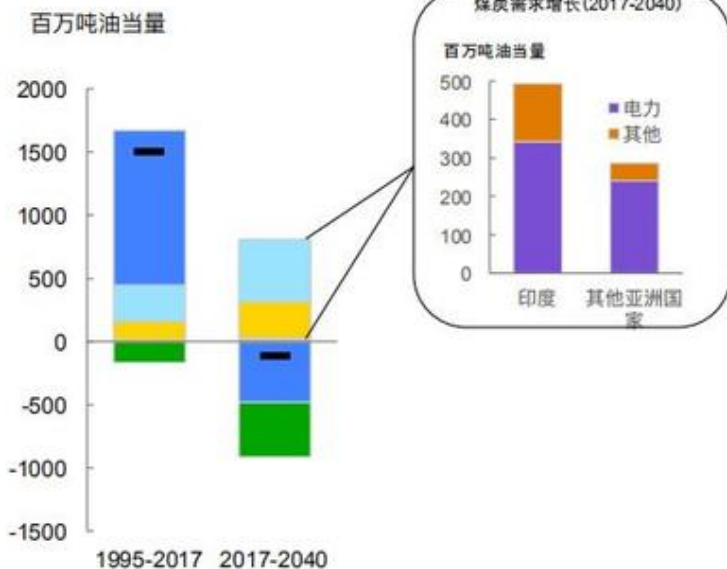
#### 全球煤炭需求放缓

全球煤炭市场继续由中国主导。在展望的期间里，中国经济增长逐渐向更平衡、更可持续的模式过渡，煤炭需求也随之下降。全球煤炭市场疲软也受到经合组织煤炭消费显著下降的影响，这些国家转向使用更清洁、更低碳的能源。

#### 分地区的煤炭消费



#### 分地区的煤炭需求变化



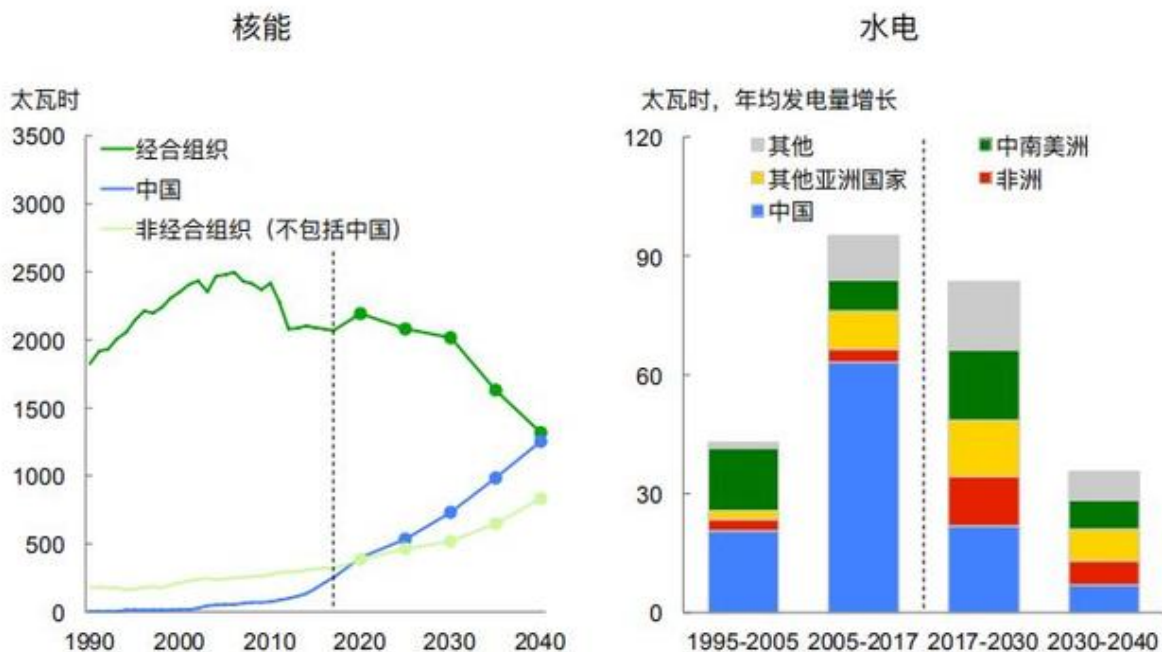
◆印度和其他亚洲新兴经济体的煤炭需求上升。这些经济体的增长和繁荣带来的电力需求贡献

了全球大部分的煤炭消费增量。印度是煤炭消费增长最大的市场。到 2040 年，印度煤炭消费占全球比例将翻倍至约四分之一。

可再生能源将是能源增长的最大来源



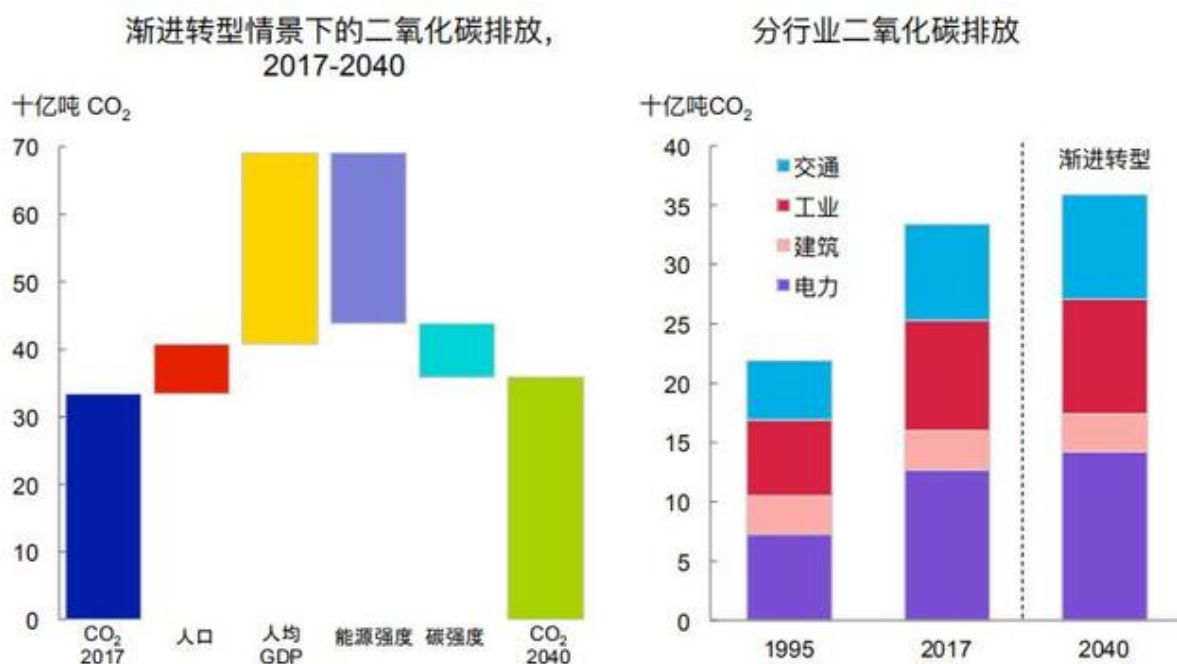
- ◆ 可再生能源增长强劲，在全球电力市场份额大幅增加。
  - ◆ 风能和太阳能发电快速增长——分别增长 5 倍和 10 倍——到 2040 年为全球电力市场贡献大体相似的新增发电量。这一快速的增长受益于成本的持续降低。
- 核能和水力发电量持续增加



- ◆ 在渐进转型情景下，核能年均增长 1.1%,与过去 20 年左右的趋势基本一致。
- ◆ 发电量继续增长的核能分为两种相反的模式：随着旧核电站逐渐退役以及非常有限的建设投资，经合组织核能发电量实质性降低。相反，中国核能发电强劲增长，展望期间上升 1000 太瓦时。到 2040 年，中国的核能发电量与整个经合组织处于相似水平。

◆水电展望期间年均增长 1.3%，比过去 20 年的增速（主要由中国对水电补贴的快速扩张驱动）大大降低。在渐进转型情景下，中国仍是最大的增长来源。

碳排放将进一步增加



◆在渐进转型情景下，能源使用造成的碳排在展望期间仍然逐渐上升，到 2040 年增长约 7%。

◆碳排放的上升压力来自：人口继续增长。以及更重要的，发展中世界经济发达程度提升。这些压力很大程度被能源强度减弱和一定程度上被能源结构变换带来的碳强度降低所抵消。

◆尽管碳排放增速比过去 20 年大大降低，但仍在增长，而实现巴黎气候目标需要碳排放大大降低。

卢奇秀 中国能源网 2019-04-09

### 专家：中国如何打赢 雾霾治理战？

[中国将这些雾霾重灾区划分了京津唐、长三角、珠三角、汾渭平原等区域，并针对各个区域雾霾问题的差异来推行行之有效的政策。差异化的治理政策能够更加有效地治理雾霾。但是，倘若区域联防联控能够做到平衡区域各方的利益、共享各方间的信息和明确区域内部责任主体，将能更好地发挥治理作用。]

《2017 年中国生态环境状况公报》的数据显示，2017 年，全国 338 个地级及以上城市中，有 99 个城市环境空气质量达标，即该 99 个城市所参与评价的六项污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO 和 O<sub>3</sub>）浓度均达标。

环境空气质量所关注的六项污染物中，目前最引人关注的就是 PM<sub>2.5</sub>，因为这是政府面临的重要民生问题，这一污染物被视为雾霾天气的重要参考指标。造成雾霾天气的原因很多。首先，中国的雾霾受到天气因素影响很大。从季节上看，雾霾多集中在冬季，主要因为冬季气温低，尤其是北方地区依赖烧煤供暖，而且冬季的大气环流相对稳定，有助于雾霾天气的维持，导致雾霾形成以后难以散去。其次，雾霾的形成有更为深层次的原因，在实现工业化和城镇化过程中，粗放且布局不合理的工业结构和以煤为主的能源消费结构带来了高污染、高排放、高能耗等诸多问题。随着人民生活水平的提升，机动车数量越来越多，汽车尾气的大量排放也增加空气中颗粒物的浓度，继而反映在严峻的空气污染上。

## 雾霾标准哪家强

人们之所以谈雾霾色变，主要是因为雾霾对人类健康有很大影响。据世界卫生组织（WHO）统计，2016年全世界有420万人死亡是由于长期暴露于PM2.5甚至是更小的细微颗粒物下所导致的。早前有相关研究表明，PM2.5类颗粒物与心血管疾病、呼吸道疾病以及癌症（肺癌）的关系密切，也就是说倘若空气中的PM2.5日均浓度升高，那么心血管呼吸道疾病死亡率、肺癌死亡率的可能性也会随之增加。

中国政府也意识到雾霾带来的危害，并致力于治理雾霾。从现有数据看，2012年和2013年是雾霾天气最为严重的两年，但从2013年到2017年，中国的雾霾浓度明显减少，这得益于政府严厉的环保政策。重要环保政策主要从排放标准、减排目标、监测和考核体系、环境税费、区域联防联控、机动车、煤电机组、工业行业等方面入手治理大气污染，对于治理雾霾卓有成效。

在排放标准方面，目前中国的PM2.5标准与WHO过渡期目标-1一致，但这是世界卫生组织（WHO）很宽松的标准，即PM2.5的年均浓度限制为 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM2.5的日均浓度限值为 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。相比之下，欧盟国家的PM2.5标准则参照较为宽松的WHO过渡期目标-2，而美国、日本的PM2.5标准则与较为严格的WHO过渡期目标-3基本一致。澳大利亚的PM2.5标准则是与最为严格的WHO准则值基本一致，甚至还设置了更低的年均标准值。PM2.5标准越严的国家，空气质量越好。目前，中国的排放标准比较宽松，雾霾相对其他国家严重，政府需要逐步提升标准的设定。当然，相较于标准设定，实际执行效果显得更为重要，因此需要根据标准严格监测和执法，以真正提升达标率。

## 中国如何打赢雾霾治理战

在减排目标上，《大气污染防治行动计划》（即“大气十条”）对2017年设定了目标。根据环保部公布的2017年全国地级及以上城市空气质量状况，可以发现全国空气质量改善了，重污染天气也显著减少。特别是京津冀、长三角、珠三角等区域的颗粒物浓度下降幅度远远超出“大气十条”所指定的具体目标。此后中国进入了环境治理新阶段，2018年新颁布的《打赢蓝天保卫战三年行动计划2018~2020》是环境治理的一个重要标志，该计划提出了比较严格的二氧化硫、氮氧化物、PM2.5等2020年目标。

在环境税费上，中国于2018年1月1日开始执行环境保护税，通过对排放污染的企业征收环境保护税，以减少污染排放以实现改善环境质量。而且，环境保护税也可以激励地方政府严格执行环境规划，并获得收益。但是，现行环境保护税征收标准较低，还带有发展中国家特色，不能如实反映环境治理成本，环境治理效果相对比较弱。因此，环境保护税的税率还应该实现动态提高，以促进企业减少排污。

区域联防联控是雾霾污染治理的重要方面。因为雾霾污染通常影响一片区域，需要通过区域联防联控政策进行治理。从地区上看，中国的雾霾天气主要集中在包括京津冀、山西、陕西、河南等，以及华北黄淮地区。因此，中国将这些雾霾重灾区划分了京津唐、长三角、珠三角、汾渭平原等区域，并针对各个区域雾霾问题的差异来推行行之有效的政策。差异化的治理政策能够更加有效地治理雾霾。但是，倘若区域联防联控能够做到平衡区域各方的利益、共享各方信息和明确区域内部责任主体，将能更好地发挥治理作用。

在机动车方面，在许多地方，都采用“车辆出行限制”政策来控制，车辆单双日限号，常态化尾号限行，当然这个做法治标不治本。通过引导行业技术进步，以工艺替代和技术改造等方式以实现减少尾气污染排放，可能会更加有效。还有，鼓励民众使用公共交通工具出行；大力发展清洁能源为汽车动力的交通工具，如天然气公交车、新能源汽车；加强汽车尾气的处理，以及通过道路喷水来抑制车辆带起的灰尘产生。

冬季供暖需要短期治理措施。在冬季适当要求工业企业停工可以避免雾霾天气加重。但是，政府应该主要关注那些重污染企业，尽可能利用市场化方式，避免“一刀切”带来的经济损失。政府通过“煤改气”、“煤改电”来改变北方传统的煤炭供暖方式，并加大对燃煤锅炉和炉窑整治力度，取得了比较大的成绩。当然，政府需要进一步着力于节能减排和清洁生产，推动绿色、环保、清洁产业发

展，才能从源头上减少污染物排放。（作者系厦门大学能源政策研究院院长）

林伯强 第一财经 2019-04-01

## 中国“一带一路”可再生能源合作大有可为

4月3日，“一带一路”绿色发展研究项目（简称绿色带路项目）在京发布两份最新报告：中国新能源海外发展联盟主笔的《“一带一路”可再生能源发展合作路径及其促进机制研究》和水电水利规划设计总院主笔的《东盟国家可再生能源发展规划及重点案例国研究》。在发布会上，来自国家发改委能源研究所、中国循环经济协会可再生能源专业委员会、国网能源研究院、亚洲开发银行的多位专家对报告进行了点评。

据了解，《“一带一路”可再生能源发展合作路径及其促进机制研究》是第一份从中国企业角度分析“一带一路”可再生能源合作的机遇和挑战的报告。执行报告认为，“一带一路”沿线国家快速增长的电力需求给中国企业带来了巨大的投资机会。中国参与“一带一路”可再生能源国际合作空间大，前景广，且已形成了电力境外工程总包（EPC）、境外建厂、境外并购、境外研发等为主的可再生能源国际开发合作模式。其中，EPC是中国对外承揽工程项目的主要方式，2016年占对外承揽工程总数量的80%。

报告提出了可再生能源发展时间表，建议在2020年之前，中国以参与“一带一路”沿线重点区域可再生能源项目为主，扩大可再生能源项目海外投资的宣传和推广，提升中国可再生能源企业的国际影响力；在2020-2025年之后，逐步完善可再生能源一体化项目的开发及智慧能源、微电网等项目的应用和推广，着力提高中国企业在“一带一路”区域发展可再生能源的市场参与度与市场认可度。中国企业应重点抓住新亚欧大陆桥、孟中印缅经济走廊及中非合作机制等三个100GW级别的重点可再生能源市场开发的战略性发展机遇，以光伏、风电为主线，积极开发生物质、地热能项目。

报告指出，中国参与“一带一路”可再生能源合作仍面临诸多问题，主要障碍包括项目融资成本过高、中国标准的国际认可度不高、沿线国家可再生能源扶持力度不足及存在相关法律和政策风险等。另外，中国企业之间的恶性竞争，在多种形式的国际联合体项目竞标中，相互压低价格的行为损害了中方利益，困扰中国参与“一带一路”可再生能源国际项目的开拓。

为进一步促进中国企业参与“一带一路”可再生能源国际合作，报告提出了规划先行，加强国际交流，推进跨境联合研究、联合咨询，创新合作模式和融资模式等政策建议。

东盟国家不仅是世界上经济发展最快的地区之一，也是能源需求最旺盛的地区之一。《东盟国家可再生能源发展规划及重点案例国研究》执行报告指出，东盟十国能源需求在过去17年里增长了73%，未来25年仍将保持年均2%以上的增长速度，高于1%的全球平均水平。目前，化石能源仍然是东盟国家最主要的能源，自2000年开始，煤炭在能源消费结构中的占比不断扩大，而可再生能源消费的占比基本保持不变。

报告指出，东盟有大规模发展可再生能源的潜力。以印尼为例，该国可再生能源资源种类和资源量最为丰富，水能、地热、生物质能资源量均位列东盟第一，地热资源更是占据全球地热资源总量的40%。风力资源主要集中在越南、老挝、泰国及部分沿海地区，其中越南资源最为丰富。东盟国家的太阳能资源同样十分丰富。从经济潜力的角度来看，东盟国家迎来了发展可再生能源的良好时机。例如，全球风电、太阳能在过去的15年间成本分别下降了65%和85%，全球陆上风电和光伏的平均化度电成本（LCOE）已经降至0.06美元/kWh和0.10美元/kWh。对比2017年全球化石能源LCOE的区间（0.05美元/kWh-0.17美元/kWh），可再生能源的发展已具备一定经济优势。目前，风电成本已经降至与东盟煤电成本相当的水平，而且未来有进一步降低成本的空间。

报告同时强调，由于东盟各国经济发展差距较大，区域内能源资源分布不均，可再生能源发展政策的制定需要因地制宜、因时制宜。以柬埔寨等经济相对落后、城镇化率低、电力发展滞后的国家为例，建议能源开发应重点以开放电源投资和解决无电人口为主。而对马来西亚等积极发展可再

生能源且市场化程度较高的国家，需要制定创新的支持政策，积极推行可再生能源平价上网，以招标方式确定其上网电价。

自然资源保护协会（NRDC）高级顾问杨富强在报告发布会上表示，“一带一路”沿线国家可再生能源发展潜力巨大，中国政府及企业应发挥其在新能源制造业、项目设计施工等方面的优势，积极帮助沿线国家发展可再生能源。在这些国家推动可再生能源的发展将不仅有利于减少气候变化带来的不利影响，保护环境和民众身体健康，加速能源结构转型，还有利于中国打造“一带一路”良好的国际形象。

据了解，国际公益环保组织自然资源保护协会（NRDC）自 2016 年启动了绿色带路项目，研究中国与“一带一路”沿线国家在相关重点行业产能合作中的低碳发展方案、政策措施、实施路径和相关机制，提供绿色金融支持绿色产能合作中的机制和指南，并分享中国有关行业低碳绿色的技术和经验，促进“一带一路”沿线国家绿色发展和应对气候变化目标的实现。

齐琛同 中国能源网 2019-04-04

## 中国气候变化蓝皮书:中国地表气温呈明显上升趋势

日前，中国气象局气候变化中心发布的《中国气候变化蓝皮书（2019）》（以下简称“蓝皮书”）显示，气候系统变暖趋势进一步持续。中国地表年平均气温呈明显上升趋势，极端天气气候事件趋多趋强，冰冻圈消融加速。

蓝皮书指出，全球变暖趋势进一步持续，中国是全球气候变化的敏感区。据世界气象组织最新发布的信息，2018 年全球平均温度比 1981 年到 2010 年平均值偏高 0.38℃，较工业化前水平高出约 1℃，过去 5 年（2014 年到 2018 年）是有完整气象观测记录以来最暖的 5 个年份。蓝皮书也显示，2018 年亚洲陆地表面平均气温比常年值偏高 0.58℃，是 1901 年以来的第五暖年份。1901 年到 2018 年，中国地表年平均气温呈显著上升趋势，近 20 年是 20 世纪初以来的最暖时期，2018 年中国属异常偏暖年份。1951 年到 2018 年，中国年平均气温每 10 年升高 0.24℃，升温率明显高于同期全球平均水平。

国家气候中心高级工程师王朋岭认为，中国地表年平均气温呈明显上升趋势是全球气候变化的区域响应。“气候变化是人为和自然外强迫以及气候系统内部变率共同驱动的，前者包括温室气体、气溶胶、太阳活动、火山活动、土地利用变化（包括城市化）等，后者包括大尺度海洋自然变率如 ENSO 和 PDO 等年际、年代尺度及更长时间尺度的内部气候变率。”

国家气候中心对中国区域气候变化归因研究结论表明，中国近 50 年气候变化是由人类活动造成的温度上升趋势迭加自然的气候波动共同造成的。同时，从 20 世纪 70 年代到 21 世纪初中国变暖速率加大，其中快速的城市化对某些局地温度升高可能亦有不同程度的影响。

除气候变暖趋势明显外，蓝皮书还显示，1961-2018 年，中国极端高温事件发生频次的年代际变化特征明显，极端日降水量事件的频次呈增加趋势，20 世纪 90 年代后期以来登陆中国台风的平均强度明显增强，高温热浪、低温冷冻、干旱、强降水、洪涝、台风、沙尘暴等各类极端天气气候事件普遍存在，影响广泛。同时，1961-2018 年，中国气候风险指数总体呈升高趋势，阶段性变化明显，20 世纪 70 年代末以来波动上升。

王朋岭认为，极端天气气候事件的变化，既受气候系统内部变率的影响，又受到自然外强迫和人为外强迫（温室气体和气溶胶排放、土地利用/土地覆被的变化等）的影响。已有研究表明，人类活动可能是造成中国极端高温变化的首要驱动因子。国家气候中心对 2013 年夏季发生于中国东部地区的持续高温热浪事件的检测和归因研究结论亦显示，人类活动影响着关键作用，它使该类高温热浪事件发生的概率增加 60 倍。

此外，蓝皮书还涉及中国平均年降水量、中国平均风速和日照时数、全球平均海表温度、植被指数等多项内容。

1961年到2018年，中国平均年降水量呈微弱的增加趋势，降水变化趋势区域差异明显，青藏地区降水呈显著增多趋势，而西南地区降水总体呈弱的减少趋势；中国平均风速和日照时数呈下降趋势， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年活动积温呈显著增加趋势；中国松花江、长江、珠江、东南诸河和西北内陆河流域地表水资源量总体表现为增加趋势，辽河、海河、黄河、淮河和西南诸河流域则表现为减少趋势。

1870年到2018年，全球平均海表温度表现为显著升高趋势，并伴随年代际变化特征，2000年之后全球平均海表温度持续偏高。1980年到2017年，中国沿海海平面呈波动上升趋势，2017年中国沿海海平面较1993年到2011年平均值高58毫米，为1980年以来的第四高位。

2018年全国平均植被指数与2011年到2017年的平均值相接近，冬季、春季和夏季植被指数较2011年以来的同期平均值均略有上升。

张天弛 邱海峰 人民日报海外版 2019-04-11

## 从“弱平衡”向“稳定器”转变 湖北能源全力补短板

仲春时节，地处鄂西南大山间的两个小山村，正见证着一个世纪工程的最后收官。在恩施咸丰和宜昌夷陵，同时建设的渝鄂背靠背联网工程激战正酣。这是世界上电压等级最高、输送容量最大的柔性直流输电工程，工程建成后，不仅重构优化鄂西电网，而且有效解决了风能、光伏接入电网间歇性和不确定性难题，为新能源消纳打开了空间。

渝鄂背靠背工程，是湖北优化能源结构，加快能源发展的一个缩影。近年来，湖北能源系统铭记习近平总书记视察湖北时提出的“四个着力”“四个切实”的殷殷教导，用更加强烈的“答题”意识，更加过硬的“解题”能力，为湖北奋力谱写新时代高质量发展新篇章续写新的传奇。

缺煤、少油、乏气，湖北能源的禀赋先天不足。“每年迎峰度夏和度冬就像两场大考，让人寝食难安。”国网湖北省电力公司电力专家陈玉进对此深有感触。盛夏时节，全省最高用电日负荷达3380万千瓦，缺口达300万千瓦，一些电厂的煤炭供应只能保证7天。

经济高质量发展离不开能源高质量保障。湖北加强能源规划的顶层设计，从电力输配网络、电源点建设、能源储配保障、油气管道输运等方面，着力建设一批事关战略性、全局性、基础性重大项目，从源头上化解“弱平衡”状况，发挥能源保障经济平稳运行的“稳定器”作用。

湖北强化坚强智能电网建设。“十三五”期间，湖北电网总投资将超过1400亿元。通过建设“两纵一横”1000千伏交流特高压和 $\pm 800$ 千伏直流特高压项目，形成以武汉、宜昌、襄阳为中心的三个500千伏电力受端电网，建立覆盖全省的骨干电力输配网。同期，武汉江北城区500千伏输变电工程、鄂州电厂三期500千伏送出工程、江坪河电厂500千伏送出工程等24个工程被纳入全省重点建设项目。

依托蒙华铁路，2016年9月，荆州煤炭铁水联运储配基地一期工程项目正式启动。工程估算投资37.95亿元，完工后煤炭物流量将达到4000万吨/年，码头吞吐量2100万吨/年。荆州煤炭储配基地的建成，将极大缓解华中地区严重缺煤的现状。与此同时，库容10亿立方米、总投资35亿元的潜江地下储气库建设正加快实施。

湖北油气管网和电源点建设有序推进。仪征—长岭原油管道湖北段、荆门—襄阳成品油管道工程、新疆煤制气外输通道湖北段等多个油气项目建设次第展开。随着国电汉川电厂三期、华电江陵电厂、鄂州电厂三期等一批国内一流大型火电机组相继投产，湖北电源点建设为长江经济带建设注入了新的“源动力”。

在完善能源基础设施建设的同时，湖北加快清洁能源的合理布局。被誉为“华中第一风电场”的恩施利川齐岳山风电场，总投资近15亿元，总装机容量14.83万千瓦。在咸宁九宫山、孝感舒家山、黄石大王山……一座座风电场拔地而起，蔚为壮观。湖北发挥水利资源丰富的优势，除三峡、葛洲坝等大型水电站外，还开发了水布垭、隔河岩、高坝洲、丹江口、黄龙滩、白莲河等中小型水电站，取得了良好的经济和生态效益。此外，湖北还围绕精准脱贫有序推进光伏发电项目建设。



数据显示,目前湖北全省发电总装机容量 7124.48 万千瓦,其中,水电 3671.49 万千瓦,占 51.53%;火电 2786.71 万千瓦,占 39.11%;风电 252.83 万千瓦,占 3.55%;太阳能 413.45 万千瓦,占 5.8%。全省发电总装机比 2015 年增长了 983.68 万千瓦。

能源补短板撑起了经济发展的腰板。2018 年,湖北地区生产总值增长 7.8%左右,高于全国,好于预期。而与此同时,国家下达的能耗总量和强度“双控”目标超额完成。

王志荣 李向阳 黄妮 中国能源网 2019-04-08

## 原国务院参事徐锭明：城市能源变革要转变思维方式

城市能源变革是我国能源变革大局的重要一环。未来城市能源的发展方向何在？徐锭明用一句话总结：“就是本地的能源要解决本地的问题，因地制宜，多元开发。”耕耘能源行业几十载，年过古稀的他依然四处调研、了解能源行业最新动态。对于城市能源变革，徐老颇有心得。

“能源要革命，煤炭先革命”

“跟上世界形势，和世界接轨”是徐锭明这些年在多地讲课谈到中国能源变革时会首先强调的一点。在过去的 20 年时间里，中国是世界上最大的能源消费国，也是全球能源增长的最主要来源。推动能源结构清洁化，大幅削减化石能源消费产生的温室气体排放已成为全球共识。

那么，我国能源革命的巨轮将驶向何方？徐锭明的回答简单干脆：“能源要革命，煤炭先革命，煤炭不革命，就革煤炭命。天生我才必有用，看你会用不会用。”在他看来，现在仍有很多人抱着化石能源不放手不放的想法，是制约当下能源变革的关键因素，必须要转变。

“传统方法生产一吨煤化工产品要消耗 15—25 吨水；一吨煤制油要产生 12—15 吨二氧化碳。这样的高能耗、高污染，既不符合联合国 2030 年可持续发展议程中‘确保人人获得负担得起、可靠和可持续的现代能源’的可持续发展目标，也不符合《巴黎协定》中‘将本世纪全球平均气温上升幅度控制在 2 摄氏度以内，并将全球气温上升控制在工业化时期水平之上 1.5 摄氏度以内’的主要目标。你说化石能源还能不能用？”说到这里，徐锭明有些激动，言语间透着迫切。

“现在我们进入后石油时代，后煤炭时代，不是说没有石油、没有煤炭，而是因为它们是高碳能源，所以利用的时候要高碳能源低碳化利用，发展绿色经济、低碳经济。”徐锭明说，十九大报告提出，把人民对美好生活的向往作为奋斗目标。“那什么是美好生活？我觉得人民需要‘三高’，不是高血压、高血脂、高血糖，而是生态的高颜值、发展的高素质、生活的高品质。”

“每一栋楼都成为发电厂、储能厂”

要实现绿色、低碳发展，就需要重新建立能源生产体系。徐锭明在多年的走访调研中发现，城市人口能源消费是农村人口的三到四倍，相对应的是，城市的二氧化碳排放和污染排放基本都占总排放量的 70%—80%。所以，城市能源体系必须要变，要从工业化城市的毁绿、增温、耗能、污水，变为生态低碳城市的增绿、降温、产能、净水。

徐锭明认为，建设生态低碳城市、打赢蓝天保卫战，根本在于发展可再生能源，要充分开发利用太阳能、风能、生物质能、地热能、空气能，而且，首先要从城市开始推进。

“为什么城市要先革命？因为城市拥有科技、人才、物力、财力等诸多利好条件，比农村更有优势。”徐锭明说，城市能源革命首先是城市的建筑要革命，千百万个建筑都将是能源生产单位，要让每一栋楼都成为发电厂、储能厂；第二、要推动新能源汽车的发展，汽车作为单一运输工具的时代已经结束，未来，汽车将是人们新的生活、生产、娱乐新的移动空间，不仅仅是交通工具，而是分布式的发电场、储能场；第三、大量开发地热，50 年来，我国地热发展很慢，尤其是地热发电。包括浅温、中层温度、深温都还没有得到有效利用。未来，中国要开发利用地热，关键是放开市场，不要垄断。

愿景中的画面让徐锭明皱起的眉心逐渐展开，“未来，城市交通、建筑、工业、生活全部要走向低碳、绿色，达到‘四个立方’。”他解释道，所谓“四个立方”，一是零立方，固废、液废、气体、污染

排放均为零；二是用立方，热能、电能等各种能源高效利用；三是绿立方，大生态系统、工厂生产的全生命周期、人们的生活都是绿色；四是赢立方，对社会、对企业、对个人要有好处，要多赢。而要实现这一切，关键在于高科技广泛融入与运用。

“科技突破决定能源未来”

如何进行城市能源变革，徐锭明认为，国际先进做法值得借鉴。科技决定能源未来，科技创造未来能源。未来能源发展不取决于对资源的占有，而取决于能源高科技的突破。未来的能源公司也不是单一的能源公司，而应该是能源科技服务公司。

“AlphaGo 的研发公司和英国国家电网合作，通过人工智能将英国的能耗减少 10%到 15%，而实际上整个英国装机容量相当于 8000 万千瓦到 9000 万千瓦，人工智能的应用可以减少 200 万千瓦。”徐锭明认为，未来世界是“工业 4.0+社会 5.0”的时代，所谓“工业 4.0”就是“大智移云”（编者注：即大数据、智能化、移动互联网、云计算的简称）、势在必行；万物互联、势如破竹；人工智能、势不可挡。“社会 5.0”就是超智能社会的人类生活。

如何让能源行业与互联网真正融合，这些年徐锭明进行了大量研究。在他看来，互联网，给能源发展带来新机遇，给能源调整带来新课题，也给能源安全带来新挑战。能源互联网基本是以电力系统为核心，未来终端能源消费的 70%—80%是电力，20%—30%是其他能源。所以电网企业必须要走向信息化、数字化、联网化、共享化。

要实现能源技术革新，离不开核心人才。“我们的能源工作者急需‘扫三盲’——扫文盲、扫科盲、扫美盲，还应让更多搞信息化、数字化的高科技人才进入能源界。”徐锭明强调，推动能源革命，还需要建立三个思维：数学思维、市场思维和生态思维。只有这样才能建设城市新的能源生产体系，推动城市新的能源生态文明。最终实现能源资源多元化、能源来源属地化、能源技术智能化、能源生命数字化，能源生产分散化、能源联网共享化、能源利用高效化、能源使用便利化，能源服务普遍化，能源经济低碳化。

彭扬 中国能源报 2019-04-08

## 国家能源局：中国清洁能源消费占比达 22.2% 三对策推进能源转型

中国国家能源局副局长林山青 9 日在柏林透露，2018 年中国清洁能源(包括非化石能源和天然气)占一次能源消费总量比重合计约 22.2%，较 2012 年提高了 7.7 个百分点，但距离 2020 年和 2030 年分别达 25%和 35%左右的目标还有一定差距。

林山青当天出席柏林能源转型论坛分论坛并作了发言。他在发言中表示，作为全球最大的能源生产和消费国，中国政府秉持创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，能源转型发展取得了很多积极成效。其中，从供给侧看，中国能源供给质量实现了重大变革；从消费侧看，中国能源消费结构实现了重大转型。

林山青表示，能源转型越前进、越发展，新情况、新问题就会越多，中国的能源行业体量巨大，在转型过程中也遇到了如应对全球气候变化和生态保护方面的挑战、能源转型的适用技术和成本方面的挑战、能源结构与供给消费分布不均匀带来的挑战等一些具体困难。

针对上述挑战，林山青表示，中国有三项能源转型对策：

一是持续推动能源消费结构调整，进一步提高清洁能源占比。“我们将持续优化能源消费结构，加快清洁低碳转型，并积极推进煤炭清洁高效开发利用。”

二是通过科技创新降低清洁能源的供给成本。林山青表示，近年来可再生能源规模化快速发展，成本不断下降，在部分资源优良、建设成本低、投资和市场条件好的地区，已初步具备了对化石能源的成本优势，风电、光伏发电的成本已接近火电，为未来发展提供了有益经验。未来还需要促进可再生能源成本继续快速下降，提高市场竞争力。

三是可再生能源开发坚持分布式与集中式并举。未来在中国中东部和南方等电力负荷中心地区，

将大力发展分散式风电、分布式光伏，因地制宜发展生物质能、地热能、氢能等，提高以可再生能源为主的分布式能源系统的应用比重，使能源就地供给就近消纳。

“下一步，中国将继续壮大清洁能源产业发展，全面建成清洁低碳、安全高效的能源体系，实现能源转型的战略目标。”林山青表示，中国也愿与各国通力合作，促进技术进步，为全球能源转型创造更有利的条件。

彭大伟 耿卓 中国新闻网 2019-04-10

## 国家能源局：优先建设风电、光伏平价上网项目

北京商报讯 4月10日，国家能源局官网发布《关于推进风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设的工作方案（征求意见稿）》（以下简称《工作方案》）。《工作方案》提出，要优先建设平价上网项目，在组织电网企业论证并落实拟新建平价上网项目电力送出和消纳条件基础上，先行确定一批2019年度可开工建设的平价上网风电、光伏发电项目。

在项目申报方面，《工作方案》明确，具备建设风电、光伏发电平价上网项目条件的地区，有关省（区、市）发改委应于4月25日前报送2019年度第一批风电、光伏发电平价上网项目名单（2018年度有关地区报送的分布式市场化交易中的项目经复核后将列入第一批）。确不具备建设风电、光伏发电平价上网项目条件（或可建规模十分有限）的地区，有关省（区、市）能源主管部门应在5月31日前向国家能源局报送需国家补贴项目竞争配置的办法及工作方案，按国家能源局对有关竞争配置办法及工作方案的论证反馈意见组织开展有关工作。

为严格落实平价上网项目的电力送出和消纳条件，《工作方案》要求各省（区、市）能源主管部门要以能源电力发展规划为指导，根据电力系统实际严格核实合理规模，消纳空间优先用于支持平价上网项目，督促各省级电网企业为平价上网项目接入电力系统做好配合服务，确保平价上网项目顺利消纳。

此外，国家电网公司、南方电网公司要指导督促下属省级电网企业配合所在省（区、市）能源主管部门落实平价上网项目电力送出和消纳工作。鼓励2018年或以前年度已核准（备案）或已配置的陆上风电、光伏发电项目自愿转为平价上网项目。如项目单位承诺自愿转为平价上网项目，电网企业按最优先级别配置消纳能力；2019年度新建平价上网项目按第二优先级别配置消纳能力；在保障平价上网项目消纳能力配置后，再考虑需国家补贴项目的电力送出和消纳需求。

北京商报 2019-04-11

## 国家能源局：推进需补贴风电、光伏发电项目竞争配置

据国家能源局官网消息，国家能源局10日发布“关于征求《关于推进风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设的工作方案（征求意见稿）》（下称《方案》）意见的函”，《方案》提出，在开展平价上网项目论证和确定2019年度第一批平价上网项目名单之前，各地区暂不组织需国家补贴的风电、光伏发电项目的竞争配置工作。2019年要进一步加大力度推进需补贴风电、光伏发电项目竞争配置，有关要求国家能源局将另行发布。

《方案》表示，为组织好风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设，确保有关支持政策落实到位，现对《国家发展改革委 国家能源局关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》（发改能源〔2019〕19号）提出以下工作方案。首先是优先建设平价上网项目。各省（区、市）发展改革委（能源局）按照《国家发展改革委 国家能源局关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》（发改能源〔2019〕19号）要求，研究论证本地区建设平价上网等无补贴风电和光伏发电项目（含低价上网项目、分布式市场化交易项目，下同）的条件，在组织电网企业论证并落实拟新建平价上网项目电力送出和消纳条件基础上，先行确定一批2019年度可开工建设的平

价上网风电、光伏发电项目。

二是要严格落实平价上网项目的电力送出和消纳条件。各省（区、市）能源主管部门要以能源电力发展规划为指导，根据电力系统实际严格核实合理规模，消纳空间优先用于支持平价上网项目，督促各省级电网企业为平价上网项目接入电力系统做好配合服务，确保平价上网项目顺利消纳。国家电网公司、南方电网公司要指导督促下属省级电网企业配合所在省（区、市）能源主管部门落实平价上网项目电力送出和消纳工作。鼓励 2018 年或以前年度已核准（备案）或已配置的陆上风电、光伏发电项目自愿转为平价上网项目。如项目单位承诺自愿转为平价上网项目，电网企业按最优先级别配置消纳能力；2019 年度新建平价上网项目按第二优先级别配置消纳能力；在保障平价上网项目消纳能力配置后，再考虑需国家补贴的项目的电力送出和消纳需求。

三是梳理已核准（备案）未并网存量项目。各省（区、市）发展改革委（能源局）要对已核准（备案）在建风电和光伏发电项目进行梳理，建立项目信息管理台账，分类指导建设。已核准（备案）两年但未开工建设也未申请延期，或已经申请延期但是延长期限内仍未开工建设的风电和光伏发电项目，无论企业是否承诺继续建设，相关核准（备案）文件应按照项目核准（备案）管理规定予以废止。如项目单位希望继续建设，应在项目核准（备案）管理机构同意后，将其作为新增建设项目参与本年度新建项目竞争配置。鼓励各类在建或核准（备案）后未实质性开工风电、光伏发电项目自愿转为平价上网项目。

四是在开展平价上网项目论证和确定 2019 年度第一批平价上网项目名单之前，各地区暂不组织需国家补贴的风电、光伏发电项目的竞争配置工作。2019 年要进一步加大力度推进需补贴风电、光伏发电项目竞争配置，有关要求国家能源局将另行发布。

五是具备建设风电、光伏发电平价上网项目条件的地区，有关省（区、市）发展改革委应于 4 月 25 日前报送 2019 年度第一批风电、光伏发电平价上网项目名单（2018 年度有关地区报送的分布式市场化交易中的项目经复核后将列入第一批）。确不具备建设风电、光伏发电平价上网项目条件（或可建规模十分有限）的地区，有关省（区、市）能源主管部门应在 5 月 31 日前向国家能源局报送需国家补贴项目竞争配置的办法及工作方案，按国家能源局对有关竞争配置办法及工作方案的论证反馈意见组织开展有关工作。

六是协同落实支持风电、光伏发电平价上网政策措施。各省（区、市）发展改革委（能源局）要抓紧组织风电、光伏发电平价上网项目建设工作，会同地方各级政府部门落实降低项土地相关成本有关政策要求。国家电网公司、南方电网公司及有关省级政府管理的电网企业做好有关平价上网项目的电力送出和消纳落实工作，规范签订长期固定电价购售电合同（不少于 20 年）。国家发展改革委、国家能源局将加强对有关平价上网项目政策落实的指导和督促。

中国网 2019-04-11

## 抓住我国能源转型发展的突破点

推进能源革命及绿色低碳清洁能源体系发展，是我国新时代能源发展的重要突破点。党的十九大明确提出，我国经济已由高速增长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。实现高质量发展，要由规模扩张向质量效益型发展转变、由依靠投资拉动向创新驱动转变、由高耗能高排放向绿色低碳转变、由行政化管控向市场化运营转变、由主要依靠国内向提高全球竞争力转变。

一是新时代能源发展要由要素驱动转变为创新驱动。大力加强技术、管理和商业模式等创新，大力推动工业化和信息化深度融合，加快提高自主创新能力和行业技术标准引领能力，让创新成为发展的第一动力，以降低可再生能源投资和运维成本，因此，要深入研究和突破一批关键核心技术。

世界主要发达国家都在实施以技术为支撑的能源转型政策。总体上看，未来能源行业将逐步与大数据、虚拟发电厂、智能电网、物联网、共享经济和区块链技术等、数字技术融合，能源的发电成本

将不断下降、能源投资重心向绿色清洁化能源转移，产业结构和能源消费结构进一步优化。中国在《能源技术革命创新计划(2016-2030)》中对可再生能源、先进储能、智能电网等技术都制定了发展路线图，技术创新已经成为未来能源转型的重要战略支撑。

二是新时代能源转型发展要充分考虑我国历史条件的约束，着眼于现有能源体系的整体协调发展。以供给侧结构性改革为契机，提升能源行业整体价值创造能力和市场竞争力，让协调成为中国能源转型发展的内生特点。

尽管非化石能源成为世界能源转型与发展的方向，但中国的能源结构中石油天然气比重仍然偏低，特别是天然气行业正处于黄金发展阶段。做好新旧能源产业的协调发展将是能源转型长期面对的问题，要在保障能源安全与减少对化石能源的依赖之间协调和平衡发展。党的十八大以来，油气能源体制改革提出要全产业链协调发展，通过进一步完善竞争机制，推动竞争性市场的建立，提高产品供给质量和效率，提升行业整体价值创造力。从区域看，我国西部能源密度比较高，东部是耗能密度、负荷密度比较高，存在区域分布不平衡。我国的现实情况是主要靠西气东输、西电东送、北煤南运等大型长距离运输工程来解决，未来也可考虑有效利用中东部的天然气和可再生能源，推动分布式能源的发展，让中东部地区成为能源的消费者和生产者，从而缓解能源区域间发展的不平衡矛盾。

三是提高能效，发展可再生能源是新时代能源转型主要路径。为此必须调整产业结构，限制高耗能产业发展，继续推动可再生能源发展。提高能效是能源结构改善的关键。改革开放以来，中国的能效提高了5倍，能源结构有了很大改善，但是能源强度仍然偏高，是世界平均水平的1.55倍，是日本的4.9倍，还有很大改进的空间。提高能效必须要调整产业结构，要限制传统重工业和高耗能产业的持续扩张。比如，我国长期以来对房地产行业的依赖，又带动水泥、钢材等产能的大规模发展，但其中包含着大量的资源浪费。另外，房屋建设质量和地方大量住房的空置率加大了能源消耗强度，需要加以改进。在快速工业化和城市化集聚化过程中，产生了城市雾霾、堵车、垃圾围城等问题，因此，要建立真正适应人居的友好城市，摆脱传统工业化发展的路径。

大力发展可再生能源是世界各国能源转型的主要目标，主要发达国家都在加快向太阳能、风能及生物质能能源转型进程、提高能源安全减少对化石能源的依赖。从全球趋势看，发电成本的持续下降是世界能源发展进入新时代的重要信号，风力和太阳能光伏发电已经成为可再生能源投资的两个主要领域。我国对可再生能源的投资规模增长速度很快，太阳能和风能发电设施将取代传统发电厂成为电力系统的支柱，因此需要更为灵活的供需双向匹配。随着分布式能源和电动汽车的兴起，智能电网技术成为推进可再生能源大规模应用的主要方向之一，目前主要发达国家将基本完成智能电表的升级，发展中国家市场也在兴起，逐渐成为电力消费的新模式。

四是新时代的能源转型需要制度上的根本保障。既要发挥市场的内生活力，又要发挥政府在各种财政、金融、税收等政策制定中的作用。结合我国的实际状况，需要借鉴国际经验，完善创新驱动包括科技创新、管理创新、金融创新等手段，建立激励相容的制度安排，不断完善立法并加强监管，构建高质量的绿色低碳的现代能源经济体系。

因此，要加强作为事前性制度安排的政府监管，和法律制度进行互补，有效保障能源的转型发展。在这个意义上，应该说，制度完善与创新是新时代中国能源转型与发展的关键。

经济日报 2019-04-01

## 能源大区新疆：落后产能“退” 新能源产业“兴”

正值生产旺季，我国大型煤炭基地之一——新疆准东煤田却不见尘土飞扬、黑烟冲天的景象，“产煤不落煤，产灰不见灰”成为现代煤炭煤电煤化工产业发展的新常态。

拥有我国目前最大的整装煤田，准东经济技术开发区严禁“高污染、高能耗、高排放”产业进入。据开发区经济发展局局长周友仁介绍，去年开发区否决了总投资500亿元的200多个项目，拆除燃

煤锅炉 93 台，彻底拆除兰炭企业 11 家，为高质量发展腾出了空间。如今，准东坚持重点发展现代化的煤炭、煤电、煤化工、煤电冶、新材料、新能源等绿色高端产业体系，把能源优势转化为高质量的经济发展优势。

“对落后产能说‘不’”的准东是新疆高质量发展的一个缩影。记者从自治区发改委获悉，2016 至 2018 年，新疆累计关闭退出煤矿 157 处，化解煤炭过剩产能 1899 万吨/年，提前超额完成国家对新疆“十三五”煤炭去产能目标任务，大中型煤矿数量占比由原先的 30%左右提高到了 96%，产能占比由原先的 50%左右提高到了 99%。

同时，新疆于 2017 年在全国率先淘汰 32.5 等级水泥，2017 年和 2018 年分别取缔“地条钢”500 万吨，化解钢铁产能 215 万吨。

一系列措施带来高耗能行业能耗低速增长，投资大幅下降。去年，新疆六大高耗能行业能源消费量 11296.85 万吨标准煤，比上年增长 1.1%，增速同比回落 7.1 个百分点；完成投资 930 亿元，下降 5.9%；规模以上工业单位工业增加值能耗比上年下降 3.22%。

落后产能的逐步退出，带来的是新兴产业的兴盛。作为我国风电装备制造行业的排头兵，新疆金风科技股份有限公司去年在国内陆上、海上新增装机 6.7GW，市场份额达到 31.9%，位列国内第一；在全球新增装机市场取得了 14.2%的份额，排名第二。

自治区统计局局长许斌介绍，以金风科技为代表的高技术制造业，去年的增加值同比增长 32.1%，增速比上年提高 6.7 个百分点，比规模以上工业提高 28 个百分点。工业战略性新兴产业增加值增长 15.1%，增速比上年提高 5.9 个百分点，比规模以上工业高 11 个百分点。

新华社 2019-04-12

## 韩国 2030 年可再生能源发电目标难以实现

韩国是亚洲第四大经济体，依靠煤炭和核电生产该国约 70%的电力。2017 年韩国能源主管部门发布电力计划，要求将该国电力结构中的可再生能源发电从 6%增加到 2030 年的 20%，从而减少对煤炭和核能的依赖。

然而，咨询公司 WoodMackenzie 分析师对韩国的最新能源展望中认为，到 2030 年韩国的可再生能源发电量将在 2019 年的基础上乘三增加至 60.5 吉瓦。韩国到 2030 年可再生能源发电比例将只能达到 17%的市场份额（其中风电、光伏占 11%），不能实现 2030 年 20%的目标；而煤炭和核电占电力结构的比例分别为 40%和 25%（略高于 36%、24%的目标）。

国际能源小数据 2019-04-02

## 热能、动力工程

### 《碳排放权交易管理暂行条例（征求意见稿）》解读

2019 年 4 月 3 日，生态环境部法规和标准司公示了“关于公开征求《碳排放权交易管理暂行条例（征求意见稿）》意见的通知”，距离 2017 年 12 月 19 日由国家发改委宣布的《全国碳排放交易市场建设方案（发电行业）》已一年有余。自 2018 年 5 月至今，全国碳排放权市场的建设工作也由国家发改委随着应对气候变化司的转隶到了生态环境部，各省市的转隶也在 2019 年 3 月 31 日前全部完成，由此看来，该《碳排放权交易管理暂行条例（征求意见稿）》的公示时间也非常及时。

追溯到 2016 年国务院办公厅立法工作文件中，《碳排放权交易管理暂行条例》早已作为预备项目，工作的延续性，证明碳排放权市场建设工作的重要性。经过 2017 年全国碳排放权交易市场建设工作启动和 2018 年应对气候变化司转隶，碳排放权市场立法工作又走过了两个年头，《碳排放权交

易管理暂行条例（征求意见稿）》内容更加丰富和完善。

笔者在此重点引用部分条款作阐述：

第三条（基本原则）提到“促进温室气体排放控制与经济发展阶段相适应、与其他相关政策目标相协调”明确表达了碳市场作为温室气体排放控制工具的功能作用和协调特性。

第七条（配额分配）综合考虑国家温室气体排放控制目标、经济增长、产业结构调整等因素。机制明确，拭目以待随后的细则，特别是各省市也关注各自的权限。

第八条（监测、报告、核查）其中的核查内容，核查所需经费纳入中央预算。企业可以自主选择符合要求的核查机构。此项机制与现在个别省市类同，工作的开展还需要积极动员企业，中央预算的统筹也可以避免恶性低价的核查机构竞争或部分政府低价招标，以避免失去公平、公正。

第十一条（配额清缴）中提到的“碳减排指标”虽有名词解释，但有待进一步的细则出台，以明确和试点期间的“国家核证自愿减排量的区别”。

最重要的第二十三条、第二十四条和第二十五条，除信用惩戒外，多处强调了“构成犯罪的，依法追究刑事责任”。生态环境部的各项法律体系近些年执行越来越有效，各司局的工作也都是严格的依法运作，这些条款的法律效力对碳排放权市场各方监管的强化，对碳排放权市场将会起到关键性的作用。

《碳排放权交易管理暂行条例（征求意见稿）》的出台，也印证了2018年11月26日李高司长在国新办的新闻发布会上的发言。这也是全国碳排放权市场建设的里程碑之一，与政府、企业和从业人员都息息相关，希望正式版本早日公布，条例早日出台，强化碳排放权市场这个生态文明建设的重要抓手。（作者供职于北京中创碳投科技有限公司）

刘亮 中国能源网 2019-04-09

## 加快建立全国碳排放总量控制制度

通过采取调整产业结构、优化能源结构、提高能效等措施，我国的温室气体排放得到了较好控制，扭转了一段时间以来碳排放快速增长的局面。针对下一步工作，有专家建议可在“十四五”期间设立碳排放总量控制制度，稳健推动全国碳市场的建设运转及减碳目标实现。

我国的《生态文明体制改革总体方案》《“十三五”规划〈纲要〉》和《“十三五”控制温室气体排放工作方案》均提出要开展碳排放总量控制，北京、上海、甘肃、云南等地也从地方层面积极探索建立碳排放总量控制制度和分解落实机制。

“十二五”以来，我国建立了碳排放强度控制制度。从考核结果看，很多地区碳强度下降目标完成较好的原因在于作为分母的GDP增速较快，而不是因为作为分子的碳排放量下降。碳强度控制制度与我国正在试运行的碳排放交易体系中的“配额分配—配额履约—配额交易”逻辑不尽匹配。

因此，应以碳排放总量控制取代碳排放强度控制，将碳排放强度作为衡量碳排放管控力度的参考性指标，以碳排放总量作为直接性指标，从碳强度过渡到碳总量，与国家自主贡献文件中提出的2030年峰值目标更加匹配。

我国已建立了能源总量控制制度，但很多高耗能的重工业是国民经济基石，单从能源总量角度控制会限制这些行业的发展。如果使用可再生能源发展高耗能行业，用可再生能源满足高耗能需求，则能同时满足行业发展和环境保护的双重需求。能源总量控制制度的初衷是限制化石能源排放，而没有必要限制可再生能源排放。

因此，以碳排放总量控制取代能

源总量控制，直接从制度层面控制高碳能源，对可再生能源进行鼓励，提升优化能源结构的政策精准度，可避免因控制能源消费总量而限制高耗能行业发展的问題。

在碳排放总量控制制度构建过程中，建议探索从区域入手，以低碳试点、碳排放权交易试点等为先行先试的突破口，建立地区碳排放总量控制与分解落实机制，为下一步建立全国碳排放总量控

制及分解落实机制积累经验，也为下阶段将碳排放总量控制目标作为约束性指标纳入生态文明建设目标体系和“十四五”国民经济和社会发展规划打好基础。

在制度构建内容上，建议从五方面入手：一是将全国碳排放总量控制目标向各省进行分解，作为约束性指标纳入省级控制碳排放工作方案和年度工作计划，通过法律法规或政府规章确定省级应对气候变化主管部门的目标主体责任；二是将省级碳排放总量控制目标纳入下辖地市州的综合评价和绩效考核体系，省级应对气候变化主管部门有权监督下级政府的目标完成进度，考核目标完成结果；三是结合工业、建筑、交通等重点行业单位产品（服务量）的碳排放标准及行业先进值，将全国碳排放总量控制目标分解到主要部门和重点行业；四是合理确定重大工程和重点建设项目的碳排放增量空间，强化重大工程和重点建设项目控制碳排放的法律义务，从源头遏制碳排放不合理增长；五是从事序性的角度，将全国中长期碳排放总量控制目标科学分解到各年度，形成年度控制目标。

作者单位：生态环境部国家气候战略研究中心

田丹宇 中国环境报 2019-04-01

## “新能源+智能”为工业企业蓄能

随着新能源的推广，地源热泵、空气能等清洁能源开始广泛应用于生产生活的各个领域。

如何让新能源更智能、更高效，正成为新一代致力于新能源设备研发、生产的企业努力攻关的方向。

位于中捷产业园区的河北盛博新能源开发有限公司，不仅实现供热体系的智能化控制，更成功攻克新能源的存储技术难关。其量身定制的安全稳定储能系统，能为企业节省近一半的运行费用。

盛博正以自己独有的方式助推工业企业提质增效，演绎沧州企业在新能源领域创新突围的精彩故事。

“无人驾驶”的供热体系

同一个小区，不同住户家中温度却相差很大，热的要开窗通风，冷的则要裹紧棉被。在供暖季，这无疑是让热力公司难以回避又令人头疼的问题之一。

但对于负担了中捷产业园区近一半热力输送的河北盛博新能源开发有限公司而言，“无人驾驶”的供热系统，却让这个问题得以轻松解决。

在盛博，记者见到了被装上智慧大脑的最新热力平台及控制系统。

供暖季，大屏幕上滚动的数据实时反映着每个用户的供热情况。而通过远程智能控制，无需工作人员上门手动调节阀门，就可以通过电子调节阀进行楼道平衡、户平衡等各类平衡控制，让小区住户得以在舒适的温度下过冬。

公司董事长刘建忠痴迷新能源开发已经二十多个年头了。早在1998年，他就参与改造了中捷最早的地热井，并由此开启了与新能源的不解之缘。承包亏损的供热企业并扭亏为盈，注重创新研发的刘建忠带领盛博一步一个脚印，让中捷居民率先实现用地源热泵进行采暖的潮流环保生活，而利用智能系统实现智慧调节，则又提高了企业管理和服务效率以及居民的采暖体验。

让1度电产生4度电的热量

“地源热泵其实是可以实现制冷制热双系统运行的，但对于居民小区而言，因为管道铺设等外部原因，绝大多数还只是应用了单一制热的功能，其实这是一种浪费。”刘建忠表示，也正是基于此，他们把目光投向了工业企业的能源管理上。

“对于使用新能源的企业而言，最大的痛点是电费。”刘建忠说，也正是看准了这一点，盛博的研发团队开始了夜以继日地试验创新。

高峰电价和低谷电价的费用相差一倍多，能否研发一种设备进行储能，在电价低谷期间存储能量，在用电高峰期释放能量呢？

参与研发的沈玉麒是公司技术骨干之一，一次次的试验至今历历在目。看上去简单的原理，企



业却需要攻破控制系统和稳定性等多个技术难关，一年多的时间，投入几百万元研发费用，他跟行业专家、高校研发团队一起，锲而不舍。

成功后的技术最先在自家工厂进行试验，供热成本达到每平方米 11 元，远低于燃气炉每平方米 46 元、空气源每平方米 35 元的投入，储能技术的应用更是实现一度电可以产生 4 度电热量的效应。

量身定制的安全稳定系统

36 人的团队，5000 万元的年产值，盛博的成绩背后，是持之以恒的创新支持。

既要清洁能源，又要节能降耗。本着这样的服务目标，凭借成功的实践经验，盛博开始着手为企业量身定制新能源系统管理。

就在不久前，廊坊某企业成功应用了盛博的新能源存储系统，运行费用只有原来的 60%，大大降低了企业成本。

“不仅可以实现能量存储，还有强大的智能控制系统做保证。”刘建忠介绍，公司研发的设备拥有一个“智能大脑”，可以看天气和外部环境的“眼色”行事，根据天气和使用情况等智能调节，以完成更高效的储能和释放。

而让刘建忠更为骄傲的是，公司量身定制的新能源系统，不仅实现了安全稳定运行，在成本方面，对于使用面积越大的厂区，其成本越低，节能效果也就越突出。

不仅是新能源的存储和利用，在盛博，刘建忠还为大家展示了与业内排头兵联合开发的新型空气净化系统，采用军工技术的过滤装置，能够为家庭和工厂提供更为舒适的新风体验。

绿水青山就是金山银山。刘建忠说，能够为改善生态服务，为工业企业的清洁生产服务，是盛博持续创新、做大做强的动力。

沧州日报经济特刊 2019-04-03

## 东北亚能源互联网建设首推中韩联网



▲东北亚能源互联网总体格局（图片来源：GEIDCO）

东北亚包括俄罗斯远东、中国东北和华北、蒙古、朝鲜、韩国和日本。东北亚地区是极具合作潜力的地区，各国经济和能源合作日益密切，区域一体化发展前景广阔。据相关数据显示，2017 年，六国总人口为 17.4 亿，约占世界总人口的 23%；GDP 达 20.3 万亿美元，约占世界经济总量的 25%。

据悉，为加快推进东北亚能源互联网建设，推动全球能源互联网更好更快发展，全球能源互联

网发展合作组织正在与国家电网有限公司、韩国电力公社推动中韩联网项目可研相关工作，这意味着东北亚能源互联网的首推项目即将进入实施阶段。

#### 区域能源合作潜力巨大

近年来，东北亚地区以互惠共赢为目标，区域发展局势不断向好，能源合作氛围不断增强。而能源电力需求大、增长快，是推动区域发展的关键因素。

据了解，2005—2015年东北亚一次能源消费总量增加约21%，用电量增加约43%，能源电力需求将持续增长。而2017年，东北亚化石能源消费量占能源消费总量的90%，中日韩能源消费排放的二氧化碳达115亿吨，占全球能源碳排放总量的34.4%。

据全球能源互联网发展合作组织经济技术研究院院长周原冰介绍，东北亚区域清洁发展优势明显、潜力巨大：

一是东北亚区域清洁能源资源丰富，俄罗斯远东风电和水电资源，蒙古风电和太阳能资源，以及中国华北和东北地区的风电资源都非常丰富；

二是不同清洁能源品种之间具有较强的互补特性；

三是内部资源和市场的互补性显著，日本、韩国、朝鲜电力市场需求较大，而能源资源相对匮乏，相反俄罗斯远东、蒙古能源资源非常丰富，而市场需求相对较小；

四是技术资金互补性显著，中国、日本、韩国在智能电网、清洁能源发电等领域技术领先，中国在输电领域具有特殊优势和丰富的实践经验，日本、韩国经济发展水平较高，技术及资金实力强，而俄罗斯远东、蒙古和朝鲜对技术资金的需求较大。

#### 中国方案促进共同行动

在经济全球化背景下，实现东北亚区域合作和清洁发展向更高水平迈进，能源电力合作至关重要，关键是加快建设东北亚能源互联网。2018年10月，全球能源互联网发展合作组织发布了《东北亚东南亚能源互联网规划研究》报告。

报告指出，构建东北亚能源互联网，总的思路是加快区内清洁能源开发，构建环渤海/北黄海、环日本海、环阿穆尔河/黑龙江流域，横向联接蒙古南部至中国华北的“三环一横”跨国联网通道，形成“西电东送、北电南供、多能互补”的格局。

保障区域能源安全是东北亚地区能源发展的大方向，在东北亚各国共同合作参与下，以促进清洁发展为目标，深化能源电力合作为方向，构建互联互通的清洁能源优化配置平台，即东北亚能源互联网，才能够实现清洁能源大规模开发、大范围配置和高效利用，实现东北亚能源可持续发展。

早在2016年3月，国家电网公司、韩国电力公社、日本软银集团、俄罗斯电网公司四国企业联合签署《关于东北亚电力互联合作备忘录》，共同推动东北亚电网互联。预计到2050年，东北亚清洁能源占一次能源消费比重提升至60%，清洁能源发电量达4.2万亿千瓦时，相当于每年减排二氧化碳39亿吨。届时，东北亚地区年跨国电力贸易规模可达5500亿千瓦时，积极带动区域经济一体化发展。

#### 中韩联网成为首推项目

据介绍，2017年12月13日，全球能源互联网发展合作组织、国家电网公司、韩国电力公社在中韩商务论坛上签署了三方合作协议，明确三方在蒙-中-韩-日项目框架下首期推动中韩联网项目。

2018年4月17日，中韩联网项目预可研启动会在京召开，合作组织、国家电网公司、韩国电力公社三方成立了以合作组织为主席单位的指导委员会和工作组，并讨论联合研究范围和具体工作计划。5月，合作组织多次组织工作组集中工作，就工程必要性、可行性、换流站选址、技术参数、经济性分析等问题达成一致，完成了中韩联网项目预可研报告初稿。

2018年5月，首届中韩司局级能源对话会在韩国首尔召开，合作组织介绍了中韩联网项目的最新进展，获得了积极响应。6月，为提高工程造价估算的准确性，工作组就海缆和换流站主设备联合开展了国际询价，合作组织利用会员资源积极询价并获得了积极反馈，成为预可研投资估价依据。

2018年7—8月，工作组完成了《中国-韩国跨国联网工程预可行性研究报告》。9月，中韩联网

项目预可研总结会及专题技术研讨会主要回顾总结预可研成果，梳理了尚待进一步明确的问题；同时，合作组织邀请技术专家，就柔性直流、常规直流、海缆的研发与施工等工作组关注的问题开展讨论，为推进下一步工程可研工作奠定了基础。

除中韩联网，东北亚能源互联网建设还释放出了其他积极信号。据俄罗斯卫星通讯社报道，蒙古国总统哈勒特马·巴特图勒嘎在 2018 年东方经济论坛上发言时呼吁，希望尽快开始实施东北亚超级能源圈电网项目，俄罗斯、中国、蒙古、日本、韩国和朝鲜六国能源电网的建立是构建亚洲超级能源圈电网的第一步。合作组织也正在与蒙古国能源部门沟通联络，共同推动清洁能源基地开发与区域电力互联研究。

李文华 中国能源网 2019-04-11

## 世界上第一艘氢混合电池渡轮即将下水测试

近日，ABB，SINTEF 和 Fiskerstrand 三家公司，在 HYBRIDship 项目中合作，用于燃料电池测试世界上第一次氢混合渡轮的转换。

据悉 ABB 和位于特隆赫姆的 SINTEF 海洋实验室将评估燃料电池和电池如何在短途渡轮运营中最佳地协同运作，以及 Fiskerstrand 如何将它们与其他机舱系统集成。这些测试还将深入介绍氢燃料电池的引入，以供将来审查有关船上氢气使用的规则。

这些测试将模拟渡轮预计在高频 10 公里路线上遇到的情况，以确保包括燃料电池在内的推进系统足够稳健，可以进行重复的短爆服务。

Fiskerstrand 项目经理 K?reNerem 表示“作为我们 HYBRIDship 项目的一部分，我们希望能够真实地了解我们为实现装备氢燃料电池推进装置的渡轮所需要做的事情，ABB 的系统集成技术，结合 SINTEF Ocean 在船舶推进系统领域的长期经验，以及 SINTEF Industry 在燃料电池技术方面的专业知识，将成为解决未来挑战的关键。这是一个开创性的项目，我们将共同确保针对特定的渡轮航线和船舶优化解决方案。”

据了解，HYBRIDship 项目始于 2017 年，由 Fiskerstrand Holding 牵头，由挪威研究委员会，挪威创新委员会和 Enova 挪威政府企业资助的挪威“Pilot-E”技术加速器计划提供支持。该项目计划在 2020 年底之前对在国内航线上运行的燃料电池进行改造的零排放客船。

氢云链 2019-04-08

## 山东构建安全低碳现代能源体系

日前,山东省能源局印发《2019 年全省能源工作指导意见》(以下简称《意见》),提出今年将重点发展可再生能源、核电、天然气,以能源转型助力产业转型,以产业结构调整推动能源结构调整,努力实现能源生产和消费增量主要由绿色能源提供,电力生产和消费增量主要由绿色电力提供。

2019 年,是新中国成立 70 周年,也是省委、省政府确定的“工作落实年”,省能源局将坚持节约、清洁、安全的战略方针,围绕“发展绿色能源,助力动能转换”这一目标,实施传统能源清洁高效利用和新型能源深度开发利用“双轮驱动”,着力推进能源供给侧结构性改革,加快能源结构调整,培育能源生产消费新业态新模式,构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系,为全省实现“走在前列、全面开创”目标提供坚强能源保障。

按照《意见》,今年山东省将把清洁绿色能源作为主攻方向,力争新能源和可再生能源发电装机同比增长 13%、发电量增长 35%,接纳省外来电最高负荷增长 17%、电量增长 28%,天然气消费量增长 10%;煤炭产量控制在 1.3 亿吨以内,原油、天然气产量分别稳定在 2300 万吨、4 亿立方米左右;全社会用电量 6330 亿千瓦时,增长 4%;发电量 5430 亿千瓦时,增长 2%。

风电、太阳能、生物质能是今年可再生能源发展的重中之重。省能源局提出,将加强与有实力有

资质的大型企业合作,聚焦海上风电与海洋牧场、波浪能、潮汐能融合发展等领域,启动 200 万千瓦左右海上风电融合发展试点示范项目,打造经略海洋典型标杆。巩固济宁、新泰采煤沉陷区光伏领跑基地经验成果,推进黄河三角洲盐碱滩涂光伏基地规划建设;本着自我平衡、就近消纳原则,规范分布式光伏电站发展。在农林生物质富集地区和城市周边,合理布局生物质能、垃圾热电联产机组。力争可再生能源发电装机达到 3100 万千瓦,占全省电力总装机的 22%;发电量 540 亿千瓦时,约占全省总发电量的 10%。

安全高效发展核能。以华龙 1 号等三代核电技术商业化为核心,在保障海阳核电一期机组安全稳定运行的同时,按照国家部署要求,有序推进沿海核电规划建设。积极稳妥开展核能综合利用示范推广,推进海上核能综合利用平台示范工程前期工作,开展泳池堆等小型堆供热研究论证。

同时,扩大天然气开发利用。加快沿海 LNG 接收站规划建设,推动青岛董家口接收站扩建工程,力争中海油烟台龙口、中石化烟台龙口、保利协鑫烟台西港区接收站开工建设,新建接卸能力 2500 万吨,日气化外输能力 1.8 亿立方米。积极配合、稳妥推进清洁取暖“煤改气”,稳步实施天然气车船发展和加气站建设。重点在大气污染传输通道城市和新旧动能转换核心城市,有序发展天然气分布式能源。

大众日报 2019-04-02

## 广东年消纳清洁能源电量达 2906 亿千瓦时

3 月 30 日,南方电网广东电网公司举办“地球一小时”环保活动。期间透露,2018 年广东电网共消纳清洁能源 2906 亿千瓦时,即广东年用电量每 2 度中就有近 1 度来自清洁能源。

当晚,广东电网公司响应“地球一小时”活动,在 20:30 至 21:30 熄灭在全省各地所有办公楼的景观灯、办公照明灯光,并关闭电脑、空调等一切不必要的电源。而该公司已连续第五年发出“蓝生活”倡议,支持“地球一小时”环保行动。

据广东电网公司相关负责人介绍,通过不断优化能源结构,2018 年广东电网全年共消纳清洁能源 2906 亿千瓦时,按等量替代煤电测算,相当于减排二氧化碳约 28970 万吨;以平均每亩树林年减排约 1.336 吨二氧化碳折算,相当于植树 21680 万亩。

数据显示,广东电网全年共吸纳西电逾 1922 亿千瓦时,同比增长 8.73%;其中水电逾 1655 亿千瓦时,相当于两个东莞市全年的用电量。广东成为西电东送最大“买家”。

此外,为实施节能调度,广东电网公司已建立起先进的节能发电调度管理和技术体系,目前已在省建立了脱硫、煤耗在线监测系统,实时监测电厂“清洁度”。

据悉,自 2008 年广东电网公司启动节能发电调度以来,十年内累计节省标煤 1801.7 万吨。

中国新闻网 2019-04-02

## 建设电力现货市场,风控要先行

2017 年 8 月,国家发改委和国家能源局发布了《关于开展电力现货市场建设试点工作的通知》,提出以广东起步,选择 8 个地区作为电力现货市场交易的试点。电力现货交易市场的建立,对于推进电力市场化改革、建立市场化的电力交易体系具有重要意义。

现有的电力市场化改革路径,大致可以分为三个阶段:第一阶段建立中长期交易市场,核定输配电价的方式,让需求侧和供给侧直接参与市场交易中来。第二阶段通过建立电力现货交易市场,使电力价格能够实时反映输配电价以外的供求关系。通过价格信号来实现电力供需平衡。第三阶段则是将电力现货交易外延到输配电价的定价中,使电力价格真正动态反映实际成本。

但到目前为止,只有广东、山西和甘肃三个地区启动了电力现货市场的试运行,其他省份的推进进展较为缓慢。导致电力现货市场难以推进的原因应该主要有以下几点:

首先,对电网安全性的忧虑。在非现货交易市场中,需求侧和发电侧只是大致实现总量平衡,

电力的调度和平衡任务其实是由电网来承担的。电力现货交易结果是要实时执行的，这意味着目前的电力系统运行方式将出现比较大的调整。在市场参与主体都还没有充足经验的情况下，推进电力现货交易可能对电网的稳定性和电价稳定性造成过大的影响。即使在美国等市场化较为彻底的成熟市场，在电力处于高峰状态时，电力市场和电价也经常处于不稳定的状态，很容易在负荷高峰期间出现问题，这使得电网对于推进现货交易存在顾虑。

其次，市场主体参与现货市场的意愿似乎不高。非现货交易市场操作模式较为简单，也较易为市场主体所接受。电力现货市场实施后，电力用户需要确定未来一天的负荷曲线，差额部分则需要进入现货市场进行购买。同时，发电企业也需要考虑自身调节负荷适应需求需求的成本。电力现货价格波动加大，交易复杂程度也大大增加。

一方面，现有的人员素质和交易经验可能无法应对，因此企业贸然进入的风险较大。另一方面，无论是对发电企业还是电力用户而言，其电力管理成本将会上升，而且将会面临更大的电价波动风险。非现货交易市场中，发电企业可以增加额外的运行小时数，只要交易价格高于边际成本就能获益，而购电者则可以更低的价格购得电力，双方都有动力参与交易。但在现货市场中，由于交易者不一定能获得电价降低的收益，但增加了价格管理的成本与不确定性，因此影响了参与意愿。

再次，金融对冲工具的缺乏也制约了电力现货市场的建设。非现货交易市场中，发电企业可以通过到期货市场上购买动力煤合约实现对冲，或者可以规避燃料价格波动的风险。但是在现货市场中，价格波动会更加频繁，且不确定性更高。如果缺乏相应的对冲工具，或者缺乏有经验的操盘手，市场主体对于参与现货市场的交易也持更谨慎的态度。

根据目前电力现货市场推进所存在的问题，建议如下：

第一，在推进现货市场建设时，还是要经过充分考虑，采用更加稳妥的方式推进。可以先设置较长时间的模拟运行期，以积累足够的交易经验与人才储备。同时在推进时，可以优先在一些用电需求高，具备价格管理能力的企业进行试点，之后再推广。同时，应该认识到非现货交易市场的模式也具备一定的优势，在条件不成熟的地区可能不适合过快地推进现货市场的建立。

第二，考虑建立补偿机制。现货交易会增加企业的电力管理难度，如果有比较低的输配电价作为补偿，企业就可能有动力参与交易。可以考虑针对现货交易的用户，适当下调输配电价水平，以激励其参与市场交易。

第三，应建立多级交易机制。考虑到电力市场主体的多元性与复杂性，未来的市场设置可以包含保底市场、非现货交易市场和现货交易市场多个层级。在非现货和现货交易市场之间建立转换机制。当加入现货市场的交易者，发现自身无法适应现货市场的需求时，应该允许其退回到非现货交易机制中。

第四，推进电力金融市场的同步发展和组织现货市场培训。可以建立电力日前市场，通过建立短期期货合约来为电价的波动提供对冲工具。可以鼓励非电力市场主体参与到日前市场的交易中，通过市场的力量实现价格发现的功能。

（作者系厦门大学中国能源政策研究院院长）

林伯强 中国能源报 2019-04-09

## 我国破解油页岩工业固废利用难题

我国科学家和企业正在联手尝试将没有“利用价值”的工业固体废弃物循环利用，以推进资源的全面节约，实现工业的绿色发展。

窑街煤电集团有限公司是甘肃省一家有着 60 多年历史的老煤企。近年来，随着中国环保政策的日趋收紧和去产能的落实，该企业遇到了新的发展难题。

油页岩是中国潜在产量可观的非常规油气资源，其开发利用对缓解我国油气资源短缺具有重要意义。但油页岩干馏炼油后会产生固体废弃物油页岩半焦。

窑街煤电集团有限公司总工程师袁崇亮介绍，曾经，大多数煤企将油页岩半焦作为固体废弃物堆放处理，但其含有微量的有毒元素，随意堆放易污染环境。此前，也有煤企用油页岩半焦制造水泥等建材产品，但随着水泥等行业去产能政策的落实，油页岩半焦的下游市场需求量更加有限。开发和利用油页岩半焦成为煤企等工业行业的关注焦点。

据介绍，这家企业每年要产生约 60 万吨油页岩半焦。如果不解决好油页岩半焦的处置问题，会影响油页岩的开采利用，制约企业的可持续发展。

随着我国工业生产的发展，工业固废数量日益增加。不仅如此，工业固废种类繁多，成分复杂，处理相当困难。包括中国在内的很多国家都面临着工业固废处理的难题。

窑街煤电集团有限公司董事长张炳忠介绍，面对新挑战，企业主动寻求科研人员的技术支持，期望变废为宝。

中国科学院兰州化学物理研究所研究员王爱勤带领团队从矿物材料角度开展了油页岩半焦利用的相关实验。他们发现通过煅烧或酸处理等可得到用于土壤修复和改良的碳复合材料，既可消除油页岩半焦污染，又能提升其利用附加值。

企业“呼唤”绿色发展，王爱勤的技术与之实现了无缝对接。目前，双方已签订了《半焦高值利用关键技术及产品研发》协议，合作进入实质性阶段。

张炳忠表示，科技创新为企业追求高质量发展打开了新的思路。

甘肃路桥建设集团有限公司总工程师曹贵介绍，近年来，中国掀起了工业固废的应用热潮。钢渣、粉煤灰等固废在公路工程中的应用逐步推广开来。

相关数据显示，2016 年，我国工业固体废物产生量共 30.9 亿吨，较 2015 年减少 1.8 亿吨，同比下降 5.5%。

当前，我国经济已由高速增长转向高质量发展阶段。相关政策明确提出绿色发展，提高资源回收利用效率，构建绿色制造体系，力争到 2020 年工业固体废物综合利用率达到 73%。

王爱勤等专家认为，对比美国、日本等发达国家，我国工业固废仍有较大的综合利用潜力。日本资源极度匮乏，因此对资源的循环利用尤其重视，采取了很多措施推动资源再利用，比如为工业固废弃处置企业提供一定的市场，如日本政府工程、混凝土工程项目优先使用再生砂石。

近年来，我国政府采取了多项积极措施，进一步鼓励和支持企业开展资源综合利用，促进工业固废资源综合利用产业的规模化、绿色化和可持续发展。

王爱勤说：“工业固废是‘放错了地方的资源’，对其简单处理是一种浪费，我们要把这些‘丑小鸭’变成‘白天鹅’。”

张文静 经济参考报 2019-04-11

## 我国首套完全自主知识产权的飞轮储能系统商业化项目投运

近日，由二重德阳储能科技有限公司（简称二重储能公司）自主研发的首台（套）100kW 飞轮储能不间断供电系统在二重（德阳）重型装备有限公司数据中心安装调试完毕并开始正式投入运行。

该系统的核心设备“100kW 飞轮储能装置”于 2018 年 11 月 15 日通过了由中国机械工业联合会组织的产品鉴定。鉴定委员会专家对二重储能公司研制的“100kW 飞轮储能装置”给予了充分肯定，认为“该产品设计先进、结构合理，采用多学科技术开发研制的大惯量转子、磁悬浮复合轴承和飞轮电机等关键部件，具有自主知识产权，填补国内飞轮储能装置领域空白，其综合性能指标达到同类产品国际先进水平”。

该系统的建成投运，标志着我国首台（套）具有完全自主知识产权的飞轮储能系统商业化应用的诞生，是我国飞轮储能装置成功应用的里程碑事件，将对我国的飞轮储能行业发展产生积极重要的影响。

二重储能 2019-04-08

## 电化学储能：谁是主角

以累计投运规模超过 1 吉瓦为标志，中国电化学储能产业真正进入了规模化、快速发展的时代，电网侧储能、储能专用电芯也开始受到各方关注。

2018 年称得上是中国储能产业的一个分水岭。

在等待与酝酿多年之后，中国电化学储能产业在 2018 年终于迎来真正意义上的元年——电化学储能市场规模进入了“GW/GWh”（吉瓦/吉瓦时）时代。

根据中国能源研究会储能专委会暨中关村储能产业技术联盟（CNESA）全球储能项目库的不完全统计，2018 年中国累计投运的电化学储能项目规模为 1.0185 吉瓦/2.9123 吉瓦时，是 2017 年累计总规模的 2.6 倍。专业机构预计，2020 年之后储能商业化市场份额将快速提升。来自 RCESIP（储能产业政策研究中心）的预测表明，2025 年中国电化学储能累计装机规模有望达到 24 吉瓦，市场份额将迈入千亿级别。

这意味着中国电化学储能产业真正进入规模化、快速发展的时代，其背后的推动力无疑是 2017 年 10 月五部委颁布的《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》。

2018 年，行业内已经真切地感受到了政策的刺激力量，因此这一文件以及后续将推出的配套政策，将继续推动中国电化学储能产业快速发展。

从全球来看，电化学储能产业也进入了新时代。截至 2018 年底，全球累计投运的电化学储能装机规模达到 4.8683 吉瓦/10.7392 吉瓦时，功率规模同比增长 65%，提速明显。

根据美国清洁能源与技术咨询公司 Mercom 资本集团的统计，2018 年，全球对储能公司的风险投资增加了 19%，企业融资总额为 8.5 亿美元，2018 年储能获得风险投资的企业数量由 30 个增加至 49 个。

在储能产业链中，锂电池公司和储能系统公司成为最受关注的企业，2018 年融资金额 TOP5 的储能企业中，3 家是锂电池公司，2 家为储能系统公司。其中固态电池企业 QuantumScape 以 1 亿美元的融资荣登 2018 年储能企业融资榜首。

电网侧储能后来居上

在快速发展的中国储能应用产业中，结构分布发生了明显的变化，从 2017 年前以用户侧为主转变为以电网侧为主。

根据 CNESA 储能项目数据库的统计，2018 年新增投运（不包含规划、在建和正在调试的储能项目）的电网侧储能规模为 206.8 兆瓦，占 2018 年全国新增投运规模的 36%，占各类储能应用之首。

电网侧储能的兴起源于电网对储能的“刚需”。中国化学与物理电源协会储能应用分会秘书长刘勇认为，电力系统内存在较大频率波动风险（如大容量直流、大容量机组等大电源丢失风险），而系统如果相对较小或系统内机组一次调频能力相对不足（如大规模新能源接入等），就需要储能等快速充放电设备协助确保系统安全稳定运行。

刘勇认为，建设储能电站可缓解电网部分供电缺口，提高设备的利用效率，延缓为满足短时最大负荷所需的电网建设投资。

在诸多储能技术路线中，电化学储能装置响应时间为毫秒级，相对于水电、火电等常规功率调节手段具有较大技术优势。电池储能电站跟踪负荷变化能力强，响应速度快，控制精确，且具有双向调节能力和削峰填谷的双重功效，是重要的调峰电源。

从 2018 年电网侧储能项目的分布区域来看，江苏、河南电网侧储能市场爆发，年内投运规模位居全国前列，最受市场关注。湖南、甘肃和青海等地的项目正在逐步释放，值得期待。

2018 年 7 月 18 日，江苏镇江电网储能电站工程正式并网投运，该储能电站规模为 101 兆瓦/202 兆瓦时，是国内规模最大的电网侧电池储能电站项目，也是迄今建成的世界规模最大、功能最全的电网侧储能电站项目。作为全球首套毫秒级响应的源网荷储系统组成部分，该项目实现储能从“负荷”向“电源”的毫秒级转变，具备调频、调峰、备用、黑启动等功能。2019 年 1 月 9 日，国网江苏省电

力公司储能二期工程苏州昆山项目通过初设评审。该工程建成后，将成为全球最大的储能电站。

2018年6月，国网河南省电力公司与平高集团合作，选择郑州、洛阳、信阳等9个地市的16座变电站，采用“分布式布置、模块化设计、单元化接入、集中式调控”的技术方案，建设规模为100.8兆瓦/125.8兆瓦时，共计84个电池集装箱，目前该储能电站已经正式投入商业运行。

中国能源研究会可再生能源专委会主任李俊峰表示，电网侧储能的异军突起在于电网自身建设功能性的储能基础设施需求比较紧迫。

阳光电源副总裁吴家茂表示，从整个储能市场的培育和市场机制的建立来看，单靠电网侧储能是不够的，期待2019年用户侧和电源侧，尤其是“新能源发电+储能”这种发电侧储能蓬勃发展起来。

值得注意的是，根据专业机构的不完全统计，2018年在建和投运的电源侧储能项目规模有望超过150兆瓦。从储能项目类型来看，调频储能类项目数量多，累计规模最大，其次是“可再生能源+储能”项，而调峰储能项目屈指可数。

#### 储能专用电池登场

做出2018年是中国电化学储能产业元年的判断，不仅是基于市场规模，更重要的是产业开始触及一些关涉行业未来的根本性问题，比如储能专用锂电池研发应用。

2018年11月，宁德时代副董事长黄世霖公开表示，未来动力电池和储能电池技术路线会分开。

对此，另外一家行业代表亿纬锂能储能事业部总经理陈翔则表示完全同意这一观点。上海国轩新能源(合肥)储能科技有限公司总经理彭明鸿进一步提出，市面上基本没有真正的储能电芯，各大动力电池厂家都未投入专门的储能电芯产线。

如果彭明鸿的说法是对的，那么我们经常看到的各种机构统计的储能项目用的是什么锂电池呢？显然只能是动力电池。

至此，这一业内大家都在私下讨论但很少有人主动公开的重大命题进入了公众视野。无疑，这是行业的一个重大进步。那么动力电池与储能电池有哪些分别呢？

第一，从应用场景来看，动力锂电池主要用于电动汽车、电动自行车以及其它电动工具领域，而储能锂电池主要用于调峰调频电力辅助服务、可再生能源并网和微电网等领域。

由于应用场景不同，电池的性能要求也有所不同。动力锂电池作为移动电源，在安全的前提下对于体积（和质量）能量密度都有高的要求，以达到更为持久的续航能力。同时，用户还希望电动汽车能够安全快充，因此动力锂电池对于能量密度和功率密度都有较高的要求，只是因为出于安全性考虑，目前普遍采用1C左右充放电能力的能量型电池。对于储能应用而言，因为绝大多数储能装置无需移动，所以储能锂电池对于能量密度并没有直接的要求，至于功率密度，不同的储能场景有不同的要求。

中科院电工所储能技术研究组组长陈永翀曾指出，对于电力调峰、离网型光伏储能或用户侧的峰谷价差储能场景，一般需要储能电池连续充电或连续放电两个小时以上，因此适合采用充放电倍率 $\leq 0.5C$ 的容量型电池；对于电力调频或平滑可再生能源波动的储能场景，需要储能电池在秒级至分钟级的时间段快速充放电，所以适合 $\geq 2C$ 功率型电池的应用；而在一些同时需要承担调频和调峰的应用场景，能量型电池会更适合些，当然，这种场景下也可以将功率型与容量型电池配合一起使用。

第二，相对于动力锂电池而言，储能锂电池对于日历使用寿命有更高的要求。新能源汽车的寿命一般在5~8年，而储能项目的寿命一般都希望大于10年。动力锂电池的循环次数寿命在1000~2000次，而储能锂电池的循环次数寿命一般要求能够大于3500次，并且希望通过开发新型的运维再生技术，达到超长的日历储能寿命。

第三，在成本方面，动力锂电池面临和传统燃油动力源的竞争，储能锂电池则需要面对传统调峰调频技术的成本竞争。另外，储能电站的规模基本上都是兆瓦级别以上甚至百兆瓦的级别，因此储能锂电池的成本要求比动力锂电池的成本更低，安全性也要求更高。

正是基于动力锂电池与储能锂电池有着众多的区别，这些应用场景为开发专用电芯提供了为可能。随着中国储能应用产业进入大规模时代，储能专用锂电池的生产已如弦上之箭、蓄势待发。据



了解，国内已有电池企业如合肥国轩、亿伟锂能正在进行储能专用电芯的研发。储能应用专用电池的步伐越来越近了。

能源评论 2019-04-12

## 贵州电网构建节能智能电网

近期，南方电网贵州电网公司着力构建节能低碳绿色智能电网，实现清洁能源占比达到 39.5%。2018 年，贵州电网公司积极推进节能减排，优先吸纳水电、风电、光伏发电等清洁能源发电，为开创百姓富、生态美的多彩贵州新未来贡献了“南网力量”。在实施节能发电调度中，2018 年水电、风电、光伏及其他发电量同比增加 7.4%、2.1%、52.1%，清洁能源占比为 35.9%，高于年度指标 1.4 个百分点。同时，全力做好绿色电动汽车配套电网投资，开展城市公共服务领域充电基础设施建设，截至 2018 年底，贵州电网建成充电桩 756 台、重点城市示范充电站 12 个，贵州省统一电动汽车充电公共服务平台接入充电桩 3691 台、公共充电桩 3078 台，累计减少二氧化碳 1.85 万吨、减少原油消耗 2.99 万吨。

2019 年，贵州电网将坚持生态优先、绿色发展，持续不断推进节能减排。密切跟踪电煤供应和来水情况，优化水、火电调度，继续开展云贵水火置换，全力促进消纳清洁能源，实现清洁能源占比达到 39.5%。持续开展节能宣传、诊断、咨询和服务，引导全社会开展节能减排行动。持续完善“全省充电基础设施运营监控与服务平台”应用和功能，在全省建成 800 个分散式充电桩，通过市场资源和客户数据的积累，整合已有的和价值链上潜在的优质资源，形成与各个市场主体之间共享互联的能源生态圈，成为国内“车—桩—网”能源生态链的领导者，树立电网企业绿色发展良好形象，以绿色能源助力贵州经济发展，助力打好污染防治攻坚战，巩固蓝天保卫战成果。

贵州省能源局 2019-04-11

## 阻力很大、争议不断——电改试点患上“拖延症”

★ 现货交易通过反映电力的实时供需情况，能够引导人们在“晚高峰”时段少用电、在其他“低谷”时段多用电，让人们的生活变得更经济、电力资源的配置更高效。因此，电力现货市场被视为电改成功与否的“试金石”。

以去年 8 月 31 日南方（以广东起步）电力现货市场试运行启动为标志，迈入第四个年头的新一轮电改走出关键性一步。然而，半年多过去了，仅甘肃、山西两省按时间表试行电力现货交易，蒙西、浙江、山东、福建、四川等 5 个电力现货试点推进工作遭遇“难产”，未按照国家发改委、国家能源局要求，在 2018 年年底启动电力现货市场试运行。

事实上，即便是先行试点的广东，相关试点工作也仅仅是开了个头——2018 年底虽已完成《南方电力现货市场建设实施方案》，但市场运营交易体系直至今年 3 月 28 日才刚刚通过评审鉴定，而交易办法等配套政策目前则仍处于征求意见稿阶段。

电力现货交易能够实时反映电价变化情况。例如，目前人们家中的电灯无论什么时候打开，不管是白天还是黑夜，电价都是一样的，但在现货交易时，电价在不同时段是不一样的——在大家都开灯的晚上，电价会高，而在用电较少的深夜，电价会很低。换言之，现货交易通过反映电力的实时供需情况，能够引导人们在“晚高峰”时段少用电、在其他“低谷”时段多用电，让人们的生活变得更经济、电力资源的配置更高效。因此，电力现货市场被视为电改成功与否的“试金石”。

但看似简单的交易，记者在采访中听到最多的是“阻力很大”“争议不断”“很不乐观”。

“由于技术路线、结算方式等关键议题各方无法达成一致，有的试点地区甚至连初步方案还未形成。”

按照 2015 年电改“9 号文”的规定，我国未来的电力市场将由中长期市场和现货市场构成。以年

度、月度为周期的中长期市场交易已在国内大部分省市展开，而以短时和即时电力交易为主的电力现货交易试点目前还在探索筹备阶段。

早在 2017 年 8 月 28 日，国家发改委、国家能源局就联合下发了《关于开展电力现货市场建设试点工作的通知》特急文件，选择南方（以广东起步）、蒙西、浙江、山西、山东、福建、四川、甘肃 8 个地区作为第一批试点，要求 2018 年底前启动电力现货市场试运行。

截至目前，只有 3 个省份启动电力现货试点。“甘肃省能率先‘破冰’是因为省间现货交易搞得好，为电力现货做了铺垫。”业内知情人士点评甘肃电力现货市场试点时表示。

鉴于电力现货市场推进缓慢，国家层面被迫放宽了电力试点的时间表。国家能源局综合司去年 11 月下发的《关于健全完善电力现货市场建设试点工作机制的通知》指出，各试点地区原则上应于 2019 年 6 月底前开展现货试点模拟试运行。

为加快推进电力现货市场试运行，国家能源局文件还明确了试点省区的牵头联系部门，其中蒙西为国家能源局新能源司、浙江为国家能源局法改司、山东为国家发改委运行局和基础司、福建为国家能源局市场监管司、四川为国家发改委价格司。

据悉，山东、浙江、福建、四川正在按地方政府主管部门的计划进行方案设计和规划编制工作。“5 个试点今年上半年能否如期启动仍是问号，不少专家期待通过试点带动全国电力现货市场百花齐放，更是有待验证。”上述知情人士表示，“由于技术路线、结算方式等关键议题各方无法达成一致，有的试点地区甚至连初步方案还未形成。”

“电力市场改革的核心不在放不放权，而在于‘观念改变’”

多位受访专家、学者向记者表示，电力现货试点难以推进的根本原因，是市场组织者对现货市场运营后的结果没底。

以浙江为例，浙江省能源局相关负责人表示，浙江省外来电比例较高，“十三五”后期和“十四五”期间电力供应能力增加主要依靠外来电。初步测算，到“十四五”末浙江外来电力、电量分别达 5000 万千瓦和 2500 亿千瓦时以上，占全省比重高达 46%和 41%左右，基本接近浙江全省总量的一半。若此部分外来电力不能参与浙江电力市场，则意味着浙江用电总量中近一半的电力量、价将与浙江电力市场交易无关，届时浙江电力市场现货交易价格将在很大程度上受控于外来电，浙江电力市场的代表性和开展市场竞争的意义将大打折扣。

从事现货市场研究的上海电力大学教授谢敬东在接受本报记者采访时指出，电力现货试点和目前开展的中长期交易市场（如现在普遍开展的电力用户与发电企业直接交易）的本质区别在于，中长期交易市场容易掌控，现货市场难以掌控。容易操纵对市场组织者来说是好事，可以比较容易地防范市场风险，按照组织者的意愿调控市场，所以全国各地都在推进。“但这样一来，就不是一个真正意义上的市场。而现货市场正好相反，市场化程度高，风险防范的技术要求高，研究不透容易出现市场风险问题，这是目前我国电力现货市场推进缓慢的根本原因。”

除了风险防控，在电力现货市场交易机制的规则，配套现货的中长期交易模式，不同成本电源同台竞争、调度、交易如何与现货试点衔接、结算等关键问题上，相关方存在意见分歧，需要统一意见并予以明确。

关于这些问题，即使是电力现货试点先行者广东，也仍在摸索解决之策。“今年我们的重点工作是做好现货的试运行，以及各项规则和配套机制的完善。”广东电力交易中心一位不愿具名人士对记者表示。

值得注意的是，有专家认为，电力现货试点推进缓慢另有原因。

“电力现货市场难以推进的核心问题还是电网阻挠和地方经信委不愿放权。”有业内人士指出，地方管理部门管理发用电计划，属于核心权力，自然不愿意轻易放手。

另一位不愿具名的业内人士向记者透露：“电力市场改革的核心不在放不放权，而在于‘改变观念’。有人担心，电力现货将会影响省内中长期客户的利益，影响本省 GDP。”

而在电网侧，华南理工大学电力经济与电力市场研究所所长陈皓勇对记者表示：“电网不会阻挠

电力现货，反而欢迎现货，因为在调度不独立的条件下开展现货交易，这既完成了改革的政治任务，自己的利益又不会受到太大的损害。”

“现货市场和电力市场是两码事，现货市场在经济学理论上是简单的，但是技术上是很难的。”

针对大部分电力现货试点不能按既定时间试运行的现象，有业内人士认为，我国首批 8 个试点地区经济发展程度、电力基础情况不一，所以电力现货交易管理系统建设没必要急于求成，更无需强行要求“齐步走”。

一位地方能源局电力部门的官员向记者表示：“电力现货试点本来就不可能快，慢才是正常的。首先要搞清楚什么是电力现货市场，目前电力现货定义还未统一意见。”

陈皓勇则认为，如今电力体制改革出现明显的“四化”趋势：简单问题复杂化，体制问题技术化，实践问题理论化，改革任务形式化。“电力现货并非物理电能商品，只是个优化调度数学模型，由于远远脱离实际，所以，电力现货概念有很大的炒作成分。”

华北电力大学现代电力研究院常务副院长张粒子曾公开表示：“现货市场和电力市场是两码事，现货市场在经济学理论上是简单的，但是技术上是很难的。”

谢敬东也认为，电力现货是一项涉及技术、经济、法律多领域实操经验的繁杂工作，推进电力现货市场需要几个条件：一是要坚定改革决心，绝对不能有可以不搞市场的侥幸心理，这样才能齐心协力。二是要建立“1+3”体系。“1”是一部好的电力市场运营规则，“3”是适合中国国情的风险防范、市场监管、宏观调控措施。如果有“1”没“3”，就像日常工作没有廉政建设一样，容易出问题。目前国内对“1”研究较多，对“3”的研究太少。三是要有适当的市场启动时机。现货市场启动需要供需相对宽裕、发电企业不能普遍亏损、煤炭价格相对较低等条件，不能在网上电价长期受到行政压制的情况下启动市场。

因此，要推动电力现货市场发展，“从国家层面来讲，一是要进一步明确改革的目的，让大家清楚改革的要求，放下思想包袱，坚定改革信念。二是要逐步减少地方政府的行政行为，降低行政干预；三是要加强对地方电力市场建设方案的指导。”谢敬东建议，“对地方层面来说，要清楚国家的要求是一定要执行的，要敢于担当，敢于作为。同时，应加强对电力市场的研究，提高风险防范意识和能力，选择合宜的启动时机。”

苏南 中国能源报 2019-04-09

## 首条 1GWh 固态电池生产线将诞生

“固态电池将成为三元电池的颠覆者。”国家工信部培训中心汽车专家张翔曾如此论断，他认为固态电池将成为电动汽车取代传统燃油汽车的利器。而如今，固态电池的产业化进程正在加快，企业的投资热情也在不断升温。

固态电池将迎投产小高潮

近日，辉能科技与南都电源就固态电池生产技术授权合作案达成初步共识，辉能科技授权能量密度约 240Wh/kg 的固态电池电芯生产技术给南都电源，并提供生产所需之核心设备与材料，而南都电源将建国内首条 1GWh 规模的固态电池生产线。

此前辉能科技 CEO 杨思桐曾表示将采取“类高通商业模式”，授权固态电池专利技术及量产用之生产设备给电池厂和车企。杨思桐不无得意地指出：“通过 IP 授权模式，可以缩短产业研发固态电池的时间，我们有信心在两三年内让辉能固态电池技术逐步在全球开枝散叶。”

电池中国网了解到，辉能科技其实早在 2013 年就实现了固态电池的量产，不过主要应用在消费电子领域，近两年来则加速了在新能源汽车领域的布局。辉能科技于 2013 年在台湾建成的 G1 工厂，是全球首家可以实现固态锂电池卷片生产的产线，并计划于 2019 年年底完成 1GWh 的扩建，届时固态电池总产能将达 1.5~2GWh。

而前不久，国内另一家电池企业江苏卫蓝新能源电池有限公司(简称“江苏卫蓝”)举行了固态电池

项目奠基仪式。该项目总投资 5 亿元，一期投资 1.8 亿元，计划于 2020 年投产，建成后将形成年产 0.1GWh 固态电池生产线。如果按照这种节奏，近一两年内固态电池产线或许将迎来一轮不小的投产潮。

实际上，除了辉能科技和江苏卫蓝，国内锂电池企业及材料企业，如宁德时代、比亚迪、国轩高科、中航锂电、江苏清陶、力神电池、亿纬锂能、横店东磁、珈伟股份、当升科技、赣锋锂业、贝特瑞等，也都布局了固态锂电池技术开发。

特别值得一提的是，2018 年 11 月苏州清陶固态锂电池生产线在江苏昆山建成投产，可日产 1 万只固态电池，能量密度可达 400Wh/kg 以上，预计在 2020 年进入动力电池应用领域，中国固态锂电池产业化迈出了标志性的一步。

而在整车应用方面，2019 年年初，天际汽车展出了国内首辆固态电池电动汽车 ME7。天际汽车董事长兼 CEO 张海亮表示，天际固态电池将于 2021 年批量生产并装车上市，电芯能量密度可以超过 300Wh/kg。届时，天际汽车将成为国内首家采用固态电池的主机厂，天际 ME7 也将成为国内首款以固态电池作为动力来源的新能源汽车。

在国际上，全球众多知名企业包括丰田、松下、三星、三菱、宝马、大众、现代等也都已经大量投资固态电池，并且有不少企业采取了联盟开发的模式。其中，日本的丰田、本田、日产、松下等 23 家汽车、电池和材料企业，计划到 2022 年全面掌握全固态电池相关技术，到 2030 年前后将每千瓦时电池组的成本降至锂电池的约 30%。韩国三大电池厂商 LG 化学、三星 SDI 和 SKI 也组成联盟，共同开发包括固态电池在内的下一代核心电池技术。

#### 固态电池向三元发起攻击

固态电池之所以能被业界广泛看好，是因为其优异的性能优势。作为在动力电池领域的领导者，日本和中国都计划到 2030 年将动力电池电芯能量密度提升到 500 Wh/kg。而从理论上讲，传统的液态电解质锂电池极限能量密度不可能高于 500 Wh/kg，而全固态电池目前的能量密度已经能够达到 400 Wh/kg，预估最大潜力值可高达 900 Wh/Kg。

另外，除了能量密度的局限，当前主流的三元锂电池安全问题也比较突出。“无论从化学结构，还是从电池结构来讲，三元材料都非常容易发热，有爆炸的风险。然而现阶段，还没有完善的解决办法。”北京大学新能源材料与技术实验室主任其鲁表示。而固态电池在安全方面的优势非常明显，固态电解质不可燃、无腐蚀、不挥发、不漏液，搭载固态电池汽车的自燃概率会大大降低。

不过固态电池要实现大规模商业化推广，也存在不少障碍。据了解，固体电解质存在与电极间界面阻抗大，界面相容性较差，同时充放电过程中各材料的体积膨胀和收缩，导致界面容易分离等问题。正如江苏卫蓝执行总监向晋所说，目前固态电池的主要问题还是界面问题。

L.E.K.(艾意凯)咨询中国区合伙人，工业与高科技领域负责人滕勇也认为，目前固态电池的发展仍面临着低离子电导率和高界面阻抗的技术瓶颈，在突破之前尚无法替代三元锂电池体系。

不过，滕勇的看法还是比较乐观，认为在兼顾能量密度和安全性能方面，固态电池技术优势非常显著。他预计，固态电池将在 2023-2025 年之间开始实现商业化应用，并于 2025-2030 年实现规模化量产。

而中国业内研究资深人士史晨星认为，固态电池等新型电池未来发展之路将经以下阶段：2020 年前采用高镍正极+准固态电解质+硅碳负极实现 300Wh/Kg，2025 年前采用富锂正极+全固态电解质+硅碳/锂金属负极电池实现 400Wh/Kg，2030 年前燃料/锂硫/空气电池实现 500Wh/Kg。

虽然固态电池的商业化进程还有一段路程要走，三元电池也将长期占据新能源汽车动力系统的 C 位，不过战斗已经打响了，固态电池已经向三元电池的阵地吹起了冲锋号！

电池中国网 2019-04-12

## 生物质能、环保工程

### 亚洲开发银行 1 亿美元投资我国垃圾焚烧发电项目

亚洲开发银行 4 月 8 日在北京与上海康恒环境股份有限公司签署了 1 亿美元的贷款协议，这是该国际机构支持的首个静脉产业园垃圾焚烧发电项目。

“这一融资项目表明亚行对中国发展循环经济的光明前景充满信心。”出席签约仪式的亚行私营部门业务局东南亚、东亚和太平洋基础设施融资处处长杰基·苏尔塔尼公开表示。

康恒环境董事长兼首席执行官龙吉生介绍，此次贷款将用于支持公司位于太原和珠海的 2 个生活垃圾焚烧发电项目，每年可实现生活垃圾无害化处理量 175 万吨，提供清洁电力 4.375 亿千瓦时，减少温室气体排放 117 万吨二氧化碳当量，还将新增 150 个就业岗位。

龙吉生表示，静脉产业园不同于一般的垃圾焚烧项目，园区内能更好实现物质和能源循环，提高土地利用效率，减轻居民负担。

我国正在加快推广城市生活垃圾焚烧处理技术。根据 2016 年底住房城乡建设部等四部门联合发布的《关于进一步加强城市生活垃圾焚烧处理工作的意见》，到 2020 年底，全国设市城市垃圾焚烧处理能力占总处理能力 50% 以上，全部达到清洁焚烧标准。据国家统计局数据显示，2011 年至 2018 年，我国生活垃圾焚烧处理量逐年增长，且增速始终保持在 12% 以上。其中，2017 年我国生活垃圾焚烧处理量为 8463.3 万吨，相当于 23.19 万吨/日的处理能力。相较之下，按照《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理建设规划》提出的目标，到 2020 年我国垃圾焚烧处理能力要达到 59.14 万吨/日，我国的垃圾焚烧处理能力还有很大的提升空间。

在此基础上，有机构预测，“十三五”期间，我国垃圾焚烧总市场规模将有望达到 2538 亿元。由此推动着垃圾焚烧发电产业，成为当前众多的环保企业争相布局的产业利润增长点。

证券日报 2019-04-12

### 海南加快秸秆发电项目示范建设

日前海南省农业农村厅发布《关于加强农作物秸秆综合利用和禁止露天焚烧工作的通知》，通知指出：加快秸秆发电项目示范建设、推进资源化利用。根据秸秆资源情况，配合发展改革委能源主管部门，合理布局秸秆发电项目。

鼓励生物质能电厂和规模化沼气工程与秸秆收贮企业签订秸秆全量化离田长期购销合同，优先收购利用秸秆，做到应收尽收。加快构建秸秆收集贮运体系，推进秸秆产业化利用。因地制宜建设秸秆收集储运站，秸秆收集储运要与秸秆发电、秸秆固化成型、秸秆沼气等产业配套。

生物能源圈 2019-04-12

### 生物质行业急盼“自己的排放标准”

不同种类的生物质燃料有成分差异，其燃烧热值、排放废气浓度各不相同，然而无论是脱硫、脱硝装置，还是相应锅炉装备，对生物质燃料都没有专门适用的门类。针对这一问题，生物质能产业促进会认为，建立专门的生物质能环保排放标准及完善的环保监测体系，已成为生物质产业发展的关键一环。

多年来，生物质作为一种燃烧热值不输于煤炭的可再生能源，在发电、供热等领域已形成一定产业规模。但记者从多家企业了解到，随着国家环保标准趋严，多地要求生物质锅炉也要像燃煤电厂一样，进行“超低排放”改造，给生物质企业带来了不小的经济压力。对生物质采用燃煤锅炉排放

标准是否合理，生物质行业是否需要专门的排放标准？

#### 生物质用途广阔

屋檐处的排放管道冒着白色的烟雾，山东省阳信县一户村民正在用以秸秆为原料的生物质成型燃料为自家取暖。“用生物质代替燃煤供热没什么味道，家里面积 100 平方米左右，政府给了补贴，一个供暖季成本也就 1200 块钱。”村民告诉记者，与过去使用燃煤不同，用特定锅炉烧生物质成型燃料，只要燃烧充分，就不会出现黑烟滚滚的现象，取暖清洁了很多。

邻村李连芳村则使用的是小型生物质锅炉，为减少采暖季的大气污染、控制农村散煤直接燃烧，作为阳信县生物质清洁取暖改造的试点村，李连芳村 2.8 蒸吨生物质锅炉实现了村里 76 户人家的区域供热。

而在安徽省阜阳市，由安徽国祯生态科技有限公司（下称“安徽国祯”）建设的生物质热电联产项目更为壮观。作为生物质燃料，堆成小山的玉米秸秆等农林废料放置于工厂内，锅炉排放的白色烟雾在高处升起，配备有大型冷却塔、脱硫、脱硝及除尘装置，由地下的传送带进行自动填料，生物质燃烧产生的热量能够用于提供可再生电力、工业园区供热等。该热电联产项目总投资为 4.9 亿元，2018 年全年消耗农林废弃物 38 万吨，发电量达到了 2.377 亿度，上网电量为 2.11 亿度，供热量达到了 53 万吉焦，对周边地区 110 多台分散小锅炉进行了替代。

据安徽国祯总经理丁海介绍，为提高项目经济性，生物质燃烧后的灰分也能够用作土壤修复剂，作为肥料用于治理酸化严重的农田土壤。

#### 排放无统一标准

然而，记者走访时了解到，各地不论户用或大型生物质利用项目，采用的大气排放标准并不一致。

据阳信县当地工作人员介绍，参考山东当地火电厂大气污染物排放标准，村用生物质锅炉能够达到相应的排放浓度限值标准。但据记者现场观察，尽管生物质成型燃料不会产生滚滚黑烟，也没有明显异味，但不论是农户自用生物质炉具还是小型生物质锅炉工厂，均没有实时环境监测系统。

与阳信县不同，安徽国祯使用的则是自主研发的“超低排放”装置。在安徽国祯生物质热电联产锅炉总控室中，实时监控的环境监测仪表数据显示，SO<sub>2</sub> 排放为 4.67mg/m<sup>3</sup>，烟尘为 4.63mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>x</sub> 为 14.83mg/m<sup>3</sup>，达到目前燃煤电厂“超低排放”标准。

而位于湖北省武汉市、为经济开发区多家企业、园区供热的武汉光谷蓝焰有限公司康师傅（武汉）生物质锅炉清洁供热示范项目，在排放标准方面参考的却是天然气排放标准，即烟尘排放低于 5mg/m<sup>3</sup>、SO<sub>2</sub> 低于 35mg/m<sup>3</sup>、NO<sub>x</sub> 低于 100mg/m<sup>3</sup>。

#### 业界急盼科学合理标准

生物质作为一种可再生能源，通常被视作是化石燃料燃煤取暖的替代或补充，在各地制定大气污染物排放标准时，生物质发电锅炉和生物质供热锅炉往往也与煤炭划为一类。对此，生物质能产业促进会相关专家指出，根据实地调研情况，多地生物质利用已能够达到国家火电标准，但由于燃煤和生物质燃料特性不同，直接执行各地针对煤电制定的、严于国家标准的“超低排放”政策，则制约了行业发展。

据记者了解，按照燃煤“超低排放”NO<sub>x</sub> 小于 50mg/m<sup>3</sup>、SO<sub>2</sub> 小于 35 mg/m<sup>3</sup>、烟尘小于 10 mg/m<sup>3</sup> 的大气污染物排放标准，生物质利用最难达标的指标是氮氧化物。同时，从环保设备来看，不同种类的生物质燃料有成分差异，其燃烧热值、排放废气浓度各不相同，然而无论是脱硫、脱硝装置，还是相应锅炉装备，对生物质燃料都没有专门适用的门类。针对这一问题，生物质能产业促进会认为，建立专门的生物质能环保排放标准及完善的环保监测体系，已成为生物质产业发展的关键一环。

“目前生物质整个行业的体量还太小，这也是为什么一直没有专门的生物质行业排放标准的原因。”生态环境部环境工程评估中心主任徐海红坦言，“生物质原料成本较燃煤更高，是否投入那么多达到‘超低排放’环保标准，对企业来说实际上是个经济问题。”据记者了解，一台 30MW 生物质发电机组若进行“超低排放”改造，其成本投入将达 1000 余万元，且每年需要的维护费用也达到 800 万

元以上，原料成本高昂的生物质行业因此会面临着更加严峻的资金负担。

对此，中国生态文明研究与促进会副会长陈小平指出，未来生物质排放指标体系的建立，首先需要制定统一的指标体系；二是确定哪些指标是必须的，设置合适的参照物，要高标准做好；三是标准不可“一刀切”，建议提供循序渐进的发展时间。

李丽旻 中国能源网 2019-04-11

## 神奇！水稻秸秆竟能提炼纯水

由水稻秸秆制成的生物质光热蒸馏器具备独特的无障碍汲水通道，具有良好的应用普适性，并且利用的是废弃生物质原材料，更具环保意义。

水是生命之源，是人类赖以生存的必要条件之一，但全球水资源情况却不容乐观。联合国发布的《2018年世界水资源开发报告》显示，由于人口增长、经济发展和消费方式转变等因素，全球水资源的需求正在以每年1%的速度增长，而这一速度在未来20年还将大幅加快。《报告》还指出，未来数十年，水质还将进一步恶化，对人类健康、环境和可持续发展的威胁将只增不减。

近日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员刘富团队近期研发了一种全生物质界面光热蒸馏器，该蒸馏器由水稻秸秆制成，依靠太阳能就可以实现纯水的提取。

### 用太阳能实现无能耗分离与纯化

传统的分离与纯化技术是一个高能耗、高成本的过程，在当前能源危机和环境压力不断增加的情况下，急需革新技术以突破能耗障碍。

刘富在采访中告诉《中国科学报》，在浙江大学读研阶段，他就跟随导师徐又一教授开始从事聚合物分离膜的相关研究。结束英国帝国理工学院的博士后研究工作后，2010年回国加入中科院宁波材料技术与工程研究所，一直致力于聚合物膜的材料研发与多功能应用研究。

分离膜研究了十几年，有一个问题他始终没有得到答案：如何降低分离与纯化过程中的能耗问题？

刘富解释说：“虽然相对于其他分离技术，膜分离已经是相对能耗较低的一项技术，这也是它得以广泛应用的原因之一。然而在能源日趋紧张、资源严重短缺、生态环境恶化的今天，进一步降低能耗，减少二氧化碳排放，是分离与纯化技术继续发展所必须解决的问题。如何才能在高速发展的经济社会中走出一条绿色之路？”

一次学术会议上的偶然发现给他带来了灵感，那是一项关于光热转化材料的报告。太阳能作为一种清洁、可再生能源，如何进行高效开发和利用是全世界科学家关注的话题。

刘富对此感到十分兴奋：“如果能将太阳能结合到分离与纯化领域，甚至是膜分离应用中，那将是一项低能耗或无能耗的二氧化碳零排放技术，那是不是就能实现低能耗甚至无能耗的分离与纯化？”

### 全生物质光热蒸馏器诞生

沿着这个思路，团队开始思索能否找到一种光热转化材料，来实现对水的净化和提纯，解决水资源短缺地区人们的饮水问题。然而目前大部分研究的光热材料，包括等离子激元材料（如金、银等纳米颗粒）、碳纳米材料（如石墨烯、碳纳米管等）和半导体材料（如TiO<sub>2</sub>、Ti<sub>3</sub>C<sub>4</sub>、MoO<sub>3</sub>等），大多存在制备复杂、成本高的问题，且大多难以规模化。

最后成为“种子选手”的是最常见的农作物——水稻。作为一种蒸腾系数很高的作物，水稻秸秆内部有独特的毛细内腔和多级微纳结构的壁面。

“这赋予了水稻秸秆非常优异的自下而上、无障碍供水能力，可将污水、泥水、盐水等泵抽到上方，内部通道不会被堵塞，保持稳定汲水能力。”论文第一作者方齐乐博士解释说。

他们将粮食收割后的水稻秸秆再利用。将秸秆一分为二，上部分叶片经过简单碳化得到多孔碳基光吸收材料，并与纤维素材料复合制成一张高稳定性、高机械强度的多孔光热蒸发膜——该蒸发

膜太阳光吸收达 89.4%，太阳照射下表面温度能迅速达到 72 摄氏度；下部分秸秆直接用来作为汲水通道和支撑体。光热蒸发膜和汲水通道组装成为一个全生物质界面光热蒸馏器，而它们全部都是由水稻秸秆制备而来。

“我们将该光热蒸馏器放置在透明密闭蒸发腔室内进行室外海水淡化的连续模拟实验，在晴天和多云天气下日产水量分别为 6.4~7.9 kg/m<sup>2</sup> 和 4.6~5.6 kg/m<sup>2</sup>，且盐离子去除率保持在 99.9%以上，水质直接达到饮用标准。”刘富介绍说，只需一平方米这种光热蒸发膜，制取的淡水完全能够满足两三个成年人一天的饮水需求。

此外，除了适用于海水淡化，该生物质光热蒸馏器还可从滩涂、湿地、沼泽等含水介质中稳定提取纯净水，适用于野外、岛礁以及落后缺水地区应急取水，并且可以就地取材。

与其他生物质光热材料相比，如木头切片碳化材料、蘑菇碳化材料，由水稻秸秆制成的生物质光热蒸馏器具备独特的无障碍汲水通道，具有良好的应用普适性，并且利用的是废弃生物质原材料，更具环保意义。

#### 光热转化技术绿色新应用

除了相对简单的水溶液体系，在很多情况下，需要分离与纯化的体系是非常复杂的，常常涉及高盐度或强酸强碱溶液、极性有机溶剂、油水混合体系等。研究团队从实际需求出发，对高稳定性、可规模化制备的光热转化材料开展研究并进行多介质体系的纯化应用。

团队近期研发的碳纤维、普鲁士蓝等光热转化材料具有高光吸收（92%~94%）、耐有机溶剂、结构稳定的优势，且可规模化制备，已成功应用于高盐海水（10 wt%）、油水乳液以及一系列有机溶剂（介电常数 2.38~37.78）的光热纯化，在保持 99.9%去除率的前提下，蒸发通量从丙酮的 29.2 Lm-2h-1 到 N-甲基吡咯烷酮的 0.73 Lm-2h-1 不等；对部分有机溶剂的纯化效率与传统压力驱动的耐有机溶剂纳滤膜相当。据介绍，其研发的碳纤维和普鲁士蓝光热材料及时在高极性溶剂的长期光热运行中，也能够保持稳定的机械强度，具有重要的实际应用价值。

刘富表示，团队目前正在继续开展一系列关于光热转化技术在不同体系里的分离与纯化应用研究。“后续也将在传统膜分离过程中融合光热转化技术，利用太阳能作为绿色切入点，探索进一步降低能耗的突破口。”

中国科学报 2019-04-12

## 科学规划生活垃圾焚烧发电项目

各地应尽快科学制定生活垃圾焚烧发电中长期专项规划。对于近期在建或拟建项目进行科学论证，符合条件的纳入规划，不符合条件的不予纳入。

生态环境部发布的《2018 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》显示，2017 年，202 个大、中城市生活垃圾产生量为 20194.4 万吨，处置量为 20084.3 万吨，处置率达 99.5%。在生活垃圾处理方式上，我国目前仍以填埋为主。但填埋处理存在土地占用面积大、二次污染等问题，在人口密度大的地区特别是东部经济发达省份，填埋处理方式已经遇到瓶颈，垃圾焚烧发电减量化、资源化和无害化的优势越来越凸显出来。

随着技术发展、国家政策支持和生态环境要求加严，生活垃圾焚烧发电项目变得越来越“有利可图”，更多的城市开始选择建设生活垃圾焚烧发电厂。

在垃圾焚烧发电项目快速发展的同时，也出现了一些问题。

比如，许多城市争相上马垃圾焚烧发电项目，不论城市适不适合建设、需要建设多大规模，都把获取建设垃圾焚烧发电项目资格当成当地一项政治任务来对待，通过各种方式实现垃圾焚烧发电项目落地建设。

再比如，垃圾焚烧发电规划滞后。各地普遍存在先建设后规划现象，很多地方垃圾焚烧发电项目已经在建甚至建成投产了，上级政府部门才开始着手编制布局规划等，于是规划变成了如何找理



由来论证已经在建或建成项目的合理性，本末倒置，失去了应有的作用。

还有，垃圾焚烧发电项目一味追求高大上。很多地方上马垃圾焚烧发电项目时，对垃圾焚烧量预测不合理，没有综合考虑垃圾分类、再回收利用等因素，简单按年均增长率计算。或者尽可能扩大计算范围，将周边地方生活垃圾纳入处理范围，出现生活垃圾被不同地方重复计算的现象。如此下去，容易造成资源的极大浪费。此外，还有一些垃圾焚烧发电项目存在超负荷运转现象，影响了处理效果。

要促进垃圾焚烧发电行业健康发展，笔者认为，需针对以上问题采取相应的措施。

一是切实发挥规划引领作用。凡事应谋定而后动，当前不少地方垃圾焚烧发电规划已经滞后于发展需求。各地（省、市）应尽快科学制定生活垃圾焚烧发电中长期专项规划。对于近期在建或拟建项目进行科学论证，符合条件的纳入规划，不符合条件的不予纳入。根据本地区经济社会发展规划、城市总体规划等，超前谋划远期项目选址布局。

在专项规划编制过程中，要坚持公开透明，广泛征求社会各方面意见，鼓励公民、法人和其他社会组织参与，接受社会监督。规划编制完成后，切实维护规划的严肃性和权威性，从规划实施之日起，原则上不再审批新建生活垃圾填埋处理设施项目，停止审批规划外的生活垃圾焚烧处理设施项目。非规划确定的重点项目，不支持争取中央预算内投资补助，确保规划内项目顺利实施。

二是加强事中事后监管。坚持高标准建设，对在建项目严格要求，强化施工管理，确保工程质量，高标准推进生活垃圾焚烧发电项目建设。建立退出机制，加大监管力度，提高设施运行水平。落实生活垃圾处理场无害化评级制度，督促运营单位严格执行生活垃圾处理各项工程技术规范、操作规程和污染控制标准，切实做好烟气处理等工作。建立生活垃圾处理厂运营单位评级制度和“黑名单”制度，将不能提供合格运营服务以及不能履行特许经营合同的企业清出市场。应加快制定生活垃圾处理应急预案，确保垃圾焚烧处理厂发生事故或检修时，生活垃圾能够及时运至临近垃圾处理厂进行无害化处理。

三是服务与造福周边。通过提供一定的就业岗位，吸引附近人员参与垃圾焚烧发电厂实际运行工作，从根本上消除人们的担忧。通过提供部门公共服务满足周边居民需求，例如广东惠阳创造性地将“岭南客家围屋”的建筑形态和建筑元素融入垃圾处理设施的设计之中，利用预留发展用地建成“荷塘月色”“小鸟天堂”等生态农场，打造成了一个可循环经济的花园式工厂。建设环保宣传教育基地，承担环保宣传教育职责，通过生活垃圾焚烧工艺宣传片、宣传册、实地参观等形式，开展环保科普教育。（作者单位：山东省济宁市环境评审中心）

孔祥成 中国环境报 2019-04-03

## 秸秆是清洁取暖的最佳选择

进入2019年以来，长春市空气质量较差，农村野外秸秆焚烧是重要原因。近年来，随着吉林省粮食增长秸秆年产量超过4000万吨，伴随城镇化农村人口减少、农村用能多样化，秸秆出现大量剩余，仅长春市周围就剩余500万吨以上。2018年吉林省政府大力推进秸秆禁烧和还田，但野外焚烧秸秆仍频繁发生，因此，加快秸秆综合利用，减少秸秆野烧和雾霾天气，成为当前亟待解决的难题。

### ■秸秆利用问题多

秸秆综合利用的“五化”是指肥料化、能源化、饲料化、基料化和工业化利用。秸秆含纤维素、木质素、半纤维素等非淀粉类大分子物质，作为粗饲料营养价值很低，而吉林省养殖业多以外加精饲料催肥为主，除青贮外，秸秆用作饲料量少，做菌类基料用量也不大。德惠泉林秸秆造纸项目建设六年来始终没有生产，除资金短缺外，纸厂年用秸秆200万吨，季节性收集秸储、防火和常年生产的矛盾难以解决。

2016年吉林省政府下发《关于推进农作物秸秆综合利用工作的指导意见》，将秸秆清洁供暖作为发展重点，目前吉林省年加工秸秆成型燃料超过60万吨，生物质成型燃料供暖面积2000万平米。

多年来，吉林省实施秸秆还田，2018年还田500万亩，2018年9月省农委、省财政厅发布加快推广秸秆覆盖还田的实施意见，计划每年还田1000万亩。因此，未来利用将以肥料化和能源化为主。

秸秆还田是肥料化利用方式之一，是提高土壤有机质的重要措施。秸秆还田有翻埋还田和覆盖还田二种方式，虽然可提高土壤有机质，但方法不当将给土壤埋下潜在的安全隐患。

一是目前技术条件下，如覆盖、翻埋等，秸秆很难全量还田，过量还田影响粮食产量。由于秸秆还田后发酵转化中需要大量“氮”，且发酵期与作物生长期重合，并与作物幼苗争夺养分，因此，秸秆还田不是越多越好，每年每亩秸秆还田不宜超过200—300公斤，否则会影响秸秆分解速度及作物生长，引发黄苗、死苗、减产。另外，秸秆覆盖还田是无法翻埋还田的“偷懒”方式，谈不上是耕作方式的“革命”。

二是秸秆翻埋还田影响春播。秋季秸秆翻埋还田后经过漫长的冬季低温难发酵，由于不能“休耕”，春播时将翻埋的秸秆又翻出来，特别是秸秆与土混合使土壤孔隙过多，影响庄稼生长。

三是秸秆覆盖还田的病虫害发生率更高。覆盖还田是吉林目前推进的主要还田方式。粉碎秸秆覆盖还田不能杀死病虫害，而且为幼虫卵和带菌体提供了生存空间，埋下隐患。随着每年的累加，病虫害也就越来越多，必须加大农药施用量和次数，增加成本、影响农作物品质，与建设现代绿色农业目标背道而驰。2018年黑龙江、内蒙古和吉林部分地区因秸秆还田而爆发螟虫害，侵袭面积高达1500万亩，导致严重减产。

四是农村缺乏大马力机具，翻埋还田成本高。要达到翻埋还田效果必须深翻30公分以上，但现在农村缺少大马力拖拉机。其次，每亩地翻埋还田成本近百元，政府仅补贴三十元，而还田后种植玉米附加值低，农民对还田积极性不高。

五是土地承包期短，影响农民还田积极性。秸秆还田养地过程长、见效慢，农民对还田没积极性。虽然近年来国家和省里投入巨资用于还田补贴，按照农业部门统计秸秆利用量接近80%，但还田量“差强人意”，实际上秋春季野外焚烧秸秆非常普遍就是明证。

#### ■能源化利用前景广阔

实施秸秆能源化利用是促进吉林秸秆综合利用的必由之路。

（一）推进秸秆综合利用必须综合施策，不能“单打”。

要借鉴黑龙江和辽宁秸秆综合利用的经验，建立“多元利用”“多措并举”的政策体系，转变观念、科学施策，破除秸秆还田“包打天下”的偏见，不能“主观任性”。要将秸秆综合利用与建设现代农业、乡村振兴和促进生态建设、治理雾霾相结合，尊重农业、能源等行业发展规律，统筹秸秆综合利用，落实秸秆能源化利用政策，因地制宜、多措并举、综合施策，才能尽快见效。

（二）推进秸秆综合利用不能“朝令夕改”。

吉林秸秆综合利用起步早但进展缓慢，究其原因是发展目标脱离实际、“好高骛远”，而且“朝令夕改”“左右摇摆”“反复折腾”，让基层无所适从，也耽误了时间。

2013年吉林省发改委制定生物质资源高端化利用产业发展规划，将发展纤维素糖、液体燃料和聚乳酸作为重点，看似“高大上”，实则“不接地气”。2016年吉林省人民政府办公厅下发《关于推进农作物秸秆综合利用工作的指导意见》，将秸秆能源化作为重点，推进秸秆清洁供暖，2018年省政府工作报告明确推进低碳能源示范县建设，促进秸秆能源化利用，各地纷纷推进秸秆供热项目。2019年省政府又将秸秆还田作为重点，并将支持秸秆能源化资金收回，部分秸秆成型燃料加工和清洁供热项目面临“夭折”。

（三）秸秆能源化利用是“秸秆打包离田”的最佳去处。

禁烧秸秆是中央环保督查的重点。2018年吉林省政府强力推进秸秆禁烧和打包离田，但秸秆打包的目的关键在“用”，否则秸秆打包离田将“不可持续”。目前，除还田外，秸秆能源化利用量居第二位，但是全省发电和成型燃料供暖年利用秸秆总量约300—400万吨，约占年秸秆产出量不足10%。因此，不及时运走打包秸秆，农民为了清地备耕必将秸秆一把火烧掉。因此，要加大利用力度、以“疏”促“堵”，而秸秆清洁供暖为打包秸秆提供最好、最现实的用途和“出口”。截至2018年末，吉林

省秸秆发电和成型燃料供热规模居国内前列，建成 14 个秸秆电厂，年利用秸秆近 300 万吨，供热 500 万平米。年加工秸秆成型燃料能力近百万吨，供暖面积近 2000 万平方米，供暖面积居国内首位，烟尘排放达标，不用政府补贴实现市场化运行。

（四）秸秆能源化利用是清洁低碳供暖的最佳选择。

根据国家 10 部委《关于印发北方地区冬季清洁取暖规划(2017—2021 年)的通知》，要求到 2021 年清洁供暖达到 70%。吉林省推进清洁供暖项目，其中电供暖 2018 年末达到 3000 万平米，由于供暖成本高，只限于机关学校和工商业。天然气供暖试点已起步，但成本比电供暖还高。而利用秸秆实现清洁供暖技术上可行，运行成本比电和天然气低，且排放达标，是吉林省实现清洁供暖现实选择。山东阳信县因地制宜、积极探索实施生物质清洁取暖，统筹冬季清洁取暖、煤炭消费减量替代、农林废弃物资源化利用，生物质热电联产与推广分散式农户炉具相结合，摸索出一条低碳环保、生态循环、集约惠民的清洁取暖新路子。吉林省 4000 万吨秸秆可收集约量 3600 万吨，按照 1/3 能源化利用，折合标煤 600 万吨，可供暖 2 亿平米。

（五）秸秆能源化利用是替代燃煤烘干粮食的重要手段。

吉林省每年粮食烘干量约 2000 万吨，有燃煤锅炉 2400 台左右，年烘干用煤超过 200 万吨。随着治理大气污染，现有燃煤小锅炉烘干工艺面临淘汰，亟待解决替代燃煤的清洁能源。部分粮食烘干企业探索用电和天然气替代燃煤，但是烘干效果不理想、烘干成本高。吉林省粮食储备局部署改造燃煤烘干机，将生物质燃料作为首选，而用秸秆成型燃料替代燃煤烘干粮食，技术可行、排放达标，成本比电和天然气低。特别是秸秆产出期与粮食烘干期重合，便于收集加工，既能促进秸秆禁烧，又能为利用秸秆开发新的市场空间。

（六）秸秆能源化利用是实现乡村振兴的重要基础。

实现乡村振兴，能源是基础。吉林化石能源短缺，煤炭自给率不足 15%，如果农村普遍用煤不仅增加农民负担，也是环境不能承受之“痛”。补齐农村能源“短板”，建立低碳绿色能源体系，必须立足农村丰富的秸秆资源开发清洁能源，这是解决农民取暖和炊事用清洁能源的一道“不可回避”且必须迈过去的坎。其次，利用秸秆开发清洁能源也是乡村振兴的重要产业支撑，不仅可以满足农民取暖和炊事需求，而且可以培育新型产业，促进乡村经济发展和环境综合整治，并能为城镇提供绿色清洁的低碳能源、治理雾霾，市场空间广阔。（作者系吉林省能源局新能源和可再生能源处原调研员）

佟继良 中国能源报 2019-04-11

## 太阳能

### “对话”马丁·格林教授，隆基澳大利亚 SEC 大放异彩

4月2-3日，澳大利亚智慧能源展(SMART ENERGY CONFERENCE& Exhibition,以下简称“SEC”)在悉尼举办，作为全球领先的单晶制造企业，隆基如约亮相本次展会。展会期间，“太阳能之父”马丁·格林教授出席了隆基展台举办的对话沙龙，获得现场参展者的高度关注。

2019年的SEC上，隆基再次携系列高效单晶产品诠释了“可靠创造价值”的理念，其中PERC双面半片组件，半片全黑组件产品尤为受到澳洲光伏市场的青睐，吸引到众多澳洲当地投资者、客户来到隆基展台，共同探讨高效单晶在澳洲市场的发展与合作。

4月3日，在SEC的主论坛上隆基乐叶产品总监王梦松与新南威尔士大学(以下简称“UNSW”)马丁·格林教授就“技术与创新”主题分别进行了演讲，双方一致表达了对技术驱动光伏发展的信心与决心。

演讲结束后，马丁·格林教授来到隆基展台，与隆基乐叶总裁李文学先生共同出席了由隆基与UNSW联合举办的“LONGi and UNSW”对话沙龙。来自UNSW的欧阳子博士主持了本次对话，并邀

请与会嘉宾就“光伏技术发展趋势”分享了看法。

马丁·格林教授在对话中表示，“PERC 的产业化效率未来还有相当大的提升空间，未来再叠加其他新型技术，最终有希望在保持目前 PERC 电池基本结构的基础上达到 40% 的转换效率。”作为全球顶尖的光伏学府，UNSW 致力于提升组件发电性能与长期可靠性的技术研究，这与长期秉承技术创新理念的隆基在发展路线与初衷上不谋而合，双方将保持持续、深入的合作关系，为推动光伏产业高效化在全球的发展不断努力。”

隆基与 UNSW 自 2015 年开始结缘，双方合作持续加深并取得显著成果，在产业与学术之间达成高度融合，扩充了隆基在光伏产业方面的技术储备，为隆基更好的服务澳洲市场带来了积极的推动作用。

隆基自 2016 年进入澳大利亚光伏市场以来，凭借高效可靠的产品在当地获得迅速发展，与澳洲大型电站投资商与 EPC 建立了良好的合作关系，并在当地拥有完善的分销网络。经过两年的积累，澳大利亚的昆士兰州、新南威尔士州、维多利亚州等都分布着隆基的高效单晶组件。

隆基乐叶总裁李文学先生在展台客户交流中表示，“隆基来到澳大利亚市场的初衷，就是希望给澳大利亚市场和终端客户带来更有价值的太阳能科技产品，带来具备更低度电成本的清洁能源。作为全球领先的光伏组件制造企业，隆基将继续加强和巩固在澳大利亚光伏市场的发展成果，积极助力澳大利亚各个州广泛推广及应用可负担、可持续的清洁能源，让太阳能科技造福更多的澳洲人民。”

隆基乐叶 2019-04-04

## “性价比”成为光伏企业走向平价关键词

回首来路，我国光伏制造业的发展可以用中国光伏行业协会副秘书长王世江所说的一句话来概括：“光伏制造业是非常令人提气的，光伏装备更令人提气”。

尤其是在刚刚过去的 2018 年，在装机规模登顶全球光伏市场的同时，我国光伏行业在产业链各环节都展现出强势发展姿态。统计数据显示，2018 年，我国多晶硅产量超过 25 万吨，同比增长超过 3.3%；硅片产量 109.2GW，同比增长 19.1%；电池片产量 87.2GW，同比增长 21.1%；组件产量 85.7GW，同比增长 14.3%，并连续 12 年位居世界第一。同时，规模化生产的多晶黑硅电池的平均转换效率达到 19.2%，使用 PERC 电池技术的单晶和多晶黑硅电池效率提升至 21.8% 和 20.3%，较 2017 年分别提升 0.5 个百分点和 0.3 个百分点。

尽管获得了亮眼的成绩，面对日益临近的平价时代，不断压缩的利润空间和体量庞大的创新成本需求，还是促使光伏制造企业的研发投入比重都在近期开始出现不同程度地下降，提高投资性价比已不约而同地成为了他们的当前发展首选。

性价比成为光伏企业考虑的首要问题

在选择技术路线时，保利协鑫能源将铸锭单晶视为了投身下一阶段市场竞争时的制胜法宝。

铸锭单晶硅片并不是一个新鲜事物。早在 2010 年，其国内首次实现量产的新闻就曾在业内引起轰动。然而，由于当时的技术还存在很多不足，铸锭单晶并没有成为市场主流。历经三代产品的研发调试，保利协鑫才终于推进铸锭单晶技术走向成熟，并开始大规模销售。

“在当前光伏市场，性价比应该是光伏企业发展需要考虑的首要问题。”协鑫集成科技股份有限公司首席技术官张淳表示，目前，我国光伏制造各环节技术已相对成熟，用高投入换取高回报，不再是企业制定发展政策时的首选。铸锭单晶技术是在现有铸锭设备上改造升级，在有限成本内实现效率的显著提升，更适宜当前市场发展，在品质方面也“拥有更高性价比”。

据了解，质量方面，铸锭方法生产的单晶产品拥有相对较低的含氧量，进而确保了相对迟缓的衰减速度，能够为光伏发电项目的长期高效运行提供更多保障。价格方面，在效率与单晶产品相差仅为 0.1% 左右的情况下，每片铸锭单晶的成本仅提高了 0.3 元左右，与单晶相比仍保有约 15% 的价格优势。成本方面，铸锭单晶主要是通过通过对原有铸锭炉进行设备改进，成本投入相对较少。同时，

通过铸锭技术，铸锭单晶没有缺角，能够实现硅片面积的百分百利用，达到更高发电效率。

目前，除保利协鑫外，晶科、旭阳雷迪等多家企业均已具备铸锭单晶的中批量供货能力，赛维LDK、阿特斯、荣德、环太也已完成了前期的技术储备。正如浙江大学材料科学与工程学院教授杨德仁所说，“铸造单晶将铸造技术的低成本、低能耗、大尺寸优势和单晶的高效率、高质量优势结合到了一起”，在多重优势的加持下，业内预计，铸锭单晶产品有望实现市场占有率的大规模提升。

寻找平价与高效的发展平衡点

“在当前国内晶硅市场走势下，单晶电池和组件在度电成本方面并没有太大优势。”阿特斯阳光电力集团技术副总裁邢国强向记者表示。对于企业发展来说，面对来势汹汹的平价上网浪潮，保持一定利润空间是比占有尖端技术话语权更实际的事情。

度电成本，主要由项目生命周期内的成本和发电量决定。在国家对于平价、低价项目的推动下，如何实现“花更少的钱办更多的事儿”，成为了我国光伏制造企业面临的一大挑战。

细看光伏制造产业链各环节，硅料选择方面受到历史政策影响，单、多晶在国内外光伏市场的“冰火两重天”局面依然存在。伴随完全市场竞争的日益深化，相信我国光伏企业会日渐作出不一样的选择。

电池片环节生产技术进步飞速。目前，我国常规电池生产线关键设备已基本完成了国产化。据王世江介绍，2018年，我国新建产线已全部为PERC产线，原有产线也在加快升级改造。伴随关键设备国产化的不断推进，2018年，我国PERC电池产线的每兆瓦投资成本已达到42万元，并有望在2020年降至35万元左右。

组件环节，双面技术已成为光伏企业提升发电效率、降低度电成本的一个重要手段。据《中国光伏产业发展路线图(2018年版)》，截至2018年底，单面组件的市场占有率高达90%。然而，在“领跑者”基地等一系列政策的带动下，可有效提升发电效率的双面组件的市场占有率正在实现大幅提升。未来，伴随农光互补、水光互补等新兴光伏应用的规模拓展，双面发电组件的市场占有率有望在2020年达到30%，在2025年翻一番达到60%，占据市场主动权。

“目前，我国光伏企业还在寻找平价与高效的平衡点。”邢国强指出，为更快满足平价上网要求，适当降低电池效率已成为光伏制造企业快速降低成本的重要途径。近年来，一项项发电转换记录在我国企业的实验室里被不断刷新。然而，大规模量产时的不确定性、必须压缩的度电成本、逐渐收紧的政策支持，都在慢慢促使企业把“性价比”摆在了首位，走上了一条更加“稳妥”的发展之路。

中国电力新闻网 2019-04-12

## 2018年光伏发电统计信息

截至2018年底，全国光伏发电装机达到1.74亿千瓦，较上年新增4426万千瓦，同比增长34%。其中，集中式电站12384万千瓦，较上年新增2330万千瓦，同比增长23%；分布式光伏5061万千瓦，较上年新增2096万千瓦，同比增长71%。

2018年，全国光伏发电量1775亿千瓦时，同比增长50%；平均利用小时数1115小时，同比增加37小时。光伏发电平均利用小时数较高的地区中，蒙西1617小时、蒙东1523小时、青海1460小时、四川1439小时。

2018年，全国光伏发电弃光电量54.9亿千瓦时，同比减少18.0亿千瓦时；弃光率3%，同比下降2.8个百分点，实现弃光电量和弃光率“双降”。弃光主要集中在新疆和甘肃，其中，新疆（不含兵团）弃光电量21.4亿千瓦时，弃光率16%，同比下降6个百分点；甘肃弃光电量10.3亿千瓦时，弃光率10%，同比下降10个百分点。

科技说 2019-04-02

## 2019年2月河南省光伏发电达到4.76亿千瓦时

据国际能源网消息3月28日，国家能源局河南监管办公室公布了关于河南省2月电力情况。2月份当月，全省发电量230.16亿千瓦时，同比增长12.2%。其中，2019年2月河南省光伏发电4.76亿千瓦时，同比减少8.05%。

原文如下：2019年2月，全省全社会用电量262.88亿千瓦时，同比增长11.35%；截止2月底，全省累计用电量579.06亿千瓦时，同比增长6.45%。2019年2月，全省发电量230.16亿千瓦时，同比增长12.20%，截止2月底，全省累计发电量510.46亿千瓦时，同比增长7.73%。

### 一、电力生产情况

(一)发电量情况。2月份当月，全省发电量230.16亿千瓦时，同比增长12.2%，。其中水电11.59亿千瓦时，同比增加38.44%；火电205.83亿千瓦时，同比增加11.65%；新能源12.74亿千瓦时，同比增长2.6%。今年全省累计发电量510.46亿千瓦时，同比增长7.73%。其中水电11.59亿千瓦时，同比增加38.44%；火电205.83亿千瓦时，同比增加11.65%；新能源12.74亿千瓦时，同比增长2.6%。

(二)发电机组利用小时情况。截止2月底，全省机组平均利用小时数577小时，同比减少11小时。其中水电机组平均利用小时数为486小时，同比增加103小时；火电为678小时，同比增加10小时；新能源为165小时，同比减少34小时。统调火电机组平均利用小时数为692小时，同比增加6小时。

(三)发电装机情况。截止2月底，全省装机容量8857.15万千瓦，同比增加装机743.99万千瓦。其中水电装机408.35万千瓦，占比4.61%，火电装机6858.14万千瓦，占比77.43%，新能源装机1590.66万千瓦，占比17.96%。

### 二、电力消费情况

(一)全社会用电量情况。全省全社会用电量262.88亿千瓦时，同比增长11.35%；今年，全省累计用电量579.06亿千瓦时，同比增长6.45%。

(二)分行业用电量情况。2月份，第一产业完成用电量3.05亿千瓦时，同比减少6.08%；第二产业完成用电量155.23亿千瓦时，同比增长18.53%；第三产业完成用电量46.01亿千瓦时，同比增长2.94%；全省城乡居民生活用电58.59亿千瓦时，同比增长2.46%。工业用电量151.6亿千瓦时，同比增长18.94%，其中，制造业用电量117.87亿千瓦时，同比增长5.16%。2月份，有色金属行业用电量32.18亿千瓦时，同比减少0.87%。黑色金属行业用电量9.05亿千瓦时，同比减少9.9%。化学原料及制品制造行业用电量18.79亿千瓦时，同比增长0.31%。

国际能源网 2019-04-01

## 2019年光伏新增并网规模预计为45-48GW

3月29日，在风光并举·共创平价暨2019年度度电成本最优高峰论坛上，国家发展和改革委员会能源研究所可再生能源中心副主任陶冶称，考量补贴资金支撑规模、平价项目进展和项目结构规模等层面，2019年光伏新增并网规模预计45-48GW。

具体而言，补贴资金支持的规模包括户用项目和竞价一般工商业及地面电站。前者装机规模在3.5-4GW，补贴资金约7亿元，后者装机规模在34-36GW，补贴资金约23亿元。平价项目规模主要包括2-3GW无补贴一般工商业项目和无补贴地面电站项目。此外，装机体量上还包括5GW的光伏扶贫项目和4GW的领跑者项目。

值得关注的是，2019年光伏补贴新政还对项目结转部分进行了特别说明，即给予0.3GW指标来保障2018年下半年已并网新增户用项目，部分地面电站项目预期将转至2020年1-2季度并网，2018年无补贴按照平价政策推进发展。

他还表示，现阶段2019年可再生能源补贴项目管理政策正在积极推进落地。2019年光伏市场

将继续保持稳中求进的总基调，并寻求结构均衡发展。针对风电，光伏补贴项目管理方式，将通过平价项目与风光竞争性资源配置项目及其他国家政策性项目管理建设并行。与征求意见一致，国务院财政部主管部门将确定年度增量项目补贴预算总额度，明确新增额度，按时发放增量项目补贴资金。同时，除光伏扶贫、户用光伏外，其余所有需要国家补贴的光伏发电项目均需要通过竞争性招标等市场方式确定项目业主。

中国煤炭资源网 2019-04-01

## 中国帮埃及建“世界最大”光伏产业园

这里是埃及南部，世界上最干燥的地方之一，全年日照长达 3000 多个小时。

一望无际的贫瘠沙漠，如今正变成源源不断的清洁能源生产地。浩瀚的沙海被一片片银光闪闪的太阳能板覆盖。

不久前，埃及投资和国际合作部官方账号在推特上发布了这样一条消息：来自中国的可再生能源企业在埃及完成了三座太阳能发电站的建设工作。

推文配上了一个太阳的表情包，配图中还展示了这三座发电站的规模：单个装机容量均达 62 兆瓦。

该项目所在的埃及本班光伏产业园是埃及第一个太阳能村。

这座占地 37 平方公里的园区地处沙漠腹地，全面投入运营后，其预计总装机量可达近 2000 兆瓦，使它有望成为世界最大的光伏产业园之一。

在不少埃及人看来，这座太阳能村将在该国的能源转型中发挥“大作用”。

据当地报道，埃及国内超过 90% 以上的电力供应都来自传统的发电模式。但发电的成本也一直在增加，使得民众和企业都倍感压力。

为此，太阳能资源丰富的埃及希望将这一清洁能源利用起来。

埃及终年阳光普照，一年四季干旱少雨，其全境 96% 的面积都是沙漠，每平方米每年的太阳直接辐射达 2000 至 3000 千瓦时，利用太阳能的条件可谓得天独厚。

埃及《第七日报》2018 年的一篇报道称，当下埃及可再生能源在本国一次能源消费结构占比太低，仅约 8%，因此，2018 年有望成为埃及太阳能“强劲发展的一年”。

尤其是本班光伏产业园的建成，有望大幅提升清洁能源的供应。

埃及电力和可再生能源部长沙克尔曾表示：到 2020 年，埃及计划实现可再生能源装机容量占总电力装机容量的 20%。

正是在这样的背景下，有着雄厚技术背景的中企参与，为埃及太阳能的开发利用助了一臂之力。

埃及前总理伊萨姆·沙拉夫对此寄予厚望：“借鉴中国的光伏技术非常重要，不仅可以减少基础设施投资，还可通过快速发展以消除贫穷。”

2015 年 8 月，中埃签约筹备可再生能源国家联合实验室，迈开了具有实质意义的重要一步，推进可再生能源领域的深度合作。

2018 年 4 月，本班光伏产业园首个由中国企业承建并参与融资的光伏发电项目举行奠基仪式。

当时出席该仪式的一位中方代表表示，太阳能是埃及战略发展项目，而中国光伏发电新增装机量已连续 5 年位居世界第一，在光伏产品和安装方面都经验丰富。该项目的推进也显示出中国企业与埃及在新能源领域有巨大的合作潜力。

据报道，中企承建的太阳能发电站目前已经开始部分向周边地区输送电能。

负责建造发电站的中国工程师表示，在建设的过程中，中国公司还为当地提供了约 5000 个工作岗位。

参考视频 2019-04-03

## 光伏市场进入存量时代

2018年6月份以来，中国光伏行业新增装机容量放缓，行业进入整合阶段。与此同时，光伏电站资产交易容量和交易金额在经历快速增长。

2018年是中国光伏产业转型调整的一年，6月1日国家发改委、财政部、国家能源局联合印发《关于2018年光伏发电有关事项的通知》（业内称“531新政”），再次下调度电补贴，大幅收缩享有补贴的年度光伏新增装机总量，分布式光伏项目规模设置上限为10GW。2019年1月份以来则加强了对无补贴光伏项目的推广。

政策转向、产业转型之下，在建或计划建设的光伏电站收益前景受挫，新增装机容量下滑。根据国家能源局数据，2018年我国光伏新增装机量超过43GW，同比下降18%；其中集中式约23GW，同比下降31%；分布式约20GW，同比增长放缓至5%。

“光伏市场进入存量时代。”多位业内人士判断，行业整合将是行业未来发展的焦点。

普华永道中国能源行业并购专家鲁冰表示，在未来光伏新增装机容量全面放缓的情况下，行业内大中型企业将更多依赖收并购的方式获得装机容量的提升，而行业内小型企业受国家补贴兑付延迟以及经营风险影响，现金流压力较大，有可能通过出售资产的方式实现退出，“行业集中度将进一步提升。”

随之而来的是光伏电站交易开始活跃。“‘531新政’之前，光伏电站市场多以新增投资装机为主。‘531新政’后不到半年时间，电站资产交易数量、金额和容量超过了前三年总和。”普华永道中国能源、基础设施及矿业并购交易主管合伙人翟黎明介绍。

近日普华永道联合及德国莱茵TüV集团联合发布《2019中国光伏电站资产交易白皮书》，根据不完全统计，2018年上半年中国光伏电站资产交易容量为50MW，较前两年保持稳定，下半年则陡增至1295MW。

与传统集中式地面电站不同，分布式电站将面临更多元化的投资者。“分布式电站规模比较小，需要的投资额相对较低，除了传统发电企业，目前已经有行业外机构，如金融、物流公司等进入这个市场。”翟黎明说。

同时TüV莱茵大中华区太阳能服务副总裁邹驰骋建议，应注意电站资产并购收购中存在的风险点。“首先是技术风险。过去中国存在‘赶装机’的情况，零部件供应不足时就临时替换，导致某些电站的质量水平较差，尤其是分布式电站。”

另外，要关注电站的现金流情况。如果收入存在不确定性或者滞后，对投资收益影响较大；还有债务情况，包括融资成本、融资结构、是否存在资金错配问题。“光伏暴利的时代不在了。电力资产是长期资产，投资周期长达15到20年，能接受稳健回报的长期资金在中国仍然相对缺乏。”邹驰骋说。

经济参考报 2019-04-12

## 国务院：村级光伏扶贫电站发电能力低于80%的竟达3103座

4月1日，国务院扶贫办开发指导司发布了《关于村级光伏扶贫电站发电情况的通报》，据了解，近期扶贫办开发指导司利用国家电网营销系统实测电量统计数据开展了村级光伏扶贫电站发电能力评估工作，评估对象为已纳入第一批国家财政补助目录中的15696座村级光伏扶贫电站，据结果：发电能力低于80%的电站有3103座，占比19.8%，涉及13个省（市、区）；发电能力低于70%的电站有1761座，占比11.2%，涉及12个省（市、区）；发电能力低于60%的电站有959座，占比6.1%，涉及12个省（市、区）。造成发电能力较低的主要原因是建设质量不合格、运维主体责任未落实、运维管理不到位等。

太阳能行业资讯 2019-04-03



## 如何衡量光伏电站的发电性能？满发小时数的决定性因素有哪些？

随着平价时代的来临，之前因行业补贴等原因进入光伏行业的中小型玩家在补贴拖欠严重的情况下，通过电站资产交易的方式退出成为其较为明确的选择。光伏电站的资产交易过程涉及的风险主要可归纳为技术、财务以及商务三大类，在诸多考虑因素当中，光伏电站的发电量高低往往是资产交易及最终定价的重要一环，也是潜藏风险最多的一环。那么，我们该如何衡量一座光伏电站的发电性能？其影响因素又有哪些？

光伏电站发电能力核心指标

在 IEC61724 标准中，衡量一座光伏电站发电能力的核心推荐指标，主要包括  $Y_r$ 、 $Y_f$  和 PR 值，三者定义及逻辑关系如下表：

IEC61724 中关于光伏发电性能评价指标参数的定义

从上表可知，在不考虑温度系数的前提下，一段时间内光伏电站满发小时数（ $Y_f$ ）与理论满发小时数（ $Y_r$ ）的比值即为电站该时间段内的 PR 值。而其中光伏电站满发小时数重点反应了光伏电站的发电能力，在行业机构诸如中电联、电科院等科研单位对外公开的数据中，也常用满发小时数作为光伏电站的重要参考指标。

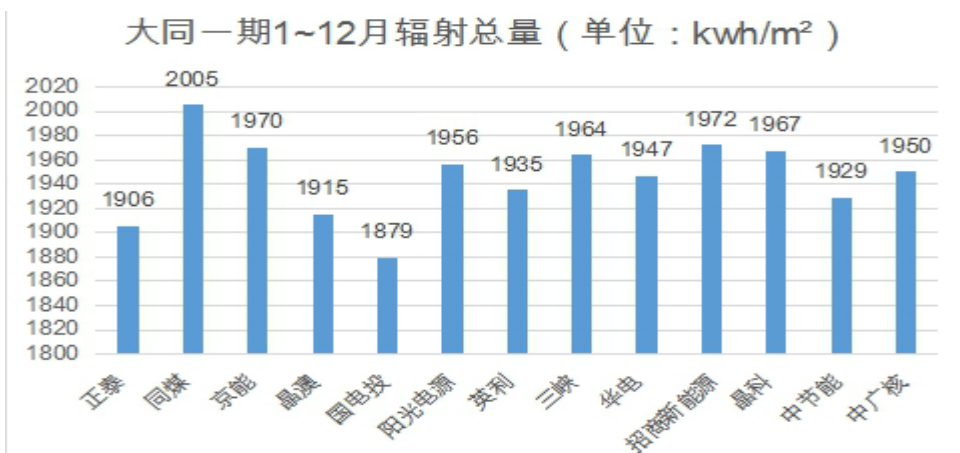
而光伏电站满发小时数的计算则依托于光伏电站发电量取值的精准性。在光伏电站发电过程中，光照资源、设备选型（包括组件、逆变器、变压器及汇集线路等）、阴影灰尘遮挡、温度损耗等诸多因素共同决定了光伏电站的发电量。



以大同光伏一期领跑者为例：

### 1.光照资源的影响

大同一期领跑者各项目地选址是通过抽签的方式决定的，在光照资源方面，虽然同处于一个片区，但受限于地形地貌及周围遮蔽物影响，但各区斜面辐射量仍存在较大差异。以下为大同一期领跑者 2018 年 1~12 月份斜面辐射总量统计图。



### 大同基地各项目当年累计满负荷利用小时数

数据来源: 水规总院 (满负荷利用小时数即满发小时数)

通过上图可以看出, 国电投、正泰、晶澳的全年辐射总量最低, 招商新能源与同煤的全年辐射总量最高; 在相应的发电量表现上, 招商与同煤两家的发电量自然遥遥领先, 而国电投与晶澳则相对较低。

### 2. 设备选型影响

以投资占比最大的设备——组件为例, 设备性能将直接对最终发电产生影响。

从产品选择上看, 以三峡、阳光电源为代表的电站投资方, 其组件供应主要来自于晶澳, 在较好的光照资源条件下, 该项目的发电量则取得了较为亮眼的成绩。



图3 大同基地5万千瓦规模电站当年累计发电量比较

图4 大同基地10万千瓦规模电站发电量比较



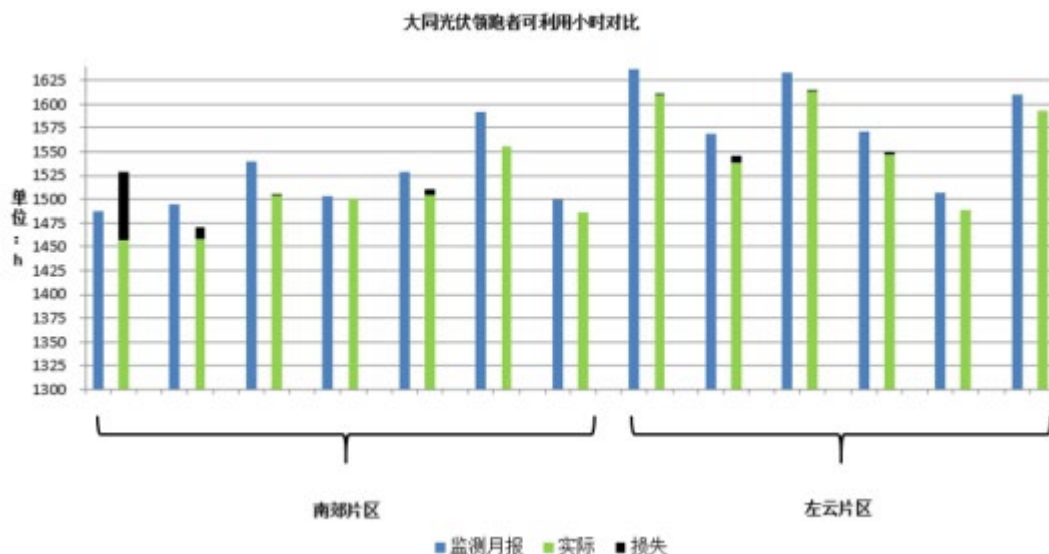
图片来源：水规总院

由此可以看出，光照资源对光伏电站的发电量有着至关重要的影响，一二三类资源区划分的重要性则不言而喻。

### 3.阴影灰尘遮挡影响

抛开光照资源条件后，灰尘阴影遮挡以及故障停发都会影响到光伏电站满发小时数最终的计算结果。在大同一期领跑者项目中，晶澳光伏项目所在地实际仍有采煤作业的进行，其灰尘遮挡相较于其他几个项目地而言属于较为严重者。具体情况如下图所示：





从上图可以看出，南郊片区粉尘较大，左云片区粉尘较少，由此也导致了南郊片区光伏方阵受阴影遮挡影响更大，电站发电量相对偏低。结合上图重新整理后的发电图表（按片区重新划分），位于南郊片区的7个项目，相比左云片区的其余6个项目，受遮挡影响的发电损失表现更为严重。

由此可见，影响发电量的因素众多，不仅光照资源、设备选型、阴影灰尘会对电站发电造成影响，其他诸如场地选址、设备故障、电网限发等均会对电站的发电量及总体评价造成影响。光伏电站不同程度的超装，以及不同机构统计口径的差异，也会对电站满发小时数计算造成很大的影响。

因此，哪些是决定电站性能的关键参数，关键参数如何实际操作去测量，实际运行过程中存在哪些影响关键参数的因素，有关因素的影响程度如何量化等等，都需要考虑到电站的评估模型中。

北极星太阳能光伏网 2019-04-11

## 广西都安光伏发电装机容量达 1105 千瓦

近日，从广西都安瑶族自治县水利电业有限公司获悉，目前该县已建成光伏发电项目 26 个，总装机容量达 1105 千瓦。

近年来，都安县结合脱贫攻坚，大力发展农村光伏发电项目，既促进农民增收，又发展了村级集体经济。据了解，在已建成的 26 个光伏发电项目中，其中有 9 个为扶贫村集体(含安置点)光伏发电项目，装机容量 943 千瓦。

根据规划，该县光伏发电扶贫规划 2017-2020 年将共建 111 个光伏电站，涉及贫困村 111 个，总装机容量 6436 千瓦。

中国煤炭资源网 2019-04-01

## 山东新华联智能光伏携光储一体化智慧能源新产品亮相济南光伏展会引关注

4月2日，“第十四届中国（济南）国际太阳能利用大会暨多能互补应用展览会（简称：太阳能展）”在济南国际会展中心隆重开幕，吸引了国内外上千名参展人员。作为中国 500 强企业新华联集团旗下的国家高新技术企业山东新华联智能光伏有限公司吸引了众多参观者。该公司携“新华联喜阳阳”牌光储一体化智慧能源新产品亮相展会赢得广泛好评。

从展会现场了解到，新华联喜阳阳 Powerpanel 能量板国内首创，具有完全自主知识产权，系列应用产品集发电、储能、配电、能源物联网通讯于一体，可以多元化应用于 LED 路灯照明、无电地区居民供电、通讯基站、军事户外等多个领域，解决各领域传统配电的难点和痛点。还可以通过

GSM/GPRS/NB-IOT 网络，实现远程控制功能，实现对参数查询、参数调整、数据统计、故障报修等功能。通过手机 APP，能实时控制运行，实现智慧化。



“这款产品叫做 Powerbox3.0 光储一体化监控电源，是一款针对户外 5.8G 网桥监控、4G 通讯监控开发的供电源，采用发电、储能、供电一体化机身设计，简化工程安装，减少电气布线连接。可应用于电力、建筑工地、养殖场、旅游景区、市政、安防等多个领域。”

“这款产品叫做 Powerbox1.0（便携式光储一体化电源），是一款针对野外、无电等地区开发的高效纯直流光储充智能控制电源，小巧便携，可兼容扩展多种设备，广泛适用于无电地区、户外聚会、外景拍摄、户外作业等场景。”公司技术人员介绍。

光储一体化智慧能源产品属于“光伏+”产品的范畴，其核心技术是通过开发智慧能源管理系统集成光伏与储能，以实现发电端、蓄电端与客户端信息交互，达到清洁能源智慧化应用的目的，是光伏应用的终极表达方式。

“光伏步入平价、光储一体渐成趋势。随着光伏、储能技术的进步，光伏与储能的成本已经接近平价。光伏的电能受光照等环境的影响，存在功率波动、不连续的特性，不可以被直接有效应用。而光储一体化技术恰好可以解决这一突出矛盾，平抑波动、改善电能。受到光伏、储能技术与市场的有力支撑，光储一体化产品将成为新能源应用市场的主流。公司以光储一体化智慧能源为发展战略，加大研发技术力度，拓展市场领域，希望广大合作者与我们共同打造光储一体化的新市场。”

据了解，山东新华联智能光伏有限公司业务还涵盖综合智慧能源电站的投资管理、技术服务、电站运维等业务。公司分布式电站开发投资业务目前已经在山东、湖南、安徽等地布局，合作伙伴大多为行业龙头企业。能源管理即：工商业用户提供闲置屋顶资源，签署能源管理合同，自发自用余电上网，用户享受优惠电价，为工商业产业园提供稳定、绿色、持续、智慧的能源服务，是工商业产业园一张响亮的绿色能源名片。

仲新源 中国能源网 2019-04-02

## 德国 2019 年 1-2 月光伏新增装机近 1GW

德国联邦网络机构 2 月份注册了大约 418.6MW 的新光伏系统。其中 386.8MW 用于该国 750 千瓦以上装机容量的招标方案以外的项目，许多项目可能是 40 千瓦至 750 千瓦的大型屋顶光伏阵列。背后则是受今年 2 月以来 FIT 削减的影响。

仅在今年前两个月，德国就增加了近 1GW 的太阳能，使其累计装机容量在 2 月底达到约 46.9GW。

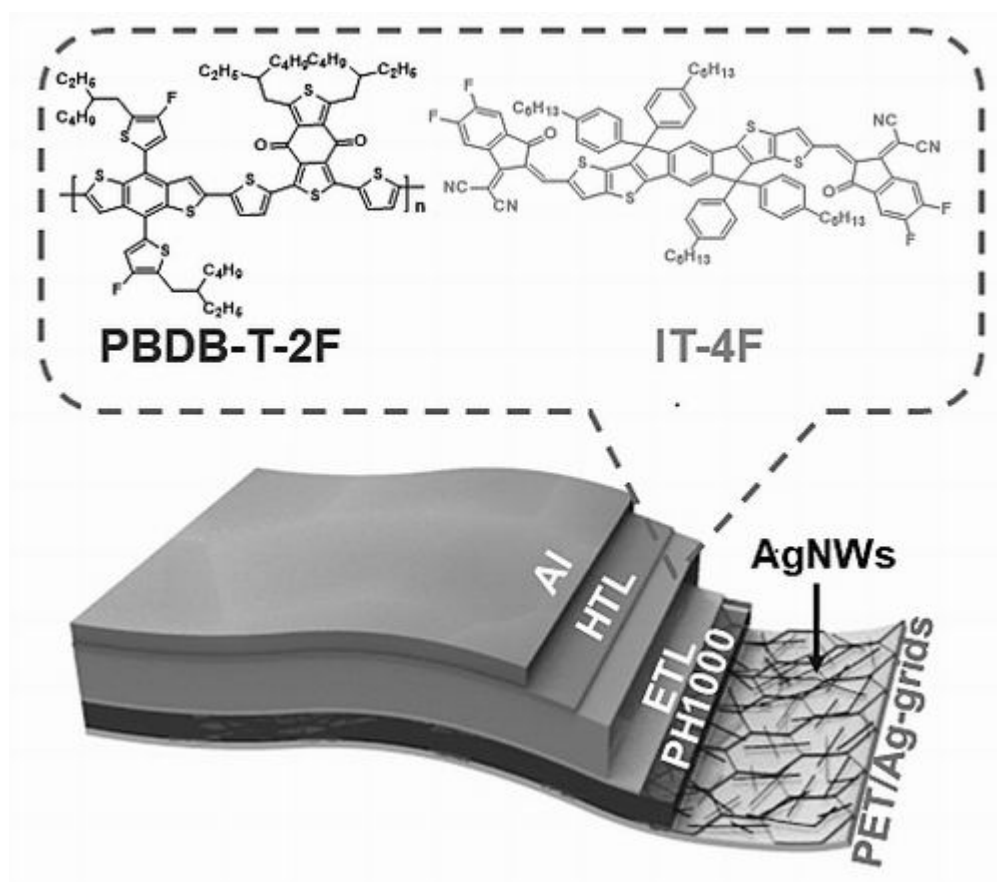
4 月是德国政府于 2018 年底推出的屋顶光伏系统 FIT 大幅减少的最后阶段，其规模从 40 千瓦到 750 千瓦不等。

从 4 月 1 日开始，直接营销的价值将降至 0.0890 欧元/千瓦时，而小型光伏系统则为 0.1151 欧元/千瓦时，其他系统为每千瓦时 0.0808 美分。同样固定 FIT 进一步减少，对于功率高达 10 kW 的光伏系统，设定为 0.1111 欧元/千瓦时；对于功率高达 40 千瓦的系统，设定为 0.1081 欧元/千瓦时；对于功率高达 100 千瓦的设备，设定为 0.0850 欧元/千瓦时。对于 100 千瓦以上的安装，光伏系统必须直接营销。

5 月 1 日，联邦网络局将公布未来三个月的新费率。考虑到今年头两个月的高速增长，削减幅度可能从目前的 1.0% 升至 1.4%。

北极星电力网 2019-04-03

## 有机太阳能电池进化出“新物种”



新型复合柔性透明电极结构示意图

因有机材料具有柔性好、重量轻、材料来源广泛、成本低等优势，有机太阳能电池对大规模利用太阳能、提供廉价电能具有重要意义。

在人类利用太阳能的各项技术中，将太阳能直接转换成电能的太阳能电池是最具发展前景的技术之一。其中，有机太阳能电池是新兴起的一个研究方向。因有机材料具有柔性好、重量轻、材料来源广泛、成本低等优势，有机太阳能电池对大规模利用太阳能、提供廉价电能具有重要意义。

近日，苏州大学材料与化学化工学部李永舫院士团队教授李耀文等人在《中国科学—化学》(ScienceChinaChemistry)上发表文章，他们利用银纳米线掺杂透明导电聚合物，并与纳米压印的网格银柔性基底复合，制备出了低面电阻、可见光高透过率的新型柔性透明复合电极，基于此电极的柔性有机太阳能电池的效率超过了 12%。

“塑料”也能导电

目前，商品化的太阳能电池主要是以晶硅等无机半导体材料为活性层制备。但是，这种太阳能电池生产存在工艺复杂、成本高、原材料生产过程能耗大和污染重等弊端，同时，这类太阳能电池由于无机半导体本身的刚性结构，难以制备柔性器件。因此，制备成本低、效率高、柔性强、环境友好的新型有机太阳能电池，正成为各国科学家的目标。

在人们的印象中，塑料是不导电的。但是，2000 年诺贝尔化学奖获得者打破了这一常识。20 世纪 70 年代，美国科学家 AlanJ.Heeger、AlanG.MacDiarmid 和日本科学家 HidekiShirakawa 发现，经过氧化或还原掺杂，一类共轭聚合物能够成为导体或半导体。

塑料就是一种聚合物。聚合物要能够导电，其主链碳原子之间必须具有交替地以单键和双键结合的共轭结构，同时还必须经过掺杂处理：通过氧化或还原反应，其主链失去或获得电子，从而具有导电性。AlanJ.Heeger 等人通过研究发现，对共轭聚合物聚乙炔进行碘掺杂，聚乙炔能够表现出像金属一样的导电性。

“AlanJ.Heeger 等人开拓了导电聚合物领域。透明导电聚合物的电极材料是导电聚合物的一个重要应用领域，有机太阳能电池就是利用共轭聚合物或共轭有机分子这种有机半导体材料做成的。”李耀文告诉《中国科学报》。

与以硅为代表的无机半导体材料相比，有机半导体具有成本低、材料多样性、功能可调、可柔性印刷制备等诸多优点。因此，有机太阳能电池的研究热度不断攀升。特别是近年来，有机太阳能电池的研究获得了突飞猛进的发展，其光电转化效率不断刷新。有机太阳能电池已经到了商业化的“黎明前夕”。

光电转换效率突破 12%

有机太阳能电池活性层材料具有优良的可弯曲性，这使其在柔性太阳能电池领域展现出了巨大的应用潜力。

李耀文表示，高性能柔性透明电极、高效和低成本的有机半导体光伏材料、大面积柔性有机太阳能电池的制备技术以及器件封装和稳定性研究，是当前实现柔性有机太阳能电池商业化应用的关键。

李耀文告诉记者，商业化的铟锡氧化物柔性透明电极由于易脆、耐弯折性能差、面电阻高、透光率低等缺点，限制了其在柔性有机太阳能电池中的应用。因此，发展具有优良机械弯曲性、低面电阻、高透光率的新型柔性透明电极显得尤为重要。

据介绍，基于银纳米线的导电薄膜不仅具有优良的机械性能，而且其光学和电学性能优异，成为极具应用前景的柔性透明电极材料。但是，粗糙度大、附着力弱，形貌不稳定等缺点依然限制了它在高性能柔性有机太阳能电池中的应用。

对此，李耀文等人采用醇溶性高导电性、高规整度的银纳米线，对透明导电聚合物掺杂，通过调控掺杂比例有效调控导电聚合物薄膜的透过率和导电性，并进一步与纳米压印的网格银柔性基底复合，构筑了新型复合柔性透明电极。

他们进一步研究发现，银纳米线的掺入为导电聚合物薄膜提供了额外的电荷传输通道，可获得较高的电导率。测试结果表明，此新型复合柔性透明电极在可见光范围内的平均透过率得到了显著提升，最高透过率达到了 86%。同时，面电阻降低，导电薄膜与基底之间也表现出了良好的贴合性

和热稳定性。

“这些特点有助于下一步制备高性能的柔性有机太阳能电池。”李耀文说。

接下来,研究人员发现,基于这种新型复合电极制备的柔性有机太阳能电池效率达到了 12.07%,表现出了与基于玻璃基底制备的有机太阳能电池相当的效率(12.94%)。这也是目前报道的非铟锡氧化物柔性有机太阳能电池的最高效率。

产业化指日可待

“十三五”战略性新兴产业发展规划以及国家发展改革委能源局新近发布的《能源技术革命创新行动计划(2016—2030)》明确指出,将重点发展基于有机、钙钛矿半导体材料的太阳能电池。

李耀文介绍说,尽管有机太阳能电池的能量转化效率与硅基、钙钛矿太阳能电池的效率仍有较大差距,然而,它在柔性和半透明器件方面独特的优势为其产业化提供了广阔的空间,有助于实现与硅基太阳能电池的互补、填补光伏市场在柔性和半透明器件方面的空缺。

首先,有机太阳能电池光活性层所采用的有机/聚合物材料,使其在制备柔性有机太阳能电池方面具有先天的优势。

此外,有机太阳能电池的光活性层通常不仅具有较薄的厚度(100~300nm),而且其光学带隙通过对活性材料的化学剪裁可实现有效调控,从而拓展了有机太阳能电池在半透明和彩色电池领域的应用。

“有机太阳能电池具有独特的轻质、半透明、多彩化、可弯曲以及可卷对卷大规模生产的特性,在未来的可穿戴能源设备、建筑光伏一体化、光伏帐篷和光伏大棚等领域的应用上将会大放异彩。”李耀文说,“因此,柔性、半透明有机太阳能电池的研究将成为一个热点。目前我国有很多课题组已从事相关内容的研究。在未来的几年内,我国在该领域应该会有更大的突破、会有很多科研成果出现。”

据了解,中科院院士、中科院化学研究所研究员、苏州大学教授李永舫已着手相关产业化布局,在江苏省产业技术研究院有机光电技术研究所成立了光伏中心。光伏中心已配备相关研发人员和设备,主要开展有机太阳能电池光伏材料的放大量合成,以及柔性有机太阳能电池的大面积制备和稳定性研究。

谈到柔性有机太阳能电池的产业化,李永舫对《中国科学报》说:“柔性有机太阳能电池的产业化需要一步一步向前推进。”他表示,首先是高效和低成本有机光伏材料的开发和放大合成,以及高性能柔性透明电极的开发和大量制备;其次需要开展柔性器件的大面积制备工艺、器件稳定性以及封装材料和工艺的研究;最后需要与企业合作,制备柔性有机太阳能电池组件,并建立柔性有机太阳能电池生产线,实现柔性有机太阳能电池的大规模应用。

“有机太阳能电池是中国人引领的一个研究领域,我们一定要在中国率先实现柔性有机太阳能电池的产业化。”李永舫说。

科学网 2019-04-12

## 水面漂浮电站成“光伏+”新焦点

在 2018 年 10 月底,一份由新加坡太阳能研究所(SERIS)发布的报告显示,在全球水面光伏漂浮电站市场中,中国企业-阳光电源“浮体及漂浮系统解决方案”全球应用规模已超 400MW,占据了这一领域全球总装机量的三分之一以上。

根据上述报告,截至 2018 年 9 月,全球水面漂浮电站累计装机量已近 1.1GW。

对于这一趋势,阳光电源阳光浮体系统解决方案部总监吴昊在接受《证券日报》记者采访时表示:“宏观上看,漂浮电站克服了土地供应问题。世界上有超过 40 万平方公里的人造水库,也就是说纯粹从可用表面积的角度看,水面漂浮电站在理论上具有太瓦级的潜力。”

“微观层面,就目前的 EPC 成本来看,按照发电量增加 10%来测算,漂浮电站度电成本已经低



于地面电站。”吴昊说。

#### 水面漂浮成“光伏+”跨界新战场

在吴昊看来，相对于地面电站，漂浮电站具有节约土地资源、提高发电量、施工便捷、保护水体以及运维方便等特点。“从价格方面分析，漂浮电站比地面电站成本要高一些，在土地成本上，地面电站略高。但漂浮电站投资不能只看初始投资，还要看它的发电成本。按照发电量增加 5%来测算，浮体成本是 1 元/W 的时候，地面电站成本比漂浮电站高 0.33 元；如果按照 10%算，漂浮电站已经低于地面电站；如果与渔光互补式的水面电站比，桩长超过 7 米，做漂浮电站会更加划算。”

在业界看来，近年来中国的水面漂浮电站项目猛增，甚至成为全球最重要的水面漂浮电站市场，主要是受到大量的采煤沉陷区项目带动。

借助领跑者项目的推动，电站开发商将这些环境治理问题转化为机遇，在矿区建设了一座座水面漂浮电站，促进了沉陷区综合治理的提升。领跑者项目为代表的水面漂浮电站之后，平价和分布式水面漂浮电站也开始成为光伏电站投资企业“试水”探索的新增长点。

而除了中国，印度也是全球重要的水面漂浮电站市场，印度太阳能公司 SECI2017 年底公布了 5 年内完成 10GW 水面漂浮电站招标的计划。越南、马来西亚等东南亚国家水域资源丰富，未来 3 年内这些国家亦有从几十到数百兆瓦不等的水面漂浮电站建设计划。此外，日本、韩国也是重要的水面漂浮电站市场，未来 3 年内这两个国家将会有吉瓦级的水面漂浮电站建设总量。

#### 水面浮体电站市场技术门槛高

对于光伏而言，水面漂浮电站是太阳能光伏技术的一个令人振奋的新应用，随着技术的成熟，水面漂浮式太阳能系统的应用也将加速，带动“光伏+”跨界发展，并为许多国家和市场带来机会。

不过，想要占领看似蓄势待发的市场，也并不那么容易。目前，成本问题始终是困扰水面漂浮电站市场发展的一个大问题。因此，志在水面漂浮电站市场的企业们都在围绕降本增效进行研究，这其中，包括对标地面电站、屋顶电站等，在如何优化水面漂浮系统的投入成本、发电量、占地面积、运维等方面入手，以及如何在绝大部分地区采用适度倾角组件布局的方式可以有效降低度电成本（LCOE），提高投资收益率。此外，抗腐蚀材料研发、水面漂浮电站运维也是需要解决的重要问题。

据悉，阳光电源浮体生产基地尽管享有阳光电源 22 年的光伏行业技术研发及生产经验，但为了开拓水面漂浮电站这一市场，还是投入了大量的成本，组建了一支由多名行业专家、博士组成的浮体研发团队。如今，这个团队已经申请了先进浮体、方阵锚固、逆变升压浮台、系统运维等方面专利五十余项，牵头和参与制定浮体技术相关标准多项。

目前，阳光电源浮体生产基地年产能可达 800MW，在国内以及东南亚都有合作工厂，业务辐射全球。

吴昊介绍，对于上述，阳光电源的解决方案是，浮体产品采用食品级高密度聚乙烯材料，韧性、耐疲劳性好，具有优异的化学稳定性。“阳光浮体材料配方经过改良以后，经受相当于 25 年户外辐射的辐照剂量后，性能保留率可以达到 75%左右。”

目前，阳光电源漂浮系统由主浮体（支撑组件）、过道浮体（连接运维）、连接浮体（加长连接）、汇流箱浮体（承载电气接线）等组成，而采用不同的系统排布方式会形成不同的系统方案。例如国内纬度 20 度以上的地区，会采用单片横排 12 度倾角的方案；东南亚地区采用双连排和三联排方案，倾角 5 度，可以有效降低成本。

水面漂浮电站是一种新的光伏应用细分领域，发展时间较短，缺乏相应的技术标准和规范。阳光电源积极参与并主导多项行业相关国家标准的制定，以充分发挥水面漂浮电站节约土地资源、提高发电量的优势，未来该行业的发展将会越来越规范化。

证券日报 2019-04-02

## 汉能颠覆性创新创造移动能源行业

创新驱动，给新能源行业发展带来了新一轮机遇，也将逐步确立新能源产业新格局、新趋势。持续变革与创新，坚持科技引领、精益求精、不遗余力在科技创新方面投入，让汉能集团尝到了甜头。

产业结构的转型升级、消费结构的迭代升级，对推动大众创业、万众创新提出了新的更高要求。汉能在薄膜太阳能领域的科技创新，除了长达八年累计投入百亿美元的巨资资本投入，更集中体现在技术创新与设计创新上。

专利和标准，是技术创新最显而易见的体现。到目前为止，汉能全球累计专利申请达到 10200 件，仅 2018 年，汉能平均每天专利申请超 30 件。《中国产业 2018 年基本情况及 2019 年展望报告》中指出：“汉能碲化镉薄膜单结电池转化率达到 29.1%，第六次刷新世界纪录。中国可再生能源学术大会上发布的 8 项中国太阳能电池转换效率纪录，汉能独占 4 项，继续保持在薄膜太阳能技术领域的全球领导者地位，其开发研制的发电瓦、发电墙、发电路等新型光伏建筑一体化绿色建筑材料，使传统耗能建筑转化为产能建筑成为可能。”

在设计创新上，汉能更是精益求精、不遗余力，呈现出“再定义”的颠覆性。结合生态建筑理念，将薄膜太阳能技术应用于建筑领域，颠覆了几千年来人们对传统屋瓦和玻璃幕墙遮风挡雨的传统认知属性，更赋予传统屋瓦和玻璃幕墙发电的造能、节能和电力分享的颠覆性全新设计开发理念，“重新定义”的汉能汉瓦、汉墙使物质、能源在建筑生态系统内实现有序的绿色循环使用，赋能建筑，其设计的发电瓦、发电墙及发电路等新型光伏建筑一体化绿色建筑材料，使传统耗能建筑转化为产能化的绿色建筑及零碳建筑成为可能。

近日，汉能汉瓦以颠覆性的设计理念斩获素有“设计界奥斯卡”之称的 IF 金奖，评奖委员会在给汉瓦的评语写道：“该产品将传统外形与节能减排完美结合，代表了薄膜太阳能技术的最新突破。使用汉瓦的房屋建筑将可能实现能源的自给自足，或至少能够消减自身的能源足迹。它拥有琉璃瓦片的外观，集合了未来太阳能产品的多种优点：一体化、高效、自然、美观。”

事实上，汉能不仅基于产品的科技创新，更在创造一个行业。说起太阳能发电，很多人脑海中浮现最多的就是成片的光伏发电装置，而固定的发电装置在很长一段时间内代表着太阳能发电。尽管光伏发电企业也在进行创新，比如光伏发电+农产品种植/水产养殖等，充其量这只能算是“一鱼二吃”，除了能够增加一个赢利点，并没有改变光伏行业的本质。

而真正颠覆性的行业创新来自汉能。汉能创始人李河君在 2019 年汉能科技创新大会上表示，“汉能最值得骄傲的地方，是创造了移动能源行业。汉能薄膜太阳能发电，让能源摆脱了场地、位置、电线、规模的束缚，真正地开创了移动能源行业。”基于强大的技术创新，汉能成功贯通薄膜太阳能的上中下游产业链，并进行了精确界定，带动了越来越多的地方政府、企业、机构及个人参与其中，分享移动能源行业红利。

模式创新，是汉能科技创新的新附加值。传统的光伏发电企业的核心模式是拿地、建设、卖电，其主要收益来源于发电上网+政府补贴+种养殖收益。这样的项目，具有建设周期长、投资回报慢、产业链短、企业及民众参与度低等特点，在建设初期很难得到民众的支持。

立足于科技创新，汉能发展模式在传统光伏发电基础上进行了颠覆性创新。从技术、设计、行业、模式等各方面，汉能对产品品类与应用场景进行了全面颠覆。首先，汉能彻底摒弃了依靠政府的模式，创造性地打造出“智能发电+产品销售+增值服务”的全新发展模式；其次，薄膜太阳能产业具有“分布式化整为零，可大可小灵活性，移动化的便利性”等核心优势，既能与政府及企业联合建立薄膜太阳能高端装备制造产业园，也能利用汉瓦、汉墙、汉路等产品开发一些“短平快”的高科技实体建筑建材应用产品工程项目，还能利用汉纸、包、太阳能汽车等产品构建终端个人消费的社会化体系，实现无所不能的“万物发电”。

尽管汉瓦、汉墙，被冠之以“瓦”、“墙”，可从严格意义上来说，其在很大程度上颠覆了几千年来

对“瓦和墙”的概念和属性，其本质不是建筑材料“瓦”和“墙”，而是一个新能源的载体。汉瓦、汉墙的出现，从遮风挡雨到创造能源、赋予建筑发电功能，让每一个用户、每一个家庭都能够主动创造和分享清洁能源。

同样地，汉路不是路，而是智慧交通能源系统；汉伞也不是伞，而是智慧能源休憩站；汉包也不是包，而是个人智慧能源补给站。而这一全新的品类，正在被汉能持续不断地丰富，也正在被越来越多的人所接受。

汉能颠覆性“再定义”创新能力在应用场景上发挥到了极致。传统的太阳能发电产品，应用非常狭窄，距离民众生活太远。依托科技创新，汉能不断刷新薄膜太阳能技术的广阔应用前景，革新了外界对于太阳能行业的固有认知，其薄膜太阳能产品和解决方案几乎涵盖了清洁能源的所有市场终端应用，从建筑、交通、基础设施到可穿戴装备等，满足了人们所有应用场景的需求，并已出现在我们的日常生活当中，汉瓦、汉墙、汉路、汉车、汉包、汉纸、汉伞等产品具有颠覆性，真正实现万物皆可发电。

经济参考报 2019-04-10

## 英国计划开发 500 兆瓦光伏储能项目

据外媒报道称，德国开发商 Wirsol 和英国 Tribus 的合资企业 Sunnica Energy 已递交了环境许可申请，计划在英国建设 500 兆瓦的 Sunnica 能源农场。

根据英国国家基础设施规划署公布的一份文件，这一项目将由两部分组成：位于西萨福克沃灵顿南部的 Sunnica East 场地和位于东剑桥郡 Chippenham 南部的 Sunnica West 场地。这两个设施所发电力将从现场变电站输送到 Burwell 国家电网变电站，该变电站距 Sunnica East 约 11 公里，距 Sunnica West 约 7 公里。项目获批后计划于 2022 年开工，于 2025 年春季竣工。

至于项目中使用的光伏和存储技术，该文件显示，开发许可令（DCO）的参数将具有灵活性，以便在施工时可使用最新的技术。储能系统预计将采用锂离子电池，而组件的功率范围可能在 250W-400W 间或更大取决于施工时的技术进步程度。项目将依赖于中央逆变器，但目前也没有排除使用组串式逆变器的可能。作为探索迭代设计过程的一部分，电池储能系统将会有许多不同的设计。

建成后，Sunnica 能源农场将成为英国最大的光伏电站，但它可能还不足以与最近宣布的一些其他大型设施比肩，如澳大利亚最近上线的 1.5 吉瓦光伏+500 兆瓦时储能项目等。

中国煤炭资源网 2019-04-01

## 解读平价上网项目建设方案：发改委和能源局要“来真的”

就在所有光伏人士都在静待 2019 年补贴新政的时候，国家发展改革委、国家能源局再次针对平价上网项目出台《关于推进风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设的工作方案（征求意见稿）》（以下简称“方案”）。确立平价上网项目的优先地位！（“方案”原文请点击：[能源局：优先建设平价上网项目](#)）

在 2019 年初，国家发展改革委、国家能源局发布了《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》（以下简称“通知”），在“通知”发布之初，笔者曾评价该政策为“531 之后最有诚意的一项政策”，因为该政策致力于降低平价上网的非技术成本，考虑周全，近乎对所有平价上网项目可能存在的问题给出了解决方案。而笔者也认为，平价上网项目发展的顺利与否，主要就看该政策能不能落实。

而此次出台的工作方案即是确保“通知”有关支持政策落实到位。下面我们一起来看看，这次工作方案透露出了哪些信息。

一、确认优先级：平价上网项目优先、补贴项目推后

工作方案的第一条内容就是优先建设平价上网项目，要求各地区在电力送出和消纳条件基础上满足条件的基础上，先行确定一批 2019 年度可开工建设的平价上网风电、光伏发电项目。同时在第四条提到，在开展平价上网项目论证和确定 2019 年度第一批平价上网项目名单之前，各地区暂不组织需国家补贴的风电、光伏发电项目的竞争配置工作。

以上可以发现，“方案”将确定第一批平价上网项目名单作为当前光伏行业最为迫切需要完成的事项。确切来说，组织第一批平价上网项目的建设之后，才会开始需要补贴项目的竞争配置。

在此之前，业内一直认为有补贴项目要优先于平价上网项目（即“无补贴项目”）。因为从补贴政策的风向来看，今年或将有 30 亿元的资金作为光伏项目的补贴。有专业人士测算后得知，这 30 亿元或将支撑 45GW 左右的新增装机。

这也就意味着，有补贴项目仍将是今年新增装机的绝对主力，而此前炒的大热的平价上网项目将成为陪衬。

但是“方案”的出台彻底打破了这种印象。户用项目也好，地面电站也罢，只要是需要国家补贴的项目，都统统往后站。

## 二、严格落实各项利好政策

作为去年“531”之后最有诚意的一项政策，“通知”给平价上网项目设定了多项利好政策。其中最主要体现在对非技术成本下降的利好。

包括但不限于：要求各地方政府部门对平价上网项目在土地利用及土地相关收费方面予以支持、禁止收取任何形式的资源出让费等费用、不得将在本地投资建厂、要求或变相要求采购本地设备作为项目建设的捆绑条件；要求电网企业确保项目所发电量全额上网、承担平价上网项目电量收购责任；要求国家开发银行、四大国有商业银行等金融机构开发适合项目特点的金融产品，积极支持新能源发电实现平价上网。

可以说，“通知”几乎给平价上网项目扫除了所有障碍。政策是出来了，但是由于涉及到多方利益，如何落地实施才是关键。“方案”不但确立了平价上网项目的优先地位，而且对“通知”中提到的各种利好再次进行了强调，并着手严格落实。

首先在消纳方面，“方案”再次体现了对平价上网项目的优先，消纳空间优先用于支持平价上网项目。在各类项目中，配置消纳能力的排序为：

- 1、已备案且自愿转为平价上网项目的项目
- 2、2019 年度新建平价上网项目
- 3、需国家补贴的项目

其次，“方案”要求各地区协同落实平价上网政策措施。在附件的“有关落实事项及任务分工”中，明确要“降低土地等非技术成本”、同时为了减轻企业负担，规定电网企业负责项目升压站之外的接网等全部配套电网工程；此外还对相关项目的售电合同进行规定，最大程度确保项目 20 年以上的电量收购、并保证平价上网项目不需要参加电力市场交易。这些利好政策都进行了详细的归责，并注明了完成时限。这一切都表明，这次发改委和能源局是“来真的”。

## 有关政策落实事项及任务分工

序号	有关政策措施	主要内容	牵头单位	完成时限
1	降低土地等非技术成本	有关地方政府部门降低项目场址相关成本，核实集中式电站项目不在收取城镇土地使用税范围内；禁止收取资源出让费，不得将在本地建厂、采购本地设备作为捆绑条件	各省级能源主管部门负责组织实施；国家能源局派出监管机构负责将其作为监管事项	持续推进
2	项目消纳论证和接网工程建设	有关省级电网企业负责投资项目升压站之外的接网等全部配套电网工程，向省级能源主管部门提供拟建平价上网项目的电力送出和消纳意见	国家能源局组织各省级能源主管部门，指导国家电网公司、南方电网公司、有关省级政府管理的地方电网企业落实	持续推进
3	固定电价购售电合同示范文本	国家能源局及其派出机构指导电网企业以2014年国家能源局与国家工商管理总局联合印发的《风力发电场购售电合同（示范文本）》和《光伏发电场购售电合同（示范文本）》为基础，补充平价（低价）上网政策内容后，签订长期固定电价购售电合同（不少于20年）。各派出	国家能源局及其派出监管机构指导国家电网公司、南方电网公司、有关省级政府管理的地方电网企业落实；各派出机构指导督促长期固定电价购售电合同签订，电网企业和电力交易机构做好	2019年6月30日
		机构指导督促有关电网企业与项目单位签署长期固定电价购售电合同，签署的购售电合同报派出机构登记，并抄送有关电力交易机构	购售电合同的执行工作	
4	限发电量核定为可转让的优先发电计划	有关地方政府部门会同电力企业测算限发电量，核定优先发电计划，组织电力交易机构落实交易转让	国家发展改革委指导有关地方政府部门和电力交易机构实施	2019年6月30日
5	绿色证书核发及交易	在有关绿证管理机制中明确平价上网项目绿证核发机制，明确绿证参与自愿认购和消纳权重责任交易的具体方式	国家能源局指导国家可再生能源信息管理中心实施	2019年6月30日
6	输电费用和交叉补贴减免	分布式发电市场化交易试点免交未涉及的上一电压等级的输电费、就近交易可再生能源电量减免政策性交叉补贴的具体核定办法	各省级价格管理部门	2019年6月30日
7	无补贴项目不参与电力市场交易的机制衔接	对无补贴风电、光伏发电项目严格落实优先上网和全额保障性收购政策，不要求参与电力市场化交易（含跨区电力市场化交易）	国家发展改革委，国家能源局指导电力交易机构做好衔接	2019年6月30日

OFweek 太阳能光伏网 2019-04-12

## 海洋能、水能

### 虽利用清洁能源 小水电仍需绿色改造

近日，联合国工业发展组织(UNIDO)官微发布消息称，该组织正与中国水利部、国际标准化组织(ISO)等联合推动制定小水电技术国际标准。

事实上，在推进制定相关国际标准的同时，水利部也在积极推动国内小水电的绿色发展，发布了《绿色小水电评价标准》。

对小水电制定各种技术标准，并进行绿色评价，其实都是为了让小水电未来更健康、可持续地

发展。

#### 小水电曾出力点亮乡村

小水电利用的水能是清洁能源。作为农村基础设施，小水电为点亮乡村出过不少力。但是，一些地方过度、违规开发所带来的生态问题也不容忽视。国家审计署 2018 年 6 月 19 日发布的《长江经济带生态环境保护审计结果》显示，截至 2017 年底，长江经济带有 10 省份建成小水电 2.41 万座；8 省份 930 座小水电未经环评即开工建设；过度开发致使 333 条河流出现不同程度断流，断流河段总长 1017 公里。

“绿色发展已经成为业内共识，治理小水电，绿色改造是关键。”水利部农村水利水电司水能处相关负责人在接受科技日报记者采访时表示。

按照相关部署，长江经济带省份要在 2020 年前基本完成小水电的清理整改工作，其余各省份也要在 2022 年前完成相关工作。

#### 生态电价“指挥”水流量

河道断流、河床裸露……一些地区小水电无序开发带来的生态环境问题备受社会关注。在上述负责人看来，针对小水电发展过程中存在的问题，可以通过科学规划、加强监管、绿色改造、建立市场机制来积极应对。

今年 1 月，水利部会同发展改革委、生态环境部、国家能源局四部委在京联合召开视频会议，部署推进长江经济带小水电生态环境突出问题清理整改工作。狠抓问题整改，保障生态流量，是这次会议明确的重点任务之一。

事实上，对于水电站而言，为保障生态流量而下泄水量，意味着要损失真金白银的发电效益。陕西省水利厅相关负责人介绍，北方地区水电站以高水头、小流量为主，泄放 10% 的流量，发电量损失 20% 以上，老电站生态流量下泄面临较大的阻力。

如何调动水电站业主的积极性，确保生态流量泄放落实到位，考验着各级管理部门的智慧。福建省水利厅联合当地环保、经信、物价等部门出台了《关于加快落实水电站生态下泄流量工作的通知》等一系列文件，明确了流量核定、生态改造、部门职责分工等。

“特别是，根据水电站落实生态流量程度，分档设置生态奖惩电价。”福建省水利厅厅长赖军介绍，对最小生态下泄流量监控数据完整率和达标率达 80% 以上的水电站，实行生态电价奖励；对完整率和达标率在 60% 以下的，给予生态电价惩罚，引导企业自觉落实生态流量。

#### 老旧电站变时尚咖啡馆

在福建省泉州市永春县水利系统工作了 30 多年的陈俊超，对小水电再熟悉不过了。上世纪 90 年代，身为设计室主任的他，一年要忙着给 20 多个小水电站出设计和技改方案。“点亮乡村”和“让每一滴水创造最大价值”，是他工作的指针。

“如今，为了保障生态需水，实现河畅其流，推进小水电清理整改、绿色转型，已经成了我和同事们的工作重心。”陈俊超说。

作为福建省老旧电站退出试点县，2015 年以来，永春县有 39 座电站报废退出，修复 40 公里河道。

退出运营后的电站是否可以“旧物再利用”？永春县建于 2004 年和 1995 年的石鼓镇桃联、桃源两座电站的退出改造项目给出了答案。

如果不是外墙上的“水电站”字样，当走进充满文艺气息的咖啡馆和书吧时，你可能很难想象这里曾经是老旧电站的厂房。仔细看，会发现咖啡馆里的陈设还有不少工业元素，环形木质圆桌的中央，放着一台身型壮硕的圆柱体金属设备，上面写着“1#发电机”，原来它是一台退役的发电机。

咖啡馆的大落地窗外，是流动的桃溪水。永春县水利局负责人说，桃联、桃源电站退出后，渠道仅保留少量灌溉用水，绝大部分水量进入主河道，恢复桃溪 5 公里主河道流量，起到修复生态、美化环境的效果。

“上世纪六七十年代，永春县作为小水电发祥地，成为全国小水电的一面红旗。走进新时代，我

们将践行‘绿水青山就是金山银山’的理念，与时俱进，争取成为小水电绿色转型的一面旗帜。”永春县文体旅游局副局长姚海兰说。

唐婷 科技日报 2019-04-09

## 风能

### 6.4GW！广东揭阳滨海新区引入海上风电重大产业项目

5亿元支持粤东新城办大学，赋予部分省级管理权限，国有土地使用权出让、租赁收益全额留存当地……这些重磅支持政策，是省政府出台《关于支持揭阳滨海新区粤东新城加快开发建设的若干意见》（以下简称《意见》），助力揭阳滨海新区粤东新城打造广东区域新发展极、滨海产城融合绿色发展实践区的系列措施之一，是加快形成全省“一核一带一区”区域发展新格局的重要举措。

揭阳作为滨海新区粤东新城建设的实施主体，《意见》的出台将给揭阳带来哪些机遇？揭阳又是如何把握机遇，乘势而上？为此，笔者走访了相关部门和专家，将推出系列文章，寻找答案。

揭阳市委书记、市人大常委会主任李水华指出，揭阳滨海新区是揭阳改革创新战略支点，从一开始就要站在改革和创新的制高点，推动改革系统集成，带动揭阳改革创新大步迈进。

#### 新规划

推动建设国家级临海产业重要集聚区

《意见》首先明确了揭阳滨海新区粤东新城的发展定位。强调加强粤东新城与大南海石化区、临港产业园建设的互动协调，推动建设国家级临海产业重要集聚区。

制定规划的同时，更要有项目的落地支持。

目前，揭阳滨海新区已引入中委广东石化炼化一体化、海上风电、中海油 LNG 等临海重大产业项目。

中委广东石化炼化一体化项目调整优化为年产 2000 万吨炼油+260 万吨芳烃+120 万吨乙烯炼化一体化，并纳入国家石化产业规划布局，同步引进建设吉林石化年产 60 万吨 ABS、昆仑能源 LNG 等产业链配套项目，总投资达 830 亿元，项目已全面启动。

已核准海上风电总装机容量 640 万千瓦，国电投 90 万千瓦海上风电率先开工建设，中广核等近海深水区海上风电项目前期工作加快推进，积极引进海上风电研发、风机制造等配套项目，打造海上风电产业基地。

《意见》还明确表示，揭阳滨海新区粤东新城的建设，不仅要以产业为先，更要打造粤东区域的科创高地、教育高地。

《意见》支持粤东新城引进国（境）外高水平大学开展合作办学，引进国内高水平大学举办本科院校。对于实际落地的公办本科高校建设项目，省财政一次性安排 5 亿元作为公办本科高校建设补助资金（不含研究生院），并按省内高校有关生均标准对学校运营经费给予补助。

今年，滨海新区建设将构建粤东新城、大南海石化工业区、粤东风电产业园“一中心两基地”产城融合发展新格局，以新建汕汕高铁实现与粤港澳大湾区及沿海经济带城市群、产业链串珠成链。

#### 新机遇

揭阳未来发展大有可为

去年，揭阳市经济保持总体平稳，全年实现生产总值 2152.47 亿元，同比增长 5.3%左右；固定资产投资 1013.32 亿元，增长 12.3%；社会消费品零售总额 1118.42 亿元，增长 9%。

今年为了实现经济社会进一步发展，揭阳市将坚持“一四四”工作思路和百日百项大行动，聚焦建设“一轴一带一区”、发展实体经济、提升城市建设管理运营水平等 10 个方面精准发力，走正道，出实绩，谋振兴，真落实，努力把揭阳建设成为广东沿海经济带新增长极。

发力的关键，就在于滨海新区粤东新城的建设。

目前，揭阳紧盯湾区融入地目标，着眼揭阳发展全局，全面实施以功能区为引领的区域发展新战略，构建由揭普（潮）惠发展轴、惠来沿海经济带、西部生态发展区构成的“一轴一带一区”新格局。

今年，揭阳将把惠来作为沿海经济带建设主战场。惠来将以重大项目、重点平台和重要基础设施建设为龙头，推动港产城融合发展。全力推进国电投海上风电暨前詹专用码头建设，争取开工近海深水区海上风电项目，打造海上风电产业和运维基地。

同时，深化招商局集团与粤东新城的政企合作模式，用好省专项扶持政策，落实开发规划和开发条件，推动起步区开工建设。围绕对接风电产业园、大南海石化工业区和粤东新城抓好惠来县城扩容提质。

新姿态

奋力建设沿海经济带新增长极

发展问题始终是揭阳的核心问题，推动高质量发展是揭阳的根本出路。当前，揭阳正紧抓滨海新区、粤东新城建设这一历史机遇，以走正道、出实绩、谋振兴的新姿态面对新的挑战，奋力建设广东沿海经济带上新的增长极。

揭阳市牢固树立新发展理念，坚持以供给侧结构性改革为主线，以“百日百项大行动”为总抓手，以重点项目建设带动中小企业发展、促进产业转型升级。

2018年5月，揭阳潮汕国际机场跑道延长及站坪扩建主体工程正式启动建设，扩建后机场将满足波音747、777等大型E类机运行。2018年10月，揭惠高速全线建成通车，从揭阳市区到惠来县，车程缩短至40分钟左右。2018年12月，汕汕高铁先行开工段开工活动在惠来县举行，全线建成后，粤东地区乘坐动车到达广州理论路程时间将缩短至1.5个小时左右……项目建设密集推进，现代化基础设施对经济社会发展的先导作用进一步发挥。

重大项目能够不断取得突破，源自2017年启动实施、扎实推进“百日百项大行动”。

2017年组织实施“迎盛会·百日百项大行动”，推动揭阳成为粤东地区振兴发展的“希望之地”。2018年实施“走在前列·百日百项大行动”，推动一系列重大项目从“希望工程”成为实实在在的“走在前列”工程。

面向未来，揭阳继续梳理出一批具有系统性、基础性、支撑性、前瞻性的重要工作，组织实施“谋振兴·百日百项大行动”，补上短板、积聚能量、增创优势，逐步走上高质量发展的快车道。

潮涌南海，宏伟蓝图已然铺开。立足滨海新区粤东新城的建设，揭阳正在逐步成长为自身高质量发展并对周边产生强大带动作用的粤东发展极。

南方网 2019-04-03

## 252MW！浙江省首个海上风电场实现联网

4月1日讯，3月31日，国网舟山供电公司顺利完成我省首个海上风电场——六横海上风电场海底电缆敷设工程，全部63台风电机组实现联网。

六横海上风电场是浙江首个海上风电场项目，也是省重点建设项目。该项目位于舟山普陀六横岛东南侧，整个风电场规划海域面积约为50平方公里，规划装机容量252兆瓦，布置63台单机容量4兆瓦的风电机组。风电场配套建设一座220千伏海上升压站、一座陆上集控中心及一座陆上计量站。

据了解，该风电场预计年发电超7.5亿度，按同类型中型燃煤火电发电标煤每千瓦时330克计算，运行每年可节约标煤20万吨，减少二氧化碳排放51万吨，减少二氧化硫排放3682吨，将进一步改善舟山地区清洁能源使用比例，推动全省绿色能源发展应用。

浙江在线 2019-04-03



## 37.6MW! 中广核在英国首个自主建设陆上风电项目动工

中广核欧洲能源公司与英国 Jones Bros Civil Engineering 公司日前在法国巴黎签署了英国布雷尼格项目(Brenig)的配套设施以及电气系统合同,土方工程也正式动工。

布雷尼格项目是位于英国威尔士地区的陆上风电项目,项目由 16 台 2.35 兆瓦风机组成,装机容量为 37.6 兆瓦,预计于 2018 年完工,建成后将为近 2.5 万户英国家庭提供电力。

据中广核欧洲能源公司总经理陆玮介绍,布雷尼格项目是该公司首个自主建设的风电项目。这一项目将为当地增加就业、促进经济发展带来积极影响,截至目前已经为当地企业带来了 640 万英镑的合同。

中广核欧洲能源公司是中国广核集团全资子公司,于 2014 年 6 月在法国巴黎注册成立。公司成立以来,相继收购了英国、法国、比利时、爱尔兰等国多个重要风电项目,目前已成为欧洲第七大新能源运营商。

陆玮说,“目前公司在新能源领域的总投资已超过 10 亿欧元,在英国、法国、比利时、爱尔兰、塞内加尔等国拥有在运装机容量超过 50 万千瓦。我们将抓住‘一带一路’的契机,按照‘共商、共建、共享、共赢’的理念,加大在欧洲新能源领域的投资力度,推进国际产能合作,力争打造一批‘一带一路’的明星项目。”

能源合作是“一带一路”建设的重要内容,中广核近几年来加紧在海外的布局,海外新能源装机容量近 900 万千瓦,已成为中国在海外电力装机规模最大的企业之一。

安徽热线 2019-04-03

## 从引进到引领 上海电气的风电进阶路!

时至今日,我国风电产业发展日臻成熟,不仅体现在开发规模的稳定、机型的丰富、技术的先进以及服务的高效上,市场主体数量和结构也趋于合理。最近十年,是行业发展最为激荡的岁月。滚滚历史洪流,大浪淘沙,部分企业由于种种原因未能经受住考验,惨遭淘汰出局。还有一些企业则立足于研发与创新,用时间洗净铅华,最终从激烈的竞争中脱颖而出,华丽转身为国内,乃至全球风电市场的领跑者。上海电气风电集团(下称“上海电气”)便是其中的代表。

从初涉风电业务,到坐拥国内海上风电半壁江山,这家企业用了十年左右的时间,走出一条许可证生产—联合设计—自主创新的技术路线。

十年蝶变成龙头

不谋万世者,不足谋一时。

进入 2019 年,上海电气的风电业务开拓接连传出好消息,相继中标中广核江西吉水 4.2 万千瓦风电项目、新疆晋商山西静乐 10 万千瓦风电项目、国家电投广东揭阳 20 万千瓦海上风电机组订单,7 兆瓦机型在国内首次实现商业化运营,与江苏海上龙源风力发电有限公司签署海上风电备件代储及长协采购框架协议……整体呈现“海陆并进”之势。

纵观近几年,如此表现已成常态,尤其是在海上风电领域,上海电气更是斩获一半左右的市场份额。该公司高层认为,这是其多年积累遇到市场机遇期所产生的必然结果。

2006 年,上海电气成立风电设备有限公司,正式进军新能源领域。如同许多其他企业在开拓新市场采取的做法一样,最初上海电气运用的策略是许可证生产,引入德国 Dewind、Aerodyn 以及西门子等公司的成熟机型。但该公司高层深知,这是快速叩开新市场大门的捷径,却无法形成自己的核心竞争力。

基于这种认识,经过几年的积累,该公司迅速转入发展战略的第二个阶段——联合设计,针对中国的风况特点,与国外企业联合研发具有更高环境适应性的机型。通过这种方式,一方面,培养出核心的研发团队,并吸收国外先进理念建立起一套高标准的管理体系;另一方面,实现供应链的

全球化，与优质供应商形成密切的合作关系，这些都为第三阶段的自主创新奠定基础。

“我们是站在巨人的肩膀上成长起来的，但又不能依赖于此。因此，集团为风电业务确定了‘两个坚定不移’的原则，即坚定不移地与国外先进企业合作，同时坚定不移地进行自主研发。”上海电气风电集团运营总监陈洪杰向《风能》杂志记者表示。

然而，受制于此前我国海上风电发展缓慢，上海电气蓄积的能量未能被充分释放。最近几年，这种局面得以扭转。伴随开发节奏的加快，该公司的业务迅速扩张，市场占有率一度超过 60%。期间，其依托 4 兆瓦、5 兆瓦、6 兆瓦和 7 兆瓦平台推出了一批重点新机型，引领国内大兆瓦海上风电机组发展潮流，并在实际运行中表现不俗。

比如，2018 年，在 6.5 米/秒的年平均风速条件下，安装 38 台上海电气 4.0MW-130 风电机组的中广核如东海上风电场的年利用小时数达到 3549 小时，在江苏沿海海上风电场对标中名列前茅。这款机型还曾连续两年被国外的“Windpower Monthly”杂志评为“全球最佳海上风电机组 Top10”。

与此同时，上海电气的陆上风电机组研发也动作频频，在早期 1.25 兆瓦机型的基础上，陆续发布了自己的 2 兆瓦和 3 兆瓦平台。

围绕机组研发与制造，这家企业不断将业务向产业链上下游延伸，转型势在必行。

据陈洪杰介绍，2015 年，上海电气以原有的风电设备公司为核心组建了风电集团，致力于成为全球领先的风电全生命周期服务商，业务覆盖风电场投资开发、整机制造、运维服务等。

面对良好态势，在上海电气高层看来，下一步的目标十分明确，“海上第一、陆上前三”。

发力智造谋未来

不谋全局者，不足谋一域。

目前，我国风电产业发展进入新周期，竞争性配置政策全面落地，剑指平价上网，对降低成本和提升效率提出了更高的要求。面对新形势，上海电气聚焦数字化技术应用，并在相关探索方面处于行业前列。

2015 年，这家企业即依托人工智能、大数据、物联网、云计算等技术，开始自主研发设计大数据平台——“风云”系统。它是一套风电全生命周期智能化管理平台，能够为用户提供涵盖前期风能资源评估、风电机组选址、整体方案设计、生产物流管理、运维监控、后评估等各个环节的一体化服务。

“我们始终认为，数字化是价值创造的推手，而非噱头。因此，‘风云’系统更关心的是能为行业解决哪些挑战与难题。”陈洪杰表示，“多年运行中，经过数次迭代，这套系统的功能更加强大、运行精度逐步提高，为业务开展提供了很好的支撑。”

他还透露，目前，以“风云”平台为基础，上海电气成立了一家专门公司统一管理所有的数字化平台，旨在推动整个集团的数字化建设。

对于上海电气而言，数字化手段的应用并不仅限于此，而是渗透到生产经营的方方面面，制造环节就是重点之一。

走向智能制造是我国高端装备制造业转型升级的核心路径，鲜为人知的是，上海电气已经对此展开了多年探索，并取得初步成果，这可以从其位于福建莆田的制造基地中管窥一二。

据了解，该基地集研发、试验、制造、运维为一体，占地面积 9.8 万平方米，厂房面积 3 万平方米，总投资 15 亿元，具备年生产 150 台（套）大兆瓦海上风电机组的能力，产值可超百亿元。

基地建设创造的“中国速度”曾让外国合作伙伴惊叹不已。2017 年 3 月，打桩、回填土；2018 年 3 月，进入试运行；同年 8 月，第一台 6 兆瓦机组下线；10 月，首台 7 兆瓦产品下线；12 月，风轮直径达到 171 米的 D6X 海上低风速机型下线，真正做到“当年建成、当年投产、当年创造效益”。

据上海电气莆田基地总经理陈辉介绍，这个基地对标欧洲先进智能制造，完全按照“工业 4.0”制造标准和流程打造，定位于成为亚洲地区工艺水平最高、产品技术最先进、规模最大的海上风电综合性基地，建有现代物流作业区、智能流水生产线、超大部件存储区、节能办公楼等。

在实地走访中记者注意到，从螺栓紧固、部件运送到质量检测、发电机测试，数字化技术与自

动化设备应用无处不在。借助智能化充磁/插磁设备，两台机器人即可完成磁钢充磁和插磁作业，并会对每一个磁钢进行包括尺寸、磁性能及序列号等在内的全方位检查和记录，从而保证性能及可追溯性；扭力机械手臂，具备扭矩控制、角度控制和扭矩保持功能，能实时显示拧紧扭矩和角度值监控；微动车系统，具有智能防摇摆功能，最大保证安装精度；莱卡激光跟踪仪，主要用于对关键部件进行空间尺寸的三维测量，精度达到微米级；大功率直驱发电机组全功率测试平台，占地面积约 500 平方米，可满足大兆瓦直驱发电机组的集成测试与研发需求。

“此外，车间还配有温湿度控制系统，从而确保装配、调试以及检测均是在恒温恒湿的环境中进行。”陈辉补充道，“为了降低能耗，我们还应用了一套综合能效管理系统，利用传感器集中监控所有的生产流程，及时发现能耗的异常或峰值情形，通过分析加以优化。”

这些软硬件离不开真金白银的投入，但产生的效果也十分显著。以智能化充磁/插磁设备为例。对于一台 6 兆瓦直驱发电机的磁钢充磁及插磁工作，若按传统方式作业，需要 10 个人花费 6 天，每日工作 8 小时，方可完成。而使用机器人，仅需要两名员工，8 个小时即可结束。同时，它还有效提高了产品质量并保障员工的人身安全。

莆田基地的成功，让上海电气积累了一批可复制和推广的经验，增强其加快布局智造的信心。据悉，该公司目前正按照同等标准，在江苏如东、广东汕头打造海上风电智能制造基地，后者将于 2019 年下半年投产。

“提升智能制造水平可以产生‘一方投资，多方获益’的效果，产品质量的提高，设备成本的下降，整条产业链都将受益，这也是上海电气不遗余力推进智造的核心动因。”陈辉强调。

《风能》杂志 2019-04-03

## 国家能源局：风光发电平价上网项目先建先消纳

4 月 10 日，国家能源局发布《关于推进风电、光伏发电无补贴平价上网项目建设的工作方案（征求意见稿）》明确，优先建设风光平价上网项目，严格落实平价上网项目的电力送出和消纳条件。

业内人士认为，该文件基本明确了未来项目开发的方向和电网服务的排序，平价上网项目获诸多优先权，消纳将成为项目落地的第一约束条件。

《征求意见稿》提出，在开展平价上网项目论证和确定 2019 年度第一批平价上网项目名单之前，各地区暂不组织需国家补贴的风电、光伏发电项目的竞争配置工作。具备建设风电、光伏发电平价上网项目条件的地区，有关省（区、市）发展改革委应于 4 月 25 日前报送 2019 年度第一批风电、光伏发电平价上网项目名单。

“明确一批平价项目再做竞价项目。对于开发企业来说，理智选择很关键，主流开发企业更倾向于大型平价项目。”中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎认为。

为了鼓励企业参与平价上网项目，国家能源局在消纳等多方面给予了“优先权”。《征求意见稿》提出，各省（区、市）能源主管部门要以能源电力发展规划为指导，根据电力系统实际严格核实合理规模，消纳空间优先用于支持平价上网项目，督促各省级电网企业为平价上网项目接入电力系统做好配合服务，确保平价上网项目顺利消纳。国家电网公司、南方电网公司要指导督促下属省级电网企业配合所在省（区、市）能源主管部门落实平价上网项目电力送出和消纳工作。鼓励 2018 年或以前年度已核准（备案）或已配置的陆上风电、光伏发电项目自愿转为平价上网项目。如项目单位承诺自愿转为平价上网项目，电网企业按最优先级别配置消纳能力；2019 年度新建平价上网项目按第二优先级别配置消纳能力；在保障平价上网项目消纳能力配置后，再考虑需国家补贴的项目的电力送出和消纳需求。

“电网要在 2020 年将弃风弃光率降到 5%，那么对项目的新增并网肯定是严格把关，所以在未来消纳条件将在项目开发中的地位进一步上升，成为项目落地的最关键因素。”彭澎表示，过去电网在决定项目的接入方面，一直没有明确的排序。但此次文件中明确，2018 之前核准的项目如果转平价，

享受第一优先的消纳能力。

《征求意见稿》还鼓励各类在建或核准（备案）后未实质性开工风电、光伏发电项目自愿转为平价上网项目。

“至于无指标已建成的项目怎么办，仍然没有明确。不少省份有一些已并网的无指标项目，未来前景仍不明朗。”彭澎称。

经济参考报 2019-04-11

## 我国首个中外合资海上风电项目落户江苏东台市

3月25日，在中法两国领导人见证下，国家能源投资集团与法国电力集团在法国巴黎签署协议，在江苏省东台市兴建50万千瓦海上风电项目，这是我国第一个中外合资海上风电项目。该项目总投资79.4亿元，初步约定外资占比35%左右。项目分两期完成，其中30万千瓦项目已完成12台风机装机4.8万千瓦，计划年内75台机组全部并网，20万千瓦海上风电项目正在做开工准备工作，年内开工建设。两期项目明年全部投产运营。国华江苏分公司隶属于国家能源集团，新能源风电装机容量105.06万千瓦，江苏省内总容量排位第二。

新华日报 2019-04-03

## 挪威选定新址建设陆上风电

据路透社4月1日消息，挪威水资源与能源理事会（NVE）宣布，已确认了13个适合开发陆上风电的区域。

NVE向挪威石油与能源部提交的提案显示，综合考虑电力生产情况、电网容量以及社会与环境因素后，NVE在43个备选区域中选出了此次计划的13个区域，总面积达16705平方公里。

分析指出，尽管挪威北部风电资源更优，但由于北方有大片驯鹿活动区域，电网容量也相对较低，因此此次选定的区域大多位于挪威南部。此后，每个风电项目都将经过单独审查，决定是否批准建设。

据了解，近年来，随着挪威风电建设成本降低，进入风电领域的投资日益增加，目前挪威风电装机总量为1.7吉瓦，而在建设中的风电项目装机则达到了1.8吉瓦。

中国能源报 2019-04-12

## 洁源新能签下广西三江县20万千瓦风电项目

3月22日上午，三江侗族自治县与北京洁源新能公司风电场项目投资开发框架协议签约仪式隆重举行，三江县委副书记、县长兰美清，北京洁源电力公司代表史旭、华润电力公司代表张卫等出席签约仪式。

本次在三江林溪镇至和平乡一带及白云山一带规划风电装机容量20万千瓦，项目总投资规模约20亿元人民币，项目为两期进行规划建设，拟安装80台单机容量2500KW的风力发电机组，年平均上网电量约4亿多度电，等效满负荷利用小时数2100h。本项目所发电力电量拟以110KV电压等级接入三江220KV变电站和古宜110KV变电站。

“风电项目”作为三江招商引资工作的一项成果，是引进龙头企业，打造第二产业发展加速器的迫切需要；是该县贯彻中央可持续发展战略，突出实施重大项目带动战略，推动社会经济向快、向好发展的具体行动。

中国煤炭资源网 2019-04-03

## 河南：叶县保安风电项目首批 7 台风机并网发电

中国能建消息，4月5日12时，河南省叶县保安风电项目首批7台风机顺利并网发电，标志着中国能建在豫投资建设的首个风电场正式投入商业运行。

叶县保安风电项目位于河南省平顶山市叶县保安镇与辛店乡交汇处，总装机容量48兆瓦，拟安装24台单机容量为2兆瓦的风力发电机组，年均发电量可达8963万千瓦时。风电场投入运营后每年将生产8963万度清洁能源、节约2.67万吨标准煤、减少6.34万吨二氧化碳排放，为有效缓解项目当地环境保护压力，带动当地农民脱贫增收，实现经济与环境协调发展作出积极贡献。

据悉，该项目由中国能建投资公司投资，规划设计集团西南院负责工程总承包，规划设计集团华北院下属北京国电德胜工程项目管理有限公司负责项目全过程监理工作，西北建投西北电建四公司负责总体施工任务。

中国煤炭资源网 2019-04-12

## 浙江东部海面上建起风力发电场

浙江省东部海面上矗立的63台高大的风力发电机3月31日实现联网，海风带动巨大的叶片转动，电流源源不断地汇入电网。

这是浙江省建立的首个海上风力发电场，位于浙江省舟山市六横岛东南侧海面，整个风电场规划海域面积约为50平方公里，规划装机容量252兆瓦，共有63台单机容量4.0兆瓦的风电机组。这些风电机建设在12至16米深的海面上，高达90米，叶片长达65米，打桩入海底部分深75米。

该风电场建设方、国网舟山供电公司表示，经过气象、地质、电力和工程施工等部门专家的现场勘测、反复论证，六横岛东南海域风力资源丰富，全年6级大风天数可达到300天以上，适合发展海上风电。相比较于陆上风电，该风电场的建成，将有效节约土地，因地制宜充分利用海上空间资源，推动绿色能源发展应用。

据了解，该风电场预计年发电超过7.5亿度，按火电发电每千瓦时消耗330克标煤计算，每年可节约标煤20万吨，减少二氧化碳排放51万吨，减少二氧化硫排放3682吨。

经济参考报 2019-04-03

## 浙江首个海上风电场实现联网发电

3月29日，浙江首个海上风电场——舟山六横海上风电场海底电缆敷设工程完成，全部63台风电机组实现联网发电。整个风电场规划海域面积约为50平方公里，规划装机容量252兆瓦。

利用巨大的海上风能提供清洁能源，解决海岛供电，这是舟山市多年的梦想。未来，将有更多的风能、潮汐能等清洁能源供应舟山。

人民日报 2019-04-03

## 海上大风车“转”起东北小城新能源产业链

新华社大连4月9日电（记者郭翔）距离辽宁省大连庄河市岸线20多公里的北黄海上，数十个“大风车”错落有致，不停转动。“这个海上风电场首批11台机组在去年底实现并网发电，今年底全部72台机组将并网发电，年发电达到7亿度。”三峡新能源公司大连分公司总经理助理张卫民在现场组织设备安装时说。

庄河背山向海，生态环境良好，是大连市的重要水源地。“庄河既要保护好绿水青山，也要发展产业，特别是布局绿色新能源产业。”大连北黄海经济区管理委员会副主任孔祥东说，庄河风、光等

方面资源禀赋突出，有利于形成从新能源生产利用到装备制造的产业链。

几十米长的“大风车”叶片整齐地排列在大连双瑞风电叶片有限公司厂区内。“项目总投资 1.8 亿元，主机和叶片已进入试生产。”该公司项目经理李子威说，他们看好庄河海上风电场发展，并考虑到厂址毗邻庄河港，有承接出口订单的交通运输优势，因此还将建设一个叶片测试基地。

栽好梧桐“风”自来，一大批新能源产业企业正加速向庄河集聚。中船重工去年在庄河建成海上风电装备产业园后，还将投资 58.6 亿元建设海上风电场，于年内开工建设。

在推进海上风电的同时，庄河以“多能互补”做强新能源产业体系。“作为一次性建设的大型光伏发电项目，一期投资 8.2 亿元，在 2017 年 6 月并网发电，去年共发电 1.66 亿度，实现盈利。”大连泰山鸿日光伏发电有限公司副经理凌海东说，由于看好庄河清洁能源产业发展，该企业将规划建设二期项目。庄河的抽水蓄能电站、生物质发电等一批新能源产业项目也即将开工建设。

孔祥东表示，以海上风电建设为主的庄河新能源产业固定资产投资已达到百亿元规模，建设期年实现税收 1 亿元左右。“经过多年培育的新能源产业未来将成为庄河支柱产业，当地也将继续大力引进清洁能源产业链条上的企业，促进产业集聚发展，以绿色发展理念激活壮大发展新动能。”

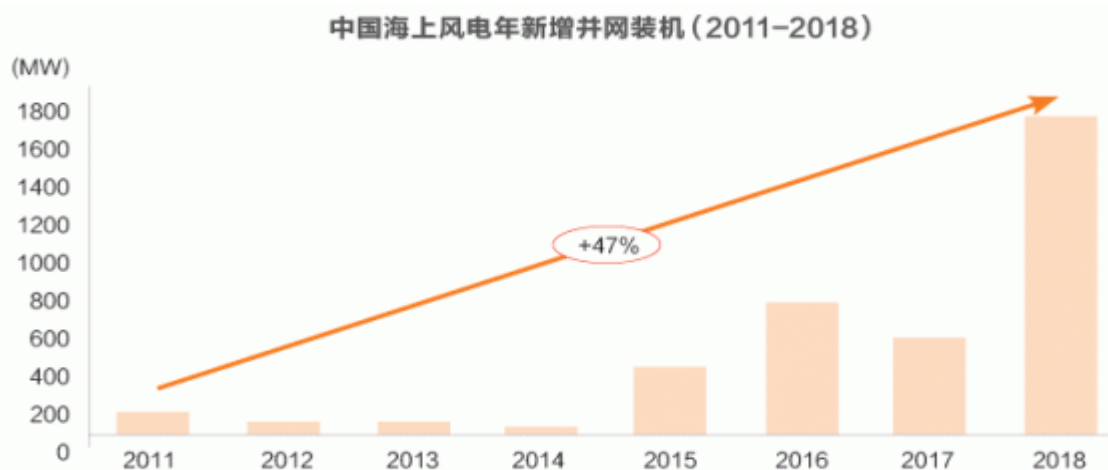
郭翔 新华网 2019-04-09

## 海上风电跃进隐忧 核准狂潮后走向何方

中国海上风电正处在有史以来发展最快的时期。但繁荣发展的背后，各种风险正在集聚。

“十二五”（2011-2015）期间，国家能源局规划海上风电实现装机容量 500 万千瓦，截至 2015 年底，实现装机约 100 万千瓦，只占规划目标的五分之一；“十三五”（2016-2020）的情况恰恰相反，“十二五”未达预期，能源局将 500 万千瓦海上风电并网目标延至 2020 年，这一目标提前实现已经没有悬念。

从 2016 年开始，海上风电发展就进入了快车道。据咨询机构 WoodMackenzie 统计，2016 年，国内海上风电新增并网容量 69.6 万千瓦；2017 年新增并网容量 51 万千瓦；2018 年，新增并网装机 162 万千瓦。至此，国内海上风电累计并网装机已达到 361 万千瓦，预计今年即可轻松实现规划目标。



注：47% 为年复合增长率

数据来源：Wood Mackenzie

中国海上风电在“十二五”期间蓄力，“十三五”加速发展是应有之义。但从去年下半年开始，在地方政府推动下，海上风电的发展速度达到了一个新的高峰，其表现为规模庞大的核准项目。

WoodMackenzie 数据显示，截至 2 月底，国内已核准未开建海上风电项目达到 4083 万千瓦（含核准前公示项目），另有 657 万千瓦的项目在建。在这些项目之外，海上风电储备项目超过了 7900 万千瓦。

江苏省是目前国内海上风电装机容量最大的区域。中国海上风电规模化发展从江苏起步，项目运行经验普遍超过了3年，业内公认，江苏具备了进一步大规模发展海上风电的条件。

“十三五”期间，中国海上风电开发重心向广东、福建转移，面临着更严苛的运行环境挑战。与江苏不同，广东、福建是台风多发区域，海床条件也比江苏更为复杂。相比江苏，广东、福建项目运行经验也较少。

但在地方政府推动下，广东、福建以相比江苏更快速度、更大规模推进海上风电项目；另外，海上风电机组也在地方政府设置的规则下快速迭代，从江苏主流的4MW机型，跃升至广东的5MW以上机型，以及到在福建省明确要求下，向8MW海上风机迈进。

中国海上风电从“十二五”期间的小步慢行，转身为“十三五”的大步迈进。令人担忧的是，这样的快速发展，并非产业自然发展的结果，其背后，离不开地方政府及开发商等相关方的利益推动。

这使得中国海上风电存在重蹈陆上风电覆辙的风险。在中国陆上风电早期的快速发展期，产品质量让步于市场开拓，导致风机并网后故障频发，造成无谓的经济损失，并引发了陆上风机厂商一轮优胜劣汰，其典型案例是华锐风电的起落。

相比陆上风电，海上风电运行环境的挑战更大。海上风场距离陆地往往在数十公里以外，如果风电机组不能经受住考验，经济损失相比陆上风电将提升一个数量级，如果发生恶性事故，整个海上风电产业也会遭受影响。

#### 竞价前夜核准狂潮

今年1月16日，江苏省发改委在官网上公布了去年年底核准的最后一批海上风电项目，分为24个海上风电项目，合计达670万千瓦，总投资额达1222.85亿元。

作为对比，江苏能源局数据显示，截至2018年5月末，江苏省核准海上风电项目合计为554万千瓦，其中并网212万千瓦。

江苏省一次性公布的这24个项目，集中在2018年12月底的28、29两日通过核准。业内普遍认为，江苏省在2018年底集中核准海上风电项目，是为了抢在2019年竞价政策生效之前，锁定2018年的海上风电标杆电价。

2014年6月，国家发改委明确了海上风电的标杆上网电价。近海风电项目标杆上网电价为0.85元/千瓦时，潮间带风电项目标杆上网电价为0.75元/千瓦时，这一电价截至目前仍未调整。

2018年5月24日，国家发改委发布《关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》，要求2019年起，各省新增核准的海上风电项目全部通过竞争方式配置和确定上网电价。通过竞争配置确定的上网电价以标杆电价为上限，开发商申报的电价越低，越有机会获得海上风电资源的开发权。

江苏在年末抛出的海上风电核准项目规模震动了行业内外，但论2018年全年，海上风电核准规模最大的非广东莫属。

2018年4月4日，广东省在中山市召开全省推进海上风电建设工作现场会，省长马兴瑞出席并发表讲话，要求加快推进项目核准和开工建设，按照“大、快、高”的要求进行海上风电建设。

广东省将海上风电列为重点突破的五大战略性新兴产业之一，中山海上风电工作会之后，广东的海上风电项目核准进入了快车道。

WoodMackenzie统计，2017年，广东核准了282万千瓦海上风电项目（含核准前公示项目），2018年前三季度，广东省核准了285万千瓦项目，在最后一季度，广东海上风电项目核准狂飙突进，核准了2531万千瓦的海上风电项目，其中1825万千瓦是核准前公示项目。

广东、江苏均发布了各自的海上风电发展规划，经过编修后，均提高了装机目标，其中又以广东最为瞩目。

江苏的海上风电规划《江苏省海上风电工程规划》两次修改了规划目标。2012年国家能源局审定版规划2020年实现装机700万千瓦，“十二五”国家海上风电发展未达标后，江苏省在2014-2015年修改了目标，将2020年装机目标调整为350万千瓦。

2018年10月，江苏省海上风电规划获得国家能源局的通过，江苏海上风电的发展目标修改为

到 2020 年累计建成 350 万千瓦，累计开工 450 万千瓦，累计核准 600 万千瓦。

规划修编赶不上海上风电实际发展速度。仅就核准一项，江苏在 2018 年末抢核的 670 万千瓦，即超过了规划中到 2020 年的累计核准量。

广东的变化更大。2018 年 4 月，《广东省海上风电发展规划（2017—2030 年）（修编）》获得国家能源局批复同意。该规划目标为到 2020 年底开工建设海上风电装机量 1200 万千瓦以上，其中建成投产 200 万千瓦以上，2030 年建成 3000 万千瓦。此前《广东省能源发展“十三五”规划（2016-2020 年）》提出到 2020 年底，海上风电力争实现开工建设 200 万千瓦、建成投产 100 万千瓦以上。

各省份通过修编海上风电规划，提高海上风电装机目标，在核准过程中，受竞价政策刺激，海上风电项目在短期内大规模通过核准。

#### 千亿市场隐秘规则

海上风电项目核准狂飙突进带来了一个以千亿计的海上风电市场。按照市场竞争逻辑，巨量的市场将激发海上风电产业链各方提供更优质产品、服务，实现更低度电成本，以在最终竞争中获胜，并推动海上风电走向平价上网。

但国内海上风电市场，遵循的是另一套逻辑，这套逻辑由地方政府的利益驱动建立——即“资源换产业”规则。这是伴随中国风电产业发展至今的痼疾之一。

地方政府用手中的海上风电资源作为筹码，来换取开发商在本地投资。由于地方政府青睐海上风电产业链上的制造商在本地设厂，在现实操作中，往往由相关制造商在本地投资设厂，换取资源后，再转移给开发商“联合开发”，项目后续相关设备将采购该制造商产品。

以江苏省如东县为例，如东县位于江苏省南通市，其相关海域是江苏海上风电开发的重点区域。在这一轮江苏省核准的 24 个海上风电项目中，如东一县即占有 10 个项目，规模达 300 万千瓦，总投资约达 543.35 亿元。

在如东这 10 个海上风电项目中，通过“投资换资源”并转手开发商“联合开发”，上海电气风电集团及产业链相关合作伙伴，将获得这些项目中大多数风机及相关部件的订单。

在 2017 年，上海电气就开始谋划如东海上风电市场，当年 3 月 31 日，上海电气风电集团与如东县政府、江苏相关设备公司签署了《关于深化风电产业合作的框架协议》，上海电气承诺投资 80 亿元，在如东沿海经济开发区建设风电运维培训基地、数据处理中心、海上风电运维中心、风机控制系统组装基地等。

如东县政府一名不愿具名的政府官员透露，制造商来如东本地投资设厂，政府将承诺分配相关海上风电资源，制造商再以这些资源为筹码，与开发商洽谈“联合开发”。

多位业内人士介绍，所谓“联合开发”，即由制造商转移相关海上风电资源给开发商，开发商则承诺以“1：N”的比例，使用该制造商的产品。

南通本地名企中天科技能够生产海上风电项目所需的海底电缆，通过在如东本地投资项目，同样获得相应的资源并与开发商“联合开发”，在如东这一轮核准项目中，中天科技在多个项目中均有参股。

中天科技一名高管透露，通过“联合开发”，开发商承诺按照 1:3 的比例，使用中天科技的海底电缆，即中天科技每转让 1MW 海上风电资源给开发商“联合开发”，开发商承诺有 3MW 项目使用中天海底电缆。

除此之外，在本地投资设厂的制造商，还能获得当地政府的保护。以在如东有生产基地的上海电气风电集团为例，除参与“联合开发”的海上风电项目会锁定他们的产品，如东的其他海上风电项目，他们的产品也具有优先选择权，地方政府会要求海上风电项目使用本地生产的风机、塔筒等风电设备。

如东海上风电市场只是“资源换产业”规则运行的一例。业内公认，在海上风电产业，“资源换产业”是普遍现象，广东、福建、江苏、山东等沿海省份概莫例外。

#### 补贴不可持续之忧



“十三五”期间，由于产业链配套渐趋成熟，风机成本下降，海上风电项目的投资价值日益凸显。

WoodMackenzie 分析师李小杨介绍，以安装船为例，2016 年间在役安装船仅有 10 艘左右，预计到 2020 年，安装船的数量将翻倍。从成本看，安装船的使用价格也将呈现下降趋势。

2014 年前，国内江苏省近海海上风电项目开发成本约为 1.7 万-2.4 万元/千瓦。如今，以江苏沿海为例，近海海上风电项目成本已下降至 1.3 万-1.7 万元/千瓦，海上风电安装经验的增长以及省内供应链的完善帮助江苏省实现海上风电建设成本快速下降。

### 中国海上风电发展阶段



以江苏沿海的风资源算，海上风电项目内部收益率约为 8-10%。在福建、广东等地海域，投资成本更高，约为 1.8 万-2.2 万元/千瓦，但由于风资源更为优越，内部收益率可达到 10-12%。

海上风电项目与具体项目风况、地质条件相关，相关因素会影响项目投资成本以及发电小时数，并最终影响投资收益率。多位人士表示，从目前的情况看，一些好的海上风电项目，资本金收益率可以达到 25%以上。

以华能如东项目为例，该项目装机 30 万千瓦，总投资 53 亿元，2018 年实现利润 2.6 亿元，考虑到一般海上风电项目仅投入 20%资本金，该项目资本金收益率超过了 25%。

一位不愿具名的行业权威人士表示，即使标杆电价降到 0.65 元/千瓦，他也有信心把在江苏的海上风电项目的全投资收益率做到 10%收益。

海上风电项目高收益的背后，是高额补贴。海上风电标杆电价分为两部分，一部分为当地的燃煤标杆电价，由电网公司支付，超出部分来自国家可再生能源发展基金。以广东为例，脱硫燃煤标杆电价约为 0.45 元/千瓦时，这意味着广东海上风电项目度电补贴约为 0.4 元，在各类型的风、光伏发电中补贴最高。

可再生能源发展基金早已不堪重负。可再生能源发展基金资金来自于销售电价中附加的电价，2016 年调整征收标准后，每度电征收 0.019 元的可再生能源附加，由于风、光伏发电产业迅速发展，所需补贴已超过可再生发展基金的承受能力。

根据财政部的统计，截至 2017 年底，可再生能源补贴缺口已经达到 1000 亿元，随着风电、光伏的持续扩张，这一缺口还在变大。

高补贴的海上风电的快速发展，将进一步加大可再生能源基金的压力。WoodMackenzie 统计，仅 2018 年 11、12 月，包括核准前公示项目在内，共有 3200 万千瓦的海上风电项目完成核准，在未来 20 年的生命周期内，这些项目将需要至少 8000 亿元的补贴。

接近能源局人士分析认为，解决补贴问题有两条途径，一是财政部预算支持，这在现实中难度很大；二是继续提升可再生能源附加标准，但这与国家降低销售电价的大趋势不符，事实上也很难实现。

#### 技术跨越风险

地方政府确立的“资源换产业”的规则决定了海上风电资源及产品、服务的归属；地方政府对大兆瓦风机的偏好则推动了海上风机的快速迭代。

中国海上风电规模化发展起步自江苏。最早进入江苏海上风电的开发商是龙源电力集团。为配合国家的海上风电发展战略，龙源在江苏承接 5 个海上风电示范项目，其中四个是潮间带试验风场，一个是近海试验风场。潮间带试验风场最早的是于 2009 年 9 月并网的龙源如东 3 万千瓦潮间带试验风场。近海试验风场为龙源如东 20 万千瓦试验风场，于 2015 年 7 月并网。

龙源如东 20 万千瓦试验风场安装上海电气、远景能源各 25 台 4MW 风机，迄今运行已近 4 年。在此期间，4MW 风机逐渐成为江苏海上风电市场的主流机型。

海上风机容量的第一次跃进始于广东。广东省从 2017 年开始规模化发展海上风电。多位业内人士介绍，广东省明确要求海上风电项目使用 5MW 及以上风机。

5MW 及以上海上风机的运行经验主要来自福建兴化湾试验风场。福建兴化湾试验风场一期于 2017 年 7 月并网，安装有 7 家风机制造商生产的 14 台大兆瓦风机，其中 4 家风机制造商提供的是 5MW 级风机样机，另有两家提供的是 6MW 级样机。

相较 4MW 系列海上风机，5MW 及以上海上风机的运行经验相对较少，截至目前运行时间不到两年。

海上风机容量的第二次跃进来自福建。去年年底，福建省发改委公布《福建省海上风电项目竞争配置办法（试行）》方案，向社会公开征求意见，其中明确要求参与竞争的企业，原则上采用的风电机组应具有自主知识产权、单机容量不低于 8MW。

目前国内已经公开发布 8MW 海上风机产品的风机制造商仅有上海电气和金风科技两家，上海电气在去年 3 月与西门子歌美飒可再生能源公司签署技术转让协议，引入 8MW 风机产品；金风科技于去年 10 月在风能大会发布了 8MW 风机产品。目前这两款风机产品尚没有项目运行经验。

李小杨认为，国内 4-6MW 系列的海上风机产品相对成熟，相比之下，8MW 系列产品在国内缺乏运行经验，产业链配套也不完善。

分析人士认为，地方政府对大兆瓦风机的偏好的一个重要原因，是为相关企业设立门槛。比如，广东要求采用 5MW 及以上风机产品，实际要求使用 5.5MW 风机，指向广东本地的风机制造商明阳风电；上海电气、金风科技则均在福建设有生产基地，地方政府的 8MW 风机要求实际是投桃报李。

“过分追求机组大型化并不适合。”国电集团原副总经理谢长军表示，过去几年海上风电事故频发，需要引以为鉴。一种机型至少需要 2-3 年的稳定期和成熟期，做出一两台样机就要批量生产，

“后果是可怕的。”

谢长军认为，广东、福建与江苏的风况还不一样。相比江苏，福建、广东风速更高，资源条件更好，但同时也是台风多发地区，对风机运行的挑战更大。

目前，国内的海上风场还未经历过台风的考验，已建成的海上风电场主要集中在江苏省海域，广东、福建仅有数个试验风场建成。

不过亦有业内人士表示不必过于担心，目前大量的海上风电项目仅是核准，开工建设可能需在一两年之后，届时 5、6MW 系列风机运行经验将更充足，8MW 风机也会拥有 1-2 年的运行经验。

尽管如此，由于中国海上风电规模化发展，向台风多发区域广东、福建转移，未来这些运行经验不足，快速迭代的大兆瓦风机，能否经受住台风的考验，仍然是未知之数。

政策调整将至

国家能源局早已有相关的政策来指导解决相应的问题，但现实是，海上风电发展的主导权在地方政府，国家能源局仅有指导功能，缺乏实际约束力。

为推动海上风电向平价上网前进，并减轻补贴压力，2018 年 5 月，国家能源局发布指导文件，要求推行竞争方式配置风电项目：2018 年度未确定投资主体的海上风电项目，以及从 2019 年起，全部海上风电项目都要通过竞争方式配置和确定上网电价。

国家能源局还同时发布了《风电项目竞争配置指导方案（试行）》，要求各省（自治区、直辖市）参照该方案制定风电项目竞争配置办法。按照能源局指导方案，申报电价是最重要的一部分，上限不得超过标杆电价，电价得分由低向高排列，电价越低，得分越高，申报电价在整个竞争评选中得分权重不得低于 40%。

去年 8 月份以来，广东、福建、江苏陆续公布了各自的《海上风电竞争配置办法》（征求意见稿），向全社会征求意见。

以广东省《海上风电竞争配置办法》为例。该办法于 2018 年 8 月向全社会征求意见，并于 12 月正式印发。其申报电价环节得分规则为，在海上风电标杆电价基础上，上网电价降低 1 分/千瓦时及以下，每降低 0.05 分/千瓦时得 1 分；上网电价降价 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 1 分/千瓦时，的 0.2 分，总分为 40 分。

简而言之，按广东海上风电配置办法，申报电价较标杆电价降低 2 分/千瓦时，可得 30 分，之后每降低 2 分/千瓦时，才得 1 分，得分难度骤然上升了 30 倍，实际意味着广东海上风电申报电价降价上限在 2 分/千瓦时。

福建、江苏的海上风电竞争配置办法大同小异，申报电价实际降价的上限分别为 2 分/千瓦时、3 分/千瓦时，之后再通过降价得分难度均大大提高。

知情人士透露，早在广东省发布征求意见稿之初，能源局就明确表示了意见，但广东省最终仍然正式印发了。

分析人士认为，作为能源主管部门，能源局承受着补贴缺口日益扩大的压力，并肩负风电产业实现平价上网的任务，相较而言，地方政府则没有相应的压力，相反，高电价将对开发商带来更大的吸引力，进而可以交换得更多的产业投资落地。

事实上，关于“资源换产业”的现实，能源局早有相关文件纠偏，但受制于约束力不足，无法改变现实。

在《风电发展“十三五”规划》中，能源局提出要建立优胜劣汰的市场竞争机制，发挥市场在资源配置中的决定性作用，规范地方政府行为，纠正“资源换产业”等不正当行政干预。

能源局一名官员坦言，地方政府的行为受政绩考核驱动，能源局并不能发挥影响，缺乏实际的约束力。

国家能源局在《关于 2018 年度风电建设管理有关要求的通知》要求优化风电建设投资环境，地方政府在风电项目开发中不得以资源出让、企业援建和捐赠等名义变相向企业收费，不得强制要求

项目直接出让股份或收益用于应由政府承担的各项事务。为推动该要求落地，能源局要求相关政府部门推荐风电项目参加新增建设规模竞争配置时，对上述建设条件做出有效承诺。

“要是地方政府违反承诺，我们实际也没办法。”上述官员表示，2013年风电审批权下放后，风电项目的核准即归地方政府，即使补贴压力巨大，地方政府核准了项目，能源局也只能按程序将这些项目列入补贴范围，“但因为补贴不足，拖欠是必然的。”

不过相关政府部门在各自的职权范围内，仍然在酝酿政策调整，来限制这股去年下半年以来的海上风电核准浪潮。

其一是海上风电标杆电价的调整，这一职权在发改委价格司。业内普遍认同，电价下调是大势所趋，问题是下调幅度多少。

知情人士透露，去年下半年，相关咨询机构就向价格司提交了各自的降价方案，具体选择哪种方案，将由价格司决定。

一位长期为能源局提供政策咨询的专家表示，海上风电标杆电价降价幅度应根据海上风电项目运行水平决定，既要尽可能降低电价，又要维持开发商的积极性，保留一定盈利空间。“合理的降幅应该在0.05元-0.1元之间。”

“标杆电价下调会带动竞争项目申报电价降低。”该专家解释，各地海上风电竞争配置办法为申报电价降幅设置了约束条件，降幅有限，但因为降价是基于标杆电价，标杆电价下调，会弥补各地竞争电价的下降不足。

其二，2018年核准的海上风电项目，很可能不能全部享受到0.85元/千瓦时的标杆电价。知情人士透露，过去的规定是核准后两年之内开工即可享受核准时的标杆电价，对并网时间没有限制，能源局正酝酿出台政策，对并网时间提出要求。

上述人士表示，去年下半年，能源局就委托多家咨询机构研究建议方案，各方案从核准后一年内并网到三年不等，具体约束时间仍需由能源局确定。

考虑到海上风电产业年安装能力有限，假如国家能源局最终要求核准后一年内并网才能享受0.85元/千瓦时的标杆电价，这将意味着去年核准的绝大多数项目将无法享受这一标杆电价。

能源杂志 2019-04-12

## 湖南芙蓉山风电场一期5万千瓦项目全部并网发电

3月31日13时08分，芙蓉山风电场A13、A22号风机并入电网运行。至此，芙蓉山一期5万千瓦项目全部风机并网发电。

该项目位于湖南安化县境内，属于典型的南方山地风电项目，安装25台联合动力UP2000-115型风力发电机组，配套新建一座110kV升压站。项目自春节开工以来，公司认真策划，精心组织，克服冰冻、雨季施工等不利因素，一方面，组织工程技术人员对风机并网发电条件进行逐条梳理，同时积极协调参建单位做好尾工完善和消缺工作，为风机并网创造有利条件；另一方面，积极争取电网公司的支持，加快办理并网手续，分批完成调试并网。

下一步，芙蓉山风电场将认真贯彻落实2019年工作会精神，以保安全为根本，以抢发电量为目标，以强化管理为手段，为公司完成年度目标贡献力量。

中国煤炭资源网 2019-04-03

## 青海：推进布局分散式风电项目

青海省海西州政府日前透露，2010年-2018年，青海省海西州实施新能源发电项目316个，容量达到10043.2兆瓦，初步实现千万千瓦级新能源产业集群架构，形成了格尔木东出口、乌兰茶卡等16个新能源主要发电园区。同时，结合分布式光伏、分散式风电项目推进布局，实施光伏暖棚、光

伏供暖、光伏提水等项目，有效推动了海西州新能源应用多样化。

海西州地处青藏高原腹地，州域主体是素有中国“聚宝盆”美誉的柴达木盆地，面积约 26.5 万平方公里，资源丰富。近年来，海西州在新能源产业发展上依托资源优势，创造了同一地区短期内最大太阳能光伏电站安装量、全球最大的太阳能光伏电站并网系统工程等多个“世界之最”。

据介绍，近年来，海西州将新能源产业作为推动产业结构调整和转型升级的战略性新兴产业重点培育，全力打造“海西州千万千瓦级新能源产业集群”。

截至 2018 年底，全州新能源发电项目实现并网容量 7317 兆瓦，累计实现发电量 335 亿千瓦时。在建新能源大型并网发电项目装机容量 2726.2 兆瓦。初步形成光伏、光热、风能发电园区产业快速推进的发展格局，为柴达木盆地经济社会发展提供强有力的新能源产业支撑。

中国煤炭资源网 2019-04-12

## 风电领域日本越来越依赖中国！

日媒称，中国企业正在日本的风力发电市场上加强攻势。在小型风力发电机组领域居世界第三位的上海致远将于 6 月推出日本专用的陆上风力发电机组。小型厂商青岛安华新元风能也计划，2019 年内在日本的 100 个地点设置机组。中国企业在全球市场掌握巨大份额，在成本竞争力上具有优势。在日本企业相继撤出这一行业的背景下，继光伏面板之后，日本的可再生能源依赖中国的局面或将加强。

据《日本经济新闻》3 月 29 日报道，日本风力发电协会资料显示，日本国内风力最大发电能力截至 2015 年度末约为 303 万千瓦，但到 2020 年预计增至 1090 万千瓦，到 2030 年增至 3620 万千瓦。日本欧力士在千叶县桃子海域建设 20 万千瓦发电设备等的计划将取得进展，但在日本国内最早引进的小型风力发电机组领域，中国企业的势头加强。

### 市场潜力

上海致远在意大利和美国等世界 20 多个国家拓展业务，最近开发了面向日本的商品。该公司将于 6 月上市的是输出功率 19.2 千瓦的小型风力发电机组，调查对周边生态系统影响等的环境影响评估可在 3 个月以内完成。

报道指出，一般来说，输出功率在 20 千瓦以上的风力发电机组为大型，而低于 20 千瓦被归类为小型。如果是大型机组，环境影响评估有时需要 5 年左右。如果是小型机组，能大幅缩短投入运行所需的时间。

上海致远在日本国内运转了 250 个风力发电机组，提出到 2022 年增加至 2500 个机组的目标。该公司的总经理俞卫表示，日本是世界范围内优先级最高的市场。虽然土地狭小，但在缝隙中设置的机会很多。

此外，在丹麦和德国等销售小型风力发电机组的青岛安华新元风能提出了 2019 年内在日本市场获得 200 个机组订单的目标。该公司 2017 年 10 月进入日本，已经销售了 40 个小型风力发电机组。

### 活跃在日本市场的原因

《日本经济新闻》称，中国制造的风力发电机组的优势是成本低廉。

在小型机组领域，爱尔兰等欧洲国家也具有强有力的企业，但在价格方面，中国制造被认为最便宜。在大型机组领域，与欧美产品相比，中国的产品便宜五成左右。在中国，作为风力发电机组主要材料的钢铁价格低，同时还能借助大量生产降低成本。

全球风力发电机组的年产量达到两万个，其中 1 万个由中国企业制造。与之相对，日本国内的需求较少，日立制作所截至 2016 年的最大年产能被认为是 75 个机组左右。

报道认为，在风力发电领域，中国企业进入日本市场的背后还存在中国国内因素。英国调查公司伍德麦肯兹的资料显示，中国 2018 年新增的设备容量为 2007 万千瓦。预计 2021 年达到 2195 万千瓦，比 2018 年小幅增长。

在国内市场难以期待大幅增长的背景下，中国的风力发电企业寻求通过拓展海外市场来找出路。下一个焦点

今后，中国大型风力发电机组的厂商是否进入日本将成为焦点。

《日本经济新闻》指出，中国最大、世界第二大制造商金风科技从 2016 年起在日本的展会上开始亮相。金风科技的相关人士表示，正讨论进入日本市场。在日本的大型风力发电机组市场，丹麦维斯塔斯和美国通用电气等欧美企业掌握过半份额。如果中国企业的大型风力发电机组杀入日本市场，欧美企业有可能不得不调整战略。

据报道，中国企业在光伏电池板市场也掌握全球七成份额。到 2006 年排在世界首位的夏普等日本企业的存在感正在下滑。2018 年，全球市场份额前十的企业中，7 家是中国企业，日本企业 1 家也没有。

《日本经济新闻》根据 2017 年数据推算，在日本市场上，光伏面板的三至四成来自晶科能源等中国企业。价格明显低于日本产品的光伏面板正在流入日本市场。对日本来说，大部分能源依赖海外。而在可再生能源这一增长市场，日本依赖中国的趋势正在加强。

日企缺席本土市场

在可再生能源之中，风力发电作为仅次于太阳能的主力电源受到关注。

《日本经济新闻》指出，日本政府在 2018 年 7 月发布的第五次能源基本计划中，提出了重点支援风力发电的方针。在日本，风力发电占全部电源的比例按实际发电量计算仅为 0.6%，但政府提出了到 2030 年度提高至 1.7% 左右的目标。

日本欧力士和东京电力控股等涉足风力发电业务的企业正在增加，但在相关设备领域，日本企业处于缺席状态。1 月，日立制作所宣布退出风力发电机组的自主生产。三菱重工与丹麦的维斯塔斯以对半出资的形式成立了海上风力发电的合资公司，但基地和生产设备都位于欧洲，实质上算是丹麦企业。三菱重工和日本制钢所已在事实上撤出陆上风力发电设备的生产。

参考消息 2019-04-03

## 氢能、燃料电池

### 新西兰发布绿色氢气路线图 欲向低碳经济转型

随着新西兰政府终止发放新的深海石油和天然气勘探许可证，作为传统能源供应基地的塔拉纳基未来发展机遇在于生产绿色环保的氢气，这将为当地提供新的商业机会，也将推动新西兰向低排放过渡。

新西兰总理雅辛达·阿德恩日前在新普利茅斯主持发布《塔拉纳基氢气路线图》时表示，塔拉纳基作为一个能源供应基地，未来的发展机遇在于绿色氢气生产。该路线图是塔拉纳基区域经济发展计划“Tapuae Roa”发布的第一个项目。新普利茅斯市市长尼尔·霍尔顿表示，塔拉纳基处在新西兰向低排放过渡的最前沿，是引领新西兰向高价值、低碳经济转型的最佳地区。

为应对气候变化和向绿色经济转型，新西兰政府制定了国家目标：一是到 2030 年，温室气体排放量比 2005 年的水平减少 30%；二是到 2035 年，100% 电力供应来自可再生电力；三是到 2050 年实现零排放。目前，新西兰仅有 40% 的能源供应来自可再生资源。

塔拉纳基地区位于新西兰北岛西海岸，石油、天然气产量丰富。随着政府决定终止发放新的深海石油和天然气勘探许可证，能源丰富的塔拉纳基一直在寻求更环保的替代方案，以维持本地产业发展。报告预测，未来，该地区将越来越多地使用电力分解水来制氢，唯一的排放物是氧气。如果使用可再生电力来分解水，就将获得真正的绿色氢能。氢可以作为燃料，特别是用于重型车辆，可以作为诸如尿素或甲醇之类产品的生产原料，或者用于长时间存储电能。

塔拉纳基风险投资首席执行官贾斯汀·吉利兰表示，该地区已制定了生产规划，当地拥有大量的水、风和太阳能资源，现有的氢气生产基础设施和专业知识，以及已建立的能源发电和配电基础设施。目前，该地区的工业、服务等行业，拥有轻松进入澳大利亚和亚洲市场等有利条件，这将进一步支持氢产业的发展，为塔拉纳基提供巨大的商业机会。塔拉纳基港在处理工业化学产品方面经验丰富，将成为氢气出口的重要枢纽。

根据路线图，塔拉纳基将建设一个新的网络，包括在枯竭的气田中储存氢气或合成天然气，以及在塔拉纳基的燃气发电厂调峰时使用绿色氢气发电。同时，通过新建基础设施，该地区天然的海上风能、海浪资源以及陆上风能、地热能、水能和太阳能资源可与综合氢气和电力系统整合。此外，整个地区的氢气加气站等基础设施也可以与邻近地区连接，使重型车辆实现长途运输。

新西兰石油勘探和生产协会首席执行官卡梅伦·马格威克认为，如果采用碳捕获和封存技术，使用天然气生产氢气也可以做到零排放。马格威克表示，私人投资者已经提出了一项具体建议，希望在塔拉纳基投资试验这项技术。为实现这一目标，希望政府通过立法，允许在新西兰开展碳捕集与封存技术试验。这不仅会推动氢气产业向前迈出一大步，也能实现经济发展与环境保护双赢。

中国经济网 2019-04-04

## 李克强：加快发展氢能源等新兴产业

李克强总理在博鳌亚洲论坛年会再度明确提出，加快发展人工智能、自动驾驶、氢能源等新兴产业。继人工智能、智能驾驶纳入国家战略以及前日四部委发布新能源政策，明确加大氢能源领域政策支持后，又一国家重磅发声！国诚汇金资本，始终坚持“科技+产业+资本”，正迎来最佳战略新兴产业投资布局机遇，其中已投资的人工智能和自动驾驶优质技术和项目有望迎接巨大发展机遇和财富机会！

国务院总理李克强3月28日下午在海南博鳌同出席博鳌亚洲论坛2019年年会的工商、金融、媒体、智库代表举行对话会。各国各界知名人士200余人出席。

日本丰田董事长内山田竹志愉快地忆及李总理去年访日时考察丰田北海道公司的情景，期待同中国汽车产业界加强合作，特别是加大在氢能源汽车、自动驾驶汽车领域的创新合作。

李克强指出，当前新一轮产业和技术革命方兴未艾。中国正在积极实施创新驱动发展战略，推动大众创业、万众创新，着力培育壮大新动能，加快发展人工智能、自动驾驶、氢能源等新兴产业，并为科技成果转化提供更好的市场环境。这为包括日本企业在内的各国企业提供了重要机遇，欢迎你们来华开展创新合作，实现共同发展。

同时氢能源首次写入2019政府工作报告，让这行业成为大家关注的焦点。业内人士认为，氢燃料电池具有零排放、零污染的特性，是终极新能源动力解决方案。燃料电池发展将掀起新一轮能源革命，未来氢燃料电池市场规模可达万亿级别。在政策的支持下，未来氢能或将迎来产业爆发。

近日，国内首个风电制氢工业应用项目沽源风电制氢综合利用示范项目再获新进展。根据项目方发布的消息，目前该项目的全程建构物结构、全程建筑物装饰装修已完工，制氢设备全部安装就位，制氢系统管道完成95%，下一步将对设备进行调试。

在燃料电池方面，我国从2001年就确立了“863计划电动汽车重大专项”项目，确定三纵三横战略，以纯电动、混合动力和燃料电池汽车为三纵，以多能源动力总成控制、驱动电机和动力电池为三横。随着燃料电池产业发展逐渐成熟，支持力度逐渐加大。2016年11月，《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》提出系统推进燃料电池汽车研发和产业化。

《中国氢能产业基础设施发展蓝皮书》则进一步描出了中国氢能的发展路线图：到2020年中国燃料电池车辆要达到10000辆、加氢站数量达到100座，行业总产值达到3000亿元；到2030年燃料电池车辆保有量要“撞线”200万，加氢站数量达到1000座，产业产值将突破一万亿元。

根据FujiKeizai预测，到2025年全球燃料电池市场有望达到5.2万亿日元(约合人民币3400亿

元),其中燃料电池汽车市场规模将超过 50%。2011 年燃料电池汽车市场仅为 3 亿日元,未来随着技术升级、加氢站等基础设施的完善、政策支持力度加大,预计到 2025 年全球燃料电池汽车市场有望扩大到 2.91 万亿日元(约合人民币 1900 亿元),占整体市场一半以上。

分析人士指出,氢能源行业首次写入政府工作报告,标志着政府对氢能源利用的重视。在政策的支持下,随着燃料电池核心技术加速突破,未来氢能或将迎来产业爆发。

能源圈 2019-04-11

## 研发出强酸条件下稳定高效电催化剂

近日,中科院大连化物所研究员韩洪宪、中科院院士李灿团队与日本理化学研究所合作,研发出一种可在强酸条件下长寿命电催化分解水的廉价电催化剂,有望在大规模可再生能源制氢技术中应用。相关研究成果发表于《德国应用化学》。

利用光伏发电驱动电解水(PV-E)制氢,是目前最有希望的大规模利用可再生能源的制氢技术。在众多电解水技术中,质子交换膜(PEM)电解水技术受到广泛关注。但是,在 PEM 强酸条件下工作时,大部分催化剂会不稳定。目前,只有贵金属铱(Ir)能在 PEM 酸性环境下稳定工作,这极大限制了 PEM 电解水技术的大规模应用。因此,开发能够取代贵金属的廉价、高效且稳定的电解水催化剂,对发展大规模低成本 PEM 电解水制氢技术尤为关键。

研究人员基于前期的探索发现了  $\gamma$  型二氧化锰( $\gamma$ -MnO<sub>2</sub>)在特殊电位窗口范围内,可实现强酸条件下稳定电催化水分解,并实现了 8000 多小时的长寿命工作。在此基础上,研究人员还利用原位光谱电化学等方法,系统研究了这种催化剂在强酸性条件下电催化水分解反应的机理。

最后得出结论, $\gamma$ -MnO<sub>2</sub> 非贵金属电催化剂可以实现在强酸条件下长寿命分解水,为发展廉价、稳定、高效的分解水制氢催化剂开启了新的思路。

中国科学报 2019-04-11

## 韩国氢能发电遇挑战

韩国准备大力推动氢能发电,从而进一步推动以清洁能源取代化石燃料发电。在具体实施过程中,韩国将对用于发电、建筑、交通等方面的氢能源产业给予创业支持,并强化生产力量,构建氢燃料电池产业生态圈,增设相关产业园,保障氢燃料电池供应。

今年,韩国提出了“活用氢能源经济路线图”,旨在发展氢能源相关新兴产业,确保技术优势,同时推动环保事业发展。其中,氢能发电是重要组成部分。韩国准备大力推动氢能发电,从而进一步推动以清洁能源取代化石燃料发电。

根据“活用氢能源经济路线图”,韩国的目标是用氢能取代煤炭、石油等化石燃料,并在氢能生产、储存、运输、使用等各环节创造出新产业和新的就业岗位,力求在 2030 年时,韩国氢燃料电池和氢燃料电池汽车的世界市场占有率均达到世界第一的水平。到 2040 年时,将氢能发电设备的容量由现在的 0.3GW 扩增至 8GW。在具体实施过程中,韩国将对用于发电、建筑、交通等方面的氢能源产业给予创业支持,并强化生产力量,构建氢燃料电池产业生态圈,增设相关产业园,保障氢燃料电池供应。

从目前取得的进展看,去年下半年以来,韩国在氢能发电上确实取得了一些进展,而且相关产业越做越大。韩国忠清北道道厅去年 7 月份曾发布消息称,忠清北道镇川郡将建设一个 80MW 的氢能发电厂——镇川绿色能源发电厂,这在当时是世界上最大规模的氢能发电厂。该发电厂将分布在镇川郡的两个地方,合计占地面积约 3.7 万平方米,投资额达到 5250 亿韩元。工厂建成后,发电量预计将占镇川郡电力需求的 23%,忠清北道电力需求的 2.9%,每年收入为 1820 亿韩元。

然而,5 个月后,忠清北道又一次刷新了纪录。去年 12 月份,忠清北道道厅再次发布消息称,



忠清北道的报恩郡将建设一个 100MW 的氢能发电厂——报恩燃料电池发电厂，将超过镇川绿色能源发电厂，成为新的世界最大规模氢能发电厂。报恩燃料电池发电厂占地面积 3.3 万平方米，投资额共计 6368 亿韩元。建成后，其发电量将占报恩郡电力需求的 100%，占忠清北道需求的 3.5%，每年收入为 2122 亿韩元。

不过，在韩国大力发展氢能发电的同时，产业发展仍然面临着巨大挑战。第一，韩国与欧美等发达国家相比，仍有技术差距。燃料电池是氢能发电厂的核心设备之一。目前，在韩国国内氢能发电市场上，浦项制铁能源公司和斗山集团占据绝对主导地位。其中，斗山集团采用的燃料电池是磷酸燃料电池（PAFC），即第一代燃料电池，其发电效率约为 43%。浦项制铁能源公司则采用熔融碳酸盐燃料电池（MCFC），即第二代燃料电池，其发电效率约为 50%。美国、日本的一些相关企业却采用了熔融碳酸盐燃料电池（SOFC），即第三代燃料电池，发电效率约为 60%。韩国企业还需要继续加大研发投入，追赶技术差距。第二，研发经费不足。根据韩国产业通商资源部发布的数据，韩国近 5 年在燃料电池方面投入的研发经费呈递减趋势。2015 年至 2018 年的研发经费分别为 282 亿韩元、281 亿韩元、253 亿韩元、224 亿韩元、215 亿韩元。第三，相关韩企面临外企挑战。《韩国经济》报道认为，美国 BloomEnergy 等公司已经开始全面进军韩国氢能发电市场。当前，韩国国内市场虽然暂时被浦项制铁能源公司和斗山集团两家占据，可一旦美国 BloomEnergy 公司拿下镇川和报恩的项目，BloomEnergy 公司将一举成为韩国氢能发电市场占有率第一的企业。除此之外，日本的三菱日立电力系统集团、富士电机也在进军韩国市场。

韩国国内有分析认为，今后韩国应大幅增加研发投入，同时还要积极推动韩国企业和外国企业的收购或合并，以此确保相关韩企取得技术优势。

中国经济网 2019-04-02

## 韩国氢能发电遇挑战：存在技术差距 研发投入不足

韩国准备大力推动氢能发电，从而进一步推动以清洁能源取代化石燃料发电。在具体实施过程中，韩国将对用于发电、建筑、交通等方面的氢能源产业给予创业支持，并强化生产力量，构建氢燃料电池产业生态圈，增设相关产业园，保障氢燃料电池供应。

今年，韩国提出了“活用氢能源经济路线图”，旨在发展氢能源相关新兴产业，确保技术优势，同时推动环保事业发展。其中，氢能发电是重要组成部分。韩国准备大力推动氢能发电，从而进一步推动以清洁能源取代化石燃料发电。

根据“活用氢能源经济路线图”，韩国的目标是用氢能取代煤炭、石油等化石燃料，并在氢能生产、储存、运输、使用等各环节创造出新产业和新的就业岗位，力求在 2030 年时，韩国氢燃料电池和氢燃料电池汽车的世界市场占有率均达到世界第一的水平。到 2040 年时，将氢能发电设备的容量由现在的 0.3GW 扩增至 8GW。在具体实施过程中，韩国将对用于发电、建筑、交通等方面的氢能源产业给予创业支持，并强化生产力量，构建氢燃料电池产业生态圈，增设相关产业园，保障氢燃料电池供应。

从目前取得的进展看，去年下半年以来，韩国在氢能发电上确实取得了一些进展，而且相关产业越做越大。韩国忠清北道道厅去年 7 月份曾发布消息称，忠清北道镇川郡将建设一个 80MW 的氢能发电厂——镇川绿色能源发电厂，这在当时是世界上最大规模的氢能发电厂。该发电厂将分布在镇川郡的两个地方，合计占地面积约 3.7 万平方米，投资额达到 5250 亿韩元。工厂建成后，发电量预计将占镇川郡电力需求的 23%，忠清北道电力需求的 2.9%，每年收入为 1820 亿韩元。

然而，5 个月后，忠清北道又一次刷新了纪录。去年 12 月份，忠清北道道厅再次发布消息称，忠清北道的报恩郡将建设一个 100MW 的氢能发电厂——报恩燃料电池发电厂，将超过镇川绿色能源发电厂，成为新的世界最大规模氢能发电厂。报恩燃料电池发电厂占地面积 3.3 万平方米，投资额共计 6368 亿韩元。建成后，其发电量将占报恩郡电力需求的 100%，占忠清北道需求的 3.5%，每年

收入为 2122 亿韩元。

不过，在韩国大力发展氢能发电的同时，产业发展仍然面临着巨大挑战。第一，韩国与欧美等发达国家相比，仍有技术差距。燃料电池是氢能发电厂的核心设备之一。目前，在韩国国内氢能发电市场上，浦项制铁能源公司和斗山集团占据绝对主导地位。其中，斗山集团采用的燃料电池是磷酸燃料电池（PAFC），即第一代燃料电池，其发电效率约为 43%。浦项制铁能源公司则采用熔融碳酸盐燃料电池（MCFC），即第二代燃料电池，其发电效率约为 50%。美国、日本的一些相关企业却采用了熔融碳酸盐燃料电池（SOFC），即第三代燃料电池，发电效率约为 60%。韩国企业还需要继续加大研发投入，追赶技术差距。第二，研发经费不足。根据韩国产业通商资源部发布的数据，韩国近 5 年在燃料电池方面投入的研发经费呈递减趋势。2015 年至 2018 年的研发经费分别为 282 亿韩元、281 亿韩元、253 亿韩元、224 亿韩元、215 亿韩元。第三，相关韩企面临外企挑战。《韩国经济》报道认为，美国 BloomEnergy 等公司已经开始全面进军韩国氢能发电市场。当前，韩国国内市场虽然暂时被浦项制铁能源公司和斗山集团两家占据，可一旦美国 BloomEnergy 公司拿下镇川和报恩的项目，BloomEnergy 公司将一举成为韩国氢能发电市场占有率第一的企业。除此之外，日本的三菱日立电力系统集团、富士电机也在进军韩国市场。

韩国国内有分析认为，今后韩国应大幅增加研发投入，同时还要积极推动韩国企业和外国企业的收购或合并，以此确保相关韩企取得技术优势。

中国经济网 2019-04-02

## 核能

### 中国核电站巨型环是怎样炼成的

它是世界最大直径不锈钢环形锻件(直径 15.6 米);它创造了世界最重单体不锈钢坯料(150 吨);它创造了世界首创金属构筑成形技术,实现了 200 吨级金属钢坯分级构筑成形.....它的冶炼难度,史无前例。

近日,世界最大无焊缝奥氏体不锈钢整体环形锻件在济南成功轧制。作为我国第四代核电机组核心部件的支承环,它不但是压力容器边界、安全屏障,而且结构上需承受 7000 吨重量,堪称整个堆容器的“脊梁”。

创造这次世界之最所使用的技术就是中国科学院金属研究所李依依院士团队独辟蹊径在全球率先提出的“以小制大”的金属构筑成形技术。

“以小制大”克服“木桶效应”

传统大锻件制造通常使用“以大制大”的方法,即锻造母材一定要大于成形工件,按照这种测算方法,本次制造的大锻件至少需要浇铸一个单重 250 吨的钢锭。

然而,钢锭尺寸越大,凝固时间越长,冷却速度越慢,钢锭偏析、疏松、粗晶现象越严重。

此外,受特种冶金设备能力的限制,传统上制造这种巨型环锻件,国内外通常采用分段制造然后拼焊完成。这意味着上面要有 7-8 条焊缝,由于焊缝这个位置材料性能非常薄弱,在构件服役过程中会存在一些安全隐患,这也就是我们所说的“木桶效应”。

为了攻克这一难题,中国科学院金属研究所李依依院士团队独辟蹊径在全球率先提出了“以小制大”的金属构筑成形技术,通过使用数十块小型板坯,经分组封焊,多次构筑,成功制造了 200 吨级原料钢坯,并整体轧制成形。在这个巨型环上,根本不存在所谓的焊缝,整体性能得到了显著提升。

巧借盖房“砌墙”原理

那么,什么是金属构筑成形技术?

金属构筑成形技术是由李依依院士团队在国际上率先提出的。这项技术突破了金属构件的母材

只能比其大的传统思维，巧妙地借鉴建筑领域的“砌墙”原理，将多块均质化板坯通过表面清洁处理、真空封装后，在高温下大变形实现固态冶金连接，充分愈合界面，实现界面与基体完全一致的“无痕”连接。

这种“化整为零，以小制大”的核心思想，能够以较低的成本实现高品质均质化大锻件的制备，是增材制造技术在大构件制造领域的新突破。

通俗而言，万里长城是由一砖一瓦构建而成，类似的，金属构筑成形技术便是将多块金属板通过某种技术“构建”成一个大钢锭，然后通过后续成形处理，得到我们想要的形状，这可谓是钢铁行业颠覆性技术。

另辟蹊径克服“冶金缺陷”

除了“以大制大”的困难，传统方法冶炼大铸锭还面临冶金缺陷的世界性难题。

李依依院士团队曾解剖 100 吨核电转子用模铸钢锭，钢锭表面未发现明显缺陷，但解剖后钢锭中心存在宽度 20 毫米、长度 1700 毫米的缩孔缺陷，大范围的宏观偏析，以及长度达 500 毫米的树枝晶，这种冶金缺陷将严重影响构件的力学性能，内部组织更是存在着严重的问题。

国内外众多学者半个世纪以来曾尝试通过加快冷却、添加内冷元、电磁搅拌等方式改善大型铸锭的内在质量，但一直收效甚微。

金属构筑技术则另辟蹊径，采用比较成熟稳定的连铸技术生产的连铸坯或高质量的小型钢锭作为基元，通过表面清洁加工处理后，将多块板坯真空封装，然后通过高温高压锻造将界面充分焊合，使界面与基体融为一体，实现无痕界面的冶金连接，成功突破了大钢锭冶炼存在的成分偏析、疏松、缩孔、夹杂物超标等技术瓶颈。

通过对多种材质的构筑钢锭多达数千次的性能试验，包含原始界面各方向的拉伸性能、疲劳性能甚至是冲击功都能够达到与基体一致，而且数据稳定，试验证明构筑的钢锭完全可以达到甚至高于铸锭产品的性能，实现金属的无痕连接。

来日方长但“势不可挡”

实践证明，金属构筑技术具有低成本、高品质、质量稳定及绿色环保等优势，成为当前大锻件制造的一种重要的新方法。

目前，金属构筑成形技术已经在示范快堆支承环及大口径压力管、水轮机转轮主轴、船用艉轴毂、核电用不锈钢特厚板等能源电力、海洋工程领域实现了大锻件的构筑成形，涉及的材质包括 316H 不锈钢、S03、925A、SA508-3 钢、20SiMn、9Ni、Ti80、无氧铜等，并取得了阶段性的成果，已经得到了多位院士专家及企业的认可，并被评价为大构件制造领域的一项变革性技术。

虽然金属构筑技术能够制造高品质大型锻件钢坯，但由于该技术需要采用真空电子束封焊，对于一些难焊、不可焊金属，采用构筑技术就有些为难了。

金属构筑技术对于钢铁行业来说是一项全新的事物，因此，想要让其在行业内得到广泛认可还有很长的路要走。但是，随着技术的发展，在锻造加工中，金属构筑技术终将替代大铸锭也是不争的事实。未来，这项技术有望解决舰船、核电、航天等战略性装备核心部件制造的难题，使我国工业发展实现质的飞跃。

科学网 2019-04-12

## 刘华：2019 年会有核电项目陆续开工建设

4 月 1 日，生态环境部副部长、国家核安全局局长刘华在中国核能可持续发展论坛上介绍，2019 年会有核电项目陆续开工建设。我国现有运行和在建核电机组 56 台，机组数量已达到世界第三位。中国将在确保安全前提下，继续发展核电。

3 月 18 日，生态环境部公示当天受理的《福建漳州核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（建造阶段）》、《中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响报告书（建造阶段）》，两份环境影响评价文件显

示，漳州核电 1 号机组和太平岭核电 1 号机组计划于 2019 年 6 月开工。

自 2015 年 12 月以来，中国核电行业经历了三年多的“零审批”状态。上述环评文件披露项目开工时间后被外界解读为核电开闸的明确信号，引起市场广泛关注，3 月 19 日核电板块掀涨停潮。

按照此前国家提出的核电发展目标，“十三五”期间，全国核电将投产约 3000 万千瓦、开工 3000 万千瓦以上，2020 年装机达到 5800 万千瓦。以此预计，每年将要开工 6-8 台核电机组。

中国煤炭资源网 2019-04-01

## 华龙一号全球首堆倒送电成功

福清核电消息，3 月 31 日，华龙一号全球首堆——福清核电 5 号机组主变压器 500 千伏倒送电工作一次成功，为即将开展的冷试、热试工作提供了可靠电源保证，更为机组后续投运的发输电及厂用电奠定可靠基础。

电厂送电是将电厂发出的电向系统送电，“倒送电”就是反送电过程送电。本次倒送电范围为 500 千伏开关站 5 号机组主变、高压厂变以及 6.6 千伏中压厂用配电系统一、二次电气设备。

华龙一号示范工程建设团队提前介入，解决了试验先决条件中的诸多问题，实现了“负接口”；应用 TOP10 风险管理工具，试验过程全面分析对福清核电 1-4 号运行机组的潜在风险，从受电准备到受电过程中保证安全质量。在倒送电工作中，华龙一号示范工程建设团队团结协作，规范操作，为倒送电创造了有利的条件，保证了送电过程的安全有序进行。

福清核电 2019-04-01

## 发改委：调整三代核电首批项目试行上网电价

4 月 1 日，国家发展改革委发布《关于三代核电首批项目试行上网电价的通知》，通知指出，广东台山一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4350 元执行；浙江三门一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4203 元执行；山东海阳一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4151 元执行。试行价格从项目投产之日起至 2021 年底止。

原文如下：

国家发展改革委关于三代核电首批项目试行上网电价的通知

发改价格〔2019〕535 号

浙江省、山东省、广东省发展改革委，中国核工业集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、中国广核集团，国家电网有限公司、南方电网公司：

2013 年，我委印发《关于完善核电上网电价机制有关问题的通知》（发改价格〔2013〕1130 号），明确对承担技术引进的首批核电机组予以支持。结合所在省支持首批三代核电项目的意愿，现将三代核电首批项目试行上网电价等有关问题通知如下。

广东台山一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4350 元执行；浙江三门一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4203 元执行；山东海阳一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4151 元执行。试行价格从项目投产之日起至 2021 年底止。

在确保安全的基础上，相关省份要按照原则性满发原则安排上述三代核电项目发电计划。其中，设计利用小时以内的电量按照政府定价执行，以外的电量按照市场价格执行。

特此通知。

国家发展改革委

2019 年 3 月 20 日

中国煤炭资源网 2019-04-01

## 四代核电高温气冷堆示范工程 2020 年上半年将建成投产

4月1日，中国核能行业协会理事长余剑锋在中国核能可持续发展论坛上介绍，截至2019年3月，中国大陆在运核电机组45台，装机容量4589.5万千瓦，2018年核电发电量2944亿千瓦时，位列全球第三。四代核电领域，高温气冷堆示范工程已经进入安装调试的最后阶段，2020年上半年将建成投产。

他介绍，中国已经投入运行和正在建设的三代核电机组已经达到10台，占世界三代核电机组的三分之一以上。中国建成了世界上首批投入运行的AP1000、EPR三代压水堆核电机组。自主三代核电“华龙一号”正在顺利推进，全球首堆福清核电5、6号机组，海外首堆巴基斯坦卡拉奇K2、K3项目，有望按计划或提前建成投产。在四代核电创新领域，中国加快实施高温气冷堆国家科技重大专项，高温气冷堆示范工程已经进入安装调试的最后阶段，2020年上半年将建成投产。

余剑锋表示，中国的核电机组始终保持了良好的运行记录，整体安全水平正在逐年提升。2018年以来，中国共有8台核电机组相继建成投产，目前还有11台核电机组正在建设之中，在建规模连续多年保持全球领先。

中国煤炭资源网 2019-04-01

## 年内至少有 10 台核电机组获批 安全仍是底线

沉寂3年多的核电再次走进公众视野。“有序稳妥推进核电建设仍然是我国的基本战略，安全高效发展核电是全面进入清洁能源时代的必然选择。中国将在确保安全的前提下，继续发展核电，今年会有核电项目陆续开工建设。”在近日召开的中国核能可持续发展论坛上，生态环境部副部长、国家核安全局局长刘华如是说。这意味着，核电行业结束3年零核准的困局后，有望迎来复苏之年。

资料显示，自2015年核准8台新建核电机组后，中国核电行业经历了3年多的“零审批”状态。

2019年初，这一“冷冻”状态开始悄然改变。1月30日，中国核工业集团漳州核电一期项目1号、2号机组，以及中国广核集团惠州太平岭核电一期项目1号、2号机组获得核准。3月18日，生态环境部公示了两份关于漳州核电、太平岭核电项目的工程环境影响报告书，显示漳州核电1号机组、太平岭核电1号机组将于2019年6月份开工。

中国核能行业协会专家委员会副主任徐玉明透露，年内至少将有10台机组获批，并有望开建。他表示，目前有8台机组的审批在年内较为明确。分别是采用“华龙一号”技术的漳州核电一期两台机组、惠州太平岭核电一期两台机组，以及采用俄罗斯VVER技术的辽宁徐大堡核电、江苏田湾核电各两台机组。

核电在我国绿色低碳能源体系建设中不可或缺。根据国家原子能机构统计，截至目前，中国大陆在运核电机组45台，装机容量4590万千瓦，位居全球第三；在建核电机组11台，装机容量为1280万千瓦，规模居世界第一位。

国家能源局副局长刘宝华介绍，2018年新投产7台机组，在运核电机组继续保持安全稳定运行，发电量2944亿千瓦时，同比增长18.6%，发电平均利用小时数7184小时。中国自主创新的华龙一号、高温气冷堆示范工程进展顺利，有望2020年建成投产。

同时，中国核技术应用已在辐照加工、核医学、公共安全等方面形成了一定的产业规模。自上世纪90年代以来，一直保持较高发展速度，特别是近年来，年增长率均超过20%，年产值达数千亿元。

此外，中国核能领域的法制建设也在完善中。国家原子能机构副主任张建华表示，《中华人民共和国原子能法》作为核领域的基本法，已经列入国家正式立法计划。该法律经过30多年的起草工作，即将提请国务院常务会议审议，有望年内颁布出台。另外，备受关注的《核损害赔偿法》《核安保条例》《乏燃料管理条例》《核事故应急管理条例》等一批涉核领域法律法规正在抓紧制订。

核电重启背后是广阔的市场。根据规划，“十三五”期间，全国核电将投产约 3000 万千瓦、开工 3000 万千瓦以上，2020 年装机达到 5800 万千瓦。据此预计，每年将开工 6 台至 8 台核电机组。若以每台投资 100 亿元至 200 亿元计算，投资规模高达千亿元。

当前，中国已成为少数自主掌握三代核电技术的国家。按照中国核电发电量平均占比接近目前全球核电发电量平均占比 10% 测算，考虑到中国核电装备国产化制造能力完全可以满足核电发展需要，预计 2035 年前后中国核电装机规模可达 1.5 亿千瓦左右，核电在中国清洁低碳能源构成中的比重进一步提高。

不过，考虑到此前世界上几次较大的核事故，中国发展核电仍然要以安全为前提。“国家核安全局将集中组织开展一次非例行专项核安全检查，确保各类核与辐射设施的安全。”刘华表示，《核安全法》的颁布为实现核能利用的持久安全和健康发展提供了法制保障。目前，核安全法规标准顶层设计日趋完善，制修订工作大幅加快。“要始终把安全放在核电工作首位，加强核安全文化建设，落实核安全责任，健全安全体系，持续提升核电安全水平。”

中国经济网 2019-04-12

## 我国核电仍有较大发展空间

目前在运核电装机规模仅占全国总发电装机规模的 2.3%，核电发电量仅占全国总发电量的 4.2%，远低于 10.3% 的世界平均水平。

我国已投运和在运的三代核电机组已达到 10 台，占世界三代核电机组的 1/3 以上。自主三代核电“华龙一号”正在顺利推进，四代核电高温气冷堆示范工程已经进入安装调试的最后阶段，2020 年上半年将建成投产。

在建装机世界第一、在运装机世界第三，虽然近三年核电项目“零核准”，但有这样的产业基础，整个核能行业依然对中国核电的前景抱有期待。

在中国核能行业协会主办的“中国核能可持续发展论坛·2019 年春季国际高峰论坛”上了解到，经过 30 余年发展，我国已成为全球少数几个拥有完整核电工业体系的国家之一，特别是近几年来，凭借自主创新和全产业链发展，中国核电技术已跻身世界第一方阵。

“从总量上看，目前我国在运核电装机规模仅占全国总发电装机规模的 2.3%，核电发电量仅占全国总发电量的 4.2%，远低于 10.3% 的世界平均水平，中国的核电发展仍有很大的空间。”中国核能行业协会理事长余剑锋表示。

产业发展稳中向好

2018 年，三代核电 AP1000 和 EPR 全球首堆在中国建成投产，自主三代核电技术“华龙一号”示范工程建设进展顺利。在国外同行眼中，中国核电取得这些突破性进展，正在“引领”全球核电升级。

中国核能行业协会 4 月 1 日发布的《中国核能发展报告 2019》蓝皮书（以下简称“蓝皮书”）显示，截至 2018 年 12 月底，我国在运核电机组 44 台，装机容量达到 4464.516 万千瓦；在建核电机组 13 台，总装机容量 1403.058 万千瓦；2018 年全年核能发电量为 2944 亿千瓦时，同比增长约 18.96%，创造了历史最高水平。

“中国大陆在运核电装机规模目前位列全球第三，整体安全水平正在逐年提升。2018 年以来，共有 8 台核电机组相继建成投产，在建规模连续多年保持全球领先。”余剑锋介绍。

据了解，目前全球范围内，中国是推动三代核电发展的主要国家，已投运和在运的三代核电机组已达到 10 台，占世界三代核电机组的 1/3 以上。自主三代核电“华龙一号”正在顺利推进，四代核电高温气冷堆示范工程已经进入安装调试的最后阶段，2020 年上半年将建成投产。

蓝皮书显示，2018 年，我国核电发电量 2865.11 亿千瓦时，约占全国累计发电量的 4.22%，在非化石能源发电量中的占比达到 15.83%。其中，福建、海南、广东、辽宁、浙江五省的核电发电量在本省份总发电量中的占比均超过全球核电发电量平均占比。

“通过计算，要实现 2030 年核电装机达到 1.37 亿千瓦的建议目标，从 2020 年—2030 年，每年需投运 6—8 台机组；2035 年核电装机达到 2.07 亿千瓦的核电，核电将占总装机 6%，占总发电量 15%，将贡献 28% 的低碳电源。届时，我国非化石能源发电量有望全面超越化石能源。”中电联专职副理事长魏昭峰表示。

#### 具备全产业链出海能力

从引进、消化、吸收到再创新，从借船、拼船出海到造船出海，从设计、建造“走出去”到整个产业链“走出去”，中国核电的“船头”转向了广阔的世界市场。

据了解，三代核电“华龙一号”的安全指标和技术性能达到了国际先进水平，具有完整的自主知识产权。“华龙一号”全球首堆示范工程福清核电 5、6 号机组，示范工程项目防城港核电 3、4 号机组，海外首堆巴基斯坦卡拉奇 K2、K3 核电站均在稳步推进中。此外，同样采用“华龙一号”技术的漳州、太平岭项目一期工程已核准开工，后续项目海南二期、宁德二期、浙江苍南、漳州、太平岭以及后续防城港 5、6 号项目，预计共建设 30 台以上的“华龙一号”机组。

而在“走出去”方面，“华龙一号”目前正处于打开世界核电市场大门的关键阶段。据生态环境部副部长、国家核安全局局长刘华透露，我国积极参与全球核安全有关机制性活动，通过“多国设计评价计划（MDEP）”机制下“华龙一号”工作组向国际社会介绍“华龙一号”设计建造和审评监督经验。“目前，‘华龙一号’与 16 个‘一带一路’倡议沿线国家签订合作协议 18 份，不断深化与核电发达国家的核安全合作。”

中国核能行业协会专家委主任、中国工程院院士叶奇蓁介绍，我国已与巴基斯坦新签署 1 台“华龙一号”核电机组出口合同（巴基斯坦 C5 项目）。“华龙一号”在英国的通用设计审查（GDA）正式进入第三阶段。

华龙国际核电技术有限公司发布的“华龙一号”市场布局资料显示，“华龙一号”在国内外拟开工项目达 8 个，潜在合作国家将超过 20 个。

#### 保障安全促发展

安全是核电的生命线，也是核电产业可持续发展的前提。蓝皮书显示，2018 年，我国运行核电机组继续保持安全稳定运行，未发生 1 级及以上运行事件，主要运行技术指标保持国际前列。

国家能源局副局长刘宝华在论坛发言时强调，要始终把安全放在核电工作的首位，确保核电安全万无一失。

国家原子能机构副主任张建华指出，我国通过持续改进和创新，有效提升了在运核电的安全性和可靠性，新建核电全部采用三代核电技术标准进行建造，保障了核电安全。

2018 年 1 月，《核安全法》正式颁布实施，保障核电安全有法可依。张建华透露，作为核领域基本法律，《原子能法》目前已列入国家立法计划。《损害赔偿法》《核安保条例》《乏燃料管理条例》和《核事故应急管理条例》等一批法律法规正在抓紧制定。

对于下一步核电的发展规划，刘宝华表示，要认真谋划核电工作，研究制定新一轮核电中长期发展规划，推动核电高质量发展；持续提升三代核电技术，积极开展小堆、四代堆等新一代核电技术的研发示范；完善核电科技创新体系，加大基础性、原创性核电技术研发创新力度。

中国煤炭资源网 2019-04-12

## 核电发展复苏 重心从传统核电大国转向新兴经济体

“福岛核事故以来，社会公众对核电安全发展的信心正在逐步恢复，核电发展正在复苏。”4 月 1 日—2 日，在中国核能可持续发展论坛——2019 年春季国际高峰会议上，中核集团董事长余剑锋在开幕致辞中说，2018 年，全球在建核电机组 54 台，总装机容量 5501.3 万千瓦，分布在 17 个国家和地区，全球核电发展的重心正在从传统核电大国转向新兴经济体。

本次会议以“清洁能源时代核能发展、创新与合作”为主题，旨在推动“一带一路”核能国际合作，

共同促进清洁能源时代核能的发展、创新与合作。

高温气冷堆示范工程明年上半年将建成投产

2018年以来,我国共有8台核电机组相继建成投产,目前还有11台核电机组正在建设之中,在建规模连续多年保持全球领先。

作为推动三代核电发展的主要国家,我国投入运行和正在建设的三代核电机组已经达到10台,占世界三代核电机组的三分之一以上。

余剑锋介绍,我国建成了世界上首批投入运行的AP1000、EPR三代压水堆核电机组。自主三代核电“华龙一号”正在顺利推进,全球首堆福清核电5、6号机组,海外首堆巴基斯坦卡拉奇K2、K3项目,有望按计划或提前建成投产。

在四代核电领域,我国加快实施高温气冷堆国家科技重大专项,高温气冷堆示范工程已进入安装调试最后阶段,明年上半年将建成投产。

我国拟在核电相对集中地区新建5个处置场

在乏燃料后处理方面,我国政府设立了乏燃料后处理科研专项。

“2016年,我国在国家层面成立了乏燃料后处理工作机制,乏燃料后处理工作全面提速。”国家原子能机构副主任张建华介绍,目前我国乏燃料后处理产能建设正按照“中试规模—示范规模—工业规模”三步走计划稳步推进。

在放射性废物管理方面,国家原子能机构正在组织编制《中低水平放射性固体废物处置场规划》,拟在核电相对集中的地区新建5个处置场,满足当前和未来核能发展需求。同时,为解决高放废物安全处置问题,我国明确了“选址、地下实验、处置库建造”三步走战略,提出了2050年最终建成高放废物处置场的目标。目前,我国已完成场址选址工作,首座高放废物地质处置地下实验室业经国家原子能机构审议通过,为高放废物“寿终正寝”提供了方案。

作为核领域的基本法,原子能法已被列入国家立法计划。张建华介绍,该法有望近期颁布出台。此外,《核损害赔偿法》《乏燃料管理条例》《核事故应急管理条例》等一批核领域法律法规正在抓紧制订。

科技日报 2019-04-02

## 秦山核电：35万千瓦试运行圆满成功

中核集团消息,近日,我国大陆首座核电站——中核集团秦山核电站以35万千瓦功率,最大连续安全稳定运行168小时考核试验圆满完成。这意味中核集团通过自主创新,成功将秦山核电站功率从30万千瓦提升到35万千瓦之后,对后续电站功率提升具有重要的借鉴意义,对国内运行核电厂的寿命管理工作起到良好的示范作用。

秦山核电站是中国大陆第一台自行设计建造、自主运营管理的核电机组,装机容量为30万千瓦,标志着“中国核电从这里起步”,被誉为“国之光荣”。机组自1991年12月15日首次并网投运以来,运行状况稳定,各项指标优良,一直保持安全稳定运行,取得了良好的业绩和经济效益。

一直以来,中核集团坚持把关键核心技术牢牢掌握在自己手中。秦山一期在工程调试准备时期,创造性地编写出我国大陆首座核电站的调试大纲,并因此取得了六个“一次成功”的佳绩:一回路水压试验一次成功,非核蒸汽冲转汽轮机一次成功,安全壳强度和密封性试验一次成功,首次核燃料装料一次成功,首次临次界试验一次成功,首次并网发电试验一次成功。

在秦山一期投运后,中核集团秦山核电大胆对其进行技术改造,每年都投入技改资金数千万元,平均每年完成技改项目130多项,使一个原型堆变成了安全稳定运行的商用堆。2007年秦山一期创造了连续运行469天的优异业绩,2014年又创造了18.12天国内核电大修最短工期纪录,机组WANO综合指数排名也逐年上升。

中国煤炭资源网 2019-04-12



## 财经观察：从师徒到战略合作伙伴——中法核能合作 40 年回眸

核电是中法两国经济、技术合作的经典故事。回眸过去 40 年，中法核能合作不断提升和拓展，中法核能企业从“师徒关系”走向战略合作伙伴关系，展现了两国深层次合作的力量和魅力。

40 年见证了中法核能合作的“三部曲”：从大亚湾到台山再到英国欣克利角核电项目，中法核能合作走过了从“法方为主、中方为辅”到“中方为主、法方提供支持”，再到“共同设计、共同建造”三个重要阶段，中法核能合作惠及两国，增益世界。

1978 年 12 月，中方宣布决定向法国购买两座核电站设备。随后，中国和法国合作，建设了中国大陆首座大型商用核电站——大亚湾核电站，两国在核能领域的长期合作由此开启。

大亚湾核电站不仅是改革开放初期中国最大的中外合资项目，也是中国改革开放的标志性工程。“在大亚湾核电站建设过程中，中国技术人员抱着当‘小学生’的心态，虚心向法国老师学习。”中国广核集团（中广核）董事长贺禹回忆说。

20 世纪 80 年代末期，中国大陆的核电事业刚刚起步，为了确保大亚湾核电站建成投产后的安全运行，中广核选派了 100 多名核电“黄金人”前往法国，学习当时最先进、最成熟的核电站运行和管理技术。

所谓“黄金人”，是因为国家和公司为培养这批人才花费了巨额资金。贺禹就是当年的“黄金人”。他说，当时培训采用“影子培训”方式，一个徒弟跟一个法国师傅，师傅走到哪里，徒弟就跟到哪里。

这些“黄金人”不仅成为我国核电事业发展的中坚力量，更成就了中法友谊的一段佳话。曾负责大亚湾核电站建设的法国电力公司亚太区总裁马识路（中文名）说，常常在中法各地遇到操着流利法语的中国核电人，以及会讲中文的法国核电人，他们对彼此的欣赏和对中法合作的热情令人感动。

从最初这批“黄金人”赴法求学到回国参与大亚湾、岭澳等核电项目建设，再到现在中国核电“华龙一号”的技术创新，中国核能行业多年来成功经历了“引进—消化—吸收—创新”的跨越式发展。

中法核能合作推动中国核电产业由弱到强，不仅逐步建立起完整的产业体系，还形成了包括燃料生产、设备制造、工程建设、技术研发在内的完整核电产业网络。中法两国的核能企业也从“师徒关系”逐步走向战略合作伙伴关系。

2016 年，中广核与法国电力集团、英国政府签署了英国新建核电项目一揽子协议。协议中的项目包括欣克利角 C 项目、赛兹韦尔 C 项目、布拉德维尔 B 项目，其中布拉德维尔 B 项目将使用拥有中国自主知识产权的三代核电技术“华龙一号”。

贺禹表示，改革开放 40 年来，中国逐步深化并加强与法国在核能领域的交流。中国核电正在全球市场扮演着越来越重要的角色，这也为中法合作提供了新的机遇和平台，中法两国企业应共同深入开发第三国市场。

徐甜 新华网 2019-04-02

## 首批三代项目上网电价定了，核电有竞争力吗？

4 月 1 日，国家发改委发布关于三代核电首批项目试行上网电价的通知（发改价格〔2019〕535 号），明确了三代核电首批项目试行上网电价：广东台山一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4350 元执行；浙江三门一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4203 元执行；山东海阳一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4151 元执行。试行价格从项目投产之日起至 2021 年底止。同时，在确保安全的基础上，相关省份要按照原则性满发原则安排上述三代核电项目发电计划。其中，设计利用小时以内的电量按照政府定价执行，以外的电量按照市场价格执行。

表 1 2018 年以来我国三代核电机组投运情况

核电厂/机组号	技术类型	额定功率	首次并网日期	具备商运条件	
三门核电站	1号机组	AP1000	1250MWe	2018/6/30	2018/9/21
	2号机组	AP1000	1250MWe	2018/8/24	2018/11/5
海阳核电站	1号机组	AP1000	1250MWe	2018/8/17	2018/10/22
	2号机组	AP1000	1250MWe	2018/10/13	2019/1/9
台山核电站	1号机组	EPR	1750MWe	2018/6/29	2018/12/13

2013年，国家发改委印发《关于完善核电上网电价机制有关问题的通知》（发改价格〔2013〕1130号），明确对承担技术引进的首批核电机组予以支持。而且，核定全国核电上网电价为每千瓦时0.43元。

从上网电价看，台山核电一期略高于标杆电价，三门、海阳核电一期均低于标杆电价。这与行业此前预期的首批三代核电项目上网电价有一定差距，也给核电的经济性和竞争力打上了问号。核电如何进一步降低造价，提升经济性？中国核能行业协会当天在“中国核能可持续发展论坛”上发布的《我国三代核电经济性及市场竞争力研究》报告（以下简称“报告”），做出了说明。

报告指出，为满足更高的安全标准和60年设计寿命的要求，三代核电采用了更高性能的设备、材料和更高安全水平的系统设计。加之技术引进费用、研发费用和装备制造投入，三代核电首批依托项目单位造价明显高于二代核电平均每千瓦约12000-13000元人民币的造价。我国首批三代核电依托项目建设成本高，投产后经营压力巨大。按现行的核电电价条件测算，首批投产运行的AP1000及EPR项目上网电价均在0.50元/kW·h左右。为此，只有三代核电近期批量化建设才能大幅降低造价。通过对“华龙一号”、CAP1000批量化建造造价趋势分析，按现行的核电电价条件测算，近期批量化建设的“华龙一号”、CAP1000三代核电上网电价将在0.43元/kW·h左右。

报告指出，经过三十余年努力，我国已迈入核电大国行列，并已成为少数自主掌握三代核电技术的国家，具备了自主化、批量化、规模化建设三代核电的条件和比较优势。2018年以来，我国三代核电建设取得突破性进展，全球AP1000首堆、EPR首堆相继在我国建成并投入商运；自主三代核电技术“华龙一号”首堆工程重大节点均按期实现，有望在2020年底前后投入商运；自主三代核电技术CAP1400首堆即将开工。

据研究资料显示，已成为我国核电建设主力的三代核电目前面临运行环境诸多变化：一是部分省份核电年利用小时减少，核电消纳无保障。二是电价下行压力增大。我国核电上网电价系根据当地煤电标杆电价核定。由于煤电标杆电价降低，大部分核电机组的上网电价也在不断下降（低于2013年核定的核电标杆电价0.43元/kW·h时），三代核电首批项目投产后将面临更大的经营压力。三是核电电价与当地煤电上网标杆电价挂钩有明显不合理因素。现行核电电价政策未考虑市场化因素，一些省区核电部分竞价上网电量电价与成本倒挂。

表2 煤电上网标杆电价（单位元/kW·h）

序号	省份	2013年1月电价	2015年4月电价	2017年7月电价
1	广东	0.512	0.471	0.451
2	广西	0.4552	0.4444	0.4207
3	海南	0.4868	0.4508	0.4278
4	浙江	0.467	0.443	0.4133
5	福建	0.44	0.405	0.391
6	江苏	0.44	0.407	0.389
7	山东	0.445	0.417	0.3929
8	辽宁	0.412	0.384	0.3729
平均		0.4573	0.4278	0.4073

报告指出，三代核电远期规模化发展后，还具备继续降低投资成本的潜力。而且，三代核电在我国清洁低碳能源供给侧具有一定的比较优势——

表 3 2017 年度全国电力平均上网价格情况

电源种类	核电	风电	生物质	光伏
平均上网电价	402.95 元 /MWh	562.30 元 /MWh	756.36 元 /MWh	939.90 元 /MWh

▲数据来源：《国家能源局关于 2017 年度全国电力价格情况监管通报》，2018 年 10 月发布。

首先，核电具备承担电网基本发电负荷的优势，电能质量在清洁低碳能源中总体位列前茅，同时三代核电与二代核电比较更具有显著的安全和技术优势。与二代核电相比，三代核电的安全性更好，发生核安全事故概率更低，在设计上可以保障即使发生堆芯熔化等严重事故，也不会核电站之外产生较大的放射性后果。三代核电的设计寿命由 40 年延长到 60 年，电厂可利用率由 85%提高到 93%以上。

第二，从发展趋势看，三代核电在清洁低碳能源中的市场竞争力较强。根据测算，远期规模化建设的三代核电机组上网电价有望从首批依托项目的 0.50 元/kW·h 左右降低至 0.40 元/kW·h 左右，与多数沿海省份目前的煤电标杆电价（含脱硫、脱硝、除尘、超低排放加价）趋近。与其它可再生清洁能源相比，我国三代核电不仅电源质量更优，而且从发展趋势上看，经济上也具备较强的市场竞争潜力。

第三，三代核电发展有利于促进我国清洁低碳能源多元化安全供应。按照我国核电发电量平均占比接近目前全球核电发电量平均占比 10%测算，考虑到我国核电装备国产化制造能力完全可以满足核电发展需要，预计 2035 年前后我国核电装机规模可达 1.5 亿千瓦左右，核电在我国清洁低碳能源构成中的比重进一步提高。

针对三代核电的优势和目前面临的不利因素，报告提出，要充分保障和发挥三代核电的经济性：

首先，确保三代核电机组带基荷满发运行。核电不同于煤电，具有可再生清洁能源的类似属性，国家应明确所有核电项目均享受可再生能源相应电量消纳政策，确保核电带基荷满发，保证核燃料资源得到充分利用。

其次，进一步完善三代核电电价形成机制。按照满足还本付息要求、保持合理利润并兼顾市场电价水平的原则，进一步完善三代核电上网电价形成机制并设置核电标杆电价的合理区间，理顺比价关系。建议将目前核电标杆电价的定价方式调整为在跨省的区域内或全国范围内统一核电标杆电价，促进核电在更大范围内跨区域消纳。

第三，科学把握发展节奏，促进核电行业持续平稳健康发展。科学把握核电产业发展节奏，有利于核电上下游产业人、财、物各类资源的优化配置，提高我国装备制造业及工程建造的整体水平，有效提升我国三代核电的竞争力，并将促进核电产业“走出去”战略实施。

朱学蕊 赵紫原 中国能源网 2019-04-02