

能量转换科技信息

广州能源研究所文献情报室
广东省新能源生产力促进中心
第十九期 2017年10月

目 录

总论	1
中国区域能源互联网综合评价指数技术白皮书新闻发布会在北京隆重举行	1
周大地：加强政府管理能力，克服市场失效是推动能源革命的关键	2
协鑫集成“多晶黑硅 PERC 基础工艺”斩获“中国能源装备十大年度创新产品”大奖	4
能源企业绿色发展责任团体标准在京发布！	5
热能、动力工程	6
中国科学家首次在南海发现裸露“可燃冰”	6
全球化工分工与合作 力推石墨烯产业腾跃	7
福建物构所 提升锂硫电池循环稳定性	8
美国储能装机达到 56.5 万千瓦	8
储能呈多元发展态势 我国储能技术总体上已初步具备产业化基础	9
陈海生：先进储能技术发展现状及路线研究成果	10
中国“提速”页岩岩勘探与开发	13
超越你所想，“烯望”智造未来	15
深部煤层气地震勘探方法技术体系建立	16
神雾集团革命性技术成焦点	16
动力电池梯次利用蓄势待发	17
2016 年中国技术上可开采的页岩气储量下降 6%	18
中集来福士与中石油合作：共同开拓南海可燃冰	18
舒印彪：40% 以上的新能源弃电由省间壁垒造成	19
我国首家低碳计量试点在镇江设立	19
生物质能、环保工程	20
2017-2021 年中国生物质能发电行业发展及预测分析	20
十五部委联合推广乙醇汽油 哪些问题是您关心的？	22
研究人员揭示秸秆生物质炭提高土壤抗酸化能力机制	23
太阳能	24
电规总院副院长孙锐：我国光热发电已具备规模化发展条件	24
英媒：中国瞄准光伏发电高端市场	26
家庭屋顶光伏并网居全国之首，“浙江经验”值得探究	27
美国光伏电站总成本中“软成本”占多大比例？	28
全球最大的太阳能发电站在迪拜启动	29
MWT 电池 1.3GW 新产线开建日托光伏推动平价上网	30
光伏+储能，让新能源成为时间的朋友	30
青海德令哈：打造“世界光热之都”	31
通威工业 4.0 高效电池生产线正式投产	33
光热发电可以使电网变为真正的能源互联网	34

光伏水上漂——天合光能领跑者项目率先并网	36
中国重塑世界光伏产业格局	36
海洋能、水能	39
中国水电：铸成又一张“国家名片”	39
中国投建柬埔寨最大水电站下闸蓄水	41
风能	42
欧洲风能协会：到 2030 年欧洲海上风电占比有望达 7%-11%	42
英国海上风电报出历史性低价！核电、天然气大受冲击	43
海上风电面临转折节点 逾 1500 亿市场加速规模开发	44
破纪录：那一天 欧洲 20%发电来自风能	45
2017-2021 年中国风力发电行业发展及预测分析	45
氢能、燃料电池	48
充电几分钟飞行两小时 无人机用上氢燃料电池	48
核能	48
中国核能行业协会徐玉明：自主创新是中国核电走向世界的前提和基础	48
从暂停到安全高效发展，中国核电提振世界信心	49
中国正走向世界核能产业链中高端	53

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，并不代表本刊赞同其观点和对其真实性负责，版权归原作者所有。严禁将本刊用于任何商业或其他营利性用途。用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。

《能量转换科技信息》半月一期。希望你对我们的工作提出宝贵意见。

联系方式：02087057486，zls@ms.giec.ac.cn。

总论

中国区域能源互联网综合评价指数技术白皮书新闻发布会在北京隆重举行

来自中国能源研究会、中科院、电科院及清华大学能源互联网研究及华北电力大学能源互联网研究中心等国内著名能源互联网研究机构和交通系统、金融系统、科技系统等专家和代表、知名企业代表近三百人出席了“中国区域能源互联网综合评价指数技术白皮书”新闻发布会。

九月的北京，秋高气爽，繁花似锦。在举国上下迎接党的十九大的日子里，9月17日，中国区域能源互联网综合评价指数技术白皮书新闻发布会在北京国际会议中心隆重举行。

随着国家能源局《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》、《关于推进多能互补集成优化示范工程建设的实施意见》对应的示范项目相继执行，吹响了能源互联网发展新的号角。作为国家能源互联网综合试点示范的主要形式之一，区域能源互联网率先落地，很多机构企业都在积极的探索和研究中。国家在积极推动清洁能源替代和能源结构转型的同时，经济下行和产业结构调整导致用能需求不振，用户在经济上越来越难以承受较高的能源价格，能源行业的盈利增长日趋面临困难。但是，随着国家能源生产与消费革命的积极推进，能源产业的变革也为企业带来了前所未有的发展机遇。

在技术进步、能源结构调整、体制改革、环境压力以及深层次的利益博弈等因素的推动下，能源互联网作为能源产业革命的突破口，而区域能源互联网作为国家能源互联网综合试点示范的主要形式之一正在如火如荼地开展中。

区域能源互联网综合指数应运而生；旨在为区域能源互联网项目进行投资前、中、后评估；为发展能源互联网而来，为推动能源互联网而动，为能源互联网产业而成长。

新闻发布会于9月17日在中国能源研究会年会---能源互联网示范工程创新应用分论坛中举行。国家能源局电力司副司长赵一农致辞并预祝大会圆满成功。中国科学院院士、中国能源研究会能源互联网专委会主任周孝信发表了主旨报告；阐述了能源互联网技术的颠覆性影响；针对能源互联网与电力系统，周院士提出以下观点：以互联网思维审视传统电力系统，传统电力系统缺乏灵活调节和储能资源，传统电力系统的集中统一的管理、调度、控制系统不适应大量分布式发电，及发电、用电、用能高校一体化系统接入的发展趋势；关于能源互联网三个层次的含义的理解，多能源互联互通，借鉴互联网思维和技术，以用户为中心；能源互联网的三个层级，物理基础、实现手段、价值实现……周院士的报告，思路清晰，内容意义深远，与会人员报了热烈的掌声。中国能源研究会能源互联网专委会副主任、秘书长曾鸣老师阐述了能源互联网发展的现状和充满希望的未来；提出能源互联网作为能源、电力系统转型发展的重要方向，积极参与能源互联网建设运营，创新能源互联网行业商业模式，培育企业自身开展相关业务的能力，对能源企业的未来可持续发展至关重要。电网企业、发电集团、新能源公司及节能服务公司等企业应尽快行动起来，抓住能源互联网发展带来的机遇。交通部科学研究院徐萍副总工发表了以智慧能源与智慧交通为主题的主旨演讲；强调了交通与能源的结合及智慧的发展；描述了从港口、高速、空港、邮政、铁路都存在着巨大的交通与能源的融合点和智慧交通及能源发展的机会。

新闻发布会由泰豪科技股份公司的CTO廖宇先生主持；北京时代英能微电网技术有限公司董事长、中关村能源互联网专家联盟秘书长毛翔先生首先宣读了中国区域能源互联网综合评价指数技术白皮书内容及产生的背景和想法；及指数在区域能源互联网中的使用场景和在能源互联网产业中的战略意义；设立区域能源互联网综合指数的目的和意义在于促进推动能源互联网产业的发展，提升中国能源互联网产业的整体竞争力及整体效率。中民新能控股公司总经理苗韧先生阐述了针对能源互联网产业发展的若干思考；也结合能源互联网产业的运行发展思路，指出：能源互联网不是不同

元素的一种叠加。泰豪科技的 CTO 廖宇先生从能源互联网国内外创新及能源发展态势和能源互联网的本质及目前产业的发展状态，深刻地揭示了人类的能源结构已经到了必须充分利用可再生能源的时刻，能源互联网的诞生是偶然更是必然；综合能源供应商是最好的商业模式；贵安配电网、高电网、碳交易、美国、德国的分公司，以及史无前例的能源维密秀，泰豪的战略布局令人印象深刻。协鑫智慧能源（苏州）公司副总工余文杰、奥德集团副总经理綦安训也分别进行了精彩的能源互联网商业模式和综合能源商主旨演讲。最后，中民新能、泰豪科技、协鑫集团、奥德集团、时代英能、中关村能源互联网专家联盟代表共同登台，作为中国首批能源互联网综合评价指数的合作企业进行了签约和合影。

众多专家、企业家、金融投资家汇聚一堂，共同参与了区域能源互联网综合评价指数技术白皮书的发布，共同见证这个历史时刻；大家相信：能源变革带来了一次历史的巨浪，能源互联网就是这次历史巨浪中的一个巨大的载体，中国能源历史已经在改写，很多人也认为：大国崛起，能源互联网也许不是配角！

中国能源报 2017-09-18

周大地：加强政府管理能力，克服市场失效是推动能源革命的关键

《中国能源报》社主办的“首届中国能源产业发展年会”今天在京举行。中国能源研究会常务副理事长周大地现场发言表示：能源行业的发展与革命，现在是很关键的时候。中国取得了许多成绩，但能源革命还远没有完成，我们还面临着多种挑战。

以下为周大地发言

建立多元供应体系

在能源供给革命方面，以煤为主已经是比较过时的能源结构，要通过多元化，调整能源结构，逐渐过渡到低碳化的道路上。但现在结构调整阻力很大，可以说由于煤炭和煤电发展的惯性，对清洁能源包括天然气发展形成了很大的压力。

能源技术革命这方面，我们国家提出要紧跟国际能源技术革命的新趋势，以绿色低碳为方向。但是我感到能源界在技术革命方面，对于低碳转型的迫切性认识不够，绿色低碳技术路线不明确，大量的投入仅考虑短时间内所谓的清洁生产，甚至在某些能源领域，比如煤炭的下游产业链，完全没有考虑低碳化问题。

全球低碳能源转型正在加速，如果我国能源转型还是慢吞吞地进行，我们有可能在能源技术方面再次面临全面落后的风险。发达国家在考虑如何实现 2050 年碳排放下降 80-90%，甚至有的国家提出要减排 95%。最近一批国家陆续宣布停售燃油汽车的具体时间，最早 2025 年，比较慢的是到 2040 年。

一批国家宣布停售燃油汽车的具体时间，对世界能源低碳转型有爆炸性推动作用。技术领先的大型汽车制造商已经提前做了充分的技术储备，纷纷提出了十分激进的转型时间表，包括奔驰、大众、宝马、沃尔沃，以及各日本厂商等，中国汽车业将因此面临全面落后的危险。

现在全世界的石油中有 60%到 70%用于交通领域。按照这个速度，石油的消费十年之内会有重大变化。很多人觉得低碳发展还很遥远，其实这里面有很大差别。因为发达国家的能源结构是以油气为主，不像中国以煤为主，在中国还没有走出以煤为主的状态的时候，别人已经开始对石油动手了。所以我觉得以油气为主的世界能源市场将出现重大结构性变化，煤炭将加快淘汰出局。

能源领域要加强供给侧结构性改革

能源革命首先必须继续强调节能优先。我们要定义合理消费的需求，中国是必须选择绿色低碳高效发展路径的能源消费国，首先要做到能够通过节约就不要通过供应解决问题。

能源革命首先要加强供给侧结构性改革。应该承认能源领域产能过剩的形势是严峻的，去年下半年以来，我国能源需求确实有反弹，但是要探究这个需求究竟是怎么来的。

宏观上来看，现在的投资率过高。每年盖房子、基础设施确实规模巨大，所以高耗能产业有所反弹。但是我个人有一个估计，这些建筑规模搞得越大，它萎缩的速度今后就有可能越快。比如说码头建设，光一个江苏省的码头就比美国全国的码头运输量还大。我觉得这些基础设施建设如果按现在的速度搞下去，它饱和的时间可能要提前来到。

能源投资的盲目性推高了能源成本，大家都想把能源价格降下去，都想挤压生产方的利润空间。但是生产方的利润空间并不大。为什么？财务负担过重。大量的投资由于产能过剩不能发挥它应有的作用，所以收益率比较低。这个情况导致能源行业虽然投资很大，但是利润率总体却较低，真正降成本也不太容易，因为银行欠账太多，不干也要还那么多钱，所以可压缩的利润空间并不大，降本必须从降低无效投资做起。

克服市场失效是推动能源革命的关键

同时，我觉得加强政府管理能力，克服市场失效是推动能源革命的关键。比如说节能有两方面的作用力，一是能源价格大幅度的上升。现在的情况来看，我们国家希望能源价格不要大幅上升，甚至要下降。那么就要加强政府的介入，提高标准，提高各种准入门槛，淘汰落后。这不是市场自己能解决的。第二，能源结构调整，为什么要调整？并不是因为煤炭贵，而是因为煤炭的污染，真正做到清洁用煤是比较困难的。外部性的内部化很难通过市场自己来协调，必须要有强力政策的引导，或者制定标准，或者排放的要求进一步提高，或者扩大低碳市场，这些都需要政府介入才能做到。

因此我个人认为，能源革命下一步要加强政府管理能力，加强对于能源革命各方面的政策引导。所以能源发展必须加强规划和监管能力，加强系统优化，不能放开市场随便进，进完了以后再自己打架，打完了淘汰掉一部分。这是成本最高、效率最低的一个做法。

能源投资的盲目性推高了我国的能源成本

世界各国在能源准入方面都不是随意操作，包括美国的电力发展也都有非常严格和艰苦的准入批准过程，包括我们借鉴学习的加州电改，它的电力准入是必须审批的，且审核非常严格。我们的能源革命和发展转型，首先需要系统优化，现在的规划思路、方法程序，不适应能源形势的变化。

能源革命和战略调整必须进行一系列的顶层设计和优化，现在的矛盾主要是能源供应总体上供大于求，方向和结构调整跟不上需求的变化。我们搞拼盘式的能源规划，各个行业自己搞自己的，现在已经出现了互相竞争、互相打架的问题。所以能源领域产能过剩日益突出，但是投资冲动仍然得不到抑制，这个问题必须从根源上找到，你明明知道很多的行业已经产能过剩了，但是还在不断的往里投入。

能源领域改革重在解放生产力

我们在联合电网、统一电网方面争论很多，现在的决策方式是各省各行其是，因为每个地方都要搞自己的全供应。那么能源发展究竟是要走各省各市各自为政，建立分散而相对独立的能源系统，还是全国统一规划？

一方面，行业之间要有一个总的协调，不能煤搞煤、电搞电、油搞油，互相不管自己的边界是什么。另一方面，各地的供应平衡问题，总的生产能力究竟多少合适，这个情况下哪些地方要重点发展，哪些地方不要人人都上，这些都是能源管理方面的重大挑战。

最后我想说，能源领域改革重在解放生产力。现在能源领域改革首先要考虑现有能源企业的活力释放问题，如果基层没有动力，不管是上下游合并还是横向合并，如果不能把广大职工和干部的积极性解放出来，我觉得这些改革可能就是一种折腾。

所以我认为各种市场的公平准入，特别是自然资源的市场化准入可以进一步开放，但公平的准入不等于平等准入。因为企业有大小，进入有先后，不可能再把所有人拉到同一起跑线，大的要照顾小的，这个我觉得也不是市场经济的做法。

所以，国企要开放各种资源和各种领域，现在对国企有很多的限制，这个不许干，那个不许干，这个要退出，那个要让出。我个人认为这不一定是我们建立社会主义市场经济的正确做法，要鼓励

不同企业的公平竞争，大家都有劲。你能干好就进来，你干的不好就会被淘汰，包括国企。（闫志强/整理）

中国能源网 2017-09-20

协鑫集成“多晶黑硅 PERC 基础工艺”斩获“中国能源装备十大年度创新产品”大奖

9月20日，在《中国能源报》主办，中国能源研究会、中国电力企业联合会等联合主办的“首届中国能源产业发展年会”上，协鑫集成凭借自主创新的多晶黑硅 PERC 基础工艺斩获“中国能源装备十大年度创新产品”大奖。

多晶黑硅 PERC 基础工艺创行业之先

协鑫集成上榜“中国能源装备十大年度创新产品”，则在意料之中。在光伏制造领域，作为业界公认的技术担当，就如何进一步提升多晶效率，协鑫集成率行业之先，找到破解之法，行业引领地位也藉此进一步巩固——成功地在多晶 PERC 电池的基础下叠加黑硅技术，使电池的转换效率突破 20.6%，创下多晶电池的新纪录。

据了解，协鑫集成的量产多晶 PERC 电池转换效率可达 20.1%，而在加入俗称“干法”的离子反应法（RIE）黑硅蚀刻工艺后，效率进一步提升到了 20.6%。协鑫集成表示，为搭配金刚线切与黑硅技术，公司深入比较并研究添加剂、MACE（俗称“湿法”）以及 RIE 三种工艺，最后利用 RIE 达到了成本与表现的最佳结果。

技术的创新推动了极大地推动了产业发展。据悉，协鑫集成在 2016 年第 4 季度实现了多晶黑硅 PERC 基础工艺的产业化。目前，黑硅+多晶 PERC 量产电池片达到 20.3%的转换效率，2017 年第 4 季度将达成 20.5%的效率目标，并计划在 2018 年第 4 季度实现 21%、2020 年实现 21.5%的产业化转换效率。

协鑫集成技术负责人表示，协鑫目前拥有 5GW 的组件产能，其创新贯穿了从材料、电池、到组件的整个产业链，当前正重点研发多晶双面 PERC 电池、氢钝化工艺及高效低成本的金属化工艺，着力提升电池效率。

致力成为综合能源系统集成商

多晶黑硅 PERC 基础工艺仅是协鑫集成众多业务领域的一块，协鑫集成还有更远大的目标——致力于成为全球领先的综合能源系统集成商。

为提供优质的清洁能源一站式服务，协鑫集成的业务范围覆盖了高效电池、差异化组件、系统集成、EPC、储能等相关产品的设计、研发、生产及销售，构建以技术研发为基础、设计优化为依托、系统集成为载体、金融服务支持为纽带，智能运维服务为支撑的一体化“设计+产品+服务”包提供商。

据了解，目前协鑫集成拥有高效电池产能 900MW，而 2017 年底这一数字将攀升至 2GW，为其差异化产品路线提供战略支持。同时，协鑫集成拥有张家港、句容、金寨、徐州以及越南等多个组件生产基地，拥有高效组件产能 5.6GW，在日本、印度、北美、澳大利亚、新加坡、德国等 6 个国家及区域设立子公司，在泰国、南美、中东、南欧、非洲等多个国家及区域设立了代表处，积极开拓国内外市场，为全球清洁能源发展



多晶黑硅 PERC 电池

提供优质产品。

其中，尤为值得一提的是张家港生产基地，目前拥有高效组件制造产能 2.5GW。作为目前全球单体规模最大、产线兼容性最强的太阳能光伏组件生产基地，张家港生产基地快速进行了智能制造的试点和推广，智能车间于 8 月底实现无人化生产。

该基地拥有全球领先的组件智能制造产线，以“精益化”、“自动化”、“信息化”、“省人化”和“智能化”为设计理念，采用国内最先进的全自动生产设备和生产管理系统，目前具备生产常规 60P、72P、96P 组件和双玻 72P、双玻双面、金刚系列等特种新产品组件的能力，将互联网、物联网等信息技术融入到光伏组件生产制造过程中，通过精益生产、智能制造达到效率提高、人力减少、质量提升。

与此同时，协鑫集成敏锐把握实际，布局储能领域，打通能源发展的“最后一公里”，积极发展户用及工商业储能。

据悉，协鑫集成正通过将储能电池引入系统集成包，以“光伏发电+储能系统”模式的推广为用户提供更为完善的能源解决方案，创造和满足更广泛的能源产品需求。未来储能类产品将涉及新能源领域、消费领域、动力领域、通讯等诸多领域。

董珂颜 中国能源网 2017-09-21

能源企业绿色发展责任团体标准在京发布！

9 月 20 日下午，由《中国能源报》与中国生物多样性保护与绿色发展基金会（下称中国绿发会）共同发起、国家生物柴油产业技术创新战略联盟参与编制的能源企业绿色发展责任团体标准——《能源企业绿色发展责任评价标识准则》在京发布。

发布会上，在《中国能源报》社总编辑刘建林与中国绿发会秘书长周晋峰的共同见证下，参与标准编制的企业代表、生物柴油生产企业——云南盈鼎生物能源股份有限公司（下称云南盈鼎）签署了《能源企业绿色发展责任承诺声明》。刘建林与周晋峰共同授予云南盈鼎生物能源股份有限公司“绿色责任行为大使”荣誉称号。

《能源企业绿色发展责任评价标识准则》发布

据记者了解，生物柴油是能源产业中较小的一支细分产业，但发展生物柴油产业在中国有着独特意义。当前支撑中国生物柴油发展的原料主要是地沟油。因此，发展生物柴油的首要出发点就是消化和消灭地沟油。从生物柴油产业 10 多年的发展实践看，生物柴油推广应用是杜绝当前“地沟油”重返餐桌最有效的方法。

不仅如此，与当前国家力推的生物乙醇燃料一样，生物柴油是全生命周期的环境友好型产品。根据环保部 2015 年统计数据，柴油车虽仅占我国汽车保有量的 14.1%，但其氮氧化物（NOX）和颗粒物（PM）的排放量却占机动车总排放量的 69.2% 和 99% 以上。而在柴油中添加生物柴油“可有效降低柴油机动车尾气污染排放，实现机动车减排减霾”已成共识。

“地沟油必须用到车身上而不是用到人身上。石化柴油中添加 1% 的生物柴油就是生物质燃料，就是柴油行业的绿色转型和绿色担当。”云南盈鼎董事长吕勃说。

据吕勃介绍，云南盈鼎自 2007 年在昆明杨林工业开发区投资建厂至今已有 10 年，多年来一直在致力于推动国内生物柴油产业发展。

2008 年，该公司生物柴油生产装置成功投产；2009 年，成功培育出转基因的麻风树（小桐籽）“DGY1 号”优良品种，年亩产可达 1100 公斤，一年可产四季，含油量 67%，实现了种 2 亩小桐籽树产 1 吨生物柴油；2010 年，完成了利用地沟油、橡胶籽油、小桐籽油为原料，生产出优于 BD100（GB/T20828-2007）和 B5（GB/T25199-2010）达标合格的生物柴油；2011 年，该公司又与昆明公交集团合作，在昆明两条公交线路 47 辆柴油公交车上封闭使用生物柴油 B10，连续运行 120 天，经昆明公交集团技术部门检测，发动机、喷油嘴无任何异常，且动力充沛，油耗、成本均有所下降，同时尾气排放明显

优于普通柴油车，取得了良好的示范效果。2012年，该公司协助云南省政府完成出台了《云南省地沟油制生物柴油工作的指导意见》（云政办发【2012】46号文件）。2013年，该公司与昆明理工大学、昆明质量检验研究院共同完成了云南省生物柴油地方标准 B10、B20 的制定（2013年7月1日正式实施）。

2017年，云南盈鼎与昆明理工大学开展了对国5柴油与B5生物柴油在高原低压缺氧地区的性能对比研究及台架对比实验，掌握了石化柴油及生物柴油高原地区性能差异及对排放的影响。

“云南盈鼎公司10年如一日坚持做好一件事，把地沟油用在车身上，推动中国生物柴油的应用及石化柴油转型，敢于担当，投入近1亿元而无收益，荣获‘绿色责任行为大使’当之无愧。”吕勃说。

值得注意的是，近日，国家发改委、国家能源局等十五部门联合印发《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》，明确要推动生物乙醇汽油使用3年内覆盖全国。

吕勃认为，发展生物柴油有着与发展生物乙醇燃料一样的绿色发展宗旨。“我们希望看到的是生物柴油与乙醇汽油的并重发展，生物柴油的调和难度远低于乙醇汽油，乙醇的主要原料是陈化粮，而生物柴油的主要原料是地沟油，而地沟油分布点多面广，处理难度更大，因此生物柴油的推广应用比乙醇汽油的推广应用更具紧迫性。”

吕勃建议，希望国家按照推广乙醇汽油的力度和方法，尽快出台生物柴油强制添加政策。在全国具备条件的区域，如京津冀地区、云南省等地，建立生物柴油产业封闭应用示范区，既有利于总结经验，又为在全国大范围推广应用奠定基础。油品央企也应尽快达成共识，放开生物柴油的推广应用。

全晓波 中国能源网 2017-09-21

热能、动力工程

中国科学家首次在南海发现裸露“可燃冰”

科考团队在我国南海约1100米的深海海底，探测到两个站点存在裸露在海底的天然气水合物，这也是科学家在我国南海海域首次发现裸露在海底的“可燃冰”。

我国新一代远洋综合科考船“科学”号在执行中科院海洋先导专项中，在我国南海海域首次发现了裸露在海底的天然气水合物，也就是“可燃冰”。这一成果北京时间22日在国际权威学术期刊《地球化学、地球物理学、地球系统学》上在线发表。

通过“发现”号无人潜水器携带的深海激光拉曼光谱探针，科考团队在我国南海约1100米的深海海底，探测到两个站点存在裸露在海底的天然气水合物，这也是科学家在我国南海海域首次发现裸露在海底的“可燃冰”。

据介绍，其中一个站点分布在冷泉化能极端生物群落中，动态合成并分解的天然气水合物可以为深海极端生命提供甲烷等能量源；另一个天然气水合物站点则位于一个活动的冷泉喷口的内壁。

科考团队通过自主研发的拉曼光谱探针，在1000多米深的海底对裸露在外的天然气水合物进行了现场探测。数据显示，快速生成的天然气水合物并非单一的笼型结构，其内部存在大量的甲烷、硫化氢等自由气体，这也是国际上首次使用原位拉曼光谱数据证实这一科学结论。

据介绍，天然气水合物一般分布在深海沉积物或者大陆永久冻土中，而裸露在海底表面的天然气水合物则需要大量的深海冷泉流体作为气源，因此极难存在，是研究其形成、分解、成藏以及和海洋环境相互作用机制的极佳天然试验场。

央视网 2017-09-26

全球化分工与合作 力推石墨烯产业腾跃

早在 2015 年 2 月，雄心勃勃的欧洲“石墨烯旗舰计划”率先勾画出未来 10 年石墨烯科技路线图，旨在把这种神奇的二维材料从实验室推广到社会应用之中，引导科研机构及产业界开发相关应用产品。而短短两三年间，让欧洲人惊诧的是，中国石墨烯产业化速度日新月异，从世界范围来看，竟在石墨烯商业化应用中力拔头筹。于是，全球越来越多的目光开始聚焦中国，特别期待参加 9 月 24 日即将在南京盛大开幕的 2017 中国国际石墨烯创新大会，顺应大会主题“全球化的分工与合作”，在石墨烯创新应用中探寻优势互补、合作双赢契机，提速产业化进程。

诺主来华过把创新创业瘾

如果说石墨烯“诞生”于欧洲，犹如一粒种子找到孕育的温房，而中国的天时地利与人和的“沃土”，正在培育种子生根发芽、茁壮成材。

在此次石墨烯大会上，因在二维空间材料石墨烯的突破性实验获得 2010 年诺贝尔物理学奖的英国曼彻斯特大学教授安德烈·海姆将如期而至。他的主题演讲令众多石墨烯粉丝翘首期盼，因为他的科学创新思维总是不走寻常路，每次参会分享的最新研究成果让人脑洞大开。

“没有量化生产，试验性材料将不会有生命力。”这位“石墨烯之父”曾针对英国石墨烯应用发展后继乏力直言不讳。在 2016 年青岛召开的石墨烯大会上他由衷表示，“感谢引领石墨烯商业化发展的中国，如果没有中国的助力，全球石墨烯领域绝不可能如此大规模地迅猛发展。”

去年 9 月，海姆带着其团队开发的石墨烯复合材料技术，与青岛德通纳米技术有限公司萧小月博士团队开发的石墨烯生产工艺相结合，在“石墨之乡”山东莱西成立了青岛德安新碳复合材料有限公司，成为我国长江以北地区规模最大的石墨烯浆料生产线基地，以推动石墨烯复合材料在 LED 照明系统、汽车工业、新能源、航天航空等应用。

自 2015 年以来，两位因发现石墨烯材料二维特性的诺奖得主海姆及其学生康斯坦丁·诺沃肖洛夫带领团队，与高度关注石墨烯产业发展动态的南京经济技术开发区开展合作，双方将共同营建的南京石墨烯材料应用创新中心及产业园项目落户开发区。由此，目前由南京创新中心孵化出的石墨烯印刷天线、石墨烯照明、石墨烯 PCB 等项目已在开发区成功孵化，迈入产业化进程。

当地实现了引进诺奖人才“零”的突破，而诺主来华也着实过了把体验创新创业的瘾。

国外知名学府递来橄榄枝

迄今，中国是世界石墨烯产业界投入资金和专利数量最多的，相对于欧美国家，中国在手机制造、可穿戴以及钢铁、水泥、铝材等传统领域能找到体量更多的应用方向，这使得国外知名学府及科研机构纷纷向中国企业伸出协同创新应用的橄榄枝。

8 月 28 日，美国普林斯顿大学与前次访问的山东鲁泰控股集团签署了石墨烯高分子复合材料研发协议。陪同访问的济宁利特纳米公司董事长侯士峰博士向记者介绍，这次合作得到了校方高度重视，普林斯顿大学的美国国家工程院并科学院院士帕布洛·德贝内代蒂、普林斯顿大学材料科学与技术研究所副主任罗德尼·普利斯特列教授等与中方企业代表亲切会谈，协议分工由普林斯顿大学进行关于石墨烯与 PVC 等高分子材料相结合的复合材料研究，取得的科研成果将在山东鲁泰规模化生产。

而在两年前，俄罗斯科学院西伯利亚分院化工研究所与黑龙江省华升石墨股份有限公司签订《石墨烯润滑油合作研发项目》合同，由俄方著名纳米材料专家谢柳京率团队与中方专家团队联合攻关，利用华升公司电弧法纳米尺寸石墨烯和氧化还原法大尺寸石墨烯粉体材料，开发出高分散和高稳定性石墨烯润滑油添加剂，成功实现石墨烯改性润滑油的产业化，建成投产 5 万吨规模生产线，相关产品在 2017 中国沈阳国际润滑油展览会上颇受关注。

开启“一带一路”新篇章

“目前，全球石墨烯产业尚处于初期阶段，仍存在影响产业发展的诸多因素，但是推动全球石墨烯产业健康、快速发展，实现合作共赢是我们的共同愿望。”国家新材料产业发展专家咨询委员会

委员、中国石墨烯产业技术创新战略联盟(CGIA)秘书长李义春博士在接受科技日报记者采访时说。

应白俄罗斯邀请，深圳烯旺新材料科技股份有限公司近日拟落户中白工业园，即中国和白俄罗斯两国间最大的经济技术合作项目。中国石墨烯产业奠基人冯冠平踌躇满志地表示：“就让烯旺先去探探路，让中国公司成为全球领先具有科技实力的‘智造者’。”

8月中下旬，联盟带领中国石墨烯产业代表团践行“一带一路”石墨烯产业合作的开拓，对马来西亚石墨烯纳米技术及产业发展动态考察，达成双方将在项目合作、产业投资等展开合作，并计划联合多方资源共同成立石墨烯创新研发中心，有望在此次石墨烯大会上签署合作协议，开启“一带一路”的新篇章。

作为此次石墨烯大会主办方负责人，李义春强调，我们深信石墨烯产业的可持续发展，要靠世界各国共同努力。而此次石墨烯大会将尊重多样性、富有包容性和更加开放的全球石墨烯产学研合作，为石墨烯产业的发展做出重要贡献。

科技日报 2017-09-18

福建物构所 提升锂硫电池循环稳定性

当前，大容量储能装置成为便携电子设备以及电动汽车等新兴电子产品的迫切需求。由于硫具有低成本和环境友好等优势，锂硫电池(Li-S)拥有较高的理论比容量和能量密度，被视为最有应用前景的高容量存储体系之一。近期，中国科学院福建物质结构研究所结构化学国家重点实验室研究员王瑞虎课题组和温州大学教授杨植合作，实现了大幅提高锂硫电池稳定性的同时，增加其大功率放电性能。

这项成果有效解决了锂硫电池商业化应用方面面临的一些技术挑战。如固体硫化物的绝缘性、可溶性长链多硫化物的穿梭效应以及充放电期间硫的体积巨变，这些问题通常导致硫的利用率低、循环寿命差，甚至引起一系列安全问题。

该项研究将水蒸气刻蚀的多孔 NbS₂ 和高导电碘掺杂石墨烯(IG)复合到三元混合硫正极系统中，合成了由 IG 包裹的三明治型正极材料。在这种特殊三明治结构中，层状 NbS₂ 的高极性和强的亲和力促进多硫化物的物理拦截和化学吸附，协同解决了多硫化物溶解和穿梭效应的问题。NbS₂ 的高电导率和孔隙率提高了界面电荷转移和离子迁移，从而提高了锂硫电池氧化还原反应。IG 包围的夹层结构不仅可以使硫物质和层状 NbS₂(或 IG)之间发生紧密接触，而且在充放电过程中能承受硫正极大的体积波动。由新技术组装的锂硫电池，在 20-40℃ 的高倍率下，表现出优异的循环稳定性。

该研究成果发表在 ACS Nano 上，研究工作得到了国家自然科学基金和中科院战略性先导科技专项的资助。

高雅丽 中国科学报 2017-09-18

美国储能装机达到 56.5 万千瓦

据普氏能源资讯的一份研究报告显示，美国储能继续保持快速增长，2017 年上半年总量达到 56.5 万千瓦，这一数字较去年全年增长了 18.2 万千瓦。

目前，有 22 家公司在 12 个州经营着 45 家光伏并网储能项目，几乎所有的储能系统都是电池储能，只有两个是飞轮储能系统。一半以上的储能项目(23 个)都隶属于 PJM 电网运营商，总容量达 30.1 万千瓦。加州独立系统运营商拥有 10 个装机量共计 11.4 万千瓦的储能项目。其中最大的一处，是圣地亚哥天然气和电力公司的 3 万千瓦的 Escondido 项目，已于今年年初上线。

装机容量最大的储能公司是 AES 公司和 NextEra 能源公司，储能装机分别为 8.33 万千瓦和 7.64 万千瓦。

电力国际信息参考 2017-09-18

储能呈多元发展态势 我国储能技术总体上已初步具备产业化基础

当下，储能发展势头强劲。记者注意到，在各大储能产业的峰会、论坛之上，“拐点将至”“渐露春意”“蓄势待发”等成为业内人士描绘储能态势的高频词汇，足见其前景之广阔。

今年3月，国家能源局印发《关于促进储能技术与产业发展的指导意见(征求意见稿)》(以下简称《指导意见》)，首次明确了储能的战略定位。《指导意见》显示，近年来，我国储能呈现多元发展的良好态势。抽水蓄能发展迅速;压缩空气储能、飞轮储能、超导储能、超级电容、铅蓄电池、锂离子电池、钠硫电池、液流电池等储能技术研发应用加速;储热、储冷、储氢技术也取得了一定进展。我国储能技术总体上已经初步具备了产业化的基础。

储能是推动主体能源由化石能源向可再生能源更替的关键技术;是构建能源互联网、促进能源新业态发展的核心基础;是提升传统电力系统灵活性、经济性和安全性的重要手段。有鉴于此，我国在“十二五”期间着力推进了储能技术装备研发示范，并取得了不俗的成绩。

采用国产智能模块的燃料电池多能源储能系统问世

电力电子智能模块以其高电能变换效率、高可靠性、控制性能好等突出优点，成为电力电子装置及系统的核心元件，广泛应用于新能源发电、工业自动化和节能、航空航天和国防等领域。大功率储能系统是应对突发性灾害提供不间断电源的关键技术，是我国重大工程可靠供电的关键基础设施，其具有可靠性要求高、节能环保要求高等特点，是制约我国数据中心、精密制造、核电等发展的重要瓶颈。

8月28日，记者从科技部获悉，“十二五”国家“863计划”先进能源技术领域“采用国产智能模块的储能系统电力电子关键技术研发及应用”主题项目在绝缘栅双极型晶体管(IGBT)智能模块和储能系统电力电子关键技术方面取得重要进展，突破了IGBT智能模块设计、控制驱动和保护、工艺及试验等一系列关键技术，突破了多能源储能系统的电力电子关键技术，属国内首创、国际领先，已于近期通过科技部组织的项目验收。

据悉，该项目成功研制了1.2千伏、1.7千伏IGBT智能功率模块系列，开发了具有自主知识产权的智能IGBT智能功率模块设计方法，攻克半导体功率芯片高性能布局技术等难题。基于研制的国产智能功率模块，面向长备用、安全可靠、高效率的防灾供电，开发了多能源储能系统的电力电子系统设计方法，包括电力电子功率变换架构方案、多能源协同控制、容错技术等。在福建漳州工业园，建立了世界上首个包含燃料电池、天然气、电力等多种能源的面向重大工程的应急电源应用示范系统。

记者掌握的资料显示，面向重大工程的多能源储能系统已广泛应用于大型数据中心、核电、高端制造、航空航天、军工等重大工程的不间断供电系统。该项目实现了我国大容量电力电子核心元件的国产化，并引领面向重大工程的多能源储能系统的电力电子核心技术，对我国信息安全、“中国制造2025”、国防建设意义非凡。

面向新能源发电的超导储能限流技术取得重要进展

发展可再生能源是全球电力生产的大势所趋。我国可再生能源正处于跨越式发展阶段，但由于风力发电等可再生能源的波动性及不确定性，所导致的电能质量及电网稳定性问题尚存，这在小容量的孤岛系统中尤为严重。

在此情况下，采用储能的方式对电压的跌落进行补偿，而对于故障支路，用限流的方式维持公共连接点电压稳定，保证故障不向外扩散，对于解决风力发电等可再生能源的具体问题具有重要的实际意义。

在这方面，我国已取得突破性进展。3月16日，科技部发布消息称，有赖于“十二五”“863计划”先进能源技术领域“面向新能源发电的超导储能—限流系统研制和并网运行”课题的支持，由中国西电电气股份有限公司与中科院电工所合作研制的世界首台1MVA/1MJ超导储能—限流系统样机，在玉门低窝铺风电场10千伏电网系统下并网运行，自今年1月6日11点49分起连续运行超过

168 小时，并网谐波畸变率 2%，功率响应时间 0.8 毫秒，有效提高了电能质量和低电压穿越能力，综合技术性能达到国际先进水平，并通过了专家的技术验收。

记者了解到，该课题所研制的超导储能限流系统是世界上首台实际并网运行的多功能超导电力装置，可有效解决可再生能源并网发电中功率输出不稳定、短路容量大、对低电压穿越能力要求高等问题，提高了新能源发电的并网利用率，开创了多功能超导电力装置在电网，特别是风电场中应用的先河。

高性能化学储能电池及示范电站关键技术研究结硕果

2016 年 9 月 19 日，科技部表示，在“十二五”“863 计划”先进能源技术领域“高性能化学储能电池及示范电站关键技术研究”主题项目支持下，“高比能、低成本的新型超级电容器关键技术研究”“长寿命锰酸锂系储能电池关键技术及示范”等多个课题通过了技术验收。

其中，在“新型超级电容器”领域，该项目突破了高能量密度高功率密度长寿命超级电容器的制备技术瓶颈，研制了多孔石墨烯、高耐压电解质盐和电解液、纤维素隔膜等材料，开发了干法制备电极片中试技术，突破了(3.0V/12000F)超级电容器产业化的核心技术，产品已在国内外机械能回收、超级电容器轨道车辆等方面获得应用。目前国内在超级电容器方面从材料、器件到系统集成已形成核心技术体系，改变了超级电容器在“十一五”期间由国外产品垄断的局面。

在“长寿命锰酸锂系储能电池”领域，该项目开展了层状锰酸锂、表面包覆单晶锰酸锂、铝钴共掺杂锰酸锂正极材料、沥青和树脂衍生的硬碳负极材料、功能电解液的研究，以及单体电池、模块和储能系统的研究，掌握了长寿命低成本锂离子储能系统的产业化关键技术，单体寿命已经超过 3000 次，最高达到 6000 次。

此外，在“全固态锂离子储能电池”领域，该项目还成功开发出高电导率的 Li₂S—P₂S₅ 二元系和 Li₂S—GeS₂—P₂S₅ 三元系固体电解质，掌握了 Li₂S—P₂S₅ 体系玻璃陶瓷固体电解质材料的制备方法，非晶前驱体的制备方法取得较大突破，实现了高效率的稳定制备；在“新型锂硫化学储能电池”领域，该项目开发了高能量密度锂硫电池制备技术，研制的 35 安时锂硫电池比能量达到 566 瓦时/千克(25 摄氏度测试)，达到世界领先水平；在“低成本钛酸锂系储能锂离子电池”领域，该项目打通了低成本材料量产、长寿命高一致性电池及模块、电站示范及推广全产业链，搭建了基于钛酸锂系负极材料的移动式储能示范装置。

毋庸置疑，该项目的实施在一定程度上满足了可再生能源和智能电网的大规模储能需求，促进了风能、太阳能的有序开发与资源合理配置，为我国储能电池材料—电池—集成—示范产业链提供了较为完整的技术支撑体系。

曲艺 中电新闻网 2017-09-18

陈海生：先进储能技术发展现状及路线研究成果

中科院工程热物理研究所副所长/中国能源研究会储能专业委员会主任委员陈海生在 9 月 17 日举行的中国能源研究会年会 2017 分论坛“储能推动能源创新发展”上发表《先进储能技术发展路线》演讲，并发表储能发展路线图研究成果。

以下为发言实录：

主持人：非常感谢齐处的介绍和解读，我们可以看到随着储能指导意见的即将发布，储能的春天确实已经来临了。今天听到齐处的讲话很激动，作为在储能行业里长期工作的人来讲，这样的消息确实是非常振奋人心，指导意见对储能行业发展必定是一个重大的推动。

下面我代表储能技术和政策发展路线图研究课题组，汇报关于储能技术发展路线的研究成果。这个课题组从 2012 年开始，由当时储能联盟和中科院工程热物理所一起接受了国家能源局科技装备公司的任务，开展储能方面的技术发展路线、产业发展路线及政策发展路线前期的研究。

随着推动储能健康发展指导意见工作，后来又和中科院物理所、中国电科院、清华大学等不同

的力量一起，做了关于中国储能技术发展路线和政策发展路线的战略研究，这方面工作也为促进储能产业健康发展指导意见的出台起到了重要的支撑作用。

下面我主要汇报“先进储能技术发展路线”的研究成果，时间关系我主要汇报两个方面的内容：除了简单介绍一下研究背景，重点是分享先进储能技术现状和技术路线图，最后简要汇报储能技术发展展望。在技术现状当中，我重点介绍最近一两年的进度：

一、研究背景

储能具有重大战略意义，无论从可穿戴电子一直到人工智能到电动车、到可再生能源到工业应用，直到能源互联网和智能电网，储能可以说无处不在。同时，储能也被称为能源革命的支撑技术，在杰里米·里夫金第三次工业革命中，储能被称为五大支柱中是关键支撑技术。第三，储能是国家的战略性新兴产业。在国家国民经济与社会发展十三五规划中，100项重大项目的第37项是发展储能与分布式能源。在国家能源局2016年11月17日会议中，李克强总理强调集中力量在可再生能源开发利用，特别新能源技术和储能微网技术上取得突破，说明储能的重要意义已经得到国家层面的认可。第四，储能存在巨大的市场需求。根据国际能源署规划，到2050年，储能占电力装机10%-15%，容量将达到200GW。

基于储能的重要性，也是为了支撑储能产业与技术发展指导意见的出台，我们开展了相关战略研究。主要是开展几方面工作：一是对储能技术进行全面梳理调研，二是对技术现状与趋势的总结归纳，然后进行报告初步编制、同行审定修改，在此基础上提出技术发展路线图的初步意见，包括国情分析、专题研讨、路线绘制、同行核定，最后开展技术发展路线定稿工作。

储能有很多技术，为了限定工作量和高效开展工作，我们进行了储能技术的聚焦。聚焦的标准是这样的，一个是已经具备规模储能的能力或者潜力，就是已经进行了兆瓦级以上的示范或应用，或者正在开展或具备建设的潜力。二是处于前沿技术，应用前景看好。三是至少国内有基础有布局的，所以我们选定了11个技术，下面简要介绍技术现状。

二、先进储能技术现状

1.抽水蓄能，这是应用最广的，传统的抽水蓄能技术我们国家已经掌握了，变速抽水处于研究阶段，海水抽水和小型化处于攻关阶段。

2.压缩空气储能，目前现状是这样的，德国、美国已经商业运行，我国传统压缩空气储能没有运行的电站。新型压缩空气储能不使用燃料，不使用储气洞穴，我们国家研究基本和国际同步，在1兆瓦-10兆瓦发展过程中，这部分主要是中科院工程物理所1.5MW和10MW项目和清华大学500kW项目的示范。

3.飞轮储能，美国总体上处于领先地位，我国飞轮储能十二五期间也有布局，包括英利集团，浙江大学、电工所、哈尔滨工程大学等等开展百千瓦级高速飞轮储能的研究。清华大学联合中原石油公司完成兆瓦级的中低速飞轮储能系统的研究。

4.超导储能，我们国家和国际水平差距并不是很大，中科院电工所、华中科技大学等开展MJ级样机工作。前沿技术包括高效低温智能技术，多元混合储能技术等等。

5.铅酸电池，铅酸电池有价格优势，仍然是电池总量一半以上，近期26兆瓦时铅酸电池的项目，目前铅碳电池发展很快等等。

6.锂电池，随着动力电池发展的推动，当前发展势头非常迅猛。国内的有张北14兆瓦，比亚迪20兆瓦都已经运行了，最近科技部立了100兆瓦时CATL做这方面工程。固态锂电池或半锂电池发展是目前研究的热点，包括聚物理的锂电池，锂硫、锂空气电池发展很快。

7.钠硫电池，日本有绝对领先地位。我国中科院上海硅酸盐所目前已经完成兆瓦的示范，常温钠硫电池属于前沿的技术，主要是把钠硫电池温度从350度尽量下降到300度，甚至到200度以下，从而提高钠硫电池的安全性和效率。

8.液流电池，目前我们国家发展得非常快，处于领先的地位，美国、日本都在布局。我们国家大连融科和中科院大连化物所制定首个我国液流电池的标准，正在开展200MW/800MWh全钒液流电

池的储能项目。北京普能的液流电池有 10 兆瓦、百兆瓦项目陆续实施过程中。前沿技术还有很多，锌镍液流电池等等。

9.超级电容器，已经发展到 10MJ 级，我们国家清华大学、防化研究院、复旦大学、中国科学院金属研究所等陆续开展的项目，石墨烯等等是前沿热点的技术。

10.储热技术。包括显热储热、潜热储热、热化学储热。研究热点上目前潜热储热最热，热化学储热在前沿技术方面发展得最快。从应用上来讲显热储热应用最多，目前潜热有 10 兆瓦级储热项目开始示范应用，太阳能光热发电，还有供暖应用中发展比较快。

11.氢储能。包括制氢、储氢、用氢三个方面，制氢碱性电解槽是发展的时间最长、技术最成熟的电解槽。高压储氢是比较成熟的技术，用氢目前质子交换膜燃料电池占到全球 88%，占主流。

总体上，物理储能规模比较大寿命长，化学储能发展快规模适中，响应时间非常快，应用非常全面广泛。

分析现状，我们看到储能技术存在几方面挑战：关键技术存在技术瓶颈，规模化应用需要解决稳定性、可靠性、耐久性、安全性，同时系统集成方面存在共同的挑战。

推广应用方面除了个别的电池技术产业链总体不太完整，缺乏针对产业一揽子解决方案，第二是应用示范相对较少，没有一种技术占明显优势。第三大规模推广难度比较大，产品定型周期比较长，需要我们共同努力。

我国储能技术发展现状，全球技术正在激烈竞技，对储能技术创新要求不断提高，迫切需要对相关技术发展路线进行研究，对储能发展进行指导，在这个基础上我们开展了储能发展路线图研究。

三、储能发展路线图研究成果

第一抽水蓄能，面向 2030，重点包括变速抽水蓄能机组，实现高效高参数蓄能技术国产化。

第二压缩空气储能，要实现从 1 兆瓦到百兆瓦工程示范产业化，突破大规模压缩空气储能的关键技术，重点两个方面，一个是大型化、一个是新技术提高系统效率。

第三飞轮储能，突破磁悬浮轴承高速飞轮转系材料等 MW 级阵列式系统集成关键技术，完成 MW 级阵列式飞轮储能系统应用化。

第四超导储能，重点掌握新型超导材料和带材技术，实现关键技术突破和应用，实现从 1.0 到 10MJ 超导产品及应用示范工作。

第五铅酸电池，重点解决三个问题，一是提高寿命，二是提高能量密度等等。第二是提高免维护性和环保性能，实现兆瓦时几十兆瓦时的商业示范。

第六锂离子电池，重点发展正负电极材料和安全电解液技术，进一步提高寿命，实现 10 兆瓦和 100 兆瓦的示范和应用。

第七钠硫电池，陶瓷和电磁管理技术要求很高，进一步大幅提高可靠性和安全性，实现百千瓦一直到数兆瓦商业应用系列化。

第八液流电池，目前已经实现 10 兆瓦级的突破，进一步提高它的性能，实现百兆瓦级示范和应用。

第九超级电容，未来要掌握超级大规模电力电子，以及高能量密度超级电容器电极材料技术。

第十储热技术，主要有几方面，在高温储热制备工艺，示范验证从 10-100MWh 级面向分布式功能的储热系统，探索新方法，实现关键技术领域方面的突破。在热化学储热技术方面，希望我们尽快赶超国际先进水平，逐步推广示范应用。

最后，是氢能技术，主要实现氢能的制备集成和加氢站示范运行，特别是氢化物储氢等方面，针对制约燃料电池规模化应用的性能寿命和成本的问题，建立完备的设计、工艺检测，掌握关键技术，形成完备氢的产业链，实现氢储能系统大规模应用。

四、储能技术展望

按照我们国家能源局总体规划，特别在能源革命行动计划中，重点规划了三个一批。

第一，重点攻关一批具有自主知识产权的储能技术。第二，试验示范一批具有产业化潜力技术。

第三，集中攻关关键核心技术等。

到 2030 年总体实现储能技术的跨越式发展，规模从目前大部分百千瓦到兆瓦量级，实现向 10 兆瓦到 100 兆瓦的跨越，寿命从 2000 次左右到 5000-10000 次跨越，成本从 15000 元/kW 左右向 8000 元/kW 以下跨越，即从 3000 元/kWh 左右到 1500 元/kWh 以下跨越。实现没有任何补贴政策的情况下，能够自身健康发展，同时为支撑我国能源革命的发展做出贡献。

最后感谢国家能源局的支持，感谢储能技术和政策发展路线图研究课题组所有成员！谢谢大家！

能见 APP 2017-09-18

中国“提速”油页岩勘探与开发

作为非常规能源，全球油页岩资源丰富。中国油页岩资源总量位居世界第二位，折合成油页岩油，约为全国常规石油资源量的 62%。目前，中国正在“提速”油页岩资源勘探与开发技术研究，以提高油气能源自给率，增强未来保障国家能源安全能力。

油页岩资源：中国居世界第二吉林居全国第一

近年来，世界常规油气资源勘探开发程度高，剩余资源日益减少，以致密油气、页岩油气为代表的非常规油气资源快速兴起，已成为油气资源的重要接替领域。而油页岩是一种重要的能源矿产资源，不仅可以提取油页岩油及相关石油化工产品，而且可作为燃料用来发电、取暖和运输，还可生产建筑材料和化肥等。它既属于固体矿产资源，又属于非常规油气资源，含油率大于 3.5%，可用于生产油页岩油，直接燃烧发电。

据了解，全球油页岩资源丰富，折合油页岩油资源约 4400 多亿吨，主要分布在美国、中国、俄罗斯、约旦、摩洛哥、澳大利亚、爱沙尼亚、加拿大等国家。其中，美、中、俄三国油页岩油资源占全世界的 90% 左右。

2003 年至 2006 年，我国“新一轮全国油气资源评价”项目由国土资源部、国家发改委、财政部联合启动。该项目由国土资源部油气资源战略研究中心承担，吉林大学地球科学学院教授刘招君负责实施了“全国油页岩资源评价”工作，历经 4 年对全国 80 个油页岩含矿区进行了系统的评价工作。

评价结果表明，中国油页岩分布范围广泛，覆盖了 22 个省和自治区、47 个盆地。其中，松辽盆地是最大的含油页岩盆地，其分布面积可达 5 万平方公里，约占全国的 45%。

据刘招君介绍，我国油页岩资源量巨大。目前已评价的 1000 米以浅（埋深小于 1000 米）的油页岩资源达 7199 亿吨，平均含油率约 6.6%，折合成油页岩油 476 亿吨，约为全国常规石油资源量的 62%。其中，东北三省油页岩资源量就占了全国油页岩总资源量的 47%，折合成油页岩油为 162 亿吨。

吉林省是全国油页岩资源最丰富的省份，约占全国油页岩总资源量的 30%。2006 年以来，吉林省油页岩资源勘探取得了重大进展，截至 2014 年，在松辽盆地发现了 4 处超亿吨的大型油页岩矿床。目前，全省查明油页岩资源量 1071 亿吨，折合成油页岩油查明资源量 52 亿吨；探明油页岩资源量 4.4 亿吨，折合成油页岩油探明资源量 0.36 亿吨。“吉林省扶余—长春岭是油页岩资源达 453 亿吨的大型油页岩矿床，具有很好的开发前景。”刘招君说。

传统开采方式趋于停止地下原位开采备受关注

油页岩的开发利用可以追溯到 17 世纪，目前世界上几乎所有的油页岩都是通过开采到地面进行利用的。就像采煤一样，通过传统露天开采或矿井开采，将油页岩矿石运输到地表后，再经过低温干馏，制取油页岩油或燃烧发电。

油页岩地面干馏存在环保方面的局限性。不仅露天开采对地表生态及水质破坏较严重，而且地面干馏过程中会产生大量的废弃物，每提炼一吨油页岩油平均产生 15 吨至 30 吨废渣，堆放占用土地。生产过程中大量的废水、废气处理难度也较大。

受环保问题和废渣综合利用技术制约，油页岩传统开发行业发展比较缓慢，在世界范围内油页岩

岩地面干馏规模较小，仅在爱沙尼亚、中国和巴西有一定应用，地面干馏油页岩油年产量约 200 万吨，与常规油气相比产量很低。

美国作为油页岩资源最丰富的国家，从未放弃油页岩的开发利用。美国土地管理局于 2005 年 6 月和 2009 年 11 月先后两次在科罗拉多试验区进行地面干馏研发示范，多家公司在此处进行地面干馏试验，目前处于技术研发和储备阶段，受环保要求限制尚未进行商业化开发。

在我国，油页岩的开采主要是传统的地面干馏工艺。由于我国油页岩平均含油率仅在 5% 至 10% 左右，因此会产生超过 90% 的废渣，废气、废水和废渣无疑会造成对环境的影响。20 世纪五六十年代，我国油页岩在提供动力燃料和热电等方面发挥了重要作用，但随着大庆等大油田的相继发现，开发利用趋于停止。

近些年，发达国家对油页岩开发利用主要关注的是地下原位开采技术，即直接给地下的油页岩层通过多种方法加热，使它在地下裂解，生产出油页岩油，并传输至地面。国际著名石油公司——荷兰壳牌公司持续开展相关研究 30 多年，总计投入近 30 亿美元，研发了一套电加热油页岩原位转化技术，相对于传统地面干馏，具有对环境污染少、耗水量少、产物品质好、可开采较深层油页岩等优势。

据专家介绍，壳牌的电加热原位开采技术相对成熟，技术可行性得到了验证，但对于大规模工业应用仍具有一定局限性，主要表现在加热井距小、加热时间长，不适合层薄、含油率低、有断层、有顶底水层等油页岩储层。

我国油页岩原位转化技术取得突破性进展

据国家能源页岩油研发中心主任、中国科学院院士金之钧教授介绍，油气资源包括常规油气资源和非常规油气资源。而非常规油气资源类型主要包括：致密油气、页岩油气、煤层气、油砂、油页岩和天然气水合物等，从前到后开发难度越来越大，对技术要求越来越高，开发成本与资源丰度、技术水平、环境保护的关联度越来越大。

有关专家指出，与其他能源资源相比，油页岩埋深浅、分布广且稳定，探明成本低，资源易于落实。若开采技术攻关突破，国家能源急需时可随时发挥作用，是现实的油气战略储备资源。

据介绍，我国适合露天开采（埋深小于 100 米左右）和井工开采（埋深 100 米到 300 米左右）的油页岩资源较少，大部分油页岩资源的开发依赖于原位转化开采技术的突破。

记者从有关方面了解到，我国近年来已经探索和推进油页岩原位转化开采技术的相关研究，教育部、科技部、吉林省、中石油、中石化等投入了约 4 亿元开展原位转化开采技术研究，民营企业众诚集团也投入近 2 亿元开展研究。他们均取得了不同程度的进展。

国内多家大学一直积极开展油页岩原位转化开采技术研究。吉林大学依托国家级工程实验室开展了基础理论研究，通过小井组试验成功采出了油页岩油。太原理工大学针对原位注蒸汽技术进行了深入研究，并与大同煤矿集团合作完成了室内中试试验。中国石油大学开展了大量室内实验分析，针对油页岩热解机理取得了一系列认识突破。

中石油开展了油页岩原位转化开采机理研究、技术装备研发和室内模拟实验等技术攻关。中石化立足于资源整合，研究了国内外油页岩原位转化开采技术的特点，在此基础上，聚焦电加热和流体加热两种方法，开展了大量室内实验研究和数值模拟研究，形成了两套现场先导试验方案。

总部位于吉林省长春市的众诚集团是一家以石油炼制、销售为一体的大型民营股份制企业，自 2008 年起进入油页岩领域，自主研发了“地下原位裂解技术”，并在松辽平原开展了小井组试验，成功实现了地下 300 米处点燃油页岩，于 2014 年 7 月生产出了我国第一桶原位技术油页岩油，相关技术获得了 1 项国际专利、2 项国家发明专利和 7 项实用新型专利。有关专家认为，这标志着中国油页岩原位开采技术有了突破性进展，具有里程碑意义。

业内专家认为，尽管我国油页岩原位开采技术和工艺尚未成熟，基础研究比较薄弱，亟待加强后才能进行技术经济性评价和工业化应用，但其应用前景广阔。此外，原位转化技术还可以用于稠油、致密油、页岩油和油砂等油资源的开采，改善重油或低成熟度油的品质及流动性，以常规采油

方法将改质后的油气产出，提高重油或低成熟度油的采收率，具有广泛的应用范围。

有关专家认为，由于我国“富煤贫油少气”的资源禀赋，油气对外依存度持续攀升，石油安全是我国能源安全得到切实保障的关键。资源丰富的油页岩作为我国潜在的战略储备资源和重要补充能源，应该将其开发利用列入国家能源战略。他们建议，开展全国油页岩资源勘查，加强油页岩开发利用技术攻关，扩大原位转化先导试验规模，研究制定油页岩勘探开发规划，研究制定油页岩开发利用支持政策。

据了解，油页岩的重要性已引起高层领导的重视，油页岩的相关工作正呈现“提速”之态。在国家发改委、能源局等部门和吉林省的大力推动下，目前，油页岩原位开发项目已被列入国家能源技术革命创新行动计划，特别是振兴东北“推进吉林油页岩综合利用基地建设”项目。此外，油页岩资源评价和高效开发技术已纳入“地球深部探测”国家重大科技项目的一个子任务。

经济参考报 2017-09-18

超越你所想，“烯望”智造未来

9月24日上午，被誉为全球石墨烯应用风向标的“2017中国国际石墨烯材料应用博览会”在南京国际展览中心盛大开幕。

石墨烯诺贝尔奖获得者，欧盟旗舰计划战略委员会主任 Andre Geim 教授、意大利工业研究院石墨烯实验室主任 Vittorio Pellegrini、国家新材料产业发展专家咨询委员会委员、中国石墨烯产业技术创新战略联盟（CGIA）秘书长李义春博士，东旭光电股份有限公司副总经理王忠辉等多位行业大咖出席了本次博览会开幕式并发表精彩致辞。

之后，博览会剪彩仪式正式开始。深圳烯旺新材料科技股份有限公司董事长、江南石墨烯研究院名誉理事长冯冠平，国家新材料产业发展专家咨询委员会委员、中国石墨烯产业技术创新战略联盟秘书长李义春，南京科孚纳米技术有限公司董事长萧小月，2010年石墨烯诺奖得主 Andre Geim、西班牙 ICREA 研究教授 Stephan Roche、剑桥大学石墨烯研究中心讲师 Felice Torrisi、西班牙巴塞罗那材料研究所高级研究科学家 Pedro Gómez-Romero 等出席了剪彩仪式。仪式现场，在庄重的音乐衬托下，随着各位嘉宾手中的“剪举花落”，礼炮打响，2017中国国际石墨烯材料应用博览会正式启动。

伴随着石墨烯产业的快速发展，2017中国国际石墨烯材料应用博览会通过汇聚全球石墨烯产业化成果，助力打造全球石墨烯产业高地，现已成为最受业界关注、规模最大、极具全球影响力的行业展会。全球最新最具应用前景的石墨烯产品在博览会的舞台上“争奇斗艳”，为全球石墨烯产业注入了新的生机与活力。

博览会展览面积已从去年的1万平米，扩大到今年的2万平米，占用南京国际会展中心A、B、C三个整馆，其中包含14800平米的展览区和6100平方米的发布区。展览区包括石墨烯制备及应用设备展区、石墨烯原材料展区、石墨烯应用类产品及技术展区和特装展区。

特装专区包含政府示范基地展区、企业特装展区及国际展区。政府示范基地展区，以国内各地方政府设立的石墨烯示范基地为依托，专门展示各地政府引进及扶持石墨烯企业项目的相关政策。其中包括北京石墨烯创新中心、无锡惠山产业发展示范区、常州西太湖产业园、青岛国家级高新技术产业开发区、上海石墨烯产业技术功能型平台、长春经济开发区、德阳高新区、哈尔滨南岗区产业园及南京开发区。企业特装展区超过30家，其中有10家上市公司。包含北京墨烯控股集团、常州二维碳素、宝泰隆、超威电池、昊鑫科技、华高墨烯、圣泉、东旭光电、厦门凯纳、河南烯碳以及意大利、西班牙、韩国的4家企业。标准展区100多家企业，从实验室设备、生产线设备到石墨矿产材料到石墨烯粉体浆料再到各行各业的应用应有尽有，其中有赛默飞世尔这种国际型设备企业同时也含有本土的设备生产商；有像锦日盛家纺这种传统面料企业也有像一棵树这样从事智能穿戴设备的企业，在此区域向全世界呈现了各种新的石墨烯相关应用类型。

在博览会开幕式后，东旭光电举行了烯造智慧城市——东旭光电石墨烯超级灯新品发布会，其

推出的石墨烯超级灯惊艳全场。在为期三天的博览会上，宝泰隆新材料股份有限公司、国家石墨烯产品质量监督检验中心、芯颜科技（北京）有限公司、常州二维碳素科技股份有限公司、黑龙江省华升石墨股份有限公司、马来西亚 IDC 集团公司等将会陆续举行新产品发布会，带您领略由“烯望”智造的未来世界。

中国能源报 2017-09-25

深部煤层气地震勘探方法技术体系建立

国土资源部网站消息，日前，从山西省煤炭地质局了解到，依靠科技创新，依托山西省榆社一武乡深层煤层气页岩气资源调查项目，经过几年探索实践，山西建立了深部煤层气地震勘探方法技术体系。

据山西省煤炭地质局副局长张胤彬介绍，该局组织局属勘查院、物测院、114 勘查院、矿产研究院等单位开展了相关工作。其中，山西煤炭物测院承担了本次调查的二维地震勘探和相关研究任务。

项目实施中，山西煤炭物测院以建立全国深部煤层气地震勘探技术体系为目标，先后与中国石油大学（北京）、中国地质大学、中国矿业大学等院校合作，形成了产学研用一体化的科技创新机制，攻克了地震数据采集、资料处理等难题，开展了储层物性预测技术研究、资源潜力综合评价及有利区地震地质综合研究等课题。

数据采集方面，利用大排列、小道距、高覆盖次数的观测系统取得了较高质量的原始数据。

在数据处理方面，采取以“保真、保幅”为核心的处理思路，在静校正分析、叠前去噪、精细成像等关键技术取得突破，获得了高品质的地震数据体，为区块构造解释和后续反演奠定了基础。

在储层反演及有利区预测、资源潜力综合评价等方面，利用叠后、叠前地震数据联合反演技术、含气性检测技术等预测了目的储层的厚度、空间展布和储层的含气性、分布规律等，建立了深部煤层气、海陆过渡相页岩气勘查潜力评价体系，圈定了含气储层有利区，综合分析了煤层气页岩气及致密砂岩气合探共采的前景。

所取得的成果与地质填图、钻井、测井及气测录井结果吻合良好，其中，在 ZK07-1 参数井预测中，不仅 3 号、15 号等主要目的层段得到验证，12 号煤层及下石盒子组中砂岩层等含气层的预测成果也与气测录井结果相吻合，为后续的勘探部署提供了真实可信的地质依据。

山西煤炭物测院院长田忠斌表示，这一方法技术体系的建立，为山西省榆社一武乡深层煤层气页岩气资源调查项目取得突破提供了坚实的技术支撑。日前，该区块发现煤层气预测资源量约 2414 亿立方米、页岩气预测资源量约 3041 亿立方米，属超大型气田。

张涛 中国煤炭资源网 2017-09-25

神雾集团革命性技术成焦点

9 月 23 日至 24 日，以“创新驱动，产融结合，推动有色和钢铁行业产业绿色转型”为主题的“全国有色和钢铁行业循环经济推进交流会暨 2017 金昌循环经济发展论坛”在甘肃金昌市举行。

作为中国节能环保领域的领军企业，神雾集团循环经济领域革命性技术成为论坛的焦点，被重点推介，并在与会代表中引起热议。

论坛主题报告环节，神雾集团董事局主席吴道洪博士详细介绍了神雾节能环保与循环经济领域革命性高新技术成果。

据吴道洪博士介绍，神雾集团自成立以来立足中国有色、钢铁为代表的传统制造业现状发展与现实需求，通过自主科技创新，研发出具有国际领先水平的蓄热式高温空气燃烧技术、蓄热式高温化学反应技术，并投资建设了国内唯一、国际领先的节能与大气雾霾治理技术大型中试实验室，成为全球第三代节能燃烧技术的引领者。神雾集团以原创性先进燃烧技术为核心，依托完备的节能减

排技术研发、工程转化和核心装备制造三大平台，积极振兴中国传统制造业和实体经济，革命性地突破中国传统制造业能源高效清洁利用的技术瓶颈。

值得注意的是，作为全球首条铜尾渣循环利用示范生产线，神雾循环经济典型产业化示范工程——金川冶炼渣综合利用项目自投产以来，就受到了社会各界的持续关注。

据介绍，该项目是由金川集团公司、神雾集团按照混合所有制经济合作模式，由共同组建的甘肃金川神雾资源综合利用公司负责运营。项目总投资 37 亿元，总占地面积 1000 亩，规划处理金川公司每年镍铜冶炼渣约 260 万吨，分三期建设。

其中一期项目总投资 10.8 亿元，占地面积 431 亩，以金川公司铜渣选尾矿为原料，采用神雾“蓄热式转底炉直接还原清洁冶炼技术（SRF）”工艺，将铜尾渣综合利用，生产生铁、氧化锌、建材并副产蒸汽。年处理铜尾渣 80 万吨，年产还原铁粉块 27.6 万吨，氧化锌粉 3.4 万吨，蒸汽 44.9 万吨。

一期项目自 2016 年 12 月 29 日投产以来运行平稳，各项指标均达到考核要求。

金川集团相关负责人表示，作为全球首条铜尾渣循环利用示范生产线，金川项目是金川集团转型升级、提质增效、强力推进循环经济发展的一个重点示范性项目。

中国循环经济协会会长陆致成指出，金川神雾的铜尾渣综合利用项目，充分体现出了绿色循环发展的理念。不论从能源多级利用，还是从资源的充分回收，都验证了技术创新对产业绿色转型的推动作用，更重要的是为我国有色、钢铁行业冶炼废弃渣、尾矿等的大规模资源综合利用开辟出新的路径。

9 月 24 日，全体与会代表参观考察了甘肃金川神雾资源综合利用公司有色金属渣循环利用示范项目的运行现场。

据介绍，本次论坛由中国循环经济协会与甘肃省金昌市人民政府共同主办，来自全国有色金属和钢铁行业近 300 位代表参加会议。论坛围绕有色和钢铁行业循环经济发展现状，从产业链共性关键技术进步、成熟适用商业模式、产融结合推动行业转型升级等方面，进行了循环经济政策解读和行业发展剖析，分享了有色和钢铁行业资源循环利用先进适用技术、发展经验及典型模式，推广了国家循环经济示范城市（县）的先进发展理念，推动了区域资源循环体系构建，促进了区域资源产业绿色发展。

于孟林 中国能源报 2017-09-25

动力电池梯次利用蓄势待发

原标题：动力电池梯次利用蓄势待发

国内动力电池的回收和再利用起步较晚。在 2015 年电动汽车和动力电池爆发式增长后，动力电池的回收和再利用开始受到广泛关注，相关法律法规和国家标准也在制定之中。

动力电池尤其是锂离子动力电池，回收之后不一定马上进行报废处理，还可以进行梯次利用。在风能、太阳能的储能当中，这些回收的动力电池还可以使用相当长一段时间。随着我国电动汽车规模不断扩大，动力电池梯次利用的市场空间也会逐步扩大。

业内人士称，电池梯次利用概念早已存在，干电池在电动玩具中使用之后，可以在遥控器中继续使用，这就是最简单的电池梯次利用。

清华大学核能与新能源技术研究院研究员徐盛明说，我国动力电池的回收技术相对落后，特别是梯次利用技术在 2015 年以前几乎是空白。目前只有少量梯次利用示范项目，真正有梯次利用产业化项目的企业还很少。

其原因在于，一方面，由于动力电池报废量还较少，梯次利用有一定难度；另一方面，动力电池梯次利用需要相关的技术积累和相关的实验验证，目前还很不成熟，仍在探索之中。

比如，采取什么样的措施和方法，确保电池拆解过程中的安全作业，是梯次利用的一个重点。

“目前我国动力电池拆解工艺和技术还很不成熟。在拆解作业时，还没法完全实现自动化，依

然存在大量的人工作业，而电池包本身是高能量载体，如果操作不当，可能会发生短路、漏液等各种安全问题，进而可能造成起火或爆炸，导致人员伤亡和财产损失。”湖南邦普循环科技有限公司董事长李长东说。

另外，电动汽车动力电池报废退役之后，需要对其安全性、残余寿命等相关参数进行科学合理的评估，才能进行梯次利用。目前国内从事这方面研究的企业相对较少，技术方面相对落后。

“废旧动力电池资源回收和梯次利用市场空间巨大，目前已经有多家企业布局进入这些领域，目前处在技术积累和研发阶段。未来回收技术和梯次利用技术创新是企业竞争力的重要体现。”徐盛明说。

业内另一个担忧是，对于动力电池的梯次利用衍生产品，客户在知情的情况下，会对产品的性能、寿命、可靠性、安全性等心存疑虑，产品的推广会存在一定的阻碍。

“可充分借鉴其他行业的一些成功经验，如分期付款、分时租赁、盈利后结算、托管运营、甚至免费供货依靠后续增值服务收费等，探索梯次利用方面的有效商业模式。”徐盛明说。

业内人士建议，未来要加强对退役电池的质量、性能鉴别、分级等测试评价技术和标准方面的研究，要制定相关标准，推动梯次利用。加快建立电池回收体系，构建动力电池回收体系产业链。相关主管部门需要尽快出台车用动力电池回收利用政策和法律法规，明确责任主体，建立监督监管制度。

经济参考报 2017-09-26

2016 年中国技术上可开采的页岩气储量下降 6%

中国国土资源部网站 9 月 23 日显示，2016 年全国技术上可开采的页岩气储量下降 6%，去年并未发现新的页岩气储量。

根据发布的报告，截至 2016 年底，页岩气储量维持在 1224.1 亿立方米，同比减少了 1301.8 亿立方米。

页岩气是在册的 22 种主要矿产中 2016 年唯一没有新发现储量的资源。

数据显示，虽然中国努力复制北美的页岩气革命，并削减对进口能源的依赖，但是正出现疲态。

全国几乎所有的页岩气产量来自中石化的重庆涪陵页岩气田。3 月份中石化表示，计划把涪陵页岩气田的年产量从 70 亿立方米提高到 100 亿立方米。

然而，对于煤层气有更好的消息，剩余技术可开采的储量跃增 9.2% 至 3344 亿立方米。

国土资源部指出，2016 年，常规天然气储量增加 4.7% 至 5.44 万亿立方米，而石油储量微增 0.1% 达 35.01 亿吨。

张涛 中国煤炭资源网 2017-09-26

中集来福士与中石油合作：共同开拓南海可燃冰

（原标题：中集来福士与中石油子公司战略合作：共同开拓中国南海可燃冰）

近日，中集集团宣布，旗下成员企业中集来福士海洋工程有限公司（简称“中集来福士”）和中国石油集团海洋工程有限公司（简称“海洋工程公司”）在山东烟台签署了战略合作协议。

协议显示，双方要发挥海洋工程公司在总承包管理和中集来福士在装备设计建造、运营管理的优势，共同推动在全球深水钻井市场和中国南海天然气水合物（可燃冰）试采市场开拓发展，并探索各种合作模式，拓展国内外海洋工程业务。

中集来福士表示，希望双方能够建立长效联络机制。自 2013 年以来，中集来福士先后为海洋工程公司的“中油海 61”平台、“中油海 10”平台进行维修改造，并建造交付了“中油海 15”自升式钻井平台。2016 年 8 月，双方签订“深水钻井平台技术服务合同”，为国家南海水合物试采项目成

功提供了保障。

在当天的签约仪式上，中国石油集团海洋工程有限公司表示，希望双方能够以此次战略合作协议签署为契机，抢抓天然气水合物勘探开发历史机遇，充分发挥各自优势，实现资源共享、优势互补、合作共赢，深入拓展国内外海洋工程业务领域，共同推进海洋工程事业的发展。

天然气水合物又称“可燃冰”，是水和天然气在高压低温情况下形成的类冰状结晶物质，具有燃烧值高、污染小、储量大等特点，被各国视为未来石油、天然气的战略性替代能源，其试采成功对促进我国能源安全保障、优化能源结构有重要意义。

今年5月10日，在中国南海天然气水合物试采工程首次试气点火，已于7月9日试采结束并关井，持续试采60天，累计产气超过30万立方米，取得了持续产气时间最长、产气总量最大、气流稳定、环境安全等多项重大突破性成果，创造了产气时长和总量的世界纪录。这次试开采成功是国内首次、也是世界首次成功实现资源量占全球90%以上、开发难度最大的泥质粉砂型天然气水合物安全可控开采。

9月22日，中国新一代远洋综合科考船“科学”号在执行中科院海洋先导专项中，又在南海海域约1100米的深海海底，探测到两个站点存在裸露在海底的天然气水合物，这也是科学家在我国南海海域首次发现裸露在海底的“可燃冰”。

澎湃新闻(上海) 2017-09-28

舒印彪：40%以上的新能源弃电由省间壁垒造成

在近日举行的第四届能源论坛上，国家电网公司董事长舒印彪表示，当前我国超过40%的新能源弃电量是由省间市场壁垒造成的，而欧洲的统一电力市场机制值得我们借鉴。

9月21日，由中国工程院、国家能源局共同主办的第四届能源论坛暨国际工程科技发展战略高端论坛在北京会议中心召开。

当天下午，国家电网公司董事长舒印彪在作题为“促进新能源大规模消纳的新一代电力系统”的报告时表示，长期以来我国发电量主要实行计划管理，电网调度只能在计划框架内通过局部优化争取多接纳新能源，调整空间小，效果有限。电力按省域平衡，风电等新能源以就地消纳为主，缺乏跨省、跨区输电的市场机制。经测算，由于省间壁垒造成的弃电量占总弃电量的40%以上。

“省间新能源消纳的市场壁垒还是存在的。如果按现有的条件，把省间壁垒消除，我们能够多消纳40%。”他说，欧洲各国电网实现了互联互通，依托欧洲统一电力市场，建立了较为完善的市场机制，新能源在各国之间能够基本上实现自由流通，欧洲的市场机制和先进的技术值得我们借鉴。

贾科华 中国能源报 2017-09-29

我国首家低碳计量试点在镇江设立

9月26-27日，由联合国开发计划署、江苏省发改委、镇江市人民政府联合举办的2017年国际低碳(镇江)大会，在江苏省镇江市举行。围绕“技术创新·共享低碳”主题，大会吸引了瑞士ABB(中国)、天合光能等265家国内外企业前来参展，现场签约太阳能电池、高效光伏组件等13个低碳项目，总投资突破300亿元。借此契机，国家质检总局在镇江设立了我国首个低碳计量试点，就全面建立温室气体排放计量体系、实现绿色循环发展等开展探索。

据了解，早在2015年，镇江便作为我国低碳试点城市的唯一代表，参加了联合国巴黎气候大会，并在全国率先提出2020年达到碳排放峰值的目标。经评估，本次大会在场馆搭建、组织会展及撤展期间，排放了约200吨二氧化碳当量的温室气体，已在国家自愿碳减排和排放权交易注册登记系统中完成注销，并经中国质量认证中心确认有效，获得“碳中和”证书。

除设立首个低碳计量试点，中国计量科学研究院也在镇江设立了低碳计量技术示范基地，围绕

低碳城市发展，将打造计量科技创新、技术服务、成果转化和人才培养基地，为国家实施低碳战略提供技术保障。国家应对气候变化战略研究和国际合作中心则以“镇江指数”命名，现场发布了城市低碳发展指数。

此外，镇江市还分别与联合国开发计划署、中美能源合作项目、瑞士 ABB 集团等机构和企业，签署了 9 个战略合作协议，重点在低碳能源、生态环保、低碳小镇建设规划等领域开展合作。“镇江的低碳之路让联合国看到了发展中国家城市低碳发展的可能性。通过与镇江签署合作备忘录，未来将在更多方面展开合作，推动低碳发展。”联合国开发计划署副国别主任何佩德对此表示。

据悉，本次大会首设面积达 2.1 万平方米的主场馆，并分设低碳制造、低碳能源等 6 大主题展区，美国馆、英国馆、奥地利馆等 3 个国别馆，及未来能源、循环经济、智能+、环境安全 4 个技术发布空间。同时举行了“1+3+8”系列配套活动，即 1 场低碳小镇主题边会，人工智能与人类未来科技、绿色交通、绿色建筑 3 场分论坛，镇江 8 个辖市区的 8 场特色主题路演活动。8 场路演累计签约项目 51 个，总投资达 429.16 亿元。

朱妍 刘志国 中国能源网 2017-09-30

生物质能、环保工程

2017-2021 年中国生物质能发电行业发展及预测分析

一、有利因素

(一)生物质能发展“十三五”规划

2016 年 12 月，国家能源局在其官方网站正式对外发布《生物质能发展“十三五”规划》。《规划》指出，“十三五”时期我国生物质能发展规划目标为：到 2020 年，生物质能基本实现商业化和规模化利用。生物质能年利用量约 5,800 万吨标准煤。生物质发电总装机容量达到 1,500 万千瓦，年发电量 900 亿千瓦时，其中农林生物质直燃发电 700 万千瓦，城镇生活垃圾焚烧发电 750 万千瓦，沼气发电 50 万千瓦；生物天然气年利用量 80 亿立方米；生物液体燃料年利用量 600 万吨；生物质成型燃料年利用量 3,000 万吨。

据估算，到 2020 年，生物质能产业新增投资约 1,960 亿元。其中，生物质发电新增投资约 400 亿元，生物天然气新增投资约 1,200 亿元，生物质成型燃料供热产业新增投资约 180 亿元，生物液体燃料新增投资约 180 亿元。

(二)农业的规模化发展

秸秆作为生物质能发电的重要原材料，由于密度低、体积大，原材料收购成为制约生物质发电大规模发展的一个重要因素。原材料分散在广大农村，收集储运费用贵，人力成本上涨，会导致成本居高不下。“十三五”规划及《国家创新驱动发展战略纲要》中，国家要发展生态绿色高效安全的现代农业技术，推动农业机械化，规模化发展，提高农业效率，有利于生物质能发电行业规模收购原材料，降低运输成本，同时也有助于缓解生物质资源的季节性、分散性与生物质能利用的连续性、集中性的矛盾。

(三)林业发展“十三五”规划

生物质燃料的原料主要是农林业废弃物，存在着季节性强，收集运输困难的问题。树枝等林业废弃物绝大部分分布在山区，交通不便，收集工作量大。建立科学稳定收、储、运体系是保证生物质直燃电厂稳步发展、安全供应的物质基础。政府推出林业发展“十三五”规划，发展中国特色的“林油一体化”生物质能源可持续发展模式，有利于生物质能发电行业降低采购成本，促进行业的快速发展。

二、不利因素

(一)政策偏向于光伏发电及风能发电

在政府“十三五”规划中明确提出要大力发展光伏产业精准扶贫，在政府的提倡下，近年来，我国水电装机持续增加，风电、光伏新增装机量双双位列世界第一。相对于光伏、风电的炙手可热，生物质能发电行业备受冷落。而且，在以往的政策中，政策稳定性、延续性差，鼓励性、号召性政策偏多，具体配套细则和落地政策缺乏，火电企业和地方政府不愿意让出火电电量空间，导致可持续能源发电上网电量被限等问题，都严重制约着生物质能发电行业的发展。

(二)政府补贴拖欠

在现有技术水平和政策环境下，生物质能能源开发利用成本高，扣除财税补贴、土地优惠、电价政策外，大部分生物质能发电企业仍处于亏损之中。再加上资源分散、规模小、生产不连续等特点，从产业整体状况分析，我国生物质发电及生物质燃料行业目前仍处在政策引导扶持期。政府补贴的拖欠，会导致大部分企业的运营困难，企业无法投入资金进行技术的开发，技术进步缓慢，会导致产业发展环境的恶化。

(三)技术标准与产业标准体系的缺少缺失

因为缺乏缺少技术标准与产业标准体系，生物质能源产业化程度和产业规模弱于其他可再生能源，而且市场乱象频出，一些发电项目借生物质能源的名头，一边拿着国家的电价补贴，一边偷偷烧着煤炭，影响行业健康发展。

(四)城镇化率的提高显著降低了新能源发电的综合效率

城镇化率提高显著带动能源消耗增长，据国务院发展研究中心的相关测算数据，城镇化率每提高1%，将大约增加6,000万t标煤的能源消费，而由于短期内以煤炭为主导的能源格局难以得到根本改观，新能源也难以成长为能源消费的主力军，城镇化所面临的“高碳锁定”的局面难以破解，加之城镇化率提升引起财政资金吃紧，而对新能源政府补贴则始终存在较大缺口，因此城镇化率提升可能进一步恶化新能源发电的财政补贴缺口，导致新能源发电效率难以提升。

中投顾问对2017-2021年中国生物质能发电行业装机容量预测

综合以上因素，我们预计，2017年中国生物质能发电行业装机容量将达到1,533万千瓦时，未来五年(2017-2021)年均复合增长率约为9.20%，2021年中国生物质能发电行业装机容量将达到2,180万千瓦时。

图表 中投顾问对2017-2021年中国生物质能发电行业装机容量预测



数据来源：中投顾问产业研究中心

中投投资咨

十五部委联合推广乙醇汽油 哪些问题是您关心的？

9月13日，国家发展改革委、国家能源局、财政部等15部门联合印发《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》，明确到2020年，在全国范围内推广使用车用乙醇汽油，基本实现全覆盖，市场化运行机制初步建立，先进生物液体燃料创新体系初步构建，生物燃料乙醇产业发展整体达到国际先进水平。

国家能源局科技司有关负责人表示，生物燃料乙醇以其具有的可再生、环境友好、技术成熟、使用方便、易于推广等综合优势，成为替代化石燃料的理想汽油组分。据不完全统计，已有超过40个国家和地区推广生物燃料乙醇和车用乙醇汽油，年消费乙醇汽油约6亿吨，占世界汽油总消费的60%左右。

方案提出，到2020年，先进生物液体燃料创新体系初步构建，纤维素燃料乙醇5万吨级装置实现示范运行，生物燃料乙醇产业发展整体达到国际先进水平。

据介绍，扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油有利于优化能源结构，提高能源自给能力和安全水平；有利于改善生态环境，可以减少二氧化碳以及机动车尾气中的颗粒物、一氧化碳、碳氢化合物等有害物质排放；有利于调控粮食市场，促进粮食供求平衡等。

方案要求，按照“严控总量、多元发展”“规范市场、有序流通”“依法推动、政策激励”的基本原则，适度发展粮食燃料乙醇，科学合理把握粮食燃料乙醇总量，大力发展纤维素燃料乙醇等先进生物液体燃料，满足持续增长的市场需求。加强对生物燃料乙醇全产业链的监督管理，研究建立生物燃料乙醇产品生产、流通全过程可追溯制度。

截至目前，我国生物燃料乙醇年消费量近260万吨，产业规模居世界第三位。全国已有11个省区试点推广乙醇汽油，包括黑龙江、河南、吉林、辽宁、安徽、广西6个省区全境和河北、山东、江苏、内蒙古、湖北5省区的31个地市。早在2006年，山东省就在济南、枣庄、济宁、泰安、聊城、临沂、菏泽7市“封闭运行”车用乙醇汽油。2016年又增设了德州作为试点城市。乙醇汽油消费量已占同期全国汽油消费总量的1/5。

就此，《能源》小编整理了一些有关专家的观点以飨读者，至于利弊的较量，交给市场检验。

千万吨乙醇市场

车用乙醇汽油，就是在汽油中添加10%的生物燃料乙醇。我国每年汽油消费超过1.2亿吨，随着乙醇汽油的推广，燃料乙醇供需缺口将呈扩大趋势。中国能源研究会副理事长周大地表示，如果添加10%乙醇的话，它就是一个很大的市场，至少要一千多万吨的生物乙醇。

新能源汽车成熟前的过渡之举

能源基金会交通项目主任龚慧明表示，中国作为全球第一大传统车和新能源车市场，工业和信息化部禁售燃油车表态给了全球所有车企以及国家一个强烈的信号，禁止销售燃油车发展新能源车将成为一个趋势。

有说辞称，该《方案》的发布也为即将成为出台的新能源汽车配额政策（油耗和新能源双积分政策）推出前的过渡之举。

提高能源自主能力

“推广使用车用乙醇汽油，有利于改善生态环境。”中石化科技部原主任乔映宾表示，发展生物燃料乙醇还是解决秸秆等农林废弃物焚烧问题、改善大气环境质量的重要措施。发展生物燃料乙醇还有助于提升我国能源自主能力。乔映宾说，去年我国原油对外依存度为65.4%，呈上升态势。车用乙醇汽油可以替代部分石油，提高非化石能源比重，提高能源自给能力和安全水平。

缓解大气污染

“对于中国这样一个目前拥有约2亿辆机动车的机动车大国而言，如果通过乙醇汽油减少10%的化石汽油，一定程度上，可以大大缓解汽油排放对大气造成的污染。”国务院发展研究中心资源与环境政策研究所所长助理、研究员郭焦锋说道。

加强对乙醇汽油进度监管

“纵观美国、巴西、欧盟等国外推广乙醇汽油的进程，都离不开政府的大力支持。未来乙醇汽油在全国范围内推广，政府需要采取补贴、减免税费或提供优惠贷款等措施支持乙醇汽油的发展。”卓创资讯成品油高级分析师胡慧春说道，由于乙醇汽油要在全中国范围内推广，这样需要得到地方政府的大力支持，未来要明确各级政府对乙醇汽油推广工作的监督管理职责。

担心动力、价格问题

国家发改委能源研究所研究院姜克隽表示，“用户初期使用，也许会觉得车没劲儿，担心车的动力问题，其实这个需要给车一段时间去适应，从而获得更好的动力性能。”

更多的用户担心乙醇相对价格高，影响到终端的销售价格，但就目前来看，中国乙醇汽油的价格与普通汽油价格一样，燃料乙醇的价格与油品价格保持联动，其价格制定基本参照国内成品油定价机制以 0.911 的调价系数进行调价。

乙醇汽油对发动机不利影响？

今天腾讯网汽车频道《这些问题不解决 百姓难为乙醇汽油买单》一文称“由于乙醇汽油对发动机的寿命以及油耗都有相当大的影响”外，还列出如下四点：

首先，乙醇汽油蒸发潜热较大，约是普通汽油的两倍多，这就造成雾化的乙醇汽油进入汽缸蒸发后，所吸收的热能要比普通汽油大，导致使用乙醇汽油的车辆在严寒气候下启动相对困难。

其次，乙醇在燃烧后固然会产生利于环保的水和二氧化碳，但同时也会有乙酸产生，对汽车的金属以及橡胶部件具有一定的腐蚀性。

另外，乙醇汽油容易变质，长期闲置情况下会出现油水分离的情况，这显然对汽车引擎是不利的。

最后，乙醇汽油会将油箱和管路中的污垢冲洗至汽缸内，如此一来就会造成进气系统或喷油嘴上的污垢堆积，导致引擎燃烧效率下降，油耗也会增加。

王晓云 能源杂志 2017-09-18

研究人员揭示秸秆生物质炭提高土壤抗酸化能力机制

由于铵态氮肥的过量施用及酸沉降的影响，近年来我国亚热带地区农田土壤加速酸化，导致土壤肥力下降，铝锰毒害加重，危害农作物生长，使作物减产，农民减收。施用碱性改良剂可中和土壤酸度，减轻酸化的危害，但随着作物种植和施肥等农业活动的持续进行，土壤酸化会再次发生。如能通过一定的技术措施提高土壤的抗酸化能力，则可减缓土壤酸化的进程，减轻酸化的危害。土壤 pH 缓冲容量是决定土壤酸化难易的关键因素，增加土壤 pH 缓冲容量可提高土壤的抗酸化能力。此前的研究表明，秸秆生物质炭可提高土壤 pH 缓冲容量，但相关机制至今尚不清楚。

中国科学院南京土壤研究所徐仁扣课题组通过模拟酸化实验结合衰减全反射红外光谱(ATR-FTIR)，揭示了秸秆生物质炭提高土壤 pH 缓冲容量的机制。研究发现添加秸秆生物质炭不仅提高土壤 pH，而且显著提高土壤 pH 缓冲容量，从而提高土壤的抗酸化能力。在常见农作物秸秆中，由花生秸秆制备的生物质炭提升土壤抗酸化能力的效果最显著。生物质炭表面含丰富的含氧官能团，这些弱酸性官能团的阴离子与 H⁺发生缔合反应，形成中性分子，同时将原先吸附的交换性盐基阳离子释放到溶液中，这一过程是生物质炭提高土壤 pH 缓冲容量的主要机制。实验结果表明，生物质炭表面盐基离子的释放量与质子消耗量呈直线相关；生物质炭 ATR-FTIR 光谱上与 -COO⁻相关的吸收峰随体系 pH 降低而减小，而与 -COOH 相关的吸收峰呈相反的变化趋势。这些结果为上述机制提供实验证据。该项研究将为我国亚热带地区土壤酸化防治提供理论依据和技术支撑。

相关研究结果在线发表在 Journal of Agricultural and Food Chemistry 上。

中科院之声 2017-09-18

太阳能

电规总院副院长孙锐：我国光热发电已具备规模化发展条件

光热发电正成为可再生能源行业的“后起之秀”。目前我国光热发电技术水平如何？光热发电是否已具备产业化条件？未来，光热发电成本下降的空间在哪里？2016年，国家能源局推出的首批示范项目迄今进展并不乐观，问题到底出在哪儿？针对上述一系列问题，记者在第二届中国德令哈光热大会举办前夕专访了电力规划设计总院副院长孙锐。

光热可利用土地近百万平方公里

中国能源报：目前我国光热发电的发展现状是什么？未来市场空间如何？

孙锐：根据中国气象局风能太阳能资源中心统计，中国拥有太阳能法向直接辐射量 $DNI > 1700$ 千瓦时/平方米的可利用土地约 94 万平方公里，这些土地基本上都是戈壁、沙漠。如果利用其中 10 万平方公里的土地建设光热发电厂，年发电量可达到 54000 亿千瓦时，若按发电利用小时数为 4000 计算，总装机容量约为 13.5 亿千瓦。

近十多年来，我国相关科研机构、高等院校对光热发电技术从理论到实验开展了一系列研究，目前已掌握了其技术特性，为工程应用奠定了基础。

同时，已有多个光热发电专有技术公司开发出了具有自主知识产权的专有技术和产品，并建成多个光热发电试验装置和试验工程。其中浙江中控青海德令哈 10MW 塔式光热电厂已于 2013 年 6 月投运。目前有数十个项目在开展工程前期工作。2016 年 9 月，国家能源局批复了第一批光热发电示范项目，共计有 20 台机组总装机容量 134.9 万千瓦，目前部分项目已经开工建设。

中国能源报：除了上述国家层面的示范项目，地方上有什么举措吗？

孙锐：在光资源条件较好的地区，地方政府部门也已经积极组织编制了光热发电基地规划。

例如，《甘肃玉门花海百万千瓦级光热发电基地规划》，规划总装机规模达 5.6GW；《内蒙古阿拉善盟左旗太阳能热发电示范基地规划》，规划总装机规模达 16GW；《新疆哈密市中长期光热开发规划》，规划总装机规模 20GW。《甘肃阿克塞四十里戈壁太阳能热发电基地规划》，初步规划总装机规模 7.35GW，目前还在研究进一步扩大规模。

光伏与光热是互补而非替代关系

中国能源报：光热发电在电力系统中能发挥什么作用？

孙锐：通过配置储热系统，光热发电机组能够保持稳定的电力输出，不受光照强度变化的影响，如果储热系统的容量足够大，机组可实现 24 小时连续发电。

同时，光热发电机组比燃煤机组的启停时间短、最低运行负荷低，具有更好的调峰性能，可以根据电网用电负荷的需要，快速调节汽轮发电机组的出力，即参与系统的一次调频和二次调频。

所以，光热发电机组可以在电力系统中作为主力机组承担基本负荷，也可以作为调峰机组承担高峰负荷。光热发电可使电力系统提高接纳风电和光伏发电的能力。这是因为光热发电机组在电力系统中替代了燃煤机组，降低了电网中运转机组的最小技术出力。其对提高可再生能源发电比重的贡献为光伏发电装机容量的 1.5 倍。

这里必须强调，如果将光热发电作为调峰机组，要以不牺牲光热发电机组的经济性为原则。比如，在夏季光照强度较高期间，储热时间较长的光热发电机组基本可以连续 24 小时发电，如果让其调峰运行，储热系统的热量不能全部放出发电，也会发生弃光问题，影响机组运行经济性。如果在这一时段电力系统运行确实需要光热发电机组调峰运行而造成了“弃光”，则应给予经济补偿。国家发改委批复光热发电上网电价的测算条件是经营期 25 年，资本金内部收益率 10%，机组所发电量全额上网。

换言之，可再生能源发电全额上网是有法律保障的，与此同时，光热发电机组的供电可靠性是

有保障的，根本不需要燃煤机组作为旋转备用。

中国能源报：我国光伏装机容量已成世界第一，如何看待光伏和光热的关系，未来二者会呈现怎样的发展态势？

孙锐：光伏发电与光热发电各有优势，它们不是替代而是互补关系。

光伏发电利用太阳能的全辐射，在地域上不受限制，系统简单、运行维护方便，非常适于分布式电源建设，屋顶、墙面、山坡、水面甚至汽车等交通工具上都可以安装光伏系统。

但在没有配置储能系统的情况下，光伏发电可靠性无法保障。而光热发电机组具有发电出力的可靠性和良好调节性能，它不需要电力系统中的燃煤机组作为旋转备用，也不需要电力系统中额外再为其配置储能电站。因此，采用光热发电技术，在我国西部地区建设大规模光热发电基地，可以实现太阳能发电、风力发电的稳定外送，大幅提高我国的可再生能源发电比重。

具备规模化发展条件

中国能源报：和国际先进水平相比，我国光热发电技术水平如何？

孙锐：国际上最早的光热发电商业电站投运已有 30 多年，目前已投运的商业电站装机容量已超过 5GW，其中西班牙、美国所占比重最高。在近期的光热发电项目建设中，南非、摩洛哥、智利、中东等国家和地区迅速起步并扩大建设规模。

我国光热发电起步较晚，但近年来发展迅速，特别是在关键技术和产品上已取得了突破，其中一些企业的槽式集热器集热管的性能已达到了国际上先进水平，产品已走向国际市场。一些公司已建成了商业电站，积累了宝贵的优化运行经验。一些公司参与了国际光热发电项目的设计和安装建设工作，还有的公司与国外公司合作参与了国际光热发电项目开发投标，承担项目的 EPC，并有望胜出。

总而言之，我国光热发电的全产业链已经形成，所需的设备和材料国产化率可达 90% 以上，国内设备和材料的生产能力完全可以满足工程需要。因此，我国已经具备了光热发电规模化发展的条件。

中国能源报：未来光热发电降成本的空间在哪里？

孙锐：影响光热发电成本主要因素有光热发电项目的年发电量、项目造价成本和融资成本。

要提高光热发电项目的年发电量，首先要选择太阳法向直接辐射量较高的地区建设光热发电项目。目前国外的一些光热发电项目的上网电价已降低到 10 美分/千瓦时以下，其主要原因为：首先厂址地区具有较高的太阳能法向直接辐射量；第二是通过系统配置优化，确定合理的聚光集热系统和储热系统容量，使度电成本最低；第三是提高光热发电厂各系统和设备的能源转换效率，同时还要尽可能降低厂用电率。

我国光热发电项目的造价成本在度电成本中的占比要超过 40%。要降低造价成本，首先要依靠产业的规模化发展，只有实现了规模化发展，设备和材料的生产成本才能够得到降低，其价格也会随之下降。目前，光热发电项目的造价约 2.5 万元—3 万元/千瓦，根据相关机构的研究，如果我国光热发电产业实现了规模化，预测光热发电项目的造价可降低到 1.5 万元/千瓦，发电成本可降至 0.75 元/千瓦时。

我国光热发电项目的融资成本在度电成本中的占比要超过 20%，要高于国外的光热发电项目。主要原因是我国银行的贷款利率要高出 50% 左右。要降低这一成本，只能寻找较低的融资渠道，如在股票市场发债、利用世界银行和亚洲开发银行的主权贷款等。如果我国的政策性银行能够给予光热发电项目优惠贷款政策，对降低光热发电的成本也非常显著。

光热发电项目配置储热系统，肯定会增加项目的工程造价，但发电成本却不一定提高，如果系统配置合理，发电成本则是下降的。光热发电项目的储热系统容量不是孤立设置的，它是与聚光集热系统的容量相匹配的。简言之，储热系统的容量越大，要求聚光集热系统的容量也随之增大，这都会带来工程造价的提高。仅从造价成本增加看，发电成本是提高了，但与此同时，光热发电机组的年发电量也提高了，这会使光热发电成本下降。因此，每个项目都要进行系统的优化配置，找到

对应于发电成本最低的聚光集热系统和储热系统的容量。而对比不同的光热发电项目时，也不能像其他发电项目那样对比单位千瓦造价（元/千瓦），而应该采用单位发电量造价（元/千瓦时），才是比较客观的。

四大因素致示范项目推进缓慢

中国能源报：距 2018 年底首批 20 个光热发电示范项目建成期限仅剩一年多，但项目进度并不乐观，主要存在哪些阻碍因素？

孙锐：第一批示范项目的进展情况没有达到预期，有共性问题，也有个性问题，概括起来有以下几个原因：

首先，国家发改委批复的第一批光热发电示范项目的上网电价为 1.15 元/kWh，并没有达到绝大部分项目申报时的投资回报预期（资本金内部收益率 10%）。因此，发改委在批复文件中强调：“鼓励地方相关部门对太阳能热发电企业采取税费减免、财政补贴、绿色信贷、土地优惠等措施，多措并举促进太阳能热发电产业发展”。但从第一批项目实施情况看，文中强调的支持措施并没有得到落实。因此，一些项目因投资回报率较低给投资决策造成了障碍，有些项目很可能会放弃建设。

第二，项目融资困难。银行对光热发电的了解程度有限，担心光热发电也会像光伏发电项目那样发生严重“弃光”，影响还贷。另外，银行对民企投资项目的贷款条件较为严格，担保、抵押等要求难以满足。因此，一些民企投资的项目只好寻求国企作为投资伙伴，以解决融资难题，这也拖延了项目进度。

第三，由于当时示范项目申报时，申报单位准备工作不充分，对建厂的场地条件没有充分的落实好，后来又必须更改厂址，拖延了项目进度。还有的项目对于聚光集热的方式没有研究透彻，后来要改变，也延误了项目进度。还有些项目，由于招投标环节出现了投诉，也对项目进度造成了很大的影响。

第四，一般光热发电项目的建设周期需要 24 个月，但我国北方地区的冬季是无法施工和安装的。从实际情况看，需要在 24 个月的基础上再加上两个冬季的时间，总共需要大约 3 年时间。因此，大部分项目在 2018 年底无法完成建设。从 2016 年 9 月公布示范项目算起，到 2019 年 9 月是比较合理的建设周期。

程宇婕 中国能源报 2017-09-18

英媒：中国瞄准光伏发电高端市场

据英国路透社报道，中国期望主导太阳能光伏发电高端市场。近年来，太阳能光伏发电行业迅速发展壮大，成为全球主要增长市场之一。

报道称，中国拟实施“光伏领跑者计划”，此举将推动整个太阳能光伏发电行业发展高性能太阳能光伏电池大众市场。目前，高性能太阳能光伏电池主要应用于卫星等高科技产品上。

中国实施“光伏领跑者计划”，将使得高性能太阳能光伏电池的价格变得“更加平易近人”，进而很可能推动太阳能光伏发电行业进一步发展，同时也会对其他国际知名太阳能光伏电池制造商，比如 CSI 阿斯特、REC 太阳能、夏普等，形成不小的竞争压力。

根据 2017“光伏领跑者计划”，中国能源局表示，中国计划在现有的 80 吉瓦太阳能光伏发电总装机容量的基础之上，再增加 8 至 10 吉瓦装机容量。

美国斯坦福大学在 2017 年全球太阳能光伏发电行业报告中写道：“这一转变将对全球太阳能光伏发电行业产生深远的影响，尤其值得注意的是，此举将助力中国跻身致力于太阳能研发工作的国家中的第一梯队。”

总部设在阿布扎比的“国际可再生能源机构”（IREA）公布的统计数据显示，全球太阳能光伏发电累计装机容量从 2000 年的 1 吉瓦激增至现在的约 300 吉瓦，并且这一数字可能会在 2020 年翻番。

而全球太阳能光伏发电行业的快速增长，很大程度上是依靠多晶硅太阳能电池。虽然多晶硅太

太阳能电池的光电能量转换效率不如单晶硅太阳能电池，但其价格更低，当前售价不到 50 美分/瓦(约合 3.3 元人民币/瓦)。

不过，随着中国增加单晶硅太阳能电池的产量，两种电池之间的价格差距逐渐缩小。隆基绿能科技股份有限公司是中国主要太阳能光伏电池生产商之一，该公司质量管理部门的负责人表示，他们正在增加对单晶硅太阳能电池的投资，“单晶硅太阳能电池的市场占有率可以从现在的 1/5 大幅提升至超过 50%”。

中国日报网资讯 2017-09-18

家庭屋顶光伏并网居全国之首，“浙江经验”值得探究

2017 年，户用光伏市场呈现燎原之势，各省纷纷实施各种政策利好，比如浙江省“百万家庭屋顶光伏工程”、江西省“万家屋顶”、山东省“千万屋顶”等相继出现。

“世界光伏看中国，户用市场看浙江。”作为户用光伏的先行省份，浙江省表现十分亮眼，以最早、最快、最好著称，并形成“嘉兴模式”、“杭州模式”等。户用光伏“浙江经验”有效启迪了其他省份，推进了户用光伏进入寻常百姓家的进程。

“百万屋顶在浙江”，提到户用光伏，首先想到的是浙江。截至今年 7 月底，浙江省光伏发电并网规模 666 万千瓦，户用光伏并网 391 万千瓦，占比超过 50%。家庭屋顶光伏并网户数达到 8.5 万户以上，位居全国之首。

“浙江经验”背后的政策和产业支撑体系，值得探究。

“百万屋顶”解土地资源紧缺之忧

世人皆知“上有天堂，下有苏杭”，其实，浙江也是出名的能源“资源小省、消费大省。”基于此，早在 2014 年，浙江省就率先提出创建国家清洁能源示范省。之后，由于土地资源紧缺，规模化发展地面光伏受限的实际，2016 年又步全国之先，启动了“百万家庭屋顶光伏工程”。

据浙江省能源局副局长王京军介绍，光伏发电作为新能源发展的重要组成部分，一直受到浙江省政府的高度重视和大力支持。农光互补、渔光互补以及嘉兴“五位一体”等模式创新，也极大地推动了光伏发电的应用。

“当时在全国家庭屋顶光伏少有建设的情况下，浙江省决定实施这一工程，一是光伏发电政策环境好，二是经济基础条件优越，家庭户均收入已达 6 万元以上，三是电网架构坚强，配电网建设持续增强，四是光伏产业发展领先，拥有正泰集团等先进企业提供产业支撑。”浙江省能源局运行监测处王国庆告诉记者。

从光伏政策补贴来看，浙江省在国家 0.42 元/千万时的补贴基础上，再提供 0.1 元/千瓦时的补贴，期限跟国家政策配套。市级补贴根据当地政策不等，自用电收益根据当地电网公司的电度电价终身，卖电收益则为 0.4153 元/度。以 5.3 千瓦的电站为例计算，养老保险收益为 1%—2%，银行利率为 2%—3%，发电收益则是可达 12%—17%，回报率超过养老 10% 以上。

在良好政策引导和经济效益驱动下，浙江省户用光伏市场蓬勃发展。据统计，实施“百万屋顶”工程后，浙江省家庭屋顶光伏并网户数已经从 2015 年的 349 户攀升到今年 7 月底的 8.5 万户以上，位居全国之首。

市场中百舸竞流

一个有为的政府首要的就是建立一个有效的市场。在为户用光伏提供良好服务和制造环境方面，浙江省市场化特征明显。

在杭州市可再生能源行业协会秘书长赵永红眼中，杭州市户用光伏发展有几个关键词。首先是体系化，浙江省有全方位的体系保障。其次是标准化+，标准不仅仅是停留于书面，而是积极跟市场联动发挥作用。最后是金融创新化，没有金融创新解决方案，很多项目根本无法启动。“在良好的市场氛围中，浙江省的户用光伏发展可谓是百舸竞流，各有千秋。”赵永红补充道。

“温州、湖州、嘉兴、绍兴、金华、衢州等地均出台了家庭屋顶光伏的推进支持政策。”王国庆介绍，金华、杭州还推广光伏养老、光伏贷等新商业模式。截至今年7月底，嘉兴、金华、衢州三地屋顶光伏并网户数都超过了1.5万户，衢州龙游县已经超过了5千户。

龙游县发改局党委书记、局长李竹生介绍，目前全县共完成家庭屋顶光伏安装5500多户，装机1.8万千瓦，投资超过1.5亿元，每年可为安装户增收700元以上，已安装户年增收总额超过380万元。

“家庭屋顶光伏的推广氛围在全县上下已经形成，经过公开比选后，选择实力优势企业，确定由正泰集团等6家公司作为我县家庭屋顶光伏项目的实施主体。在项目推进过程中，电力部门及时跟进，把电力接入业务受理的权限下放到变电所、供电所，使得并网更加快捷方便。”李竹生告诉记者。

目前，全国尚无统一的户用光伏技术规范，嘉兴市开全国之先，推出了《户用型分布式光伏并网发电系统技术规范》，使得“屋顶光伏电站”质量有了衡量标准。

杭州市不甘其后，以“亮底线、立标杆、树规范”为特点形成“杭州模式”。据杭州市可再生能源行业协会数据，杭州市户用光伏项目2016年年底累计并网4000户，装机容量为22178千瓦。而在今年，数据快速更新，1月—7月新增户用光伏5639户，新增装机容量为39454千瓦，截至7月底，户用光伏项目已累计并网9639户，累计装机容量已超过60兆瓦。

仍存痛点

“百万家庭屋顶光伏工程”建设任务被浙江省分解到11个省市，分类探索家庭屋顶光伏商业贷款、合同管理、政府统筹等不同投资建设模式。

如今，“百万屋顶”工程建设成绩斐然，但在发展初期，行业整体“小、散、乱、多”的特征仍旧比较明显。

针对户用市场的机遇与痛点，正泰新能源户用光伏负责人卢凯认为，户用光伏企业应专注于“品质、服务、信任、口碑、收益”，深入洞察、着力解决终端用户需求。

“我们理解老百姓最担忧什么。包括户用光伏的产品、质量以及后期运维，各方都尚存疑虑。老百姓关心在浙江省台风天气里，屋顶是否会随风飞走，会不会引起屋顶火灾，出了问题找谁？银行机构担心老百姓是否能够按时还款，发电收益能否支付银行的还本付息。政府担心建筑是否安全可靠。要解决行业乱象，可以从产品、质量、售后、金融、保险、品牌六大方面来给户用光伏提供保障。”卢凯建议。

据正泰新能源董事长仇展炜介绍，该公司于2015年年底开始进入户用市场，从最初的租赁业务，到现在“租赁+销售”两个业务齐头并进，目前在浙江省开发量已经接近3万户，占整个浙江省比例约30%。一些由正泰集团投建的重点项目如衢州市龙游县芝溪家园，更是成为“百万屋顶”工程重点示范项目。

“目前省发改委、省能源局正联合浙江省可再生能源协会以及正泰、晴天等省内大型家庭屋顶光伏企业，共同制定家庭屋顶光伏服务规范，对全省家庭屋顶光伏市场准入、美观优质建设、后期运维保障、保险监管跟进等提出指导性规范。”王京军表示。

董欣 中国能源报 2017-09-18

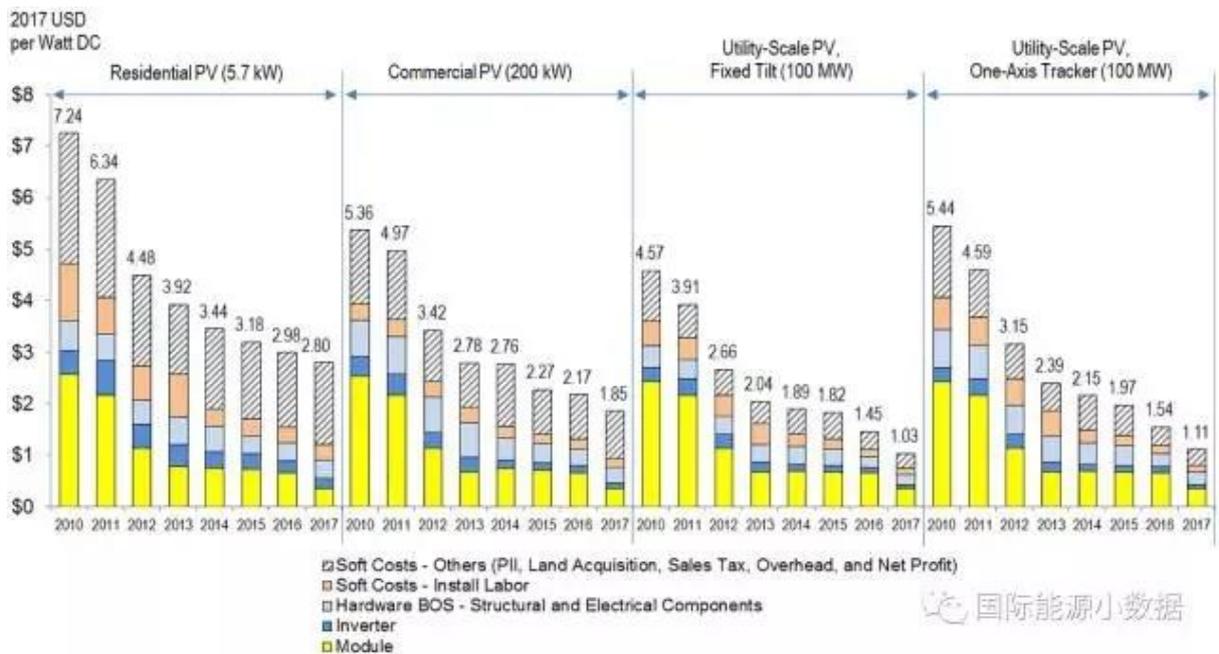
美国光伏电站总成本中“软成本”占多大比例？

我们首先要解释的是什么是光伏系统的“软成本”，这一概念可以用下面的公式说明：

$$\text{Soft cost} = \text{total cost} - \text{hardware (module, inverter, structural and electrical BOS) cost}$$

光伏系统软成本=总成本—硬件成本(组件、逆变器、支架、电气)

具体而言，软成本包括土地、劳动力、税收、行政、利润等成本。从下图可见，过去7年来美国光伏系统的硬件成本大幅度下降，相应地“软成本”占比逐步提高。



以公共事业级(大型地面)光伏为例, 2010年软成本只占总成本的32%, 而2017年软成本占到总成本的41%。2017年商用设施光伏系统的软成本占59%, 而家庭户用光伏的软成本比例更高达68%。

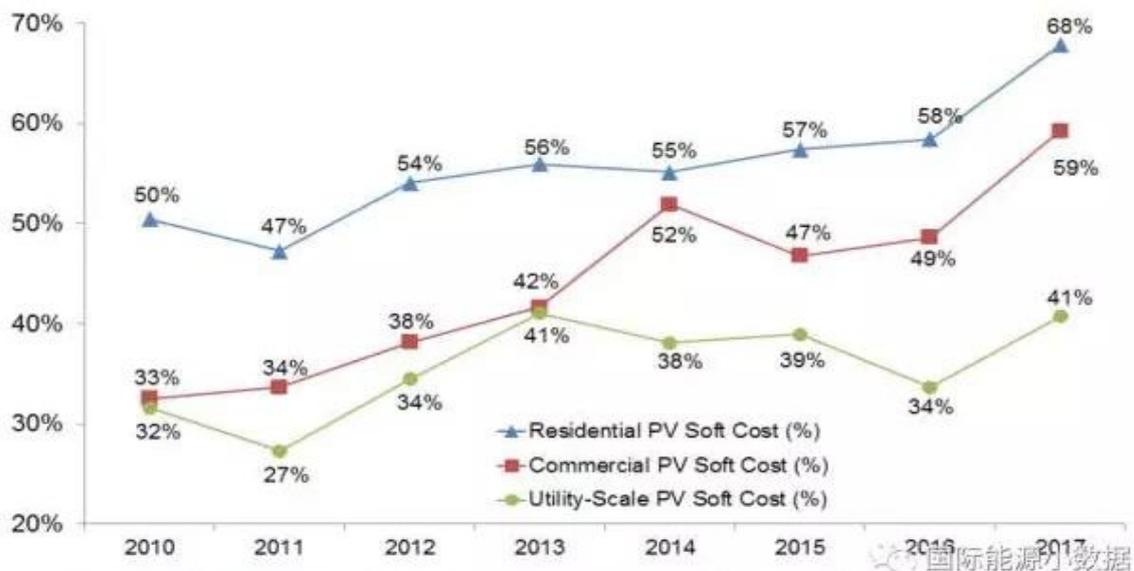


Figure ES-2. Modeled trend of soft cost as a proportion of total cost by sector, 2010–2017

E-Small Data 国际能源小数据 2017-09-18

全球最大的太阳能发电站在迪拜启动

据阿联酋《国家报》(TheNational)9月16日报道, 全球最大的集中式太阳能发电站项目在迪拜启动。

该报消息称, 电站的总装机容量为70万千瓦。用于收集反射太阳光的太阳能集中器将高达260米, 其高度属现今世界同类型集中器之最。

沙特和中国的联合承包商在发电厂建设的招标中获胜, 预计项目将耗资39亿美元。

据迪拜政府计划, 2020年清洁能源占阿联酋发电量的比重将达到25%, 2050年将升至75%。

中国能源网 2017-09-18

MWT 电池 1.3GW 新产线开建日托光伏推动平价上网

中国能源网 | 为完善和加强 MWT 技术的产业链布局，更好地满足市场需求，日前，南京日托光伏科技有限公司（以下简称“日托光伏”）已正式启动 MWT 电池新线建设，新增产能达 1.3GW。

据悉，该 MWT 电池技术，因其无主栅、具有兼容性的明显优势，成为最有发展潜力的高效技术之一，市场需求量将迅速增加。而日托光伏该新建 MWT 电池生产线将兼容黑硅、PECR、薄硅片和 HJT 等工艺技术，成为晶硅电池技术的最完美集成之一。

在领跑者计划的实施以来，我国光伏行业在不断创新发展中推动产业技术快速发展。光伏产业产品性能呈现大幅提升，技术差异化明显加强，业界对光伏产品的关注点已经从以前的最低价到现在的最高性价比。由此，提升电池效率的技术纷纷涌现，高效电池备受行业关注。

随着 2018 年“领跑者”基地建设、光伏技术研发专项工作的推进，以及市场的变化，有业内人士表示，未来国内外将有可能是高效电池的天下。因此，多家公司都在提高本身技术能力，扩大高效产品的研发和产能，未雨绸缪。

据了解，日托光伏是一家专注于高端光伏电池及组件的研发、制造、销售和服务的创新型企业。公司依托自主开发的新一代高效 MWT 背接触电池和组件技术，拥有专利 50 余项，是目前全球光伏行业内唯一实现该技术产品产业化、并达到 1 吉瓦（GW）组件产能的企业；产品性能处于行业领先水平，已广泛应用于国内外光伏电站和分布式发电项目。

新能源 中国能源网 2017-09-19

光伏+储能，让新能源成为时间的朋友

当中国光伏并网装机超过 100GW 之时，国内光伏产业也迎来了新的格局，一方面，分布式光伏的比例出现较大幅度的提升，另一方面，限电、补贴拖欠、质量差异等诸多问题也逐渐凸显出来。未来光伏的大规模发展，一定也离不开储能的发展。2017 年 9 月 24-25 日，由苏美达能源创意发起、新华网江苏频道作为战略媒体合作单位、上海吉诺信息咨询有限公司承办的 2017 年“能源思享汇”在江苏南京召开，来自 300 多家科研机构、企业、行业组织、媒体的 600 余位嘉宾共同探讨未来光伏产业的发展方向以及储能对光伏等新能源产业的推动作用。

“三个第一、一个第五，”中国可再生能源学会原副理事长孟宪淦回顾了中国光伏产业高速发展的十年，“中国光伏制造业全球第一、光伏并网装机量全球第一、光伏上网电量全球第一；在中国的电力结构？，光伏发电名列火电、水电、风电、核电以后占第五位，光伏发电总量占总到全社会总发电量的 1.1%，标志光伏发电从过去仅占万分之几、千分之几微不足道开始，到已经在电力工业中占据一席之地，为以后光伏发电进入能源主战场奠定基础。”

江苏苏美达集团总经理蔡济波在致辞中表示，“伴随光伏电站越建越多，项目不合规、不合格的情况也越来越多，尤其在民用分布式市场，鱼龙混杂的现象时有发生，不和谐的声音此起彼伏。对此，‘能源思享汇’有义务及时唤醒行业正能量，呼吁业界同仁一道‘行稳致远’，秉承‘工匠精神’，确保电站质量稳定持续高效、确保电力投资人的利益长久稳定。对于急功近利的短视行为，甚至败坏行业名声、阻碍行业健康发展的行为，我们坚决抵制。我们呼吁大家一起着眼长远，看未来，看全局，做时间的朋友。”

谈到时间，清芸阳光能源科技有限公司副董事长兼 CEO 靳洋表示，“更多的是和时间赛跑。无论从投资还是技术发展角度，我们要敬畏时间，在光伏的技术、金融手段和商业模式的运行上有些深刻的变化。”阳光电源高级副总裁赵为博士对“和时间做朋友”的理解是“把产品和解决方案做到极致。阳光电源 20 年不断地在把产品做得更高效、更可靠，提升电源的投资回报，从最初的产品做到现在的 1500V 和组串式产品等多种类型共同推进。光伏和储能的融合是未来发展目标，两者是黄金搭档。在光伏当中加入一定的储能，一方面可以对光伏进行平滑甚至搬移，一方面光伏和储能可

以构成智慧电网，更好的满足工业用电需求。”

中关村储能产业技术联盟理事长俞振华分析了储能产业的发展方向，截止 2016 年底中国投运的储能项目累计达到 24.3GW，但其中抽水蓄能占据了 99% 的份额，储热光热项目、压缩空气储能、电化学储能等多种其他类型的储能项目正在迅速发展，以电化学储能项目为例，每年正在以前所未有的速度发展，成本也在快速降低。俞振华作为中国即将出台的首个储能政策的参编专家，他表示虽然国家不会出台直接的储能补贴，但在定义的 17 类关键任务和项目的具体应用领域中，将通过市场机制给予储能特定的补偿政策。

特变电工西安电气科技有限公司总经理刘伟增分析了光伏应用类型多元化后产品的发展，作为全球最大的光伏 EPC 企业，在积累了各种类型光伏电站的经验后，特变电工的产品细分化已经做得很完善，如针对山地电站推出了组串级 MPPT 逆变器、针对水面和农业光伏项目则力推单级组串逆变器、对大型地面电站则给出了逆变升压一体机的系统解决方案。

正泰新能源开发有限公司总裁陆川从两个角度解读了如何“与时间赛跑”。一方面，从过去的历史看，陆川分享了多年前正泰为意大利一座 70MW 电站供应组件的发电情况，虽然在并网后首月的单位发电量不是最高的，但随着时间的推移，数月后正泰的组件表现出良好的性能，成为四个品牌中单位发电量最高的那家。另一方面，正泰在适时的时间进行产能扩张和技术提升，不管是成立酒泉工厂还是收购德国工厂以及开拓泰国生产线，正泰总是踩着市场的时间节点来进行扩张，技术上，PERC、五主栅技术、双玻、半片等“时髦路线”都被正泰纳入囊中，并即将推出智能组件。

随着分布式光伏规模的迅速扩大，如何保证质量成为行业的痛点。德国莱茵 TUV 集团光伏电站及系统商务经理安超分析了全流程中的风险点及管控方式，技术风险、用电企业风险、合规及商务风险、限电风险等几类大项以及上百项风险细项将成为制约行业健康发展的痛点，需要光伏行业用心控制。安超提及，目前直流侧设备占据了分布式项目设备故障的 90.2%，为此固德威电源副总经理方刚从逆变器产品质量和服务对分布式项目如何稳定运行进行了分析，目前固德威已经实现了当前故障诊断、潜在故障预警、远程在线升级的监控数据分析能力，并完成了两小时服务圈的布局。

在此次“能源思享汇”论坛上，来自超过 40 家光伏、储能一线企业的高层领导分别进行了主题为“笑傲江湖：光伏发展应用新趋势”、“厚积薄发：互联网+智慧能源”、“把握脉搏：技术进步与成本降低并驾齐驱”的三场巅峰对话，为会场的超过 500 位嘉宾分享了光伏技术发展趋势、储能应用前景等十几项话题的深入探讨。

中国能源报 2017-09-25

青海德令哈：打造“世界光热之都”

青海省德令哈市西行 10 公里，在海拔 3500 米，一片宽阔的戈壁滩上，全长 24 公里的金光大道自东向西贯穿其间，这里就是西北太阳能重镇——德令哈太阳能光热产业园区。

金光大道两侧的定日镜场，一把把“巨伞”耸立天地间。发电时，“巨伞”会像向日葵一样，跟着太阳转动追踪热量。

中国企业已掌握塔式发电核心技术

“定日镜每隔三到五秒动一次，大家可以听到机械转动的声音，这是定日镜在自动调整角度，现在追日的精度已经达到 2.5 毫弧度，这个角度是肉眼所看不到的，非常精确。”在青海中控太阳能发电有限公司德令哈 10 兆瓦塔式热发电项目现场，一位工作人员告诉《中国能源报》记者，“这个聚光控制系统是我们的核心技术之一，经过 5 年的环境考验，它的正背面几乎没有磨损，抗风等级可以达到 13 级。”

中控德令哈公司 10 兆瓦塔式热发电项目一期水土质系统建成后，于 2016 年完成熔盐储能系统技术改造并投产，是国内首个商业化运营的塔式热发电项目，也是国内第一座、世界第三座实现熔盐储热功能的商业化运营电站。

据记者了解，中控太阳能在德令哈市投资的光热发电站，已经成功掌握了从聚光、集热、储能到发电的全流程塔式太阳能热发电核心技术，完全采用了自主创新的技术及国产化装备。

在一期项目不远处，是正在建设的二期熔盐储能电站。目前该储能电站已完成场地平整，将采用单塔 50 兆瓦技术，吸热塔高约 200 米，由 28000 面定日镜组成一个镜场。储热时间长达 7 个小时，可以实现 24 小时不间断发电。预计 2018 年底可实现并网发电。

“二期项目年发电量 1.36 亿度，可为当地 8 万余户家庭提供清洁能源。”现场工作人员介绍说，“较长的储热时长可以实现与风能、光伏互补发电，保证电网的供电需求，参与电网调峰。”

已成国内最具代表性光热发展区域

德令哈地处青海省海西州，阳光资源丰富，且拥有较为丰富的水资源，具备发展光热发电的条件，现已成长为国内最具代表性的光热新能源全产业链集中发展区域。

根据中国气象局风能太阳能资源中心统计，中国拥有太阳能法向直接辐射量 $DNI > 1700$ 千瓦时/平方米的可利用土地约 94 万平方公里，这些土地基本上都是戈壁、沙漠。如果利用其中 10 万平方公里的土地建设光热发电厂，年发电量可达到 54000 亿千瓦时，若按发电利用小时数为 4000 计算，总装机容量约为 13.5 亿千瓦。

近十多年来，我国相关科研机构、高等院校对光热发电技术从理论到实验开展了一系列研究，目前已掌握了其技术特性，为工程应用奠定了基础。同时，已有多个光热发电专有技术公司开发出了具有自主知识产权的专有技术和产品，并建成多个光热发电试验装置和试验工程。

电力规划设计总院副院长孙锐指出，我国光热发电的全产业链已经形成，所需的设备和材料国产化率可达 90% 以上，国内设备和材料的生产能力完全可以满足工程需要。因此，我国已经具备了光热发电规模化发展的条件。

2016 年 9 月，国家能源局发布《国家能源局关于建设太阳能热发电示范项目的通知》，包括中广核德令哈 5 万千瓦槽式项目、中控德令哈 5 万千瓦塔式项目等在内的共 20 个项目入选首批光热发电示范项目名单，总装机容量 134.9 万千瓦。

8 月 31 日，作为我国首座大型商业化槽式光热电站、全球海拔最高的光热电站之一，中广核德令哈 50 兆瓦光热发电项目厂用电受电一次成功。标志着德令哈光热项目将逐步开始设备调试工作，项目实施进入新的里程碑阶段。

“现在我们常规岛、传热储热岛、太阳岛等建设工作已经结束，整个项目进展已完成 80% 左右。”中广核太阳能德令哈有限公司项目部副经理丁鸿良说。

中广核德令哈项目规划装机 100 兆瓦，一期建设 50 兆瓦，厂区海拔高度 3000 多米。建成后每年可节约近 6 万吨标准煤，节能减排效果显著。该项目的建设，不仅会填补我国在槽式光热发电领域的空白，还会为我国光热行业在国内的发展提供宝贵的技术经验和人才支持。

打造“世界光热之都”

除了丰富的资源优势，德令哈将光热作为全市发展重点，在政策上大力支持。“德令哈将光热作为全市发展重点，在政策上大力支持。近年来，海西州共出台与光热产业相关的扶持政策 12 项，德令哈市出台 11 项，这些政策涵盖了土地、税收、经营等多个方面，全方位保障了光热产业在德令哈市的快速健康发展。”德令哈市常务副市长、德令哈工业园管委会副主任张标告诉记者。

随着光热发电产业的兴起，德令哈顺势大力发展新型能源，目前已经基本构建起集技术试验、装备制造、发电站为一体的新能源全产业链格局。随着日晶光电太阳能晶体硅电池组件、爱能森一期 30 万吨储热熔盐、博昱光伏逆变器、华汇新能源非标件设备等一系列新能源装备制造项目的入驻，德令哈正在成为全国最有影响力的光热产业集聚区。

“德令哈当前正着力推进太阳能为主体的光热发电、光伏发电，打造太阳能光热工业园区，有效减少碳排放，保护当地的自然环境。同时我们也正在建设国家的清洁能源基地，通过向中东部地区输送绿色的能源，为东部的碳排放的减少和实现绿色发展提供支持和动力。”张标表示。

记者获悉，将于 9 月底在德令哈市举办的“第二届中国德令哈光热大会”，将就太阳能光热产业

市场政策、法规标准、电站的设计建设、太阳能光热+能源互联网、多能互补、等展开交流研讨，力推太阳能光热产业多元化发展。

“光热大会的召开，将为促进全国太阳能光热产业多元化发展起到推动作用。我们将以此为契机，着力推进德令哈打造‘世界光热之都’。”张标说。

闫志强 中国能源网 2017-09-20

通威工业 4.0 高效电池生产线正式投产

中国能源网 | 一支支特殊的机械臂有序挥舞，一个个灵巧的机器人动作娴熟，一辆辆无人驾驶的IGV智能小车往来穿梭，12条全封闭的智能制造高效太阳能电池片自动化生产线高速运转，一块块单晶硅片在经过制绒、扩散、刻蚀、退火、镀膜、丝网印刷、测试分选等七道精密工序后“化身”为一张张精美的电池片。偌大的车间空无一人，整个电池制造环节全部由高度智能化、自动化生产设备完成。

9月20日，世界首条工业4.0高效电池生产线在通威太阳能成都生产基地成功建成投产。记者走进通威太阳能（成都）有限公司S2车间，探寻这座“超级工厂”的“智造”魅力。

打造成成都“智能制造”样板工程

这座每天能生产超过135万片高效电池片的智能制造“超级工厂”，采用了智能在线式自动化生产设备，操作人员在其中仅作为生产过程的监管者，只进行少量辅助作业以及应急工作处理，绝大部分工作在全智能无人生产线上完成。每张太阳能电池片都要经过多道精密工序，而整个生产过程无人化、全封闭，全部由高度智能化、自动化生产设备来处理。与传统的太阳能电池片产线相比，同等产能的“通威智能制造”生产线，能使用工减少40%，能源消耗降低30%，生产效率提升25%，该车间生产的太阳能电池片安装应用后，通过光伏发电，每年提供的清洁能源可节约标准煤约660000吨，减少二氧化碳排放约2060000吨，二氧化硫约62000吨。

“我们选用的许多设备在全球还是首次投用。如各工序的在线检测设备，在生产过程中当场就可以发现问题，进行工艺纠偏、管控。”通威太阳能（合肥、成都）有限公司董事长谢毅表示，该项目的正式投产，标志着中国的太阳能高效晶硅电池制造开始步入智能制造时代，为全行业树立了“中国智能制造”的典范。

7个月建成 再创光伏行业全球“新速度”

通威太阳能（成都）有限公司S2车间总面积超过28000平方米，相当于近70个篮球场的大小，大量全新自动化、智能化生产设备的引入，也为这座“超级工厂”建设带来不少新的挑战。面临工期紧、任务重、难度大等情况，项目建设人员加班加点，强化部门协作，倒排工期，从2017年2月18日开工到9月20日建成投产，仅用了短短7个月的时间，创造了全球光伏行业的新纪录。

据悉，从2016年6月30日，通威太阳能成都生产基地一期1GW电池项目仅用时7个月便建成投产。今年2月18日，通威太阳能双流二期2GW晶硅电池项目开工，至9月20日项目正式投产，不仅全面引进了智能制造设备，而且其产能规模和工程量都翻了一番，所用时间也仅为7个月，再次刷新了“通威速度”、“成都速度”、“全球速度”。

这座“超级工厂”的成功建成投产，是通威太阳能公司近4年发展成绩的一个缩影。自2013年通威切入太阳能电池片领域以来，通威太阳能公司从零开始，紧贴市场需求，不断强化生产管理，积极推进现代化、精细化管理，成为光伏行业争相学习的标杆企业。凭借卓越的产品质量，公司连续两年获得全球前五大组件厂电池免检和最佳电池供应商。截至2017年8月底，通威太阳能实现了连续35个月持续盈利，连续35个月开工率超过100%，连续35个月满产满销。

建设全球最大清洁能源生产基地

面对全球光伏市场竞争的新形势、新机遇、新挑战，2016年底，通威提出绿色能源“2020双十计划”，即在2020年实现10GW晶硅电池产能，并在2020年启动第二个10GW晶硅电池项目，并

成为全球最大、最具竞争力和影响力的太阳能电池生产企业。9月20日通威太阳能双流二期2GW电池项目投产后，通威太阳能公司产能规模将达到近6GW。

根据中国光伏行业协会公布的2017年上半年统计数据，通威太阳能的优势显著：一是成本最低。通威太阳能电池环节非硅成本创行业最低，仅为中国光伏行业协会公布的电池环节平均非硅成本的60%；二是产能利用率最高。行业产能利用率平均只有80%，通威太阳能产能利用率超过110%，远超行业平均水平；三是盈利能力最强。行业平均毛利率只有10%，通威太阳能毛利率为17.28%，远超行业平均水平。同时，从公开可查询电池片业务单独披露上市公司中，通威太阳能的盈利能力位于第一位。

目前，在通威太阳能（成都）有限公司周边，已聚集了大量新能源产业链上下游企业项目。作为成都“智能制造”样板工程，通威太阳能公司三期项目将在2-3年内投产，并计划带动光伏上下游产业形成光伏产业集群，打造有机融合、良性循环的产业生态链生态圈，届时，通威太阳能成都生产基地将成为全球最大的清洁能源产品生产制造基地。通威太阳能公司也将更好地发挥示范带动作用，加快推进四川省光伏产业集群式发展，重新布局四川清洁能源产业，实现产业升级，将四川和成都建设成为国家级清洁能源示范区域，从而有力地推动我国经济发展方式的绿色转型。

新能源 中国能源网 2017-09-25

光热发电可以使电网变为真正的能源互联网

光热发电正成为可再生能源行业的“冉冉新星”。为什么说光热发电是真正可能把电网变成能源互联网的技术？光热发电在其中担任怎样的角色和作用？和其他可再生能源相比，光热发电有什么独特的优势？光热发电目前的技术难点在哪里？有没有什么好的解决办法？未来的技术方向是什么？首批光热示范项目获批已有一段时间，但进展似乎并不顺利，您认为问题出在哪？怎么解决？针对上述一系列问题，记者日前专访了中国科学院太阳能热利用与光伏系统重点实验室主任王志峰。

中国能源报：为什么说光热发电是真正可能把电网变成能源互联网的技术？光热发电在其中担任怎样的角色和作用？和其他可再生能源相比，光热发电有什么独特的优势？

王志峰：能源互联网的特征是让可再生能源变得稳定连续，使得电源可调度，主要针对用户可输出的电力和热力。光热发电作为新兴的可再生能源技术，凭借可储热、可调峰、可连续发电及可热电联供等有点，可以使电网变为真正的能源互联网。

光热发电商业化、规模化的产业应用，对推动能源革命、促进能源安全、调整能源结构、改善生态环境等具有十分重要的意义。

一是可以为我国未来能源供应和能源安全提供基本保障。光热发电不仅可以解决光伏发电的间歇性缺点和提供基础电力支撑以外，还有巨大的成本下降空间。在全球低碳经济与新能源革命的大趋势下，光热发电极有可能成为我国未来清洁发展中最大的替代能源。从光热电站的运行原理上看，它是可储存、可调节的能源，对电力系统友好，具有调峰能力，在突破技术障碍之后，是完全可以大规模替代燃煤电站的新兴电源。

二是有利于改善环境，减少温室气体排放和雾霾污染。光热电站运行过程不存在污染物排放，可直接替代化石燃料，对减少温室气体排放、治理空气污染能起到重要作用。光热电站建成后，可减少地表土壤所接收到的辐照量，减缓地表风速，降低地表水分蒸发量，有利于植被生长，改善生态环境。

三是有利于推动风电、光伏发电良性发展。光热发电通过成本相对低廉的储热装置，可成为电力系统友好型电源，既可以承担基荷，也具备较为灵活的调峰能力，可作为未来电网的主力电源。光热发电与光伏发电、风电配套建设，能够显著缓解光伏和风电的出力波动，大幅提高电力系统的消纳能力，减少弃风、弃光问题。

四是拉动国内经济和相关产业发展。光热发电的产业链条较长，涉及钢材、铝材、玻璃、水泥、

矿料、电料、耐火、保温、机电、机械、电子等十几个行业产业。大规模发展光热发电，能够有效带动上述产业发展，成为经济发展的新支点。因此，光热发电不仅是一种清洁能源供应方案，更可以增加就业、带动传统产业，推动新兴产业的发展。

五是增强我国在相关领域的国际话语权和标准规则制定权。建设具有自主知识产权的光热示范电站，制定相关标准和规程、规范，形成技术体系后规模化发展，可以带动光热发电装备产业化、规模化，进一步降低设备造价和发电成本，还可以“走出去”，增强我国光热技术在国际上的话语权和竞争力。

中国能源报：光热发电目前的技术难点在哪里？有没有什么好的解决办法？未来的技术方向是什么？

王志峰：光热发电目前存在这么几个技术难点：电站系统集成技术、电站系统运行技术、槽式真空吸热管可靠性、高温熔融盐吸热器可靠性高温熔融盐储热容器可靠性。

而未来的技术方向首先是

粒子吸热器，在高于 700℃ 的吸热器方面的研究欧洲和美国已进行了大量的投入，但是我国却没有，与国际发展趋势脱轨。今后，我们可能要推动国家的一些重大科技项目和国际合作项目在这方面给予重视，这样才能实现可持续推动产业化。其次是设备的可靠性研究，尤其是熔融盐系统。再次在太阳能材料方面，高温涂层，传热储热材料包括流体气体和固体，化学储热技术。最后是研究深度节水型太阳能热发电技术。尤其是 BRATON 循环及斯特林循环技术。欧盟地平线 2020 部署了重大项目在这个方面，经费是 1200 万欧元。可见这是全球 CSP 界都在关注的问题，而不仅仅是在中国。节水是太阳能热发电可持续发展的第一要务。

中国能源报：多能互补是未来发展的重要方向，光热发电如何更好参与？

王志峰：多能互补并不是几种能源形式的简单叠加，而是通过新技术和新模式的配合，使多种能源深度融合，实现“1+1>2”的效果。可以说，多能互补象征着能源可持续发展的新潮流。随着太阳能发电行业的产业成熟和成本降低，能源行业将形成以太阳能热发电及基础负荷的多种能源集成互补的新一代能源体系。

多能互补除了解决弃风、弃光问题，还有利于推动太阳能供暖、供热发展。以北方冬季供暖为例，通过风光热储多能互补，可以充分利用光热发电的储热功能，以更低成本解决因为燃煤供暖带来的环境问题，同时还将充分利用市场交易和价格机制保证项目的经济效益。或者，通过其他多种可再生能源多能互补来发挥各自优势，更好地发挥光热电站的优势，形成更加安全、更加可靠、更加经济的新能源体系。

中国能源报：要想抢占先机，成为能源互联网的重要组成部分，光热发电还有哪些问题待解？需要向哪些方向努力？

王志峰：首先，技术创新是推动太阳能光热发电发展的重要途径，也是降成本的重要举措。所以，现已全面启动首批示范项目建设，目的是保证我们的设备、技术以及运行的可靠性。全力把这批项目做好，证明太阳能发电的技术经济可行性。其次，目前国家公布的能源互联网项目中已经有了太阳能热发电的内容，对太阳能发电与其他能源在天气预报方面的匹配技术需要研究。

中国能源报：首批光热示范项目获批已有一段时间，但进展似乎并不顺利，您认为问题出在哪？怎么解决？

王志峰：总体来看，示范项目推进中主要存在以下四个方面的困难和问题：

首先是项目前期工作启动涉及办理国土、林业、环保、水保、电网接入等，各地情况不同，有些企业办理手续时进度较缓。

而在技术方面。光热发电项目可直接借鉴的经验较少，有的国外技术在我国环境条件下适应性有待验证；其次，EPC 和重要设备招标、定标的过程及时间较长；技术方案优化与示范项目中申报与承诺条件，均需进一步研究落实；最后，关键设备、技术、操作工艺的相关标准方法都有待加强，以减少沟通时间。

最后是融资方面。由于光伏与风电的限电和补贴影响，以及此批太阳能发电投资较大。投资人对电网限电和拿到补贴时间存在顾虑，导致金融机构在面对企业融资时，顾虑重重，小心谨慎，也使得融资成本进一步提高。同时，国企对于新事物比较慎重，对于投资决策把控较严，这也是致使部分项目推进缓慢的原因。

至于如何解决问题，我认为应当做到以下几点：

- 1、用已有项目和系统对设备核心技术加以验证，不应用大容量示范项目来验证工艺和设备。
- 2、目前示范电站投资资金压力大，可以采用众筹的模式来建立示范项目，减少各方的资金压力。
- 3、实施产品认证工作，对产品安全性，可靠性，性能指标进行全面的测试分析评估，对生产环节进行全流程的检查，确保生产产品质量的一致性。这样才能确保批量产品满足使用需要。
- 4、国家部委应尽快对示范项目中遇到的政策问题明确意见。例如更换电站项目的技术合作方，项目控股方变化，国外聚光集热产品在示范项目中应用的程度，项目截止期是否可以延长？延长的时间？
- 5、国家应明确太阳能光热发电发电在光伏和风电开发时必须占有的比例。

中国能源报：未来，中国哪些城市最有潜力成为光热发电、多能互补的示范城市？

王志峰：我国西部和北部地区均具备太阳能热发电所需要的各种要素，是太阳能热发电的首选之地。这些地点也是风电和光伏大量安装的地区，具备多能互补工程的必要条件。

我认为值得关注的地区包括内蒙古西部，甘肃西部，青海西北部，西藏北部，新疆南部等地区。这些地点均具备多能互补的条件。

王长尧 中国能源网 2017-09-26

光伏水上漂——天合光能领跑者项目率先并网

9月27日，由天合光能建设的淮北市濉溪县南坪镇采煤沉陷区40MW水面漂浮式光伏电站项目成功并网。该工程不仅是安徽省两淮地区今年首个实现并网的领跑者项目，也是天合光能建设的第一个水面漂浮式光伏电站，是公司在“光伏+”应用，特别是渔光互补领域的一次新的成功尝试。

该40MW水面漂浮式光伏电站总投资约3.2亿元，充分利用了任楼煤矿采煤沉陷形成的1500余亩水面，共采用天合光能双玻组件12万余块，其中1万余块为天合光能PERC高效单晶组件。预计并网后的25年中，该电站将发电27,227小时，总发电量约为10.91亿千瓦时。

天合光能项目负责人表示，利用采煤沉陷区水面建设漂浮式光伏电站，不仅能够为当地提供清洁电力，扩大供电可再生能源比例，更能实现采煤沉陷区的综合治理，将废弃的沉陷土地再次利用，为因采煤沉陷而失去土地的农民增加收入，同时促进煤炭型城市调整产业结构，增加政府税收收入，带动当地光伏相关产业链的发展。

中国能源报 2017-09-28

中国重塑世界光伏产业格局

5年来，我国光伏产业顽强生长，独立撑起了全球新能源市场的“一片天”。今天的中国光伏已成为全球光伏产业最重要的参与者和引领者。

光伏行业是能源领域里的“新人”，无数敢“吃螃蟹”、能“吃螃蟹”的企业，在国家政策的支持下，逐渐支撑我国光伏产业步入规模化稳定发展阶段。

据统计，2016年，我国光伏新增装机容量达到34.54GW，连续4年位居全球第一。5年来，我国光伏行业成本持续下降，技术多次打破世界纪录，实现了全球化生产布局，产能扩张迅猛——在海外，参与重塑世界光伏产业发展格局；在国内，助力千家万户脱贫致富，我国光伏行业呈现出了健康、蓬勃发展的强劲势头。

“寒冬”中逆势爆发

“终于见到什么是光伏板了。”家住湖北宜昌西坪村的张先生，带着 80 多岁的母亲来到海拔 1000 多米的光伏电站示范点，就是为了满足老人家想亲眼看看光伏板“长什么样”的愿望。

谈到中国光伏产业的发展历程，中国光伏行业协会秘书长王勃华用了“超预期”来形容。

光伏产业在中国经历了两次飞跃：

第一次是在 20 世纪 80 年代末，中国的改革开放如火如荼，先后引进了多条太阳能电池生产线，使生产能力由原来 3 个小厂的几百千瓦上升到 6 个厂的 4500 千瓦。

第二次大发展在 2000 年以后，受国际项目、政府项目和市场的拉动，“光明工程”先导项目、“送电到乡”工程以及“送电到村”工程均采用了太阳能光伏发电技术，中国光伏发电产业发展势头渐起。

2004 年，我国第一台十二对棒多晶硅高效节能大还原炉在中硅高科试验成功，从此掌握了由国外垄断了 20 余年的多晶硅生产核心技术。

但中国光伏产业原材料和消纳市场“两头在外”的尴尬局面一直持续到 2014 年。比如，2005 年，中国太阳能电池组件产量仅占全球产量的 11%，多晶硅产量仅占当年全球太阳能电池耗硅量 2.87 万吨的 0.3%，电池行业所需的多晶硅 95% 以上通过进口解决。同年，尚德成功上市及首富效应激发了中国光伏产业的加速发展，国内太阳能电池的生产和研发也驶入了快车道。国内第一个 300 吨多晶硅生产项目在洛阳建成投产，拉开了中国多晶硅大发展的序幕。

2007 年，中国成为世界第一大光伏电池生产国。

2011 年，伴随欧洲债务危机使得市场增速下降以及欧美“双反”，中国光伏行业“一夜入冬”。国家因此出台了光伏标杆上网电价政策以呵护襁褓中的中国光伏产业。自 2013 年国务院发布《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》以来，受政策引导和市场驱动，中国光伏行业发展触底反弹，国内生产技术水平、产业规模逐步扩大，原材料供给充足，企业实力明显增强，不仅开始呈现回暖的景象，还借此摆脱了“两头在外”的处境。

国家能源局数据显示，近 4 年来，我国光伏年均增长率均超过 60%，其中 2015 年新增规模超过 1500 万千瓦，累计装机容量达到 4300 万千瓦，超越德国成为全球规模最大的光伏市场。来自中电联的统计数据，2016 年我国新增光伏装机容量更是达到历史性的 3459 万千瓦，首次超过风电，约占当年全球新增光伏装机容量的一半，累计装机达到 77GW，几乎达到同期德国 40GW 的两倍。至 2017 年 7 月，我国光伏装机突破 1 亿千瓦；8 月，超过 1.1 亿千瓦，提前完成了“十三五”规划目标。

与此同时，中国光伏行业的逆境重生带动全球光伏市场格局发生了巨变：过去光伏市场主要是在欧洲，但自 2016 年起，亚洲成为全球最大光伏市场，主要集中在中国、日本、印度，而欧洲市场萎缩至 9%。



过去 5 年，中国光伏可谓在“崎岖”中找到自信，并由此步入大规模发展的快车道，顺利实现从“跟随者”向“引领者”的角色转换。

平价上网脚步渐近

在世界范围内，光伏于 2016 年首次成为装机量最大的新增可再生能源。由于光伏的灵活性，其在可再生能源发电中将占据越来越重要的份额，可为“十三五”中国可再生能源发展目标乃至 2030 年中国能源总体战略转型做出突出贡献。

在整个行业的积极求索和一系列利好政策支持下，中国光伏产业取得了举世瞩目的成就。规模上，2017 年上半年，多晶硅产量 11.5 万吨，同比增长 21%；硅片产量 36GW，同比增长 20%；电池片产量 32GW，同比增长 28%；组件产量超过 34GW，同比增长 25.9% 以上。其中，电池、硅片产量连续多年保持世界首位。

技术上，不断向高端演进过渡：

黑硅技术、PERC 技术成为当前电池片企业技改的主流；

HIT 电池开始加速产业化，晋能、隆基等企业开始推动 HIT 电池产业化生产；

天合光能研发大面积 6 英寸全背电极太阳能电池（IBC）效率达到 24.13%，创造了新的世界纪录。

长久的补贴机制并不能保证产业的持续生命力。要想早日实现光伏平价上网这一目标，唯有通过技术革新来实现增效降本。

2015 年，国家正式启动光伏“领跑者”基地计划，旨在通过市场配置资源的决定性作用，来提高光伏产品的市场准入标准，逐步推进技术进步、产业升级和平价上网。

目前第一批“领跑者”——山西大同采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地项目已通过验收，而且运行效果良好。第二批 8 个“领跑者”基地正陆续并网，与第一批“领跑者”相比，第二批计划在技术指标与成本控制等方面给予了优化调整。例如，第二批领跑者示范项目更加注重于先进产能的高效利用，引导企业采用更为先进的技术产品，从而减少对国家补贴的依赖。

2017 年启动的第三批“领跑者”，除了在技术标准上更为严苛之外，将会继续催化 PERC、黑硅等领先技术的进步，前沿技术依托基地的建设将会推动超高效电池技术发展和自清洁等新材料的规模应用。

目前，我国光伏行业掀起的新一轮产能扩张，均集中于高效产品领域。如隆基、天合、永祥合资在云南丽江建设年产 5GW 的单晶硅棒项目，通威 50 亿元在双流建设高效晶硅电池，中来股份在衢州建设 10GW 的 N 型单晶 IBC 双面太阳能电池生产基地，协鑫研发的黑硅首条 2GW 生产线投产等。

“这几年光伏的相关效率取得了明显进步，这为发电平价上网、成本下降提供了很好的技术支撑。”工信部电子信息司电子基础处处长王威伟说。在市场和技术的双重驱动下，中国光伏发电成本不断降低。2016 年至 2017 年组件的价格下降幅度达到近 21%，系统设备投资成本下降至 5 元/瓦。

“在第二批光伏领跑基地中，电价平均每千瓦时下降了 0.2 元左右。在资源最好的地区，光伏发电可以达到 0.5 元—0.6 元每千瓦时。”国家能源局新能源和可再生能源司副司长梁志鹏说。但中国的非技术成本仍旧很高，如土地成本、人力成本、交易成本、电网接入、融资问题等。梁志鹏认为，光伏非技术成本有 0.1 元/千瓦时的下降空间。

飞入寻常百姓家

经过 5 年岁月和市场的洗礼，如今，光伏产业已经成为中国为数不多可以同步参与国际竞争，

光伏产业规模



与世界先进水平处于同一起跑线上，并且在全产业链上占优势的行业。

从“不了解”甚至“误解”，中国光伏逐渐“走出去”“走下去”，走到全世界老百姓生活中，带去光明和致富希望。

“走出去”连接国际友情。作为全球最大的光伏产品生产国和应用国，在“一带一路”倡议导之下，中国光伏企业“走出去”步伐不断加快。据有关资料显示，目前我国已建成投产的海外电池与组件产能分别达到3.2GW和3.78GW，在建及扩建产能均达到3GW以上。

“出海”开拓市场，机遇与挑战并存。对此，亚洲光伏产业协会主席、协鑫集团董事长朱共山建议中国光伏企业“抱团出海”。据悉，国内领军光伏企业早已纷纷布局海外市场，并取得璀璨成绩——晶龙马来西亚基地电池年产能突破1GW，晶科能源携手阿布扎比水电局、丸红打造全球最大单体光伏电站，中兴能源巴基斯坦900兆瓦光伏电站照亮中巴友谊之路，协鑫新能源美国“北卡一号”形成了可复制的海外融资模式……

“走下去”造福普通百姓。在过去5年中，我国光伏市场结构逐渐从地面电站走向分布式光伏发电，光伏布局从西北走向东南。“中央一号”文件首次列入光伏发电、清洁能源等内容，传递出“全民光伏时代”即将正式来临的重大信号。

今年上半年分布式光伏新增装机达到7GW，同比增长近3倍，户用分布式在东南地区率先迎来“风口”，并扩展至东北地区和其他地区。国家能源局相关人士预计，分布式光伏全年将突破1000万千瓦，2017年是真正意义上的居民分布式光伏爆发元年，将会启动“分布式光伏交易试点”。

我国光伏技术领先、规模大，为光伏扶贫打下了坚实基础。与此同时，我国贫困地区在荒山荒地等方面，可开发利用资源多，日照条件好。自2014年国家能源局、国务院扶贫办联合印发《关于实施光伏扶贫工程工作方案》以来，光伏扶贫陆续建成一定规模，在2020年之前，要在16个省的471个县的约3.5万个建档立卡贫困村，以整村推进的方式，保障200万建档立卡无劳动能力贫困户(包括残疾人)每年每户增加收入3000元以上。

光伏正以“光伏+农业”、“光伏+牧业”、“光伏+渔业”等形式，变扶贫工作“输血”为“造血”，最大限度地发挥贫困地区资源优势。智汇光伏预测，2017-2020年，光伏扶贫预计每年有8GW的规模，远超当初预期。

董欣 中国能源报 2017-09-29



海洋能、水能

中国水电：铸成又一张“国家名片”

五年来，水电行业持续扩容，全球领先地位不断加强。期间，我国新增水电装机超8000万千瓦，预计2017年底总装机将达到3.4亿千瓦，继续稳居全球首位。水电年发电量超过1.1万亿千瓦时，占我国全部发电量的1/5左右。

目前，中国水电已形成了规划、设计、施工、制造、运行、管理等全产业链，具有强大的生产力；水电工程技术和运行管理水平居世界先进水平，我们已与全球90多个国家建立了多种形式的水电开发合作，中国水电已成为继高铁、核电后的“第三张国家名片”。

多座大型水电站开工、投产

五年间，我国投产了金沙江溪洛渡、向家坝、锦屏、糯扎渡等一批 300 万千瓦以上的大型水电站。其中，溪洛渡水电站装机规模为 1386 万千瓦，居世界第三位，与第二位的伊泰普（装机 1400 万千瓦）规模相当。

五年间，我国开工建设了一批大型超级水电站，乌东德水电站设计装机容量 1020 万千瓦，工程已于 2015 年 12 月通过国家核准并全面进入主体工程施工阶段；白鹤滩水电站设计装机容量 1600 万千瓦，工程主体全面建设已于今年 8 月 3 日开启。乌东德、白鹤滩两个世界级电站核准开工更是把我国水电建设提升了一个新高度。

其中，白鹤滩水电站规划总装机容量比三峡工程低 600 万千瓦，比伊泰普水电站高 200 万千瓦，建成后装机规模将位居全球第二。

尤其值得关注的是，白鹤滩水电站主要特性指标均位居世界水电工程前列：单机容量 100 万千瓦世界第一、300 米级高坝抗震参数世界第一、圆筒式尾水调压井规模世界第一、无压泄洪洞规模世界第一、300 米级高坝全坝使用低热水泥混凝土世界第一、装机容量 1600 万千瓦世界第二、拱坝总水推力 1650 万吨世界第二、拱坝坝高 289 米世界第三、枢纽泄洪功率世界第三、工程综合技术难度名列世界前茅。

技术装备水平稳步提升

从葛洲坝到三峡，再到溪洛渡、白鹤滩……中国在水电工程、设备领域快速进步，已经从跟踪、模仿，走到了水电行业最前沿，跃升为世界水电发展的领军者。

在水电设备方面，过去五年，高压电气设备（如主变、GIS 等）、辅助设备（如调速器、励磁、监控等）乃至基础材料方面（如高强钢板、厚钢板、硅钢片、铸锻件等）都取得了重要成果。特别是白鹤滩电站已成功研制 800Mpa 级高强蜗壳钢板、750Mpa 级磁轭钢板，为水电行业的全面技术跨越打下了坚实基础。

白鹤滩也成为我国第一座全部设备实现国产化的水电站。溪洛渡水电站更是开创了我国高拱坝智能化建设先河，实现高拱坝智能管控，能够时刻知晓大坝的“身体状态”。“300 米级溪洛渡拱坝智能化建设关键技术”在 2015 年获得国家科技进步二等奖。如今，大坝工程智能建造技术在白鹤滩工程进行了全面升级，白鹤滩 300 米级特高拱坝将建设成为一座更加智能的大坝，引领世界“智能建造”的新方向。

目前，溪洛渡 700 兆瓦级、向家坝 800 兆瓦级水电机组顺利投产运行，溪洛渡电站 18 台机组投产当年实现了零非停，两电站机组运行高效稳定。

而正在建设的乌东德 850 兆瓦、白鹤滩 1000 兆瓦水电机组已进入详细设计阶段，其中，白鹤滩百万千瓦机组均由国内厂家哈电、东电分别承担 8 台的设计、制造任务，这有力带动了我国水电重大装备国产化水平、技术水平稳步提升。

中国水电技术装备不仅在国内大展拳脚，更在世界舞台上崭露头角。最典型的是，埃塞俄比亚吉布 3 水电站共安装了 10 台单机容量为 18.7 万千瓦的混流式水轮发电机组，都是纯正的中国制造。



机电设备及金属结构部分从 2011 年开工，历时 5 年建成。从 2015 年 10 月 1 日机组投运，到 2016 年 8 月全部机组投运，仅用了 10 个月，创造了世界水电工程建设史上的中国速度。

“走出去”成就亮眼

五年来，中国水电凭借强大的集成整合能力，在世界各地建设了多座“三峡工程”：几内亚凯乐塔水电站、尼泊尔上马蒂水电站、马来西亚沫若水电站和苏丹麦洛维水电站等。上述水电站在当地都是标志性工程。

世界上在建的大型水电站中，到处都有中国企业的身影。以中国电建为例，其在海外在建的水利水电工程合同总额超过 2100 亿元，已开工的超过 400 亿元，仅在“一带一路”沿线国家在建水电项目就有 70 余项，合同总额 360 亿元。中国能源建设集团、中国长江三峡集团等企业在海外都有承建或合建水电项目。

在中国水电海外投资项目中，最值得一提的是中国三峡集团巴基斯坦卡洛特水电项目。该项目是中国“一带一路”倡议实施以来的首个大型水电投资项目、中巴经济走廊首个水电项目、丝路基金首单项目，同时也是中国三峡集团首个大型海外绿地水电投资项目。

据悉，卡洛特项目贷款银团由中国进出口银行、国家开发银行、丝路基金和世界银行旗下的国际金融公司等多家机构组成，这种融资方式被称为“有限追索的项目融资”，是国际上通行的融资模式。

经过三年半的谈判，今年 2 月 22 日卡洛特项目正式实现融资关闭。卡洛特项目的融资、设计、建造、标准、技术、管理及将来的运营，全部是“中国力量”，可谓中国水电全产业链在海外的一次全方位展示。

苏南 中国能源报 2017-09-25

中国投建柬埔寨最大水电站下闸蓄水

9 月 25 日，柬埔寨装机容量最大水电站桑河二级水电站下闸蓄水仪式举行，柬埔寨首相洪森参加。

据央视新闻报道，9 月 25 日上午，由中国投资建设的、柬埔寨装机容量最大水电站——桑河二级水电站下闸蓄水仪式在柬埔寨上丁省西山区举行。柬埔寨首相洪森参加仪式，高度赞扬中国政府为柬埔寨电力事业和经济发展作出的贡献，并对投建水电站的中资企业表示感谢。随着洪森按下溢洪道闸门启动按钮，电站启动下闸蓄水。

桑河二级水电站位于柬埔寨东北部的上丁省，电站总装机容量 40 万千瓦，采用 8 台中国制造的 5 万千瓦灯泡贯流式机组。其额定水头、单机容量在同类型水电机组中均处于世界前列。电站于 2013 年 10 月开工，是柬埔寨最大的水电工程。电站大坝全长 6.5 公里，是亚洲第一长坝。电站 2018 年 10 月完全投产后每年将为柬埔寨提供 20 亿千瓦时的清洁能源，总装机容量将占柬埔寨全国发电量的五分之一以上。

桑河二级水电站位于柬埔寨东北部的上丁省，电站总装机容量 40 万千瓦。

澎湃新闻此前报道，中国的云南华能澜沧江水电有限公司拥有该项目 51% 的股份，其他两大股东为柬埔寨皇家集团和越南电力集团国际股份公司，分别有 39% 和 10% 的股份。

作为一带一路沿线国家，柬埔寨近年来经济发展迅速，年均经济增长高达 7%。但柬埔寨电力建设落后、电价昂贵，每年需从邻国进口电力约 12 亿度，严重限制了经济发展和人们生活水平的提高。

澎湃新闻网 2017-09-25

风能

欧洲风能协会：到 2030 年欧洲海上风电占比有望达 7%-11%

欧洲风能协会(Wind Europe)日前发布《释放欧洲海上风能潜力：新资源评估》报告指出[1]，当前全欧洲的海上风电装机容量约 12.6GW，海上风电正从小众化潜力技术向主流低碳电力技术快速转型。伴随技术和工业的快速发展，海上风电资本成本不断下降，行业竞争力达到了前所未有的水平。报告预计到 2030 年，欧洲海上风电装机容量将达到 64-86GW(不同的情景预测值不同)，届时将占欧洲电力需求的 7%-11%，而这只是欧洲海上风力资源一小部分而已。为了充分挖掘和释放欧洲的海上风力资源潜力，报告评估分析了欧洲三大海域(波罗的海、北海和大西洋)潜在的具有经济竞争力的海上风力资源。报告关键结论如下：

?理论上，到 2030 年海上风能每年能够以 65 欧元/兆瓦时或更低成本产生 2600-6000 TWh 的电力，有潜力占到欧盟基准电力需求的 80%-180%。

?理论上，在风力资源丰富且易获得的地方能够以平均 54 欧元/兆瓦时的电价满足多达 25%的欧盟电力需求。在基准情景下，这种情况能够在英国、丹麦、荷兰、德国和法国实现。在上行情景(即假设风电企业能够有效地利用政府积极的政策措施来减少风电成本和克服风电部署的一系列潜在障碍，诸如并网、资金支持、选址和供应链开发等)，爱尔兰、波兰、拉脱维亚和立陶宛的海上风电装机容量将增加，涵盖所有三个海域。

为了能够利用最具成本效益的海域，实现至 2030 年海上风电在欧洲电力需求占比 7%-11%的预期，报告向决策者提出了六项建议：

(1)对 2030 年及以后海上风电的部署做出承诺，即将海上风电发展纳入到国家能源、气候和经济发展计划的一部分。

(2)政府与开发商和供应商合作，提供持续、充分和可预见的项目规划路径，吸引相关企业持续投资海上风电、开发新技术、创造就业机会和降低成本。

(3)协调所有海域的投标时间表，以提高投资的透明度。

(4)在空间规划分析和现场开发方面进行合作，以确保在所有需要的地方提供最低的平准化电力成本。

(5)促进国际电网基础设施发展，包括海上电网连接枢纽，以支持和利用最低的平准化电力成本资源。

(6)构建市场支持机制促进风电市场开展良性竞争，并支持成功的项目交付，直到不再需要这些机制。

未来风电投资趋势方面，低利率环境引发了动态的再融资市场，成熟的陆上风电市场利用有利的经济环境正在经历整合，在整个价值链的竞争压力下，海上风电融资也在发生变化。2017 年第一季度，欧洲向新项目投资了 18 亿欧元，包括在建项目和运营项目。预计 2017 年的投资额将下降，过度投标将导致主要风能市场的活动放缓。由于现有商业银行在市场上建立竞争地位，利率下降趋势预计也将放缓。

此外，Wind Europe 近日发布的《浮动式海上风力发电远景》报告显示[2]，浮动式海上风电已不再限于实验室，该技术切实可行且能够以工业规模推广。浮动式海上风电技术不但达到成熟，预计未来几年的成本也将大幅下滑。浮动式海上风电的主要优点是没有深度限制，风力涡轮机可以位于平均风速较高的深海海域，从而可以提高装机容量，导致电力发电量增加，预计到 2020 年其成本将降低 10%，到 2030 年将降低 25%。由于海洋中传统的底部固定技术吸引力较小，海上风能资源中有 80%位于欧洲海域的 60 米深处，充分利用这一资源，对于扩大海上风电整体容量以及支持欧盟到 2020 年达到可再生能源占比 27%的目标至关重要。

[1] Unleashing Europe's offshore wind potential. A new resource assessment.
<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/Unleashing-Europes-offshore-wind-potential.pdf>

[2] Floating offshore wind comes of age with break-through pipeline of projects.
<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/Floating-offshore-statement.pdf>

中国科学院先进能源情报网 2017-09-18

英国海上风电报出历史性低价！核电、天然气大受冲击

本周，英国两个海上风电项目投标结果出来后，不少核电和天然气发电商都拉响了警报。9月11日，由丹麦能源公司 Dong Energy 斥 57 亿美元投资建设的 Hornsea 2 和 Moray 两个海上风电项目的电价合同拍出 57.5 英镑每兆瓦时的成交价。

英国可再生能源贸易组织 RenewableUK 的 CEO Hugh McNeal 认为这个竞价结果表明，当前英国无论是陆上还是海上风电的价格都已经低于核电和天然气发电。

英国商务能源与产业战略部的数据表明，这个价格对比英国 2015 年的平均价格下降了 51%，并且使这两个海上风电项目的度电成本低于天然气发电。



并且，在新的 CfD(差价合约)机制下，新建核能项目(欣克利角 C 项目)的电价将达到 92.5 英镑每兆瓦时，对比起这两个海上风电项目同样没有优势。

《金融时报》对英国的海上风电发展作出了进一步分析，认为近五年来英国纳税人为海上风电支付的补贴下降了超过 50%，现在已远低于政府向欣克利角核电厂开发商所保证的价格。报道还指出，欣克利角 C 核电站的履约价随着通货膨胀而上涨，并自建成投产后将保证履约 35 年。相比之下，海上风电项目的合同期为 15 年。

但一些核电企业也相继发表声明称，由于风能存在间歇性等缺点，海上风电不能保证在低风速期间仍然正常运行，核电仍是英国必不可少的一种清洁能源形式。欣克利角项目的开发商法国电力

公司 EDF 表示，新建核电项目在作为备用电源方面仍有较明显的价格优势，毕竟风电和光伏等能源的固有属性决定了它们很难持续稳定地提供电力。同样致力于核电的罗尔斯·罗伊斯集团还补充表示，由他们集团开发的小型核电反应堆电价可以做到 60 英镑每兆瓦时，这也是相当有竞争力的项目。

规模化建设促成本下降

英国海上风电的快速发展和价格持续下降得益于政府长期以来的支持，使这个产业得以规模化发展。此次竞拍的 Hornsea 2、Moray 以及另一个价格较高的 Triton Knoll 风场都在英国商务能源与产业战略部选中的 11 个海上风电项目目录之列。Hornsea 2 的规模达到 1386 兆瓦，建成后将成为全球最大的海上风电场，足以为 130 万户英国家庭供电。

Hornsea 2 对其开发商 Dong Energy 来说意义重大，该公司制定了到 2025 年海上风电装机容量达到 11GW-12GW 的战略目标。Samuel Leupold——Dong Energy 的副总裁兼风电业务 CEO 表示，他们一直将规模作为降成本的关键驱动力，一个海上风电场理想的规模应该在 800MW 到 1500MW，这也是为什么 Hornsea 2 能投出这样一个破纪录的低价。

能源和工业部长理查德·哈林顿在一份新闻声明中强调了海上风电在英国工业发展战略中的重要性。他说：“我们已经把清洁能源的增长作为工业战略的核心，以此释放全国各地的机遇，同时减少碳排放量。”他提到，现在英国海上风电行业投资已达 175 亿英镑，到 2021 年为止，英国企业成千上万的新工作将由今天公布的项目所创造。

英国碳信托有限公司政策与创新经理 Rhodri James 认为，今年在德国出现“无补贴”项目后，英国的风电价格的新低可能再次促进了人们对在全球范围内开发海上风电产生兴趣。

甘文玲 孙永城 新浪南方能源频道 2017-09-18

海上风电面临转折节点 逾 1500 亿市场加速规模开发

站在“十三五”开局的全新起点上，海上风电整个产业吐故纳新，正经历着深刻的变革：从“暂停模式”进入“稳步发展模式”。但在众多业界人士看来，如何看清暗流、避开暗流成为当前必须重视的问题。而这些也都是海上风电爆发前必须解决的发展困境。

海上风电面临转折节点 逾 1500 亿市场加速规模开发

增长空间大，上升趋势较确定，风力发电开始往东部、往海上发展。

我国海上风电资源储量丰富，尤其是以上海为辐射的东部沿海地区。根据“十三五”可再生能源规划，海上风电将重点分布在江苏、山东、上海、浙江、福建和广东等沿海区域。公开资料显示，2016 年我国海上风电新增装机超过 135 台，新增装机容量为近 60 万千瓦，超过“十二五”时期任何一年，同比增长远超 50%，呈现加速发展的态势。

作为我国发电行业未来的发展方向，海上风电可发展区域主要集中在经济发达的东部沿海地区。根据经济日报此前报道，中国气象局风能资源详查初步成果，我国 5 米至 25 米水深线以内近海区域、海平面以上 50 米高度范围内，风电可装机容量约 2 亿千瓦时。由此显示出，大力发展海上风电，不仅可以满足东部用电需求，陆、海风电相结合，还将加快我国绿色发电步伐。

随着资本的聚集，新技术的开发，海上发电建设和发电成本不断降低，海上风电的竞争力将不断加强。根据国家能源局制定的《风电发展“十三五”规划》，到 2020 年底，风电累计并网装机容量确保达到 2.1 亿千瓦以上，其中海上风电并网装机容量达到 500 万千瓦以上。广发证券分析称，假设以单位千瓦 1.3 万—2 万元造价计算，海上风电的空间约 1500 亿—2000 亿元。

业界分析普遍指出，国家能源主管部门对海上风电关注的不断升温、相关政策的不断完善以及技术进步，我国“十三五”期间海上风电前景令人期待。在 2016 年《调整光伏发电陆上风电标杆上网电价的通知》文件中，明确近海风电项目标杆上网电价仍为 0.85 元/kWh，潮间带风电项目标杆上网电价仍为 0.75 元/kWh。几乎大家都认为，过去的缓慢发展已经为未来的大发展做好了充分的准备，海上风电已成为能源产业的投资风口。

在新的风口下，投资者们该何去何从？目前，我国大容量风机关键技术已取得突破，具备产业发展条件，而这也标志着我国海上风电正进入集中连片规模开发的快速发展新阶段。海上风电规模化应用条件初具，但还有海上机组技术与可靠性、海上风电场设计、海上风电工程等多个方面需要进一步完善。诚如国内海上风电尚无长期运营经验和成本数据积累，运维成本仅靠预估，有很大不确定性。

为提高海上风电的经济性，更是对海上风电安装船提出了运输安装一体化的要求，自升自航式海上风电安装平台成了当前主要的技术发展方向。另据中国电力报此前报道，“十三五”期间，我国将研究 8 兆瓦到 10 兆瓦海上风电机组关键技术，建立大型风电场群智能控制系统和运行管理体系，降低海上风电场的度电成本，实现 5 兆瓦到 6 兆瓦大型海上风电机组安装规范化和机组运维智能化。

同时，在工作水深进一步增加，桩腿定位方式很难满足需求的情况下，如何实现船舶的动力定位，改善其在风浪中的运动幅度，精确控制浮态，从而完成浮式基础的对接，也是重要的技术发展方向。但可以预见，技术进步及项目经验的积累使得海上风电度电成本正处于下降趋势，非水可再生能源配额制、碳排放交易机制、以及用海审批流程简化等因素改善了海上风电的产业环境，中国海上风电产业提速在即。

中国环保在线 2017-09-18

破纪录：那一天 欧洲 20%发电来自风能

在欧洲，可再生能源发展势头强劲依旧。当地时间 9 月 11 日，欧洲 19.8%发电量来自风能，打破了历史纪录。

在同一天，另一项纪录也被打破了——根据欧洲风电公司官网公布的数据显示，海上风电共产生 11484MW 的出力。在同一天内，陆上风电发电量为 1360GWh，海上风电发电量为 251GWh。风能和太阳能总发电量超过煤电和天然气。这并不是欧洲风能第一次出现如此壮观的景象：前些日子，丹麦实现了日发电量 100%来自风能。现在，风能满足了欧洲沿海国家超过 50%的电力需求。除此以外，德国大部分电力也来自可再生能源，整个欧洲大陆正在朝着能源转型的方向大步迈进。

风能改变世界

目前，全球共有 341000 台风力发电机组。根据全球风能理事会发布的数据，风能减少了超过 6.37 亿吨的二氧化碳排放量，预计在未来几年，这个数字仍会大幅提升。在欧洲，每年电力新增装机中，可再生能源占比已超过 90%，而且就目前来看，丝毫没有下降趋势。

值得一提的是，将风能称作“工作发电机”也是不为过的。全球风能理事会指出，预计到 2020 年，欧盟国家约有 52 万人从事风电行业。目前，风电在欧盟全年发电量占比不到 10%。欧盟的 2020 年可再生能源目标为 20%，以现在的发展速度，实现这个目标指日可待。

ZME Science 2017-09-18

2017-2021 年中国风力发电行业发展及预测分析

中投顾问对中国风力发电行业发展因素分析

一、有利因素

(一)政策支持

《可再生能源发展“十三五”规划》指出，到 2020 年，我国水电将新增装机约 6,000 万千瓦，新增投资约 5,000 亿元；我国新增风电装机约 8,000 万千瓦，新增投资约 7,000 亿元；我国新增各类太阳能发电装机约 7,000 万千瓦，新增投资约 1 万亿元。而在此基础上，加上生物质发电投资、太阳能热水器、沼气、地热能利用等，我国“十三五”期间可再生能源或将新增投资 2.5 万亿元，比“十二五”期间增长近 39%，可再生能源发展带来的经济、环境和社会效益将逐渐凸显。

(二)发展潜力大

2016 年全球风电新增装机容量超过 54GW，这些装机容量分布在 90 个国家，其中 9 个国家的装机容量超过 10GW，29 个国家的装机容量达到 1GW。累计装机容量增长 12.6%，累计容量达到 486.8GW。2016 年中国风电累计、新增装机容量均居全球第一。中国累计装机量约是第二名美国的两倍，新增装机量约是美国的四倍。在全球风电市场上，中国遥遥领先。

(三)互联网+

众多风电整机制造商在风电运维市场早有建树，其中有一部分厂商更是将其运维部门扩升至专门的运维公司并将其移至风电场较为集中的地区进行集中运维服务。然而，针对不同的技术和机型，组建一支专业化团队进行区域性运维只是较为传统的服务方式，其弊端在于风电场多处在人烟稀少、环境恶劣的地区，而且分布比较分散，难以进行集中管理。

相较之下，依托“互联网+”、云平台以及大数据平台管理风电场实现少人值守甚至是无人值守是解决这一问题的关键所在。

2016 年 6 月，由国家发展改革委、国家能源局下发的《能源技术革命创新行动计划(2016-2030 年)》中明确提出研究风电机组和风电场综合智能化传感技术、风电大数据收集及分析技术以及研究基于物联网、云计算和大数据综合应用的陆上不同类型风电场智能化运维关键技术等方面关键技术。

二、不利因素

(一)电价下调

2015 年 12 月 24 日，国家发改委发布《关于完善陆上风电光伏发电上网标杆电价政策的通知》，宣布于 2016 与 2018 年全面下调所有风区陆上风电上网电价。受该政策预期影响，风电行业在 2015 年出现抢装潮，大幅提升了 2015 年国内风电新增装机容量，政策驱动下的高增长在一定程度上提前透支市场，未来行业增速可能出现回落。

(二)风电并网消纳及弃风限电问题

“十二五”期间，全国风电年发电量由 494 亿千瓦时增长到 1,851 亿千瓦时，年均增速 30%。“十二五”期间，全国风电设备年利用小时数平均为 1,891 小时。2016 年，风电发电量为 2,410 亿千瓦时，全国风电利用小时数为 1,742 小时。

2015 年并网消纳问题加剧，弃风电量同比增加近两倍，为近三年最高水平；同时，国家发改委两次下调风电上网标杆电价，开发商为赶在政策期限完成项目建设进而形成抢装潮，对风电并网消纳也将造成一定压力。尽管国家已出台多项政策着力解决风电并网消纳及弃风限电问题，但其在短期内仍将是制约风电发展的重要因素。

中投顾问对 2017-2021 年中国风力发电量预测

2015 年 1-10 月，全国风力发电量为 1,370.71 亿千瓦时，同比增长 14.91%；2016 年 1-12 月，发电量为 2,113.20 亿千瓦时，同比增长 19%；2017 年 1-4 月，发电量为 871.7 亿千瓦时，同比增长 19.8%。我们预计，2017 年风力发电量将达到 2,515 亿千瓦时，未来五年(2017-2021)年均复合增长率约为 17.32%，2021 年将达到 4,765 亿千瓦时。

图表 中投顾问对 2017-2021 年中国风力发电量预测



数据来源：中投顾问产业研究中心

中投顾问对 2017-2021 年中国风力发电行业收入预测

2014 年 1-12 月, 风力发电业销售收入总额达到(规模以上工业企业销售收入之和)770.091 亿元, 同比增长 9.71%;2015 年 1-9 月, 风力发电业销售收入总额达到 634.398 亿元, 同比增长 10.57%。

综合以上因素, 我们预计, 2017 年我国风力发电行业收入将达到 1,034 亿元, 未来五年(2017-2021)年均复合增长率约为 12.27%, 2021 年收入将达到 1,643 亿元。

图表 中投顾问对 2017-2021 年中国风力发电行业收入预测



数据来源: 中投顾问产业研究中心

中投顾问对 2017-2021 年中国风力发电行业利润预测

2014 年 1-12 月, 风力发电业利润总额达到 138.295 亿元, 同比下滑 5.87%;2015 年 1-9 月, 风力发电业利润总额达到 135.968 亿元, 同比增长 40.39%。

综合以上因素, 我们预计, 2017 年我国风力发电行业利润将达到 220 亿元, 未来五年(2017-2021)年均复合增长率约为 15.03%, 2021 年利润将达到 385 亿元。

图表 中投顾问对 2017-2021 年中国风力发电行业利润预测



数据来源: 中投顾问产业研究中心

中投顾问

氢能、燃料电池

充电几分钟飞行两小时 无人机用上氢燃料电池

在近期的 IntelDrone 大会上，全球无人机制造商纷纷公布了许多创新的无人机产品。其中比较有趣的一项是 FlightWave 航空航天系统公司和英国智能能源(Interlligent Energy)公司之间合作开发了一款新型无人机 Jupiter-H2。这款无人机最大的亮点是使用了氢燃料电池，据了解这种电池能大幅度提高无人机的续航能力，充电数分钟内就能让无人机持续飞行两个小时。

英国智能能源公司为 FlightWave 旗下无人机 Jupiter-H2 研发的氢燃料电池，利用电解水的逆反应原理，持续为无人机注入高密度能量。目前广泛应用于无人机的锂电池平均只有约 20 分钟续航能力，FlightWave 声称氢燃料电池续航能力大幅提高到两个小时，这是一般电池的 6 倍，但充电只需要几分钟的时间就可以完成，可以算是惊喜突破。

在外形上 Jupite-H2 拥有 70 厘米宽的机身，靠配备了防护壳的四组旋翼驱动，本身重量为 1250 克，可自由加装相机和传感器，并以氢燃料电池供电。Jupite-H2 并不是目前为止第一款使用氢动力的商用无人机，但它确实是一款体积非常小的产品，并可适用于大多数领域应用。标配上它具有一个 3 升的电池罐。

Jupite-H2 预计于 2018 年初开始售卖，官方价格为 15000 美元。

威锋网 2017-09-18

核能

中国核能行业协会徐玉明：自主创新是中国核电走向世界的前提和基础

今天（9月20日），《中国能源报》社主办的“首届中国能源产业发展年会”在京举行。中国核能行业协会专家委员会副主任徐玉明在主旨报告中指出，我国核电产业已具有良好的建设和运行业绩、丰富的经验、充沛的产能，国内外“双轮驱动”发展已经具备一定条件，但呈现出“一大一小”特征，产业“走出去”面临一系列挑战。

他进一步指出，自主创新才是中国核电双轮驱动的根本动力，是中国核电走向世界的前提和基础。

以下为徐玉明发言内容

截至 2016 年 12 月，我国（不包括台湾地区）投入商运的核电机组 35 台，装机容量 3363 万千瓦，占全国电力装机的 2%。2016 年，在运核电机组全年累计发电量为 2105 亿千瓦时，约占全国同期全部发电量的 3.56%。在运在建的 56 台机组分布在浙江、广东、江苏、辽宁、福建、广西、海南、山东等沿海 8 个省区的 13 个核电厂址。

2016 年，我国核电机组平均设备利用小时数为 6987，13 台机组的设备利用小时数超过了 7400，岭澳核电厂 1 号机组利用小时数最大，为 8706 小时。2017 年以来，阳江 4 号、福清 4 号机组先后投入运行，运行机组增至 37 台，良好的运行业绩为核电持续发展提供了示范。

在我国，核电和可再生能源发展快，但以煤炭为主的能源结构没有根本变化。

核能发电效率高，同等装机功率下，核电发电量相当于风电 3.9 倍，相当于太阳能发电的 7.3 倍。而且，核电不受季节和天气影响，可以全天候发电，为电网提供稳定可靠的优质电力，但是核电发电量占比远小于水电、风电、太阳能发电以及总发电量。因此，可以说，中国的核电不是多了，而是少了，仍有足够的发展空间。

截止 2016 年 12 月 31 日，中国在建核电机组 21 台，总装机容量 2390 万千瓦，是全球在建核电机组最多的国家。按照规划要求，2020 年全国核电装机将达到 5800 万千瓦，在建规模 3000 万千瓦以上。“十三五”期间，平均每年新开工建设的核电机组 5 至 6 台，投资超过 1000 亿元人民币。

预计“十三五”新建项目包括：采用华龙一号技术的宁德二期、福建漳州、广东惠州项目；采用 CAP1000 的海阳二期、辽宁徐大堡、广东陆丰、三门二期、浙江苍南以及河北海兴项目；CAP1400 山东石岛湾 CAP1400 示范工程（2 台）；福建霞浦的两台 60 万千瓦快堆；江西瑞金和福建万安的两台 60 万千瓦高温气冷堆；田湾四期两台 VVER 机组，以及海南昌江的一台 ACP100 小堆。

中国核电产业目前已经具备规模化、批量化发展的条件，建成了完整配套的核电工业体系，核电研究设计、设备制造、核燃料供应以及核电站建造等产业链主要环节都具有很强实力，自主化、国产化水平不断提高。而且，历经多年努力，我国核电设备综合国产化率已提升到 80% 以上，几乎所有关键设备都有两家以上企业能够制造，核岛主设备供应实现了国产化、市场化。可以说，中国核电设备制造能力位居全球第一，每年可以满足新建 8 台以上机组的需要。

从世界范围看，包括美国、俄罗斯、法国、日本及韩国在内的世界核电大国的核电产业都经历了由国内到国外、“双轮驱动”的发展过程。中国核电产业良好的建设和运行业绩、丰富的经验和充沛的产能，为核电“走出去”创造了条件。“一带一路”倡议、“共同发展”理念以及一系列优惠政策，又为核电产业走出去提供了良好的外部条件和政治保证。

目前，核电产业在海外发展有一定经验，巴基斯坦恰希玛 4 台机组已经全部建成，卡拉奇 2 台华龙一号正在积极推进。中国核电制造企业也发挥出优势承接了国外核电设备制造任务，而且与世界十多个国家签订了核能合作协议。因此，“双轮驱动”有助于中国制造业产能的合理释放，将进一步提高中国核电产业的技术水平与自主创新能力。

但是，双轮驱动，特别是核电产业“走出去”也面临一系列挑战。

目前，中国占据全球核电市场半壁江山，但国外核电市场容量不大，发展空间小，竞争对手多，走出去难度大。其次，核电建设更强调“成熟的先进技术”，看重参考电站的建设情况，目前华龙一号和 CAP1400 尚处于开发阶段。国际市场的知识产权保护，要求我们必须要有自己的核电技术和自主化品牌。

中国核电产业发展需要“双轮驱动”，并且已经具备一定的条件，但目前总体上还是“一大一小”。“十三五”期间及以后，核电产业发展的主要阵地仍然在国内，是“双轮驱动”的主战场。同时，实现“十三五”目标还面临核电安全、设备及建造质量、控制成本、加强与公众的沟通等诸多挑战。

自主创新是中国核电双轮驱动的根本动力，是中国核电走向世界的前提和基础。要加大自主创新和原始创新力度，努力占领世界核电技术制高点。提高自主创新能力，为进入国际市场、实现双轮驱动打下坚实的基础。尽快补齐核电技术短板、加强薄弱环节，全面掌握先进堆型关键技术，形成自主品牌核电技术和标准体系。

中国能源网 2017-09-21

从暂停到安全高效发展，中国核电提振世界信心

五年，中国运行核电机组年均增长超过 20%，在建规模世界第一。

五年，自主品牌让中国跻身世界核电第一阵营，开始走向世界。

五年，百万千瓦核电机组国产化率升至 85%，关键材料和设备打破国外垄断。

五年，AP1000、EPR 项目在中国“成长”，正冲刺并网发电。

过去五年，是核能界的“后福岛时代”，全球核电在新兴力量的推动下重拾信心。作为这股力量的主力，中国核电在短暂暂停后理性回归，并转危为机，以安全高效发展为目标，引领世界核电走向新一轮复兴，更以开放的姿态成为合作与发展的新舞台。

“过去五年，尤其是‘十三五’以来，我国核电产业发展取得了举世瞩目的成绩，开创了核能

安全高效发展的新局面，对促进我国经济社会发展和构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系发挥了重大支撑作用。”中国核能行业协会秘书长张廷克这样概括。

提振世界核电信心

从 2011 年国务院做出“国四条”决定、2012 年底部署核电重启、2015 年红沿河二期核准后核电实质性重启，再到 2017 年国务院批准实施《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》，我国核电走过了从暂停、重启到安全高效发展的五年。

“日本福岛核事故后，我国已对在运和在建核电机组全面完成技术改进，提高了纵深防御能力，改善了环境监测和应急控制能力，安全保障能力不断增强。”中国核能行业协会第二届理事会理事长张华祝公开表示。

防御和应急保障能力的提升，进一步保障了核电安全，此外，8800 万千瓦的装机保证了高效发展的目标。2012 年发布的核电中长期发展规划明确提出，到 2020 年我国核电装机容量达到 5800 万千瓦、在建达到 3000 万千瓦。这个数据意味着“十三五”末，中国核电装机规模将成为世界第二。

来自中国核能行业协会的数据显示，五年多来，我国共有 22 台核电机组投入商运，新增装机容量 2208 万千瓦。截至目前，我国大陆在运核电机组达到 36 台，装机容量 3472 万千瓦，年均增长超过 20%，保持了快速发展的良好势头。2016 年底，运行的 35 台核电机组年发电量达 2105.19 亿千瓦时，占全国总发电量的 3.56%，2012-2016 年核电发电量年均增长 19.4%。

在建项目方面，五年来，我国共有 15 台核电机组开工建设，在建核电机组完成工程建设投资共计 3022 亿元。截至目前，在建 20 台核电机组的装机容量达 2311 万千瓦，占全球在建核电的三分之一，在建规模世界第一。

根据国家核安全局的统计，五年来，我国在运核电机组始终保持安全稳定运行，未发生国际核事件分级表界定的 2 级及以上运行事件，也未对周围环境和公众造成不良影响，与世界核电运营者协会规定的性能指标对照，在全球 400 余台运行机组中，我国在运核电机组总体处于中等偏上水平，部分机组达到世界先进水平。

三门核电站



“通过科学统计每个国家的能源发展诉求，WNA（世界核协会）对核能未来发展很有信心。”WNA 中国区负责人 Francois Morin 曾在接受本报记者采访时表示：“中国核电的发展对世界核能的未来有很深远的影响，甚至会改变全世界对核能的想法。”

建造一流 制造升级

依托三十年不间断建设的经验，中国核电的建造能力已世界领先。

位于广东的台山核电站采用法国 EPR 技术建设，首台机组 2009 年 9 月 FCD，比同样采用 EPR 技术的芬兰奥尔基卢奥托核电站和法国弗拉芒维尔核电站 3 号机组分别晚近四年和两年开工建设。虽然“年龄”小，但台山核电却成为了世界 EPR 核电工程的领跑者。

据了解，从核岛 FCD 到穹顶吊装，台山核电 1 号机组用时 24 个月，而奥尔基卢奥托核电站用了 48 个月，弗拉芒维尔核电站 3 号机组于 2013 年 7 月完成穹顶吊装，台山核电建造工期较国外在建同类型电站缩短了一半。在不到两年的时间里，台山核电建设做到了“从有参照核电到被别国核电参照”，创造了国外同行眼中的奇迹。

包括台山两台 ERP 机组在内，目前我国在建的核电机组中，三代机组达到 10 台，装机容量 1310 万千瓦。在 AP1000 自主化依托项目四台机组和华龙一号示范项目四台机组的建设中，中国式学习、中国式创新和中国速度得到了充分体现。

5 月 25 日，华龙一号全球首堆——福清核电 5 号机组提前 15 天完成穹顶吊装，打破世界核电“首堆必拖”魔咒。这项重大里程碑节点的提前，得益于我国核电行业在设计、设备、施工各方面的经验积累和技术进步，体现了中国核电建设的实力。

据了解，目前我国核电建设企业已经具备 30 万、60 万、70 万、100 万千瓦不同等级各个系列机组的建造能力，并已经具备 AP1000、EPR 先进压水堆的建造能力，同时形成了具有国际先进水平的核电建造管理模式。

张廷克介绍，近年来，随着核电规模化发展，我国核电工程建设能力得到了持续提升，成功实现了多项目、多基地同步建设。“以中国核建为代表的核电建设安装队伍，全面掌握了多种堆型、多种容量的核电建造技术，可以满足同时开工 30 台以上核电机组的需求，在建核电项目质量得到有效控制，在世界范围内拥有国际一流的先进核电建设经验和能力。”

而在装备制造领域，协同和创新让装备企业走出了“做得出展品，做不出产品”的怪圈。

“通过消化吸收国外先进技术，大力推进自主创新，我国核电关键设备和材料国产化取得重大突破。”张廷克告诉记者。

据介绍，目前，压力容器、蒸汽发生器、主管道、控制棒驱动机构、数字化仪控等关键设备，以及大型锻件、核级锆材、690U 型管、核级焊材等核心材料，基本实现自主设计自主制造。百万千瓦级核电机组关键设备和材料自主化、国产化水平稳步提高，国产化率已达 85%，形成了每年 8 套左右核电主设备制造能力。

自主创新持续进行

安全高效、引领发展，离不开自主创新。

过去五年，我国实现了由二代向三代核电的技术跨越，在三代以及部分四代核电技术研发和应用方面走在世界前列，成功跻身世界核电第一阵营。

2014 年 8 月，我国正式推出自主三代核电品牌华龙一号，成为继美国、法国、俄罗斯之后，又一个拥有独立自主三代核电技术的国家。

资料显示，“华龙一号”共获得 743 件专利和 104 项软件著作权，覆盖设计技术、专用设计软件、燃料技术、运行维护技术等领域，而且充分依托我国目前成熟的核电装备制造业体系，自主研发了关键设备和部件，首堆示范工程设备国产化率大于 85%。

此外，通过自主三代核电 CAP1400 的研发，我国构建起涵盖 12 个关键技术领域的完整科学体系、形成新产品新工艺 179 项、申请中国专利超过 2000 多项，并在国内 22 个世界先进试验台架上完成了 887 个工况的独立试验验证，首台机组设备国产化率超过 85%。

在福建和广西沿海，福清和防城港的四台“华龙一号”机组已全面开工，工程质量、工期总体可控。而在山东石岛湾，国家重大科技专项——CAP1400 示范工程已经具备开工建设条件。

除了压水堆，我国在快堆、高温气冷堆、熔盐堆、超临界水堆、加速器驱动次临界系统（ADS），以及核聚变研究、混合聚变堆方面目前均有不同程度进展。

据了解，国家重大科技专项——世界首台高温气冷堆商业化示范工程目前已经进入安装调试阶段。清华大学也于今年推出 60 万千瓦商用高温气冷堆技术方案，联合业界一同推进其产业化。

此外，我国首座钠冷实验快堆已于 2014 年年底顺利实现满功率运行，超临界水堆基础技术研究已完成，熔盐堆和 ADS 研究领域已形成规划，预计 2030 年左右全面掌握钍基熔盐堆系统设计技术，ADS 研究也已从基础研究向工程实施阶段过渡。

全产业链“走出去”

有了自主技术，便能与核电强国同台竞技。而通过“借船出海”“拼船出海”和“造船出海”模式，中国核电加快了“走出去”步伐。

过去五年，核电“走出去”上升为国家战略，成为外交“新名片”，合作延伸到整个产业链。

张华祝介绍，目前，我国共承建巴基斯坦核电机组 6 台，其中 3 台已投入运行，其中 K2/K3 项目已于 2015、2016 年先后开工，实现了华龙一号核电技术出口。“与英国、阿根廷分别签署合作投资建设有关核电项目协议，推动华龙一号落地。与南非、土耳其、罗马尼亚、沙特等国分别签署有关协议，开展核电相关合作”。

值得一提的是，华龙一号、CAP1400、高温气冷堆均在重点市场打开了局面。

2016 年 9 月，中广核与法国电力集团签署英国新建核电项目一揽子合作协议，与英国政府同步签署欣克利角 C 核电项目相关政府性协议，并完成相关公司股权交割。随后，华龙一号开启英国通用设计审查，为落地英国 BRB 项目做准备。今年 3 月，中广核再与肯尼亚核电局签署核电培训框架协议和保密协议，积极推进华龙一号落地非洲。

CAP1400 目前独立开发南非市场，国家核电已组织完成本地化调研等各项准备工作，提出的“CAP1400 技术+本地化+投资+人才培养”整体解决方案得到南非高度认可。此外，国家核电与西屋公司联合开发土耳其市场，已提交项目开发报告，三方已就开展项目前期可行性研究工作达成一致。

今年 3 月，中国核建与沙特能源城签署《沙特高温气冷堆项目联合可行性研究合作协议》，双方将进一步制定沙特高温堆项目投资建设、知识产权合作、产业链本地化的系统解决方案，为沙特政府启动高温堆项目提供决策支持。

作为国家名片，核电将让世界重新认识中国创造、中国创新和中国实力。

记者手记

五年，核电走下“神坛”

跑核电新闻五个月，福岛核事故发生，距今六年。

“3·11”之前，我对核事的印象仅停留在中学历史课本中的切尔诺贝利。那天之后，铺天盖地的新闻、专家解读、超市里的抢盐人潮……迅速将我卷进了一个“神秘高冷”的行业。

于一个新入行的记者，这个牵系全球核电命运的新闻是跑口的起点，而对核电行业而言，这是卸下神秘的开端。

五年，采访资源采“透”了，就往全产业链拓展；平时敢想不敢做的选题，撒开了挨着做一遍；以往听过没见过的大咖，可以约起来就聊行业；一个电站看不够，全国的核电站看个遍；穹顶像巨型锅盖、压力容器像导弹，任由大吊车装进反应堆里面；核燃料元件厂的重铀酸铵“黄饼”，摸着像玉米面；后处理中试厂的乏燃料水池，蓝汪汪地晃眼……核电的步步开放，让很多人开了眼界。

一次事故，中国核电除了暂停反思、技术改进、安全提升和稳步重启，还深悟到一件事：产业要发展，要长远，必须过公众这一关。

从发现原子核的巨大能量，到世界上第一座核电站发电，和平利用核能伴随着人类现代工业文

明发展，从欧美走向了世界。面对自然环境恶化、化石能源逐渐枯竭、新能源暂时无法担大任的挑战，核电被公认为替代化石能源、应对气候变化的主要能源。

目前，全球 440 多座运行核反应堆发电量占全球电力供应的比例超过 10%。2016 年，中国核电累计发电量约占全国累计发电量的 3.56%，相当于减少燃烧标准煤 6568.19 万吨，减少排放二氧化碳 17208.66 万吨、二氧化硫 55.83 万吨，以及氮氧化物 48.60 万吨。

然而，恐核惧核非一日之寒，社会绷着一根“安全弦”。

中国核工业发展六十年，核电从无到有三十多年，都离老百姓太远，长期的行业封闭和突如其来的邻国事故，很容易谈核色变。近年来，邻避效应凸显，与核有关的项目搁浅、相关产业发展缓慢，暴露出核电发展与公众沟通脱节，接受度成为发展“症结”。为了改变根深蒂固的“观念”，核电行业、企业不断创新沟通方式，借助新型传播手段，想尽办法让核电走下“神坛”，沟通创意层出不穷，核电“小苹果”、核电教材进课堂、核电站婚纱摄影……核电慢慢接了地气。

作为记者，用五年的时间认知核电足已，但对公众，五年的沟通仅仅是开始。要让更多的人认识和支持核电，下一个五年、十年，核电行业要坚持创新、更实更细。

朱学蕊 中国能源报 2017-09-25

中国正走向世界核能产业链中高端

随着全球气候变化问题日益凸显，加快能源低碳转型，有效开发和利用非化石能源已成为国际社会的共同使命。核能发电目前技术成熟、低碳高效，且与风电和光伏发电相比在运行及价格等方面具有相对优势，能够在全球能源转型中发挥不可替代的关键作用。

国际核电合作是大势所趋。核能产业科技含量高、研发周期长、投资规模大、安全要求高，而且核能产业链条长，涉及资金融通、技术研发、系统集成、装备制造、工程建设、安全保障等多种因素和多个环节，需要世界范围内核电相关企业发挥比较优势，取长补短，实现互利共赢。核能发展离不开国际合作。国际核电领域的知名企业均为大型跨国企业，有利于参与国际竞争和合作，在全球范围内优化配置资源。

先进的核电技术是我国参与国际核能合作的关键。以 CAP1400 和“华龙一号”为标志，我国形成了自主知识产权的三代核电技术。

良好的安全业绩是我国参与国际核能合作的坚强保障。30 多年来，中国核电产业未发生 2 级及以上事件和事故，未发生放射性污染环境事件，核电安全达到国际先进水平。我国已经形成了综合配套的事故防御、污染治理、科技创新、应急响应和安全监管能力，核安全、环境安全和公众健康得到了有效保障。作为中国核电走出去的主力品牌，“华龙一号”满足国际最高安全要求，设置了完善的事故预防和缓解措施，安全指标超越了现有三代核电技术要求。

2015 年 8 月，中核集团在巴基斯坦建设的卡拉奇核电项目 2 号机组开始第一罐混凝土浇筑，意味着“华龙一号”首次走出国门。2015 年 10 月，中广核集团和法国电力集团宣布双方将合作建设英国赛兹韦尔和布拉德韦尔核电站，从发展中国家到发达国家，中国核能技术已经成为世界核能产业具有较强竞争力的新生力量。

中国企业已经走向世界核能产业链条的中高端，并且正在迈出走出去的坚实步伐。核电已经成为我国参与国际合作的亮丽名片，推动核电走出去已经成为我国国家战略。中国企业将更积极地参与国际核电合作研发，参与世界范围内核电站的投资、建设和运营，参与核电领域国际标准的制定和推广。

在全球能源转型的大背景下，面对快速增长的世界核电市场，技术领先、安全可靠并且具有成本优势的中国企业有能力为深化国际核电合作、推动世界绿色发展作出更大贡献。

（作者为国家电网能源研究院企业战略研究所所长）

人民网-人民日报 2017-09-25