

# 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  
第七期 2018年4月

## 目 录

总论 .....	1
全球能源互联网顶层设计已完成 .....	1
国家能源局力推可再生能源规模化发展 .....	1
突破新能源成本瓶颈 赢取超越高碳电力的市场 .....	2
能源合作前景无限 .....	4
热能、动力工程 .....	5
我国首个页岩气田建成产能 100 亿方 .....	5
引领中国页岩气迈入世界三强 .....	6
尽快计征化石能源燃烧带来的环境成本 .....	9
河南工业大学 高性能锂离子电池复合材料研制成功 .....	10
天津大学在锂电池电极材料取得突破成果 电池可能变得更小 .....	10
国内首例“变电站退役电池梯级利用” 科华恒盛焕发能源新活力 .....	11
新能源和大电网友好相处的“中国典范” .....	13
正信光电重磅推出石墨烯新品 .....	13
全国人大代表、阳光电源董事长曹仁贤：建立储能市场机制 加大储能技术应用 .....	14
环保万亿棋局：“一带一路”或成新风口 .....	15
法国计划提前至 2021 年关闭所有煤电厂 .....	17
人工智能大幅提高开发电解质效率 .....	17
地热能 .....	18
砂岩地热无压回灌技术瓶颈的重大突破 .....	18
生物质能、环保工程 .....	19
辽宁康平县签下 1×30MW 生物质热电联产项目 .....	19
廖强：培育微藻 变废为宝 .....	19
张家口市将建两个生物质热电联产县域清洁供热示范项目 .....	20
生物质发电发展迎来良好机遇 .....	20
青岛科学家实现农林废弃物变乙醇汽油 .....	22
中国工程院院士贺泓：京津冀应率先实施“国六”排放标准 .....	23
太阳能 .....	24
统计局：2017 年太阳能发电量 967 亿千瓦时 增长 57.1% .....	24
2017 年中国光伏行业政策及新增装机容量分析 .....	27
2017 年国内光伏产业数据研究报告 .....	28
德国发明“阳光漏斗”能将光线聚集到太阳能电池上 .....	31
印度将补贴安装 9 万 m <sup>2</sup> 聚光太阳能热利用系统 .....	32
埃及：北非最大太阳能发电国探索之路 .....	33
光伏各环节成本水平距离平价上网还有多少差距？ .....	34
日本科学家发明加热重结晶法 改进薄膜单晶硅构造 .....	37

极低成本、电池效率超过 20%! 新加坡太阳能研究所多晶硅片制绒技术新突破 .....	38
意大利 2018 年前两月太阳能安装量达 60MW .....	38
光伏企业借力“石墨烯+”降成本 .....	39
10 亿千瓦 光伏定了个“小目标”.....	39
汉能“屋顶电站”为港口能源转型增加新选项.....	41
世界最大集中式太阳能项目在迪拜破土动工 .....	41
黑硅技术将成量产高效多晶电池标配 .....	42
董明珠：加快推进光伏直驱技术政策标准制定 .....	43
天合光能智能光伏解决方案首次亮相 .....	44
库布其光伏成为空气污染解决方案 .....	44
江苏提前完成光伏并网装机“十三五”规划目标 并网容量已达 1009 万千瓦 .....	45
每年将有 3.5 亿度电从敦煌大漠发出 .....	46
亚洲最大太阳能项目 8 月底发电 .....	46
光伏成德国最经济电力 度电成本 0.29 元 .....	47
全球最大太阳能发电项目将启动 .....	47
风能 .....	48
规模小、效益低、审批繁复、技术要求高，分散式风电困局该如何破? .....	48
氢能、燃料电池 .....	50
氢阳能源携手中国五环开发氢能技术 .....	50
核能 .....	51
俄罗斯首座浮动核电站计划在 2018 年 5 月装料 .....	51

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

## 全球能源互联网顶层设计已完成

在3月28日举行的2018全球能源互联网大会上，全球能源互联网发展合作组织主席、中国电力企业联合会理事长、瑞典皇家工程科学院院士刘振亚表示，构建全球能源互联网顶层设计已经完成，技术装备不断突破，加快发展的条件已经具备。

据了解，合作组织对全球一百多个国家的经济社会、能源资源、电力供需等开展深入研究，提出全球能源互联网骨干网架规划，以骨干网架为重点，加快全球能源互联网建设，总体分三个阶段实施，最终形成覆盖五大洲的“九横九纵”能源大动脉。

当日首次发布的《全球能源互联网骨干网架研究》预计，2018-2050年全球能源互联网总投资约38万亿美元，其中电源投资27万亿美元，电网投资11万亿美元。至2050年，骨干网架新增输电线路长度17.7万公里，累计投资3900亿美元。

新世纪以来，能源、环境、气候变化问题严重制约着全球可持续发展，而中国倡导的建设全球能源互联网，加快清洁能源国际共享，实现共同可持续发展，正在成为世界各国的共识。

国家发改委秘书长李朴民在致辞中指出，两年多来，国家发展改革委会同有关方面加强能源互联网战略规划顶层设计，印发了《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》，描绘了中国未来能源发展的总体蓝图，建设“网、源、荷、储”协同发展，集成互补的能源互联网。

2016年国家发展改革委与国家能源局出台了《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》，目前能源互联网各项工作正在有序推进。

同时，加快构建清洁能源低碳体系。到2017年底中国水电、核电、风电、天然气等清洁能源消费量占能源消费总量的比重已经达到20.8%，比上年同比提高1.3个百分点，其中风电、太阳能发电装机规模接近3亿千瓦，占总发电装机比重的16.5%。

此外，深化与周边国家互联互通，中国与俄罗斯、蒙古等周边国家实现了部分电力互联，基本建成三大陆上油气战略运输通道。积极支持合作组织在多边国际合作机制、框架和倡议下开展工作。

李朴民表示，下一步将会同有关方面继续深度推进能源革命，促进全球能源互联网建设，实现绿色低碳发展。首先，持续深入推进能源战略。深化2035、2050能源发展若干重大问题建设，开展农村能源革命行动，推动非化石能源由规模化发展向高质量发展转变，推进化石能源清洁高效利用，加快构建清洁低碳安全高效的现代能源体系。其次，稳步推进国内能源互联网建设。优化油气管网和电网的布局，加快能源互联网示范项目建设，研究提出相应的配套措施，为能源互联网新模式、新业态发展预留充足的空间。

“还将推动与周边国家能源基础设施的互联互通。”李朴民透露，以“一带一路”沿线国家，加快实施一批条件成熟、效益显著的清洁能源开发和电网互联互通项目。进一步完善和扩大现有油气战略通道，加强与东南亚等周边国家电网的电网规划研究。

经济参考报 2018-03-29

## 国家能源局力推可再生能源规模化发展

在3月22日的首届长城国际可再生能源论坛上，国家能源局新能源和可再生能源司副司长李创军表示，下一步国家能源局将积极推进可再生能源规模化发展，优化开发利用布局，确保实现2020年、2030年非化石能源消费比重达到15%、20%的目标，以建设可再生能源为主体的可持续能源体系为长远目标，研究可再生能源2035年、2050年发展路线图，更加注重可再生能源消纳，形成促进

可再生能源生产和消费的新机制。

国家发改委高技术司副司长沈竹林介绍说，目前示范区建设已取得初步成效，示范区光伏、风电和生物质发电装机规模超过 1151 万千瓦，可再生能源电力比例超过 70%，大容量储能、互联网+智慧能源等新技术、新产业、新模式蓬勃发展。

“随着可再生能源技术水平的快速提高，光伏、风电的成本和价格快速下降，可再生能源发展已经进入大范围增量替代和区域性存量替代的发展阶段，可再生能源技术和商业化模式创新也趋于多样化。”李创军表示，同时中国可再生能源发展还不够平衡、不够充分，还远远不能满足能源革命的需要。

为此，沈竹林表示，将大力推动可再生能源技术创新，坚持创新驱动发展，加快提高可再生能源利用效率和使用品质，降低开发利用成本，增强可再生能源竞争力。将持续优化可再生能源发展方式，深化电力体制改革，加快推进可再生能源与互联网等新一代信息技术深度融合，探索规模化发展运营的新模式。

与此同时，沈竹林透露，还将加快完善可再生能源发展环境，建立完善风电、太阳能等可再生能源技术标准和激励机制，探索大规模消纳机制，保障可再生能源持续健康发展。此外，将不断深化可再生能源国际合作，与国际社会一道深化合作、加强交流，促进全球可再生能源持续快速发展。

王璐 经济参考报 2018-03-23

## 突破新能源成本瓶颈 赢取超越高碳电力的市场

我国新能源电力市场、技术取得全球瞩目的成绩，但度电成本高于煤电等传统电力。

土地、税收等非技术因素是当前导致新能源电力成本高企、难以在发电侧平价上网的关键因素。推动技术成本和非技术成本的“双降”，新能源才能赢得比煤电等高碳能源更具竞争力的市场地位。

新能源度电成本持续降低，但平价上网尚需时日

3月5日，李克强总理在政府工作报告中明确提出，2018年将淘汰关停不达标的30万千瓦以下煤电机组，并提出“要降低电网环节收费和输配电价格，一般工商业电价平均降低10%”，电价降低，倒逼新旧能源电力行业挖掘降成本空间，对于新能源产业而言，非技术成本的降低更为迫切。

作为全球新能源发展的领导者，我国新能源发电规模领先全球，陆上风电、光伏发电等技术达到世界先进水平，海上风电、光热发电、生物质发电等不断取得突破性进展，推动了新能源发电成本的大幅下降。

据工信部统计，2017年，我国光伏发电系统投资成本降至5元/瓦左右，度电成本降至0.5-0.7元/千瓦时，平均度电成本比2010年下降约78%，低于全球平均水平。我国陆上风电度电成本约为0.43元/千瓦时，较2010年下降7%，已经非常接近火电电价。2017年9月，国家能源局公布首批13个风电平价上网示范项目，上网电价按当地煤电标杆上网电价执行，所发电量不核发绿色电力证书，不享受价格补贴，开启了风电发电侧平价上网的先河。

但是，当前我国的新能源发电成本仍普遍高于煤电等传统电力。

首先是工程项目投资成本偏高。当前我国煤电项目平均投资成本约为3700元/千瓦，而陆上风电约为7760元/千瓦，海上风电约为14700元/千瓦，光伏发电约为8460元/千瓦，光热发电约为34000元/千瓦，分别是煤电项目的2.1倍、3.9倍、2.3倍和9.2倍，新能源发电项目投资仍然远远高于传统煤电项目，尤其是海上风电和光热发电项目的前期投资成本居高不下。

其次是上网电价高于煤电标杆电价。当前全国脱硫脱硝煤电标杆电价为0.2595-0.4505元/千瓦时，而新能源上网电价一般采用“两部制”电价，即一部分为当地“煤电标杆电价”，另一部分为“电价补助”，陆上风电标杆电价为0.4-0.57元/千瓦时，光伏电站为0.65-0.85元/千瓦时，光热则为1.15元/千瓦时，海上风电为0.85元/千瓦时。

最后，更为关键的是，度电成本仍明显高于燃煤发电。煤电的度电成本主要是燃煤成本，约占火电成本的 50-70%左右，成本受煤炭价格变化影响较大。根据当前煤炭价格及 310 克/千瓦时的标准煤耗率，全国各地火电的度电燃煤成本主要集中在 0.2-0.3 元，度电成本约为 0.3-0.5 元之间。相对于火电度电成本，新能源度电成本仅陆上风电基本可在发电侧实现平价上网，但海上风电度电成本仍比火电高 133%-235%，光伏度电成本比火电高 42%，光热发电度电成本比火电高 280%，由此来看，在发电侧实现平价上网，新能源仍有一段相当长的路要走。

非技术成本高企是制约新能源平价上网的关键因素

不可否认的是，相对于历史悠久、技术成熟、商业模式完善的燃煤发电，风电、光伏、光热、生物质发电等新能源的发展还远远不成熟，仍属于“幼稚性行业”，技术成本是新能源电力度电成本较高的主要原因。

但更为重要的是，土地、税收等非技术因素是当前导致新能源电力成本高企、难以在发电侧平价上网的关键因素。以光伏发电为例，2016 年我国光伏平均度电成本约为 0.596 元/千瓦时，其中，土地成本约 0.3 元/千瓦时，非技术成本占比超过了 50%。

土地成本居高已经成为困扰新能源电力平价上网的拦路虎，根据国家能源十三五规划，风电、光伏开始向消纳能力较强的中东部转移，而中东部人口集中，土地资源相对稀缺，用地难、用地成本高的问题将更加凸显。

差别化用地政策落实层度不一。2015 年，国土资源部下发《关于支持新产业新业态发展促进大众创业万众创新用地的意见》(国土资规〔2015〕5 号)，提出采取差别化用地政策支持新能源等新业态发展。光伏、风力发电等项目使用戈壁、荒漠、荒草地等未利用土地的，对不占压土地、不改变地表形态的用地部分，可按原地类认定，不改变土地用途，在年度土地变更调查时作出标注，用地允许以租赁等方式取得，双方签订好补偿协议，用地报当地县级国土资源部门备案。但是，在项目的实际开发过程中，大多数地区对占用未利用地、农用地的光伏、风电项目办理转建设用地手续，大幅提高了新能源的建设成本。以 20MW 的光伏电站为例，工业用地出让按最低价标准约为 4 万元/亩，光新增的土地成本就要超过 2000 万，如果在建设用地费用高的地区成本更高。

对土地的界定标准不同，也给光伏、风电等新能源发电项目带来困扰。土地资源涉及国土、地质、水利、气象、林业、旅游、交通、军事等众多部门，从土地规划、用途管制等角度，土地还被划分为基本农田保护区、风景旅游用地区、生态环境安全控制区、重点森林保护区、自然与文化遗产保护区等特殊区域。新能源电力项目需要向各部门沟通确认土地性质，还要从规划、用途管制角度进行多次确认，使得项目投资开发周期延长，对于地类的界定标准不统一，更增加了项目开发的不确定性。

光伏、风电等项目开发还面临税收等不确定因素的影响。根据《耕地占用税暂行条例》，“人均耕地不超过 1 亩的，单位税额为每平方米 10 元-50 元”，即对于耕地占用税具有 5 倍的调整空间。而根据《城镇土地使用税暂行条例》的规定，城镇土地使用税采用有幅度差别定额税率：大城市 1.5-30 元，中等城市 1.2-24 元，小城市 0.9-18 元，县城、建制镇、工矿区 0.6-12 元，调整空间达到了 20 倍。由于地区间税收执行标准不统一，相关部门自由裁量权较大，造成新能源电力项目难以把控投资风险。

推动新能源成本“双降”，赢取超越高碳电力的市场

竞价是新能源电力发展的大趋势，加快平价上网甚至低价上网进程，推动技术成本和非技术成本的“双降”，新能源才能赢得比煤电等高碳能源更具竞争力的市场地位。

扩大引领示范，形成降低成本的倒逼机制。

扩大“领跑者”的技术和应用创新示范效应，带动产业降本增效。自 2015 年以来，我国通过光伏领跑计划和建设领跑基地，公布了 15GW 装机规模的领跑者基地，在 2017 年光伏发电领跑基地名单中，除了 10 个应用领跑基地之外，还提出建设 3 个技术领跑基地，对加速技术成果向市场转化和推广，推动光伏发电成本下降提出了更高要求。在风电领域，2017 年开始启动风电平价上网示范项目，

河北、黑龙江、甘肃、宁夏、新疆五省(区)等地共计 13 个风电项目开始试点。首批 20 个光热发电示范项目也于去年启动,其它如分布式光伏、生物质能、地热能等也正在逐步推进。这一系列示范项目的推动,为新能源产业在技术创新、集成应用创新、商业模式创新等领域提供了良好示范,激发了行业降本增效的动力,通过领跑企业的带动,对行业形成了倒逼机制,整体上有利于加速新能源平价上网进程。随着新能源发电装机规模的扩大,新能源在我国电力消费中的占比进一步提升,要推动新能源平价甚至低价上网,需要进一步总结各类示范项目的经验和教训,强化市场竞争机制,提高准入门槛,扩大新能源各领域在技术、应用等方面创新示范,推动新能源产业不断降低度电成本。

落实国家政策,推动非技术成本降低。

非技术成本的降低是推动我国新能源平价上网的关键。以光伏发电为例,根据中国光伏行业协会发布的数据,光伏组件在度电成本中的占比越来越低,目前仅为 23%左右,而电网接入、土地租金、融资成本、税费等非光伏成本的占比达到 77%,光伏电站的平均土地成本已超每瓦 0.2 元。同样,土地成本、接入电网费用、运维管理成本比较高,也限制了风电竞争力的提升。

这些非技术性成本的降低,并不一定需要在政策上给新能源行业以额外的特殊待遇,关键是相关政策的落实到位。如,在土地使用方面,相关部委已出台了一系列支持政策,如《关于支持新产业新业态发展促进大众创业万众创新用地的意见》(国土资规[2015]5 号)、《关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》(林资发〔2015〕153 号)、《光伏发电站工程项目用地控制指标》、《国土资源部办公厅关于光伏发电用地事项的函》(国土资厅函〔2016〕1638 号)、《关于支持光伏扶贫和规范光伏发电产业用地的意见》,等等,部分地方政府也出台了相关政策,对风电、光伏等新能源项目用地做出了规范和界定,关键是切实落实好、执行好。在税收、电网计入等方面,2017 年 9 月国家能源局发布了《关于减轻可再生能源领域涉企税费负担的通知》,对新能源产业在增值税、耕地占用税、土地使用税、水资源费、配套电网投资、融资成本、制止乱收费等方面都有了进一步明确的规定。只有严格按照国家相关政策要求,切实营造新能源产业发展的良好环境,才能让新能源行业专注于技术与应用创新,降低不必要的开支和成本。

综合开发研究院 2018-03-22

## 能源合作前景无限

能源作为人类社会发展的物质基础,攸关各国国计民生。能源行业的发展和进步使人类生活变得更加美好。同时,我们也应看到当今世界能源形势正发生深刻变化,能源发展面临着诸多问题和挑战,需要世界各国共同面对。

目前,世界还离不开传统能源。不可否认,新能源科技在过去几年迅速发展,但新能源成本仍相对较高,需要各方携手加快技术创新和设备生产速度。在今后相当长时间里,传统化石能源仍将是全球能源消费主体。

在这一背景下,能源贸易在世界贸易格局中,依旧占有重要地位。比如,中美能源合作近来发展势头迅猛。在不久前特朗普总统访华期间,两国签署的商业合同和双向投资协议总金额超过 2500 亿美元,其中能源领域大单超过一半。

同时,石油、电力等能源合作项目,往往能给项目合作国的经济社会发展带来巨大效益。比如,起点位于缅甸西海岸马德岛中缅原油管道,全长 771 公里,设置站场 5 座,设计年输量 2200 万吨。自马德岛港顺利开港,大型油轮首次成功靠泊卸油后,马德岛港成为缅甸第一座现代化的大型国际原油港口,也成为中缅经贸合作的重要窗口。而随着中缅原油管道工程正式投运,中缅两国能源合作领域迈进了新阶段,项目也成为“孟中印缅经济走廊”和中国与东盟国家开展互联互通基础设施建设的重要标志。

能源合作是“一带一路”倡议的重要组成部分。自“一带一路”倡议提出以来,能源合作一直是中国

与“一带一路”沿线国家交流合作的重头戏。中国还发布了《推动丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路能源合作愿景与行动》，倡议推动“一带一路”能源合作。这为世界各国的经贸、技术交流打开更大的筑梦空间，也有效推动了全球能源企业在资本、技术、装备、人才、信息、供应链、产业链、价值链等方面深度开展合作。加强“一带一路”能源合作有利于带动更大范围、更高水平、更深层次的区域合作。促进世界经济繁荣，成为中国与各国的共同愿望。

中国作为世界第二大经济体和重要能源消费大国，能源合作将有力带动“一带一路”沿线国家经济发展，改善能源匮乏状况，保障能源安全。同时，合作还能改善当地民众生活质量，创造大量就业岗位，为各国培养人才。目前，中国在印尼、柬埔寨、越南等“一带一路”沿线国家开展了能源合作。包括越南沿海二期燃煤电站等项目也将对当地经济民生带来更大发展空间。

深化“一带一路”新能源合作，也为能源企业打通了绿色产能互通有无的黄金通道。加强能源合作，必然能在技术交流、新能源研发等方面形成合力。“一带一路”沿线国家可再生能源资源丰富，可因地制宜促进新能源合作开发。沿线国家大部分均提出了清洁能源发展目标和支持性政策，为开展国际新能源合作提供契机。

目前，中国在清洁能源技术和产品上具有一定的技术优势，通过能源合作，能够带动绿色产能、技术向“一带一路”沿线传播。为发展新技术，降低化石能源对环境的污染，开发更为清洁新能源提供平台，未来建设一个更加清洁美丽的世界带来更多助力。从这些角度而言，无论对于当下仍占主流的传统能源贸易，还是代表未来趋势的绿色能源开发，能源合作，都拥有无限广阔的前景。

卢泽华 人民日报海外版 2018-03-22

## 热能、动力工程

### 我国首个页岩气田建成产能 100 亿方

3 月 26 日，中国石化在香港公布 2017 年度业绩，公司副董事长、总裁戴厚良宣布，我国首个大型页岩气田——涪陵页岩气田如期建成 100 亿方年产能，相当于建成一个千万吨级的大油田。这标志着我国页岩气加速迈进大规模商业化发展阶段，对促进能源结构调整、缓解我国中东部地区天然气市场供应压力，加快节能减排和大气污染防治具有重要意义。目前，涪陵页岩气田累计产气和销气量均已突破 160 亿方，2017 年产量达 60.04 亿方，日销售页岩气最高达 1670 万方，每天可满足 3340 万户居民的生活用气需求。

涪陵页岩气田树立了我国能源开发史上新的里程碑，开启了我国能源革命的新征程，不但建成第一个国家级页岩气示范区，也为全球页岩气开发提供了中国样本。目前中国石化已形成五大技术体系、近百项技术标准，是我国页岩气勘探开发理论创新、技术创新、管理创新的先行者。

涪陵页岩气田成为全球除北美之外最大的页岩气田。2012 年 11 月，中国石化部署在重庆市涪陵区焦石镇的焦页 1HF 井试获 20.3 万方/天的高产工业气流，取得了页岩气勘探突破；2013 年 1 月，焦页 1HF 井正式投产外销，成为中国第一口实现商业开发的页岩气井，拉开了涪陵页岩气田商业开发序幕，实现当年开发、当年投产、当年见效。2014 年 3 月，中国石化正式宣布涪陵页岩气田提前进入商业开发；同年，在美国举行的第五届世界页岩油气峰会，中国石化被授予“页岩油气国际先锋奖”，以表彰北美以外世界首个页岩气重大商业发现，中国成为除北美以外实现页岩气商业开发的国家。2014 年、2015 年、2017 年，经国土资源部分别评审认定，涪陵页岩气田累计探明储量达 6008 亿方，成为全球除北美之外最大的页岩气田。2015 年，涪陵页岩气田顺利完成一期 50 亿方年产能建设目标；2017 年，如期建成 100 亿方年产能的大气田，相当于建成一个千万吨级的大油田。

涪陵页岩气田开发始终秉承“绿水青山就是金山银山”的理念。中国石化始终把安全环保、绿色低碳作为一切工作的首要遵循，坚持清洁生产、绿色开发，发布国内页岩气开发首部环保白皮书，

严格实行“废水循环用、废气减排放、废渣严处理”，创新形成“井工厂”施工模式、网电钻机推广应用、钻井岩屑资源化利用等适合页岩气开发特点的系列清洁生产实用技术，部分技术取得了国家专利，获得了显著经济效益，促进了“节能、降耗、减污、增效”的气田勘探开发全过程清洁生产。重庆当地环保部门发布《涪陵页岩气田一期产建工程环境保护调查报告》指出：涪陵页岩气田一期产建工程环境影响可控，环境质量基本稳定。百亿方涪陵页岩气田建成后，将为节能减排、改善环境做出积极贡献。同时，继续加强与重庆市政府在产业发展、社会事业、民生工程等多种领域、多方位的合作，坚持发展共谋、责任共担、城乡共建、互利共赢，形成企地利益共享的长效机制。

涪陵大型海相页岩气田高效勘探开发”项目获 2017 年度国家科技进步一等奖，气田开发实现核心技术自主和关键装备国产。涪陵页岩气田开发面对页岩气开发这一世界级难题，中国石化创新集成，形成页岩气藏综合评价、水平井组优快钻井、长水平井分段压裂试气、试采开发和绿色开发为主的五大具有涪陵页岩气开发特色的技术体系和近百项技术标准，部分成果达国际领先水平。针对涪陵页岩气田二期产建区构造复杂、断裂发育、埋深较大等新挑战，建立中国首个页岩气院士工作站，充分整合资源，加大攻关力度，使埋藏 3500 米以深页岩气水平井优快钻井关键技术和深层压裂工艺取得重要进展。同时，充分利用产业链完整的优势，加强关键装备工具研发攻关，实现了导轨式钻机、3000 型压裂车、易钻复合材料桥塞等钻井、压裂关键装备和配套工具的全部国产，并在气田批量推广应用，有效打破国外垄断，降低了生产成本，提高了生产效率。

涪陵页岩气田实现高产高效、智慧开发。焦页 1HF 井安全生产 1779 天，焦页 6-2HF 井累计产气 2.57 亿方，分别创造了国内页岩气开发单井生产时间最长、累计产量最高的纪录；一期、二期产建整体呈现高压高产特征，焦页 81-5HF 井测试日产气量 62.84 万方，创二期产建开发以来最高纪录，进一步展示了良好开发前景，快速推进百亿方页岩气田建设步伐。借鉴国内外数字化气田建设经验，同步建设通信（安防）系统、SCADA 系统、信息系统，实现了气田监控、调度、管理、决策等多项功能于一体，打造了数据自动采集、报表自动生成、信息远程传输、井口自动关断的数字气田。目前，53 个集气站达到无人值守条件，已投产的 250 多口井均可实现井口超压自动关断，有效提高生产效率，降低开发成本。

涪陵页岩气田成为中国石化“气化长江经济带”行动的重要资源基础。自 2015 年起，涪陵-王场输气管道与川气东送管道实现互联互通，涪陵页岩气通过川气东送管道，源源不断地输往华中、华东等地，为长江经济带发展提供清洁能源，惠及沿线 6 省 2 市 70 多个大中型城市，上千家企业、2 亿多居民从中受益。

吴莉 中国能源网 2018-03-26

## 引领中国页岩气迈入世界三强

这是一个带有传奇色彩的创新团队。在中国油气勘探史上，他们再次刷新纪录，吸引眼球。2018 年 1 月，中国石化勘探分公司牵头完成的“涪陵大型海相页岩气田高效勘探开发”项目荣获国家科技进步一等奖。此前的 2015 年 1 月，他们牵头完成的“元坝超深层生物礁大气田高效勘探”项目获得国家科技进步一等奖。

这次与以往不同的是，在全球能源领域掀起页岩气革命的关键时期，勘探分公司迅速从常规油气勘探转入页岩气勘探，发现并探明了涪陵页岩气田。从 2012 年涪陵页岩气田发现，到 2017 年底累计探明储量超过 6008 亿立方米，年产气 60 亿立方米，累计产气超过 150 亿立方米，并建成年产能 100 亿立方米，中国逐步成为与美国、加拿大鼎足而立的页岩气勘探开发大国，迈入世界三强。

锻造打开页岩气宝藏的“理论之钥”

页岩气是一种蕴藏广泛且丰富的非常规清洁能源。新世纪以来，美国页岩气产业快速发展，改变了美国能源消费结构，降低了能源的对外依赖度。

中国的页岩气资源丰富，国家高度重视页岩气资源的勘探开发。同时，受美国页岩气革命鼓舞，

2010年前后，国内掀起了第一轮页岩气开发热潮，打了120多口岩气井，但大多数没有商业发现。到2012年初，怀疑和悲观论调四起。

在中国石化集团公司党组的统一部署下，勘探分公司这支在常规油气勘探领域立下汗马功劳的专业勘探队伍，2009年开始成立页岩气勘探管理机构和研究室，抽调精兵强将挺进页岩气新领域。

长期工作在油气勘探一线的勘探分公司总经理郭旭升特别重视基础研究。他认为，我国特别是南方地区页岩气形成、富集、保存与北美差异大，北美地表平整如一个光滑的大盘子，而我国南方地质条件复杂，更像一个大盘子摔碎了还被踹了一脚，页岩气勘探开发照搬北美理论不切实际，必须从基础研究做起，建立适合我国地质特点的页岩气勘探开发理论和技术。

郭旭升带领的页岩气勘探团队收集了9口已钻井、6562千米二维地震和25条露头剖面的老资料，开展了第一轮综合研究。郭旭升领着科研团队深入野外实测地质剖面。一年半的时间足迹遍布四川、重庆、贵州、广西的山山岭岭，获得了20万米的露头剖面资料。他们利用新老资料开展对比研究，发现深水陆棚相有机质含量高，硅质含量高，是优质页岩发育的有利相带，是有利勘探领域。海相页岩气勘探的大方向就此豁然开朗。

团队觉察到当时国内论证页岩气井时忽视了“保存条件”这个关键要素。而后，以保存条件研究为重点，他们对国内外页岩气地质条件进行深入地对比研究，提出了一个新的认识：美国的页岩气地质构造相对简单，富集和保存条件较好，而我国的地质活动强烈，地下构造破碎，富集和保存条件复杂，因此，在勘探过程中，必须把生成条件和后期散失条件结合考虑，而且要动态研究保存条件。

为了摸清深水陆棚相优质页岩和动态保存条件这两个要素在页岩气富集过程中的作用，郭旭升带领团队成员系统开展了南方海相构造运动史、海相页岩层演化史研究，进行古地理地貌恢复，系统建立了南方不同页岩层系基干剖面。

通过对比研究，他发现深水陆棚相有机碳含量高、有机孔发育、内生硅质矿物含量高、孔隙比表面积大、甲烷吸附量高，这些关键参数不仅比其它页岩高出许多倍，而且相互之间具有正相关耦合关系。据此，他提出了深水陆棚相页岩最有利于页岩气生成、储集和压裂改造，是“成烃控储”的基础的新认识。随后，他们通过对早期优质页岩区钻探失利原因剖析，重建南方海相页岩沉积构架，重塑页岩气生成、滞留、散失过程，进一步揭示了保存条件对页岩气富集的控制作用，提出了良好的保存条件是页岩气“成藏控产”的关键的新认识，并建立起了保存持续型、散失残存型、散失破坏型等三类保存—散失模型和18项战略选区参数。郭旭升将这一系列认识表述为“深水陆棚优质泥页岩发育是页岩气‘成烃控储’的基础，良好的保存条件是页岩气‘成藏控产’的关键”，并将其命名为海相页岩气“二元富集”理论认识。

2012年6月，他在《中国工程科学》杂志上发表《中国南方页岩气勘探评价的几点思考》，2014年7月，他在《地质学报》发表《南方海相页岩气“二元富集”规律》，两篇论文相继对这一理论认识进行了阐述。

挖出让中国更美丽的“金娃娃”

涪陵焦石坝地处四川盆地边缘，深藏于武陵山系西端的崇山峻岭中，是不被常规油气勘探看好的地区。

2009年，勘探分公司开始在这一地区开展系统的地质调查和基础研究，并对原有地震资料进行了重新解释。新的研究进一步发现，该地区虽然整体保存条件差，但海相龙马溪组页岩层稳定性好。

2011年9月，郭旭升和团队成员利用“二元富集”理论优选出涪陵焦石坝龙马溪组为最有利勘探目标，并论证和部署了焦1井。

2012年11月28日，当看到焦页1井放喷测试呼啦啦的火苗越燃越烈、越蹿越高时，当看到日产页岩气20.3万立方米这个数字时，郭旭升有了更深切的体会：创新就是既要学习和借鉴别人的经验，更要坚持走自己的路，才能找到符合自身实际的正确方向，并指导实践取得成功。

焦页1井的战略突破，为国内低迷的页岩气勘探展示了良好前景，成为我国页岩气勘探开发的

转折点。2012年12月，中国石化召开四川盆地及周缘地区页岩油气研讨会，决定部署甩开评价焦石坝的3口探井及三维地震600平方千米。自此，涪陵页岩气田勘探开发全面高效推进。

在开展地质理论创新的同时，郭旭升和团队成员紧密结合勘探实践开展技术攻关。一是首创加水垫桩激发技术，创新全方位强耦合采集设计、拟真地表数据重构和成像技术，突破了川南碳酸盐岩山地地震采集处理技术瓶颈。与老资料相比，信噪比提高1.5倍，有效频宽由8至60Hz拓展到4至90Hz，主频提高了17Hz。二是突破波阻抗反演有机碳含量及Rickman方法的局限，创新形成以有机碳含量、脆性指数和含气性叠前地震定量预测为核心的“甜点”预测技术体系，预测精度大幅提高。有机碳含量预测相对误差小于2%；脆性指数预测相对误差由13%降低到3%。预测涪陵焦石坝高产富集带面积326平方千米，部署的探井成功率100%，216口开发井中，204口获日产10万立方米以上高产。三是创新形成以混合变骨架密度计算孔隙度、密度测井多次方计算含气饱和度为核心的“六性”测井评价技术，解决了传统方法计算误差大的难题。孔隙度相对误差小于8%，含气饱和度绝对误差小于3%。

针对页岩井水平井钻探和压裂改造难题，勘探分公司技术团队通过攻关，创新形成了页岩气水平井高效钻井及压裂关键技术。用一只PDC钻头能完成1500米的水平段施工。应用集成研发的低摩阻、低伤害、好造缝、好水化、好返排、好配制的“两低四好”新型高效滑溜水和活性胶液体系以及“3343”压裂模式，页岩气水平井压裂测试成功率100%。

这一系列成果成功打破了国外在页岩气勘探开发领域的技术垄断，支撑了涪陵页岩气田高效勘探开发。

从2014年7月第一次提交探明储量到2017年7月第三次提交探明储量，目前，涪陵气田累计探明含气面积575.92平方千米，累计探明地质储量达到6008.14亿立方米，占国内页岩气探明储量的78%。

涪陵页岩气田勘探过程中形成系列理论技术得到国内外同行的高度认可。2014年11月5日，在美国达拉斯举行的第五届世界页岩油气峰会上，涪陵页岩气田发现被授予“页岩油气国际先锋奖”。

2015年2月，中国地质学会公布了2014年度十大地质找矿成果奖和十大地质科技进展奖评选结果，中国石化勘探分公司完成的“涪陵地区页岩气勘探项目”和“页岩油气资源评价及选区研究”分别荣获十大地质找矿成果奖和十大地质科技进展奖。勘探分公司成为全国唯一一家同时荣获两项大奖的单位。

2015年10月，郭旭升牵头完成的“南方海相页岩气形成富集机理、勘探技术与涪陵页岩气田的发现”科研项目，获得中国石化科技进步特等奖。

涪陵页岩气田目前日销售页岩气1670万立方米，可满足3340万户居民的生活用气需求，成为“气化长江带”的重要资源基础。

为美丽中国贡献更多清洁能源

国土资源部油气储量评审专家组在审查涪陵页岩气田探明储量时给予高度评价：涪陵页岩气田的成功开发是国内页岩气产业发展的新开端、转折点，标志着我国页岩气产业提前加速进入大规模商业化发展阶段。中国石化在资源评价体系、工艺技术体系和压裂装备研发制造等方面取得的理论和技术成果，在涪陵页岩气田得到成功实践，并将推动页岩气产业的快速发展。

郭旭升和勘探分公司这个充满传奇色彩的团队也正朝着新的目标迈进。

他们已经按中国石化的要求确定了立足南方、放眼全国的勘探发展新思路，并制定了“十三五”油气勘探规划。明确5年内要发现10至15个千亿方级目标。提出用5年左右的时间，通过深化和完善现有勘探理论和技术，建立相对成熟的、成体系的、适应南方页岩气地质特点的勘探理论和技术。

距离焦石坝150公里的丁山地区，地跨重庆綦江和贵州习水，是分公司确定的第二个海相页岩气勘探突破区。前期完井的丁页2HF井和丁页1HF井已相继在海相优质页岩中试获工业气流。2017年8月15日，丁页4井试获工业气流，2018年2月27日，丁页5井试获工业气流，突破了埋深超

过 4000 米的页岩气勘探技术瓶颈。

肩负着为美丽中国贡献更多清洁能源的责任和使命，郭旭升带领勘探团队正以更加坚定的意志开拓页岩气勘探新领域。

马爱平 科技日报 2018-03-26

## 尽快计征化石能源燃烧带来的环境成本

编者按

作为光伏行业为数不多的两会代表，围绕光伏行业的进一步发展，全国人大代表、阳光电源董事长曹仁贤在安徽团驻地接受了记者采访。

中国能源报：今年两会带来哪些议案建议？

曹仁贤：今年，我建议进一步做好可再生能源规划。加大能源规划力度，做切合实际、富有远见、深刻洞察国际能源趋势的规划，进一步提高可再生能源规划比例，并要注意到规划滞后带来的一系列问题。

我的建议一是将“2020 年可再生能源装机 6.8 亿千瓦”的目标，调整为 9 亿千瓦。同时，到 2030 年，清洁能源占比应增至 25%。

二是建议对分布式光伏、分散式风电实行稳定的政策。对刚起步不久的新能源商业模式、应用模式，不纳入规模指标管理。

中国能源报：目前来看，中国光伏成本尤其是非技术成本并不低，这会是一个长期的过程吗？

曹仁贤：目前，光伏系统的非技术成本占总投资成本高达 35%，这是我国光伏度电成本远高于全球主要光伏应用国家的根本原因。

其实，国家完全有可能给予可再生能源项目特殊政策，这些项目融资的钱直接投入到基础能源的民生项目。因此，我还建议，实施绿色信贷、降低可再生能源项目融资成本，一要定向降低可再生能源项目的融资利率，二要提高绿色信贷在可再生能源项目中的投放额度。

针对融资成本、税收、土地、电网接入等问题，我们首先需要自身努力，尽可能降低技术性成本；其次呼吁相关部门，解决如企业增值税免征、减少土地使用税等问题。同时，建议尽快计征化石能源燃烧带来的环境成本。

中国能源报：您提到解决环境问题的核心是减少化石燃烧，但降低化石能源占比非一朝一夕。

曹仁贤：化石能源燃烧是雾霾最主要的成因。我认为应将电费下调的空间留给环保事业，企业要为国家社会考虑环境问题，尽快补足环境课，改善生态。

目前，我国在煤炭、石油等资源的开采、燃烧环节的资源税、环境保护税的计征强度偏低，没有充分反映它们作为不可再生资源的成本，随之带来这类资源的过度开采燃烧、资源浪费等问题。另外，2018 年 1 月开始实施的环境保护税法也没有把二氧化碳列为应税污染物，相较于二氧化硫、氮氧化物等，二氧化碳排放一直没得到有效控制。

现在很多发电企业将最大的排放物二氧化碳忽略不计，这是对排放的一种概念偷换。因此，我建议将二氧化碳列为污染物予以管理，并适时开征碳税或纳入环保税征收范围，提高二氧化碳排放成本，控制排放总量。

中国能源报：尽快计征化石能源燃烧带来的环境成本应该由谁承担？是自愿选择还是由国家强制？

曹仁贤：我认为要坚持市场化改革方向不变，由消费者承担。我们所有人都要逐步树立正确的能源消费观，全社会都应节约能源、克制使用化石能源。

消费者承担能源环境成本，需要国家采取税收形式。电力作为一种商品，必然要体现其综合成本。

中国能源报：您如何看 2020 年后光伏发展的空间？

曹仁贤：2020年之后光伏发展会更快，随着光伏平价时代来临、电网灵活性提升以及储能技术的进步，光伏发展将趋快。现阶段，光伏发展趋于稳定，主要是因为补贴困难。

今年我还建议提高可再生能源电价附加的征收标准，由目前的1.9分/kWh提高至3分/kWh，后期平价上网，再适时降低征收标准，直至取消。

中国能源报 2018-03-20

## 河南工业大学 高性能锂离子电池复合材料研制成功

近日，河南工业大学教授曹晓雨团队首次制备出一种新型复合正极材料，能够提高可充锂电池正极材料钒酸锂的电化学性质。相关研究在线发表于美国化学会的《应用材料和界面》杂志。

锂离子电池因其高能量密度被认为是最具有前景的储能方式之一，已经在电动汽车领域展开了商业化应用，继续提高锂离子电池的能量密度依然是研究者的不懈追求。目前，锂离子电池的容量主要由正极材料的容量决定，寻找具有高放电容量和稳定性的正极材料是提升锂离子电池能量密度的关键。能够进行多电子运输的层状钒酸锂正极材料具有高放电容量，因其低成本及良好的安全性而引起人们的关注，但该材料电子电导率低，充放电过程中易产生不可逆相变，且部分钒元素溶于电解液，从而导致材料的倍率性能和循环性能变差。

研究人员采用流变相反应法制备出高容量的钒酸锂正极材料，通过与二苯胺单体现场氧化聚合反应，首次制备出钒酸锂/聚二苯胺复合正极材料。其中，聚二苯胺主链中不仅具有电导率较高的聚对苯结构，还具有能量密度较高的苯胺结构，从而具有超快的电子转移速率、好的空穴传输能力和良好的氧化还原可逆性。

史俊庭 叶煜 中国科学报 2018-03-19

## 天津大学在锂电池电极材料取得突破成果 电池可能变得更小

手机、笔记本电脑等电子消费品如何更轻更薄，电动汽车如何在有限的车体空间内拥有更长续航里程的电量……随着人们对储能需求的日趋旺盛，对二次电池的性能也提出了越来越高的要求。纳米技术可以使电池“更轻”、“更快”，但由于纳米材料较低的密度，“更小”成为横亘在储能领域科研工作面前的一道难题。

国家杰出青年科学基金获得者、天津大学化工学院杨全红教授研究团队提出“硫模板法”，通过对高体积能量密度锂离子电池负极材料的设计，最终完成石墨烯对活性颗粒包裹的“量体裁衣”，使锂离子电池变得“更小”成为可能。该成果1月26日在线发表在《Nature Communications》(2018, 9, 402)上。

作为当下使用最广泛的二次电池，锂离子电池具有很高的能量密度。锡、硅等非碳材料有望取代目前商用石墨作为新一代负极材料，大幅提高锂离子电池的质量能量密度(Wh kg<sup>-1</sup>)，但其巨大的体积膨胀严重限制了其体积性能优势的发挥。碳纳米材料构建的碳笼结构被认为是解决非碳负极材料嵌锂时巨大体积膨胀问题的主要手段；但在碳缓冲网络的构建过程中，常常引入过多的预留空间，导致电极材料的密度大幅降低，限制了锂离子电池负极体积性能的发挥。因此对碳笼结构的精确定制，不仅是重要的学术难题，也是新型高性能负极材料产业化的必由之路。

杨全红教授研究团队联合清华大学、国家纳米中心和日本国立材料研究所的合作者，在高体积能量密度锂离子电池负极材料设计方面取得突破，基于石墨烯界面组装，发明了对致密多孔碳笼精确定制的硫模板技术。他们在采用毛细蒸发技术构建致密石墨烯网络的过程中，引入硫作为一种可流动的体积模板，为非碳活性颗粒完成了石墨烯碳外衣的定制。通过调制硫模板使用量，可以精确调控三维石墨烯碳笼结构，实现对非碳活性颗粒大小“合身”的包覆，从而在有效缓冲非碳活性颗粒嵌锂巨大体积膨胀的基础上，作为锂离子电池负极表现出优异的体积性能。

硫模板法的提出，是在三维石墨烯致密网络中，巧妙利用硫如同“变形金刚”一样的流动性、无定形，以及易去除等特点，在碳笼结构内部实现对非碳活性颗粒如二氧化锡纳米颗粒的紧密包覆。与传统的“形状”模板相比，硫模板的最大优势就是能发挥可塑型的体积模板作用，使紧致的石墨烯笼结构能够提供适形且尺寸精确可控的预留空间，最终完成针对活性二氧化锡的“量体裁衣”。这种具有合适预留空间且保持高密度的碳-非碳复合电极材料能贡献出极高的体积比容量，从而大幅度提高锂离子电池的体积能量密度，使锂离子电池变得更小。这种“量体裁衣”的设计思想可以拓展为普适化的下一代高能锂离子电池和锂硫电池、锂空气电池等电极材料的构建策略。

杨全红教授研究团队近年来在强调器件体积性能的致密储能领域取得了一系列重要进展，发明了石墨烯凝胶的毛细蒸发致密化策略，解决了碳材料高密度和孔隙率“鱼和熊掌不可兼得”的瓶颈问题，得到高密度的多孔碳材料；追求储能器件的小体积、高容量，从策略、方法、材料、电极、器件等五个方面提出了高体积能量密度储能器件的设计原则，最终从超级电容器、钠离子电容器、锂硫电池、锂空气电池到锂离子电池实现了高体积容量储能材料、电极、器件的构建，为碳纳米材料的实用化奠定了基础，有力推进了基于碳纳米材料新型电化学储能器件的实用化进程。

澎湃新闻 2018-03-27

## 国内首例“变电站退役电池梯级利用” 科华恒盛焕发能源新活力

电池这件小事

在日常生活中，我们多少有过这样的经验：将玩具赛车中“被耗尽”的电池装入电视机遥控器中，电池还能正常使用。

其实，电池中的电能未被耗尽，只是电流太小无法驱动玩具车；电视机遥控器功率需求相对较小，所以电池能继续利用。

电池，不是小事

这是日常生活中通过“梯级利用”，实现电池的充分使用。现下，社会生活似乎一天也离不开电池，小到遥控器，大到新能源汽车、数据中心机房、变电站等。目前，我国每年电池消耗巨大，同时伴随大量电池的退役淘汰。

那么问题来了，我们要如何实现社会系统中电力资源的“梯级利用”，充分发挥“废旧电池”余热呢？

废旧电池怎么办？中国政府给良方！

在动力电池回收利用方面，工信部公布数据显示：“2018年后新能源汽车动力蓄电池将进入规模化退役，预计到2020年累计将超过20万吨（24.6GWh），如果按70%可用于梯级利用，大约有累计6万吨电池需要报废处理。”

基于这部分退役动力电池给社会带来的环境影响、安全隐患和资源回收压力，2018年2月底工业和信息化部、科技部、环境保护部、能源局等联合发布了《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》（工信部联节〔2018〕43号），鼓励社会合理、具有创造性地利用废弃电池，为新能源汽车动力蓄电池回收利用行业健康发展提供重要保障。

然而，在其他电池的回收利用方面，国内还缺少相应的政策支持和商业模式的探索。

“退休电池”get“再上岗”机会

我国广州地区，每年约有 100 组阀控铅酸蓄电池从南方电网广州供电局退役，经修复可使用的退役电池可达 5800 只，总容量约 3.5MWh，这些电能足够一台笔记本电脑运行 6 万个小时。

为了提高电力资源的利用效率，实现能源生态的绿色可持续发展，科华恒盛和南方电网广州供电局共同尝试将变电站退役电池作为储能电站进行梯级利用，建成广州白兔变电站退役电池梯级利用储能示范工程。

变电站“退役电池”实现“再上岗”

作为全国首例变电站退役电池梯级利用项目，该示范工程依据《关于国家重点研发计划智能电网技术与装备重点专项 2016 年度项目立项的通知》(产发(2015) 55 号)要求建设，属于国家重点研发计划。

一期建设规模包括 30 套储能系统，系统设计共 5 个储能集装箱，实现了近 30 个变电站退役电池的“再上岗”。

项目灵活运用了科华恒盛 SPH 系列储能变流器和 EMS 智能能量管理系统解决方案，实现了对峰谷运行、调度响应策略、问题电池管理、储能箱运行、分组运行的管理测试和监控——

这就像为“再上岗电池”佩戴了一个“智能听诊器”——通过 EMS 智能能量管理系统，对退役电池梯级利用系统的运行情况进行远程监控、分析、跟踪，实现对问题电池的自动隔离下岗”，达到系统的智能化、信息化和无人值守运行，优化并降低了能源成本。

更有效率，更可持续

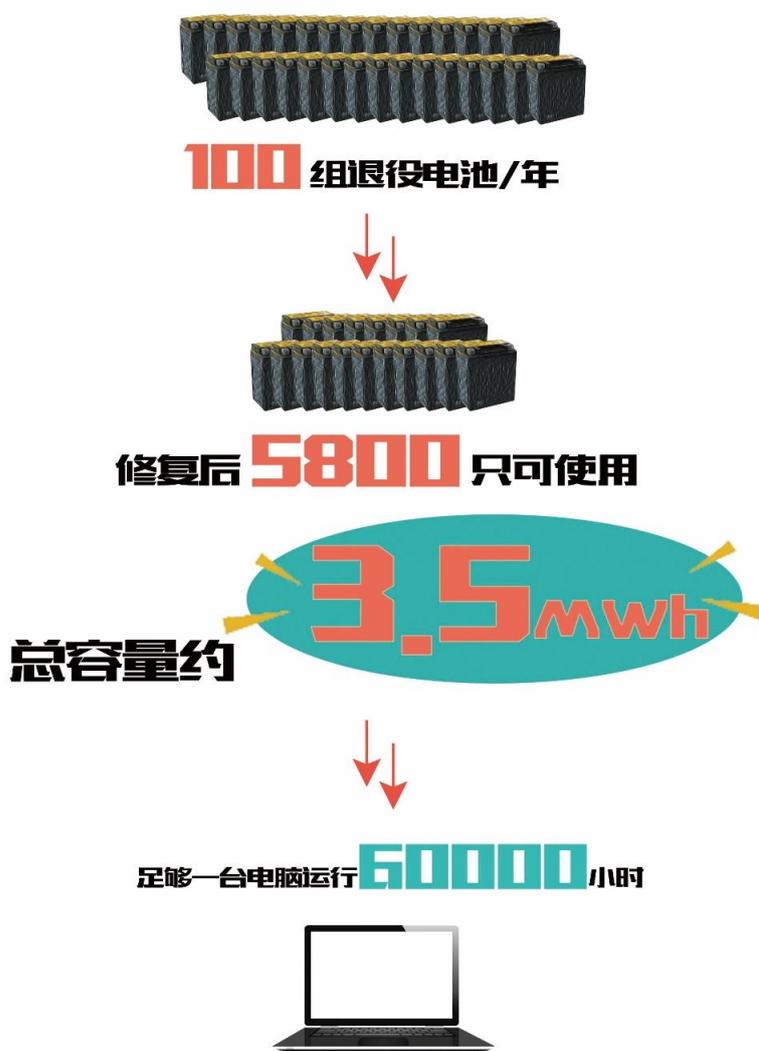
该示范项目自 2017 年 12 月投运至今，科华恒盛助力广州供电局实现退役电池再利用 30 组，累计实现循环 60 余次，一方面在技术上对变电站退役电池的梯级利用进行了探索，在电池梯级利用的生态设计、系统构建和价值提取等方面实现了突破；

另一方面，在与企业建立有效的合作机制和建立退役电池梯级利用的市场化机制方面做出了有益的尝试，实现了社会系统中电力资源的循环利用，解决退役电池带来的环保、安全和资源回收问题，得到科技部和南网领导的高度评价和充分认可。

科技，托起世界绿色新希望

当前，绿色循环低碳发展已经成为时代科技革命和产业变革的主要方向。李克强总理在政府工作报告中也指出，2018 年要实现单位国内生产总值能耗下降 3% 以上的发展预期目标，加快实现更高质量、更有效率、更加公平、更可持续的发展。

退役电池梯级利用作为推动资源利用方式根本转变的重要手段，促进了生产、流通、消费过程的减量化、再利用和资源化，体现了科华恒盛新能源解决方案的绿色生产能力，为社会资源循环、



为缔造和谐统一的生态环境，留下更多空间，更多绿意。

仲新源 新能源 2018-03-29

## 新能源和大电网友好相处的“中国典范”

报载：最近，世界首个具备虚拟同步机功能的新能源电站在位于张北的国家风光储输示范电站建成投运。这一虚拟同步机的控制装置的“调节器”，保障了新能源和大电网的友好相处，将对推动能源转型，构建清洁低碳、安全高效的能源体系具有重大而深远的意义，无疑在全球堪称“中国典范”。

随着世界各国对清洁能源发展的重视和新能源技术的快速发展，风电、太阳能发电进入规模化开发利用的新阶段。但是，新能源的波动性、间歇性等特点，以及不具备调频、调压等主动支撑能力的特性，给新能源消纳和电网安全运行带来严峻挑战。如何让风电、太阳能这些能源，由“我行我素”的“自转”变为“协调统一”的“公转”，主动支撑电网频率、电压波动，有力保障电网安全稳定运行，实现新能源和大电网的友好相处，这一世界性难题一直横亘在各国能源电力行业人士的面前，截至目前，国外仍处于理论研究与实验室样机（百千瓦级）研制阶段。

中国国家电网迫切需要解决新能源大规模并网消纳、保障大电网安全稳定的问题。在西方国家尚未有工程应用、没有任何经验可以借鉴的情况下，作为全球并网风电、光伏发电最大的电网，国家电网公司高度重视示范工程建设，将其列为 2017 年度十大科技创新示范工程之一。为确保工程质量，公司科技部组织相关单位深入研究，反复论证，周密筹备，确定改造施工方案，以专业化支撑和精益化落实为保障，多维度搭建“统筹总揽、上下协同、分工明确”联合工作组织体系。从一开始，公司就以明确的时间表、路线图和任务书，集全公司之力、聚全公司之智开展研发。从理论架构到研发关键技术，从实验检测到并网接入标准，这项“中国典范”技术深深打上了“中国创造”的烙印。

由此，放眼更广阔的新能源科技创新领域、更长远的未来，国家电网公司更多科研人员仍在持续研究和探索。可以说，新能源和大电网友好相处，对我国促进能源结构优化和高效利用、保障电力供应安全、培育战略性新兴产业等都具有十分重要的意义，也是占领世界新能源发电技术制高点、实现国际化战略的重要举措，这一“中国典范”将开创这样一个更为美好绿色的能源世界。

吴文 中国能源网 2018-03-22

## 正信光电重磅推出石墨烯新品

3月26日，以“G12 变革时代”为主题的正信光电石墨烯系列产品发布会在北京召开。国家应对气候变化战略研究和国际合作中心原主任、研究员李俊峰、中国科学技术大学院长周兴国、中国科学技术大学吕鹏博士等政府领导、专家学者受邀出席，与近百位业内人士共同见证了 G12 变革时代的创新性技术——石墨烯 12 栅常规、石墨烯 12 栅双玻组件、石墨烯 5 栅常规与双玻组件等系列新品重磅问世，并凭借超越同类产品的透光率、超强亲水性以及独特的自清洁能力等众多差异化核心竞争力成为业内关注焦点。正信光电总裁王迎春、营销总裁李倩、技术质量总经理王栋和运营中心副总裁章伟等一众领导共同为这一创新技术揭幕。

在本次发布会上，王迎春表示：“历经十余年发展，我国光伏产业已经在技术、规模、成本等多方面占据全球领先优势，而在产业加速转型升级的大趋势下，业内始终涌动着一场着力技术研发加速核心技术迭代的汹涌浪潮，以期尽快推进度电成本的下降。作为新三板挂牌上市的最大光伏发电企业，正信光电始终秉承以技术创新为先导的理念，在技术创新上敢于探索，敢于做第一个吃螃蟹的人，并依托于强大坚实的技术创新实力成果培育出了石墨烯系列高效组件，为产业尽早实现平价上网再添助力。”

王栋指出：“2018 年，我国光伏产业会继续呈现稳步上升的发展趋势，技术的更新速度会加快，并向如何提高发电效率和降低成本等方向加速靠拢。而石墨烯技术是符合产业技术持续迭代发展大

势的先进技术。石墨烯最大的特点在于它可以提高玻璃透光率与玻璃自清洁能力，从而达到进一步提升组件功率，提升组件发电能力的目的。就自清洁能力而言，常见的组件技术往往只具备超亲水或者光触媒效果，而将这两种技术完美的融合在一起的只有石墨烯技术。”随后，他还就石墨烯自清洁能力进行了现场演示，引得在场嘉宾一致称赞。

李俊峰表示，目前我国光伏产业已经进入到理性发展阶段，单靠“讲故事”的企业已经没有了生存空间，企业无论规模大小，要在严峻的市场中生存发展下来，靠的是在核心技术上的创新实力。

吕鹏博士则指出：“在技术创新的过程中，产学研的深度合作是先进技术快产业化应用的关键，石墨烯镀膜玻璃技术是正信光电与我们中科大合作开发的成果。石墨烯是一种神奇的材料，在太阳能领域的应用十分广泛，玻璃镀膜技术只是其中的应用之一，也是石墨烯在光伏行业首个实现产业化应用的技术，今后我们还会在双面组件背面玻璃、正面玻璃双面镀膜以及高效电池等方面展开深化合作，开发出更多的以石墨烯为核心的光伏组件和高效电池新产品。”

据介绍，在传统单、双玻组件生产工艺基础上，正信光电石墨烯多主栅组件将现有多主栅电池技术、石墨烯应用技术还可与 PERC、N 型双面、黑硅电池工艺等现行前沿技术相融合，为产业加速实现降本增效再添助力。相较于常规组件产品，石墨烯高效组件输出功率可有效增加 0.5~1% 左右。

王栋还透露称：“今后，伴随石墨烯相关应用技术的日臻成熟，它必将与各类产业深度融合，为行业发展提供突破性的技术方案。目前，正信光电石墨烯镀膜玻璃初步具备了 500MW 组件的配套生产能力，计划到今年年底产能有望进一步扩大到 2GW。到 2019 年底，产能扩大到 5GW 左右。”

王迎春最后表示：“我们相信，随着正信石墨烯产品的推出，之后将有更多的企业加入到对石墨烯技术在光伏行业的应用研究中去，这必将加速推动石墨烯技术的发展。同时，正信光电也将坚持以技术创新为先导，深度挖掘市场需求，通过持续的颠覆突破，助力实现光伏度电成本的不断突破。”

中国能源报 2018-03-28

## 全国人大代表、阳光电源董事长曹仁贤：建立储能市场机制 加大储能技术应用

储能，被誉为下一个风口，是电力行业的热点话题。如何商业化？更是各方争议的焦点所在。

去年 10 月，国家发改委、财政部、科技部、工信部、能源局联合下发了《关于促进我国储能技术与产业发展的指导意见》。作为我国首个储能产业独立性指导政策文件，对于中国储能产业发展具有里程碑意义。

虽然产业发展热度加剧、速度加快，在政策支持下，市场逐渐为储能打开了大门，但同时也应清醒地认识到，目前的储能发展还是以政策驱动为主，要实现盈利、走向商业化发展仍然充满不确定性和挑战。

今年全国两会上，全国人大代表、阳光电源董事长曹仁贤提交建议称，在全球电化学储能产业呈现不断加快发展态势下，我国电化学储能市场应用总量较低，产业规模还很小。应建立适宜电化学储能发展的市场机制和电价机制，在更多可再生发电项目中规划配置电化学储能系统，改善电能消纳。

在各类储能技术路线中，电化学储能装置具有安装方便灵活、响应速度快、可控性好等特点，可显著提高风、光等可再生能源的电网消纳能力，改善电能质量，平滑电网潮流，降低电力资产投资，在促进能源转型变革发展中具有重要作用。

近年来，全球电化学储能产业呈现不断加快发展态势，电化学储能产业成熟的国家如英、美、德、日、澳等，主要是通过设备装机补贴（包括容量补贴和系统补贴）、拉大峰谷电价差、电网企业灵活租赁等激励措施促进其技术发展和推广应用。截至 2017 年底，全球电化学储能项目的累计功率为 2927MW，新增投运项目 914MW，增速超过 20%。而我国电化学储能项目（锂离子电池储能）累计装机规模仅为 390MW，应用总量较低，产业规模还很小。

需要注意的是，我国电化学储能项目大多为示范项目，很难实现盈利。从长远来看，若无法实

现盈利，将很难持续发展。

曹仁贤认为，我国电化学储能产业面临的主要问题是支持政策不足和储能市场化机制尚未建立。

首先，我国尚未形成专门针对电储能产业的系统性支持政策。虽然有一些支持政策在不断推进，但主要在光伏、多能互补以及其他类型的储能方式的产业政策，加之目前电化学储能项目成本高、投资大、市场认可程度相对低等因素，这些都影响制约了行业的规模化发展。

其次，现有的市场化的电力定价方式及交易体系，要实现方案落地，还缺乏细化实施办法；在补偿的标准方面，也缺乏可开展市场化推广的空间，还不能体现电化学储能在电力系统、能源体系中所发挥的作用，其价值难以通过市场交易获得收益，成为制约我国储能产业快速发展的最主要原因之一。

为此，曹仁贤提出以下建议：

一是在更多可再生发电项目中规划配置电化学储能系统，改善电能消纳。储能能够显著提高风能、太阳能等可再生能源的消纳水平。在建设风能和太阳能电站时，要求配置一定比例的储能设备，从而改善风光电站的并网质量，促进清洁能源的消纳，并在加装储能系统的风能、太阳能电站项目上，给予投资方面的政策支持。

二是完善电力辅助服务市场机制和价格机制。建立适宜电化学储能发展的市场机制和电价机制，在调频、调峰、后备电源、黑启动、需求侧响应等多种辅助服务方面，充分体现储能的市场价值。鼓励个人和企业投资电化学储能系统参与电网削峰填谷，平抑电网电力供应，并给予电价补贴或初始投资补贴。

中国能源报 2018-03-19

## 环保万亿棋局：“一带一路”或成新风口

3月4日，十三届全国人大一次会议首场新闻发布会在北京举行。大会发言人张业遂表示，2018年全国人大常委会将继续紧盯环保工作不放松，制定土壤污染防治法，修改固体废物污染环境防治法，努力为打赢污染防治攻坚战提供坚实的法律保障。

事实上，环保问题一直是每年两会关注的焦点。2018年政府工作报告指出，要加大生态环境保护和治理力度，加大污水处理设施建设力度，加强雾霾治理。这也意味着有关蓝天保卫战的相关政策措施还将持续且有力地推进。

中宇资讯分析师徐时楠在接受《中国经营报》记者采访时表示，在国内市场日趋饱和的情况下，环保设备企业应该更深程度地参与“一带一路”，并借助央企等平台“搭船出海”，带动装备制造业实现“走出去”的国际化战略。

### 环保倒逼企业升级

十九大报告指出：“建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计，必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念；坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，建设美丽中国，为人民创造良好生产生活环境，为全球生态安全作出贡献。”

近年来，环保政策推动力度空前，这也促使环保产业迎来前所未有的发展机遇。公开数据显示，在“十五”期间，环保投资总额不足万亿元；到“十一五”达到2.38万亿元；在“十二五”末，环保投资总额达到4.28万亿元；另外，根据国家“十三五”规划，到2022年我国环保产值预测达到12万亿元。

在监管层面，相关环保政策也密集落地。据了解，已有数十条环保新政于今年1月1日正式实施。近两年，中央环保督查和新的环保标准制度不仅使企业接受更严厉的环保监管，同时标准的提升也倒逼企业不断进行环保升级。例如2017年1月环保部发布《排污许可证管理暂行规定》，该规定是全国排污许可管理的首个规范性文件，从国家层面统一了排污许可管理的相关规定，目标在2020年实现排污许可证覆盖所有固定污染源。同时，“水十条”和“大气十条”等政策不断落实。

从市场需求来看，石油化工、造纸及电力等传统行业是国家经济发展的重要领域，但也是环境

重污染型行业。不过，随着监管的趋严，此前一些小散乱的污染企业被迫退出市场，劣币驱逐良币的局面得以扭转。

“在环保政策不断督促下，截止 2016 年，公司累计环保投入超过 3 亿元。随着环保要求的不断提高，企业会持续加大环保投入。”滨化股份董秘孙晓辉在接受《中国经营报》记者采访时如是表示。

在孙晓辉看来，一般具有规模的企业都会积极完成环保的投入。他分析道，散乱污企业历史环保欠账太多，无法通过改造达到政策要求，其产能被强制退出。合规企业多年来持续环保投入则得到回报，享受到了此次环保治理的政策红利。

就环保技术而言，孙晓辉向记者表示，近年来，滨化股份投入的环保设备和技术等都源于国内市场，国内技术已完全达到环保要求。

孙晓辉表示，“十一五”之前，在国家还没有将“节能减排”列为重要的约束性指标时，滨化股份就引进了韩国湿法氧化镁脱硫设备作为热电配套装置，处理效果达到了国际先进水平，被列为山东省烟气脱硫样板工程。2016 年，公司又对装置进行了升级改造，实现了超低排放，达到了燃气机组排放标准。在污水处理、皂化残渣综合利用制建筑标准砖等环保项目中，累计投资超过 3 亿元。多年来持续在环保方面的投入，使滨化股份所有设备都能满足环保政策的要求，更培养了一批具有丰富经验的环保管理和技术人才，这些都将构成公司新的竞争力。

华金集团以造纸为主业，该集团高管人员向记者表示，“华金集团紧紧围绕‘调结构、转方式、促发展’的生产经营方针，按照当前新的安全环保超低排放标准，在银行抽贷、资金趋紧的艰难时期，痛下决心，先后投资 3300 多万元进行了安全、环保技术改造。”

“走出去”时机成熟

如今，在政策的扶持下，环保市场正日渐繁荣。

公开资料显示，我国环保行业营业收入规模从 2007 年的 2.25 亿元增至 2016 年的 617 亿元，在近十年实现了年均 33.62% 的高速增长率，部分企业的业绩也实现了大幅增长。

根据碧水源发布的 2017 年业绩报告，该公司 2017 年实现营业收入 151.64 亿元，同比增长 70.53%；实现营业利润 31.51 亿元，同比增长 42.42%；利润总额 31.91 亿元，同比增加 42.78%；归属于上市公司股东的净利润 25.63 亿元，同比也增加了 38.86%。

另外，科林环保在 2017 年度实现营业总收入 10.4 亿元，较上年同期上升 219.15%；归属于上市公司股东的净利润 0.49 亿元，较上年同期上升 154.56%。

对于业绩增长的主要原因，碧水源方面表示，在十九大强化生态环境保护的大背景下，公司较好地抓住发展机遇，保持了持续增长的发展态势。随着公司签订项目，特别是 PPP 项目的逐步落地与实施，2017 年公司订单与销售收入保持了较好的增长，相应的业绩与效益保持了较好的增长态势。同时，2017 年公司取得了较大的投资收益，亦提高了公司全年业绩。

如今，随着行业不断发展，国内的环保企业在资金及技术等方面逐步具备了比肩国际的水平，“走出去”的时机也慢慢成熟。

事实上，近年来部分企业早已通过“一带一路”进入国际市场，并成功实施了中巴经济走廊大型能源项目。此外，在土耳其、印度尼西亚、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦等国家的电厂除尘或脱硫系统项目，也活跃着国内环保企业的身影。

对此，全国人大代表、阳光控股董事局主席林腾蛟表示，我国环保行业骨干龙头企业，自主创新能力突出，技术全面达到国际先进水平，部分处于国际领先水平，项目执行力强，成本控制优秀，具备国际市场上与同行跨国公司竞争的能力。

十九大报告提出，要以“一带一路”建设为重点，坚持“引进来”和“走出去”并重，遵循共商共建共享原则，加强创新能力开放合作，形成陆海内外联动、东西双向互济的开放格局。

为更好地在“一带一路”国家和地区展现“中国智造”风采，助推企业做强做大，林腾蛟建议，国家发改委等相关部门应积极支持环保龙头企业参与国家“一带一路”重大项目建设，继续为国家经济发展作出更大贡献。

龙净环保董事长林冰向媒体表示，“想成为国际化公司，一定要走向国际市场。”林冰认为，国内环保产业总体规模相对较小，也缺少巨头公司。主要原因在于我国的环保产业发展起步晚了发达国家 30 多年。随着环保产业规模的扩大和环保产业自身升级，环保产业的进入门槛、竞争壁垒都将更快提高，“强者恒强”的趋势将越来越明显，行业洗牌也将不断加剧，产业的深刻变化将催生中国的“威立雅”和“苏伊士”。

徐时楠向记者表示，中国企业走出去将会创造新的历史，我们希望“一带一路”的实施，扩大中国在世界经济地位和影响力的同时，还能为我国经济增长找出新的动力。中国的“世界工厂”美誉正在向新型经济体过度，期待、质量和效率会成为“中国制造”新的代名词。

陈家运 中国经营报 2018-03-19

## 法国计划提前至 2021 年关闭所有煤电厂

法国总统埃马纽埃尔·马克龙正在推动他的国家承诺在两年内关闭所有煤电厂。该计划最初由马克龙的前任弗朗索瓦·奥朗德提出，目的是到 2023 年将煤炭从欧洲国家的电力结构中剔除 - 现在修订为 2021 年。

由于该国只有百分之一的能源来自煤炭生产，新政府的宣布被视为具有象征意义。尽管如此，它发出的信息是明确的：法国对环境越来越敌对，希望率先应对气候变化。

其他许多国家也在采取措施淘汰煤炭。中国目前是世界上最大的温室气体排放国，去年仅取消了 104 个燃煤电厂建设工地的工作，一些国家政府已经加入共同承诺，到 2030 年完全消除其能源结构中的化石燃料。欧盟作为整体的煤炭消除力度也翻了一番。

这种驱动背后还有坚实的经济推理。过去几年可再生能源的价格一直在稳步下降，对许多社区而言，煤炭已不再具有成本效益。对于富裕国家尤其如此，这些国家有能力补贴可再生能源相关的部分成本。而且，随着技术进步和效率提高，可再生能源将变得比化石燃料更实惠一刀切。

所以，无论你怎么看待它，走向绿色都是非常有意義的。

虽然法国准备在该地区领先，但应对气候变化所需要的不仅仅是一个国家或大陆的行动。

中国电力新闻网 2018-03-23

## 人工智能大幅提高开发电解质效率

富士通株式会社和日本理化学研究所最近公布，他们的联合研究小组在材料设计中应用第一原理计算与人工智能技术，对全固态锂离子电池的固体电解质组成做了预测、合成与评价试验，并进行了实际验证。结果证明，即使在较少数据下，通过与人工智能方法结合，仍可高效地找出最佳材料组成，大幅提高材料开发速度。

迄今为止，材料的开发不得不依赖研究人员长期积累的经验 and 敏锐的直觉，需要积累许多失败的教训才能成功。而第一原理计算是如果指定了材料的组成，基于量子力学可以预测的特征，在实验之前即可预测新的高功能材料的最佳组成，从而大幅减少实验失败次数。但是第一原理计算的负荷非常巨大，材料各种组成需要多重计算，将会花费非常长的时间。

研究小组希望通过材料模拟、实验和人工智能密切结合，解决材料开发中的问题，使材料开发时间大幅缩短，以期更容易地发现意想不到的组成和结晶结构，造出新的高功能材料。

此次研究小组使用人工智能方法之一的贝叶斯推断法组合，控制第一原理计算的运算次数，对全固态锂离子电池固体电解质的三种含有锂的氧酸盐合成化合物进行了预测。结果证实，该方法能在可实现的时间内，预测高锂离子传导率的最佳组合。同时在预测的组成附近也发现了其他组成的高锂离子传导率。

锂离子传导率是固态电解质材料重要的特征之一，是主导锂电池充放电速度的因子。此次研究

成果验证了利用材料模拟和人工智能方法可高效开发不漏液、不起火的锂离子电池，今后有望在电池、半导体以及磁性体等材料领域发挥巨大潜力。

陈超 科技日报 2018-03-27

## 地热能

### 砂岩地热无压回灌技术瓶颈的重大突破

由山东海利丰清洁能源股份有限公司与中国能源研究会地热专业委员会联合主办的“2018 中国清洁能源供热趋向行业论坛暨砂岩地热无压回灌技术发布会”，3月17日在山东省东营市落下帷幕。

本次论坛的主题是“新动能、新趋向、新技术”。到会的业界专家带来了最新的研究成果和面向未来的新思维。其中，中国能源研究会地热专业委员会专家委员会主任郑克桢、国际地源热泵协会中国地区委员会主席方肇洪、中国建筑节能协会会长武涌、国家能源局能源行业地热能专业标准化技术委员会秘书处首席专家赵丰年、天津大学机械工程学院地热中心主任朱家玲分别作了题为《清洁能源供暖趋向，地源热泵的思考》《中深层地埋管换热器的传热研究》《中国建筑及建筑能耗和深层地热能的推广应用》《推进地热回灌标准实施，提升地热开发利用水平》《我国干热岩发展与发电潜力分析》等报告。专家严谨科学的分析、论证和独到前瞻的观点、思维，让与会人员开阔了视野，成为本次论坛的“重头戏”。

回灌问题是制约地热开发利用的瓶颈，特别是砂岩回灌更是一个世界性的难题。为了突破这一瓶颈，山东海利丰清洁能源股份有限公司作为集清洁能源产品研发、设计施工、运营管理和节能服务于一体的高新技术企业，加强技术研发，经过反复实验与论证，研发出“砂岩热储地热尾水无压回灌技术”，在解决砂岩热储回灌难题的进程中迈出了重大一步，对于推广水热型地热供暖具有重要意义。所以，山东海利丰清洁能源股份有限公司总经理胡德群以《积极探索，攻坚克难，发挥回灌技术在地热开发中的关键作用》为题所作的演讲，该公司地热技术负责人从砂岩地热无压回灌技术改进改进回灌井成井结构、创新地热尾水处理工艺、优化回灌项目实施流程等创新技术综合运用等方面所作的全面介绍，尤其是与会人员对海利丰新能源产业园和海利丰农高区地热回灌项目的实地考察，都是对《地热能开发利用“十三五”规划》“取热不取水”和“以灌定采”原则的响应和坚守，引起了参会企业代表的极大兴趣，并受到与会的政府有关部门的高度关注，成为本次论坛的“新亮点”。

同时，中国石化胜利石油有限公司新能源开发中心关于《高效利用新能源，打造绿色生态油田》的新经验、中国石油华北油田分公司在会上提出的新思路，以及山东海利丰必威环境科技有限公司《空气源热泵解决方案》的解读和新产品展示，为当前新旧动能转换启迪了新思路，为优势互补、共享共赢提供了新路径。

此次论坛是推动地热可持续开发的一次行业技术创新与共享的盛会。来自北京、山东、河北、河南的有关领导、专家学者、企业代表近 200 人出席会议。论坛开始前，胜利油田利丰实业集团武军董事长致辞，向参会领导、专家与各位代表到来表示热烈的欢迎，并介绍了海利丰的发展历程。论坛结束时，朱家玲教授高度评价说，山东海利丰在践行“绿色”发展理念、开发利用地热资源中走在了前列，做出了实绩，尤其是砂岩地热无压回灌技术的深度探索取得了重大进展；此次论坛举办得十分成功，必将对地热行业的技术创新产生积极的影响。（文/张玲玲，摄影/蒲文升）

中国能源报 2018-03-19

## 生物质能、环保工程

### 辽宁康平县签下 1×30MW 生物质热电联产项目

3月15日,康平县政府与凯迪生态环境科技股份有限公司签约,双方将共同建设 1×30MW 生物质热电联产项目。

在农村,一方面是“禁烧”之后大地里的玉米秸秆无处安放,一方面是小锅炉里的散煤急需替代。而生物质热电联产项目不仅可以大量消化大地里的玉米秸秆,还可以替代散煤进行清洁供暖,有效防治大气污染和治理雾霾。在这样的背景下,作为今年开展生物质热电联产县域清洁供热示范项目建设的首个城镇之一的康平县主动出击,促成了双方的合作。

据了解,凯迪生态环境科技股份有限公司将建设装机容量为 1×30MW 的生物质热电联产项目,项目占地 12 公顷,建成后预计年发电 2.25 亿千瓦时。项目以农作物秸秆和采伐剩余物、造材剩余物和加工剩余物等林业“三剩物”为燃料,年需求量约 30 万吨。

李波 辽宁日报 2018-03-20

### 廖强：培育微藻 变废为宝

工业废气、工厂废水、秸秆等污染物,通过微藻就可实现变废为宝,不仅能再次回收利用,还能产生燃料。近日,重庆大学廖强团队凭借这一研究入选“全国高校黄大年式教师团队”。该团队成员都说,这份荣誉的取得离不开团队负责人廖强教授 20 年的创新与坚持。

#### 巧用太阳能 让微藻产柴油

在重庆大学动力工程学院微藻人工温室和微生物燃料电池人工温室里,科技日报记者见到了装在器皿里的一排排绿色微藻。微藻是指那些在显微镜下才能辨别其形态的微小藻群,共有两万多种,它是水体生态系统中的初级生产者。微藻依靠光合作用生长,它的光合作用效率较高,是树木等陆生植物的 10 倍以上,生长周期一般只需六到七天。

廖强说,可别小看了这些不起眼的微生物,这些微米级大小的微藻就像一个“细胞工厂”,能源源不断地把二氧化碳以及废水中的氮、磷等废弃物转化为富含油脂、糖、蛋白的生物质。之后,这些油脂就可以被转换成生物柴油,实现变废为宝。

培养微藻能源的传统做法是将其完全干燥,然后进行热解气化或液化,以转化为能源,但该方法耗能高、效率低,难以大规模应用。团队突破性地利用太阳能来代替研究过程中对电能及其他能量的依赖,通过高效光生物反应器培养微藻,用中低温太阳能对湿藻做水热预处理,多余的太阳能通过电池蓄电,晚上放电还可以继续用 LED 灯培养微藻,整个系统也依靠太阳能蓄电驱动电机运行。这一过程能耗小、成本低,既减排又产能,1 公斤藻就能消耗 1.8 公斤二氧化碳。

目前,团队正在建设 600 平方米的集微藻培养和太阳光中温转化为一体的平台,并要将该平台推广到工业减排、废水厂净化废水和柴油生产等领域。

“若我国 1.5%的土地面积用来养殖微藻,可减少 2015 年我国全年约 90 亿吨的二氧化碳排放量,能生产出约 8 亿吨的生物柴油,约合全国一年半的燃油使用量。”廖强说,如果这种生物质能源能实现成果转化、走向市场,那么用清洁能源替代高污染能源则指日可待。

#### 酷暑之下 甘作搬运工

工程热物理团队笑称自己既是“烧锅炉”的又是“搞养殖”的,不过这背后却是艰难而漫长的探索过程。

1997 年,廖强前往香港科技大学进行博士后研究工作,在此期间他发现利用可再生资源是人类将来必须要走的一条路,他希望能做出具有中国特色的研究成果。

1999年回到重庆大学后，他迫切想要建立一个新的实验室，用生物方法处理废气、废水，将其转化为生物质能源。然而，对于一个初出茅庐的青年教授，他甚至连个像样的实验室都没有，更不要提实验所需的设备器材。

“当时的实验室条件非常差，只有30平方米左右，地势低洼，墙壁潮湿发霉。团队里只有两名教师和一名研究生，启动资金只有3万多元。”廖强说，他只好从外校实验室借来设备暂用。

酷暑之下，没钱请搬运工，他常常和学生抬着沉重的设备往返于沙坪坝与大坪之间。“每次都要抓紧时间使用，如果那边需要做实验，我还要立即将设备还回去。”为了解决一个科研难题，他们曾三天三夜通宵达旦、不眠不休。

就是经过这样坚持不懈的研究，现在廖强带领的团队牵头承担了“高温高含尘烟气连续高效余热深度回收技术”和“液态熔渣高效热回收与资源化利用技术”等科技部重点研发计划项目。人才队伍也在不断壮大，已拥有在职教师和研究员15人，其中不乏长江学者、“国家杰青”“优青”“青年百人计划”人才，以及在读硕士、博士104人。

雍黎 罗璇 科技日报 2018-03-20

## 张家口市将建两个生物质热电联产县域清洁供热示范项目

日前，国家能源局印发《关于开展“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目建设的通知》，公布了136个示范项目名单。其中我市善能康保生物质热电联产项目、察北管理区热电联产示范园项目入选，预计2018年底建成(或完成技改)，年可消耗农林生物质或生活垃圾59.1万吨。

生物质热电联产示范项目是目前重要的区域分布式清洁供热方式，可为中小型区域提供清洁供暖和工业蒸汽，是治理散煤污染的重要举措。这批“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目，主要为县域农林生物质热电联产和城镇生活垃圾焚烧热电联产新建项目或技改项目，少数为沼气热电联产项目。

据了解，我市获批的善能康保生物质热电联产项目规划建设1台40兆瓦高温超高压抽汽凝汽式汽轮发电机组，配1台155吨高温超高压循环流化床生物质锅炉，项目建成后，年发电量可达2.591亿千瓦时，供电量2.314亿千瓦时，年最大供热量92.5万吉焦，年消耗农林生物质或生活垃圾28.1万吨。察北管理区生物质热电联产示范园项目规划建设2×65吨高温高压联合炉排生物质锅炉，配套1×20兆瓦单缸、冲动高温高压抽凝式汽轮机及发电机组，在雪川工业区建设1台25吨循环流化床生物质锅炉，在旗帜工业区建设1台20吨循环流化床生物质锅炉，改造3台15吨燃煤锅炉为生物质锅炉，项目建成后，年供应蒸汽量74.88万吨(供汽能力93.6万吨)，年利用农林废弃物31万吨，可为城镇居民提供50万平方米住宅供热。

王宁 任婧 张家口新闻网 2018-03-20

## 生物质发电发展迎来良好机遇期

与燃煤耦合、完善环保税收政策等成两会代表委员热议话题

去年下半年以来，国家密集发布一系列支持生物质发电健康发展的文件，如《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》《北方地区冬季清洁取暖规划(2017-2021)》《关于促进生物质能供热发展指导意见的通知》和《关于开展“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目建设的通知》，为今后生物质发电产业的发展指出了很好的方向。

建议国家相关部门尽快印发燃煤耦合生物质发电技改试点名单，用好存量优质煤电资产的边际效益，低成本破解社会治理难题。全国人大代表、河南省工商联副主席薛景霞在向今年全国两会提交的建议中提出。

生物质发电兼具经济、生态与社会等综合效益，是可再生能源中的重要组成部分。在今年全国

两会期间，多位代表委员纷纷就生物质发电产业发展建言献策，从技术路线、财税政策等多个方面建议大力推广，生物质发电发展迎来良好机遇期。

#### 燃煤耦合生物质发电技改将获积极推进

“燃煤耦合生物质发电给昆山市的生物质垃圾处置开辟了一条全新的道路。目前，昆山市已积极行动起来，昆山市水务集团有限公司已委托昆山新昆生物能源热电有限公司全权处理全市 18 家污水处理厂的市政污泥，昆山市园林绿化管理局、昆山市城市建设投资发展集团有限公司也分别委托昆山新昆生物能源热电有限公司处理全市农林废弃残余物，全力争取本次燃煤耦合生物质发电技改试点项目落户。”全国人大代表、江苏省昆山市委书记杜小刚在其向全国两会提交的建议中提出，燃煤耦合生物质发电技改试点工作受到了地方政府和发电企业的极大关注和欢迎。

近年来，国务院相继印发《国务院关于印发“十三五”控制温室气体排放工作方案的通知》、《国务院关于印发“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知》、《国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知》等文件，支持耦合发电的发展。国家发展改革委、国家能源局也已将耦合发电技术的研发推广列入《能源发展“十三五”规划》《电力发展“十三五”规划》《能源技术创新“十三五”规划》等相关规划。

据薛景霞介绍，耦合发电依托现有燃煤电厂进行改造实现生物质发电，可利用电厂现有的发电设施和超低排放等其他公用设施，减少项目投资成本。大容量、高效率发电机组发电效率可达到 40%—46%，如依托热发电机组耦合发电综合能源利用效率可达到 70%以上。

全国人大代表、民建安徽省阜阳市主委、阜阳经济技术开发区总工程师吴永利接受《中国电力报》记者采访时表示：“燃煤耦合生物质发电具有极大的生态效益，建议国家组织相关科研院校加快燃煤耦合生物质发电关键技术研究开发、成果转化和标准制定，优先推广应用具有自主知识产权的先进技术和装备。”

记者了解到，燃煤耦合生物质发电在国际上已形成规模化应用，涉及多种容量等级、多种形式的燃煤机组，以及多种形式的生物质燃料。国内由合肥德博生物能源科技有限公司技术支持的国电荆门电厂生物质耦合气化发电项目也已成功运营多年。

“建议推荐生物质气化多联产项目作为北方地区冬季清洁取暖试点城市的重点项目。”吴永利向记者表示。

#### 生物质发电环保政策亟待完善

新时期，农村生态文明建设已被国家列为优先发展目标和任务。农林废弃物、农村生活垃圾、畜禽粪便、餐厨垃圾的处理，农村生产生活环境的改善，能源结构调整和清洁低碳用能是农村生态文明建设刚性需求。“生物质发电不仅是一项能源工程，更是一项环保工程和民生工程，这也是国家补齐农村能源基础设施‘短板’的一项重要举措。”吴永利表示。

据杜小刚介绍，昆山目前 18 座污水处理厂，2018 年预计污泥产生量(含水率约 80%)为 18.5 万吨，2020 年产量将达到 20 万吨，而全市配套的污泥处理能力严重不足，缺口巨大，极易引发环境二次污染。此外，昆山市周边农业与市政园林修剪废弃物年产量约 12.2 万吨，尚未实现规模化、资源化利用。

“组织燃煤耦合生物质发电技改试点项目建设，旨在发挥世界最大清洁高效煤电体系的技术领先优势，依托现役煤电高效发电系统和污染物集中治理设施，构筑城乡生态环保平台，兜底消纳农林废弃残余物、生活垃圾以及污水处理厂、水体污泥等生物质资源(属危险废物的除外)，破解秸秆田间直焚、污泥垃圾围城等社会治理难题。”全国人大代表、三棵树涂料有限公司董事长洪杰向《中国电力报》记者分析道。

吴永利建议环保部门加大环境监管力度，加强农林废弃残余物田间地头管理，严禁露天焚烧;加强垃圾、污泥填埋监管，加大对不达标垃圾、污泥填埋的处罚力度，坚决关闭不符合国家相关标准和规范的填埋场，加大力度引导填埋垃圾、污泥用于燃煤耦合生物质发电。

“目前生物质发电排放按煤电标准执行(火电厂大气污染物排放标准(GB13223-2011))，但是生物

质发电行业使用的燃料是农业和林业的废弃物，与煤电使用的燃煤的特性存在着很大差异，如燃料水分、热值、含硫量等，必须出台专门针对生物质发电行业的环保排放标准。”全国政协委员、湖南启元律师事务所主任袁爱平直言，“达到超低排放的生物质发电企业要能够同等享受国家环保电价补贴。”

呼吁电价及财税金融政策支持

2017年底，《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》(国能发电力〔2017〕75号)，印发，在全国范围开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作。

“但是，75号文没有明确燃煤耦合生物质发电生物质能发电量的电价，这会给燃煤耦合生物质发电产业发展留下隐患。耦合发电完全符合国家《可再生能源法》《可再生能源产业指导目录》《可再生能源发电管理办法》《关于完善农林生物质发电价格政策的通知》《关于完善垃圾焚烧发电价格政策的通知》等法律法规的相关规定，国家也没有对享受可再生能源电价附加资金补助的生物质能源发电方式作出明确限定和区分。”杜小刚分析道。

记者了解到，多位代表委员建议，国家相关部门尽快深入基层研究，厘清事实，明确燃煤耦合生物质发电生物质能发电量享受可再生能源电价附加资金补助，在更大范围推广耦合发电有益实践。

全国人大代表、阳光凯迪新能源集团董事长、湖北省工商联副主席陈义龙在接受《中国电力报》记者采访时表示，农林生物质发电行业面临着税收优惠政策违规风险。据陈义龙介绍，行业当前享受税收优惠政策是按《资源综合利用企业所得税优惠目录》和《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》两个目录执行，而两个目录没有涵盖行业所有可利用资源品种。

陈义龙建议：“对上述两个政策目录同步修订和完善，一是将农林生物质发电行业收集利用的农林废弃物品种全部纳入，并取消技术标准中对农林废弃物的比例要求。二是统一两个目录对农林废弃物品种的表述方式和内容。”

生物质气化多联产综合利用技术是一项将生物质废弃物“吃干榨净”“变废为宝”的高新技术，是资源综合利用、零排放的典范。吴永利建议，将生物质气化多联产综合利用项目列入财政部印发的《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》，给予扶持。

“把农林废弃物作为免税农产品，让农民享受免税农产品的相关优惠政策，更大程度调动他们收集农林废弃物的积极性。”袁爱平呼吁道。

薛景霞建议，绿色债券、绿色金融应多关注燃煤耦合生物质发电产业，并给予积极支持。

冯义军 中国电力报 2018-03-19

## 青岛科学家实现农林废弃物变乙醇汽油

你能想象秸秆等农林废弃物可以变废为宝成为乙醇汽油么?我市的科学家们通过一种细菌实现了这一神奇转变。记者从青岛能源所获悉，该所代谢物组学团队长期致力于热纤梭菌等纤维素降解菌的遗传改造及代谢工程研究，通过对热纤梭菌及其纤维素降解酶系——纤维小体的定向改造，构建了新型的工程菌株，可以作为全菌催化剂实现农林废弃物中木质纤维素底物到可发酵糖的高效转化，促进了木质纤维素生物转化的工业化进程。

破解木质纤维素两道“屏障”

植物通过光合作用积累了大量的纤维素，纤维素的利用却没那么容易，降解它就得费上九牛二虎之力。自然界的进化就是一场博弈。为了防止微生物与酶的降解，植物在长期的进化中形成了强大的“抗降解屏障”。也就是说，木质纤维素生物质的工业化、规模化和商业化应用仍未真正展开，其主要原因在于尚未突破木质纤维素高效、低成本转化为可发酵糖的这一瓶颈步骤。

具体来说，纤维素链之间通过氢键网形成了连水分子都插不进去的结晶体。这是纤维素降解的第一道关卡。另外，在植物细胞壁中，纤维素被包埋在由果胶、木质素、半纤维素等组成的基质中，阻隔了纤维素酶与纤维素链的直接接触。相比纤维素，木质素和半纤维素的结构要更加复杂。这是

纤维素降解的第二道关卡。所以，科学家们绞尽脑汁想出了各种方法来瓦解纤维素的抗降解屏障。

### 神奇细菌热纤梭菌

热纤梭菌的神奇在何处?原来，热纤梭菌依靠其“神器”——胞外的纤维小体能高效降解纤维素，在生物能源领域具有重要价值。在这场“战役”中，最初，热纤梭菌漫无目的地四处游荡，不时向周围发射几颗“炮弹”——纤维素酶。这些纤维素酶是游离酶，可以分泌到距离热纤梭菌很远的地方。如果周边环境中有纤维素存在，在纤维素酶的轰击下，纤维素链就会发生断裂，产生少量的纤维二糖和纤维糊精。研究发现热纤梭菌能以细胞表面的碳水化合物结合模块(CBM)作为信号接收器,感应到环境中的“猎物信号”——纤维二糖。经过一系列信号传导，就会启动“神器”纤维小体的合成。一个纤维小体上载着不同种类的纤维素水解酶，大致分为两类：一类是内切酶，负责从纤维素链内部进行切割;另一类是外切酶，负责从纤维素链末端进行切割。

而且，根据底物纤维素的状态，热纤梭菌可以调整纤维小体上各种水解酶的比例和空间分布，把酶与酶之间的协同效应发挥到极致。纤维小体一路向前挖过去，也牵引着热纤梭菌向纤维素充裕的方向移动，不断分解纤维素。

### 纤维素变乙醇汽油

热纤梭菌利用纤维小体这把利刃，切割纤维素链，最终收获的是一筐筐的“葡萄糖分子”，经过一系列的代谢途径，葡萄糖完成了从糖到乙醇的完美蜕变。生物乙醇制备完成后，再与汽油按照 1:9 的比例混合，制成最终产品：“乙醇汽油”。按照这个比例混合的乙醇汽油有几个优点：一是由于勾兑量较少，目前汽车的发动机无需改造就可直接使用;二是乙醇的辛烷值较高，可以取代原先汽油中污染环境的含铅添加剂，并且改善汽油防爆性能;三是能有效消除火花塞、气门等部位积碳，避免因积碳过多而引起发动机故障，延长发动机使用寿命。

非粮木质纤维素的高效利用是亟待解决的全球性问题，对实现经济的可持续发展具有重要的战略意义。青岛能源所代谢物组学团队在该领域的相关成果已于 2017 年 5 月 12 日在线发表于 *Biotechnology for Biofuels*。其中，博士生张杰为该论文的第一作者，崔球研究员和刘亚君副研究员为该论文的通讯作者。

青岛晚报电子报 2018-03-22

## 中国工程院院士贺泓：京津冀应率先实施“国六”排放标准

“生物柴油是很好的可再生燃料，现阶段面临的最大问题是来源供应难以保障。”全国人大代表、中国工程院院士、中国科学院生态环境研究中心副主任贺泓在接受《中国能源报》记者采访时表示，生物柴油若作为可靠的车用能源，首先需要有规模效益的产品来源，但无论是地沟油制生物柴油、还是植物油制生物柴油目前都缺乏原料保障。

在谈到“柴油货车超标排放专项治理”时，贺泓认为，若想根本解决柴油货车的排放问题，首先还是应提高新车的准入标准，尽快实施“国六”排放标准。

中国能源报：《政府工作报告》中指出，2018 年要开展柴油货车超标排放专项治理。如何评价这项工作的必要性和紧迫性，未来应如何开展相关工作？

贺泓：“柴油货车超标排放专项治理”能被纳入《政府工作报告》足见国家顶层对这项工作的重视。柴油货车虽然保有量不大，但其氮氧化物排放量却占到了机动车氮氧化物排放总量的一半以上，机动车一次排放的细颗粒物也大多来自柴油车。

若想根本解决柴油货车的排放问题，首先还是应提高新车的准入标准，尽快实施“国六”排放标准。但是，新车的替代需要经历较长的周期，通常都在 5-10 年左右。所以要尽快解决柴油货车的排放问题，应及时对现有高排放的柴油货车进行改造，一部分不能改造的柴油货车应淘汰。

中国能源报：有专家指出，目前我国还没有专门适用于高原缺氧地区的达标油品，且在高原地区使用后的减排效果并不理想。您是否认可这一结论？

贺泓：我国现有的柴油车排放后处理技术实际上都经过了高原、高寒、高热技术检验，但实际上最终的检测方法都是通过实验室台架对重型柴油发动机进行检测，并不是实车检测。

由于重型柴油车在实际道路中的运行情况与出厂时的台架测试环境非常不同，这就导致实际驾驶中的排放情况与台架测试的结果存在一定的差异。对于此类问题，我们也正在推动未来以道路实际测试结果来考核柴油车的使用和排放性能的相关研究工作。

中国能源报：北京已将治霾重点从煤转向柴油车，对此您怎么看？

贺泓：我认为，北京在加大柴油车污染治理方面应注意三个方面：

- 一是京津冀地区雾霾治理任务重，所以应率先实施“国六”排放标准，至少从准入源头严格把关。
- 二是严格筛查高排放的柴油车，
- 三是改造在用的高排放柴油车。

“国六”排放标准在很大程度上就能解决上述车辆出厂台架测试与车辆实际使用排放性能不一致的问题。因为“国六”标准不仅对 Nox、PM 排放限值大幅加严，而且加大了车辆低速、低温行驶排放性的权重，同时对整车排放、后处理关键部件可靠性与生产一致性等提出了明确要求，所以“国六”标准更符合车辆在实际道路中的使用情况。

中国能源报：就柴油车减排而言，您如何看待生物柴油这类新技术、新产品的推广应用？国家应该为其提供怎样的政策环境？

贺泓：生物柴油是很好的可再生燃料，但其现阶段面临的最大问题是来源供应难以保障。生物柴油若作为可靠的车用能源，首先需要规模效益的产品来源，但无论是地沟油制生物柴油、还是植物油制生物柴油目前都缺乏原料保障。

在政策环境方面，我认为政府应对用户使用何种交通燃料保持中立态度。不论任何交通燃料，都应是环保达标的，所以政府首先要做的就是推动燃料的市场准入标准和相关技术规范的研究制定工作。

赵唯 中国能源网 2018-03-19

## 太阳能

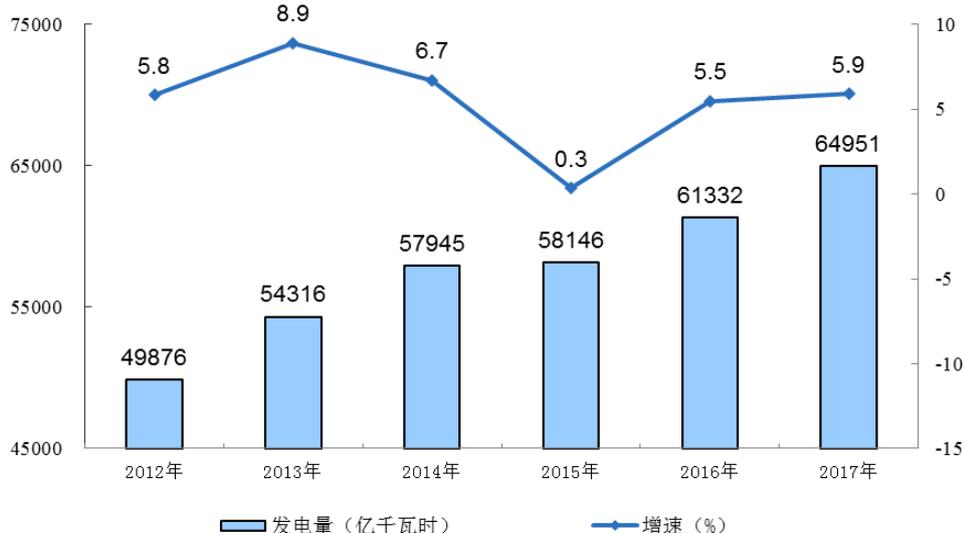
### 统计局：2017年太阳能发电量967亿千瓦时 增长57.1%

2017年，全国发电量6.5万亿千瓦时，比上年增长5.9%。其中，火电增长5.1%，水电增长0.5%，核电增长16.3%，风电增长24.4%，太阳能发电增长57.1%。

#### 一、发电量稳步增长

2017年，全国共计发电64951亿千瓦时，比上年增长5.9%，增速比上年加快0.4个百分点，近两年增速均在5.0%以上。发电量从2012年的约5.0万亿千瓦时到2017年的近6.5万亿千瓦时，实现了年均增长5.4%的稳步发展。

图1 年度发电量情况



分地区看，发电情况呈现以下几个特点：

一是中西部电力资源较丰富地区的发电量和电力外输量均增长较快。近年，电力行业主管部门合理规划电力资源富集地区发电量外送，加速推进建设特高压输电和常规输电技术的“西电东送”输电通道。与上年相比，2017年发电量增长10%以上的地区有6个，集中在中西部，即宁夏、青海、内蒙古、山西、甘肃和新疆，其发电量分别增长20.7%、13.3%、12.3%、11.4%、11.1%和10.7%，外输电量分别增长37.1%、64.1%、13.9%、16.5%、38.8%和22.0%。

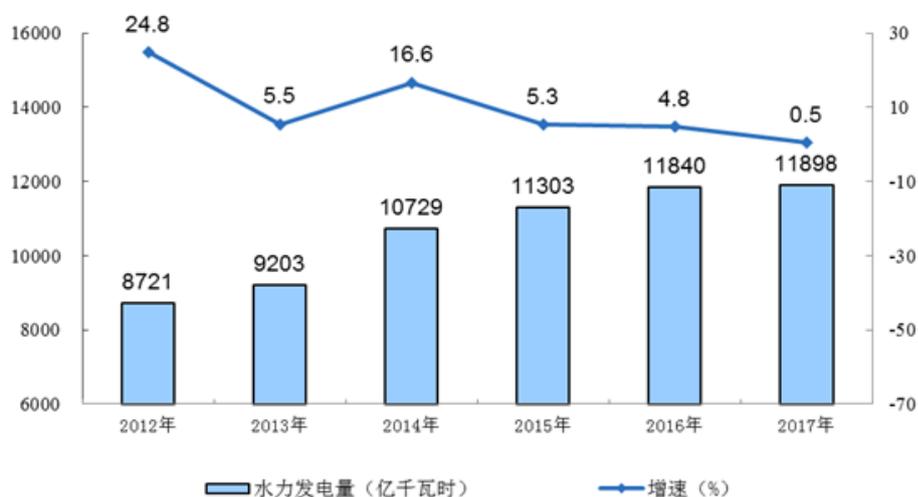
二是经济总量前列地区发电量也排位在前。山东、江苏、广东发电量位列前三，分别为5161、4915和4503亿千瓦时，主要是因为经济发展带来了较高的用电需求。

三是东部地区电力需求较集中。2017年，需要从本地区以外调入电量的地区有15个，其中净调入电量在五百亿千瓦时以上的7个地区多集中在东部地区，为广东、江苏、浙江、河北、北京、上海、山东。

## 二、传统能源发电稳定增长，新能源发电快速增长

在电力体制改革不断深化，煤改电、煤改气、大力发展清洁能源发电和加快分布式发电建设等各项政策的推动下，在坚持生态环境保护优先，坚持发展非煤能源发电与煤电清洁高效有序利用并举，坚持节能减排的发展原则下，电力发展呈现出以火电、水电等传统能源发电为基础，以核电、风电、太阳能发电为代表的新型能源发电快速发展的态势。

图4 年度水力发电量情况

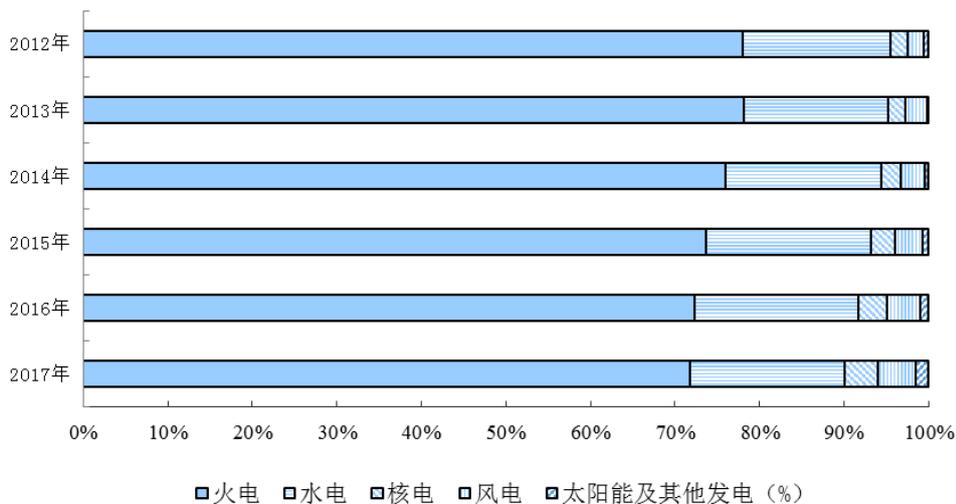


(一)火电增长较平稳，所占比重逐年下降。

2017年，火力发电量46627亿千瓦时，比上年增长5.1%，增速慢于清洁能源发电增长速度；与2012年相比，火力发电量增加7699亿千瓦时，年均增长3.7%。2012年以来火电占全部发电量比重逐步下降，2017年为71.8%，比2012年下降6.3个百分点。

分地区看，山东、江苏、内蒙古、广东火力发电量分列前四位，分别为4914、4530、3750、3329亿千瓦时；火电比重在90%以上的地区有天津、上海、北京、山东、安徽、河南、江苏、山西8个地区，其中北京基本为燃气发电，天津、上海燃气发电占火电比重在六分之一左右，其余地区多为燃煤发电，电源结构有待进一步优化。

图2 年度发电量结构情况

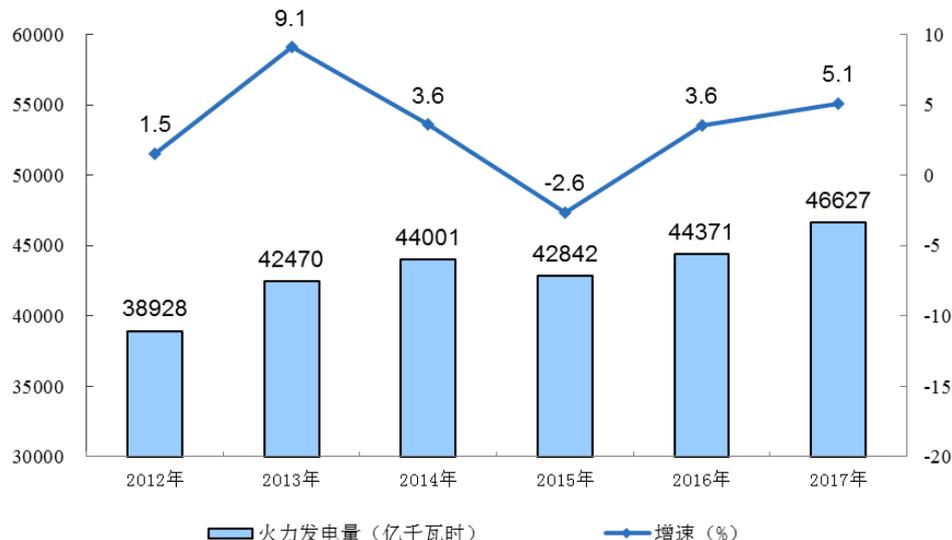


(二)水电略有增长。

2017年，水力发电量11898亿千瓦时，比上年增长0.5%；与2012年相比，水力发电量增加3177亿千瓦时，年均增长6.4%。2017年水电增速放缓主要是受降水量大幅下降、来水差影响，2016年平均降水量730毫米，为历史最多，2017年仅为641毫米。

分地区看，四川、云南、湖北水力发电量分列前三位，均超过1000亿千瓦时，分别为3041、2493、1499亿千瓦时，比上年分别增长6.6%、9.4%和6.3%，三个地区约占全国水力发电量的六成。这主要得益于积极推进大型水电基地开发政策的实施，特别是金沙江中下游、雅砻江、大渡河等水电基地建设工作的不断推进。

图3 年度火力发电量情况



### (三)核电增长较快。

我国核电技术快速发展，特别是“华龙 1 号”的自主研发成功，标志着我国完成核电技术的自主创新，我国核电迈向国际市场，进入新的阶段。2017 年，核能发电量 2481 亿千瓦时，比上年增长 16.3%;与 2012 年相比，核能发电量增加 1507 亿千瓦时，年均增长 20.6%。

分地区看，核电生产集中在东南沿海的浙江、福建和广东，三个地区占全国核能发电量的四分之三。

### (四)风电快速增长。

2017 年，风力发电量 2950 亿千瓦时，比上年增长 24.4%，已成为我国第三大类型电源。风电的快速发展，是建立在产业技术水平显著提高、行业管理逐步完善，以及相关补贴政策出台落实的基础之上，得益于加快开发中东部和南方地区陆上风能资源、有序推进“三北”地区风电就地消纳利用的建设布局。

分地区看，内蒙古是我国最重要的风电基地，2017 年其风力发电量为 551 亿千瓦时，接近全国的五分之一。此外，风力发电量超过 200 亿千瓦时的地区还有新疆和河北，分别为 289、258 亿千瓦时;上海、四川风力发电量比上年增长超过 100%，分别增长 148.3%、111.2%。

### (五)太阳能发电高速增长。

2017 年，太阳能发电量 967 亿千瓦时，比上年增长 57.1%。太阳能发电的高速发展，是基于我国光伏发电技术进步迅速、成本和价格不断下降，以及光伏设备制造产业化不断发展的基础之上，并得益于光伏产业政策体系的建立，发展环境不断优化。特别是分布式光伏、“光伏+”应用和光伏扶贫的大力推广，极大地推动了太阳能发电的发展。

分地区看，太阳能发电最多的三个地区是内蒙古、青海、新疆，分别为 114、113 和 110 亿千瓦时;增速超过 100%的地区有 14 个，其中天津、湖南、贵州的增速超过 400%。

#### 附注

##### 1.统计范围

发电量数据统计口径为全部工业企业。

##### 2.资料来源

电力外输量、电力外调入量数据来自中国电力企业联合会;降水量数据来自国家气象局;其他数据均来自国家统计局。

国家统计局 2018-03-20

## 2017 年中国光伏行业政策及新增装机容量分析

光伏产业属于强周期产业，经过前期调整，目前行业已经进入复苏周期。而从光伏发电行业的发展趋势来看，分布式光伏发电将会成为光伏行业的重点方向。原因在于相对于集中式光伏电站，分布式光伏电站更具以下优势：(1)资源利用率更高;(2)规模较小，相对易于建设;(3)弃光率低。受分布式光伏发展强劲带动，国内硅晶体需求旺盛。

据统计数据显示，截至 2016 年底，全球光伏装机总量达到 306.5GW，2016 年全球光伏新增装机 76.6GW，同比大幅增长 52.9%。中国 2016 年全年光伏装机 34.54GW，装机量同比增长 128.3%;其中分布式光伏 4.24GW，增速达 200%。

国家一直重视我国新能源各细分产业的发展，针对光伏行业陆续出台了多项支持政策，切实帮助行业更好更快的发展。

### 2016-2017 年光伏行业主要政策

时间	政策	主要内容
2016年1月	《中共中央国务院关于落实发展新理念加快农业现代化实现全面小康目标的若干意见》	提出大力推进农业现代化,让农业成为充满希望的朝阳产业,并着重强调要广泛动员社会各方面力量积极参与投资开发,实行最严格的脱贫攻坚考核督查问责,光伏扶贫、农光互补推广。
2016年2月	《关于煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》	促进行业调整转型,鼓励利用废弃的煤矿工业广场及弃用边地区,发展风电,光伏发电和现代农业,盘活土地资源,支持退出煤矿用好存量土地,促进矿区更新改造和土地再开发利用等多项措施。
2016年5月	《光伏扶贫实施方案编制大纲的通知》	进一步指导地方编制光伏扶贫实施方案,推进光伏扶贫工程建设,保障光伏扶贫项目有效实施。
2016年8月	《降低实体经济企业成本工作方案》	指出要加快推进能源领域改革,放开竞争性环节价格,加快推进电力、石油、天然气等领域市场化改革,完善光伏、风电等新能源发电并网机制,2017年基本放开竞争性领域和环节价格管制,形成充分竞争的机制,使能源价格充分反映市场供求变化,提高价格灵活性。
2016年10月	《全国农业现代化规划(2016—2020年)》	探索资产收益扶贫,通过财政涉农资金投入设施农业、养殖、光伏、水电、乡村旅游等项目形成的资产折股量化以及土地托管、吸引土地经营收入等方式,让贫困户分享更多资产收益。
2016年10月	《“十三五”控制温室气体排放工作方案》	提出到2020年,单位国内生产总值二氧化碳排放比2015年下降18%,在清洁能源方面,方案提出到2020年:力争常规水电装机达到3.4亿千瓦,风电装机达到200GW,光伏装机达到100GW,核电装机达到58GW,在建容量达到30GW以上。
2016年11月	《“十三五”生态环境保护规划》	强化区域环保协作,联合开展大气、河流、湖泊等污染治理,加强区域生态屏障建设,构建坝上高原生态防护区,燕山—太行山生态涵养区,推动光伏等清洁能源广泛应用。
2017年1月	《能源发展“十三五”规划》	要求推进非化石能源可持续发展,包括水电、核电、风电、太阳能等,2020年太阳能发电规模达到1.1亿千瓦以上,其中分布式光伏6000万千瓦,光伏电站4500万千瓦,光热发电500万千瓦。
2017年2月	《中国光伏产业发展路线图》	根据产业发展实际,预测了2017、2018、2020、2022和2025年的发展目标,体现了产业、技术和市场等方面的发展趋势,反映了现阶段专家学者和企业界对光伏产业未来发展的共识,对行业发展具有指导意义。
2017年2月	《2017年能源工作指导意见》	精准实施光伏扶贫工程,进一步优化光伏扶贫工程布局,优先支持村级扶贫电站建设,对于具备资金和电网接入条件的村级电站,装机规模不受限制,加强并网消纳、费用核算等统筹协调工作,确保项目建设运营落实到位,年内计划安排光伏扶贫规模800万千瓦,惠及64万建档立卡贫困户,其中,村级电站200万千瓦,惠及40万建档立卡贫困户;集中式电站600万千瓦,惠及24万建档立卡贫困户。
2017年7月	《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》	2017-2020年新增建设规模4年累计86.5GW,其中光伏领跑者项目指标每年8GW。
2017年8月	《关于“十三五”光伏扶贫计划编制有关事项的通知》	对于集中式光伏扶贫电站,分年度分批下达规模,并纳入各省(区、市)光伏发电年度总规模统筹考虑,请各省(区、市)根据自身扶贫任务、电网接入条件、政府筹资条件确定光伏扶贫建设类型和规模,作为本地区光伏扶贫年度计划报送国家能源局。
2017年9月	《关于支持光伏扶贫和规范光伏发电产业用地的意见》	对深度贫困地区脱贫攻坚中建设的光伏发电项目,以及国家能源局、国务院扶贫办确定下达的全国村级光伏扶贫电站建设规模范围内的光伏发电项目的用地,予以政策支持,光伏方阵使用永久基本农田以外的农用地的,在不破坏农业生产条件的前提下,可不改变原用地性质。

在国家政策大力支持叠加分布式光伏的爆发式发展下,我国光伏产业今年有了亮眼的表现。2017年上半年,光伏行业由于“6.30”抢装,上半年新增装机24.4GW,同比增长9%,其中分布式光伏7.11GW,同比增长2.9倍。三季度抢装结束后,热度不减,截至三季度末,中国光伏新增装机容量达43GW,已超过去年全年装机容量。其中光伏电站27.7GW,同比增加3%;分布式光伏15.3GW,同比增长近4倍。截至9月底,全国光伏发电装机达到120GW,其中光伏电站94.8GW,分布式光伏25.62GW。

中国产业信息网 2018-03-21

## 2017年国内光伏产业数据研究报告

随着传统能源危机的加剧和环境问题的日益突出,人们将目光转向了取之不尽、用之不竭的可再生能源,寄希望改变人类的能源结构,实现可持续发展。其中,利用太阳辐射产生能源的太阳能便是可再生能源中的一种。太阳每秒到达地面的能量高达80万千瓦,如果把太阳能转化为电能,每年的发电量相当可观。

当然,太阳能发电又分为光热发电和光伏发电,通常所说的太阳能发电即指太阳能光伏发电,

是利用半导体界面的光生伏特效应将光能转变为电能的一种技术。其发展最早可以追溯到 1839 年，法国科学家 Becquerel 发现，光照能使半导体材料的不同部位之间产生电位差。到了 1954 年，美国科学家恰宾和皮尔松首次制成了单晶硅太阳能电池板，太阳能转化为电能的光伏发电技术就此诞生。

#### 国内光伏新增装机量



2012 年受欧美光伏对华反倾销案的影响，我国光伏产业遭受了巨大的损失，大批企业破产，近 30 万从业人员受到冲击，可谓是一片哀鸿遍野，竞争优势不复存在，当年国内的光伏新增装机量为 4.28GW。为了挽救光伏产业的发展，随后国家制定相关政策，出台了光伏发电的固定上网电价制度，为开辟了国内光伏市场奠定了基础。在政策的指引下，2013 年光伏新增装机量为 12.92GW，增长率高达 200%。

2017 年，我国光伏新增装机量达到 53.06GW，占全球新增装机量的 54%左右，提前完成了“十三五”规划的目标。其中累计装机量已经达到 130.25GW，光伏发电量达到了 1100 亿千瓦时，占该年发电量的 1.7%，新增发电量超过了 600 亿千瓦时，对国家的能源转型有着显著的贡献。

在地域分布上，光伏的发展中心也逐步向东部地区转移，在 2016 年中东部新增装机量达到 1GW 以上的省份已达 9 个。到了 2017 年，西北地区的新增装机量为 9.74GW，约占全国的 28%，华东地区的新增装机量为 16.67GW，占全国的 27.7%；华中地区的新增装机量为 10.64GW，占全国的 20%；形成鲜明对比的是西北的新增装机量仅为 0.062GW，同比下降了 36%，或许此时西部地区的光伏电站已经趋于饱和，而市场结构上也从地面式电站转向分布式光伏。

#### 分布式光伏和地面电站新增装机对比



2013 年为打破光伏产业发展的瓶颈，推动国内市场的大规模发展，国务院出台“国发(2013)24 号文”等多个政策文件，重新制定了上网电价、补贴资金、并网管理等多个层面的优惠措施。在政策的指引下，电站受到资本的追捧，国内掀起了大型光伏电站建设的高潮。

与此同时 2013 年也成就了分布式光伏发电，政策中提到对分布式光伏发电给予 0.42 元/千瓦时的补贴，该年分布式新增装机量为 0.8GW，占新增装机量的 6.2%。在此前，光伏产业几乎全部为地面式。到了 2014 年在新增装机量萎缩的情况下，分布式光伏依然处于增长趋势，达到 2.05GW。

2016 年虽然光伏产业仍以地面为主，但是在 8 月份以后，分布式电站开始加速扩大。由于分布式光伏在电价、补贴等方面比地面式电站更优惠，因此很多企业将分布式作为未来战略布局的重心，抢占屋顶资源也顺势达到了白热化程度。到了 2017 年，分布式光伏新增装机量已经到了 19.44GW，同比增长 3.6 倍，占全部新增装机的 36.6%。

光伏产业链结构

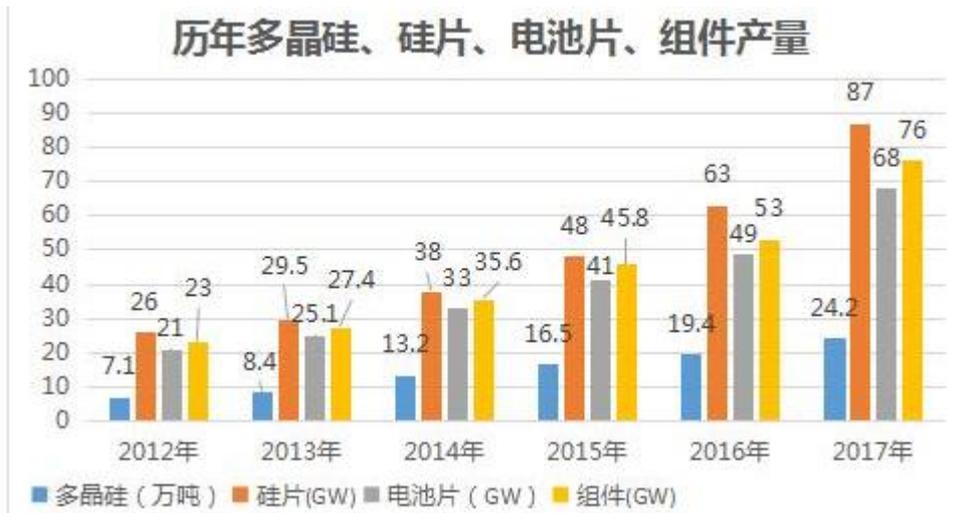


光伏产业链主要包括原料、硅片、电池、组件、应用系统五部分。上游为原料、硅片环节，中游为电池和组件部分，下游为应用系统环节。

太阳能电池主要包括晶体硅电池、薄膜电池、聚光电池。其中薄膜电池具有重量轻、材质少、安装方便等优势，不过其相对于晶体硅而言，转化率低，使用寿命短，原料资源少、投资设备高，因而占据的市场份额低于晶体硅。而聚光太阳能技术则是通过透镜或镜面将接收到的太阳能聚焦于小面积的光电池上，从而得到较高的转化率。不过由于其系统结构复杂，建设成本高等原因，目前还未实现大规模应用。相信在未来技术提升和成本下降的趋势下，聚光太阳能会成为一个趋势。

目前市场依旧以晶体硅电池为主，自 2012 年多晶硅价格下降，晶体硅太阳能电池片产量大幅提升，尤其 2013 年后期政策的出台，光伏电站建设迎来热潮，行业回暖为各个环节的发展奠定了良好的基础。

我国多晶硅、硅片、电池片和组件的产量



在光伏产业链中，我国在硅片、电池片和组件环节上均处于世界领先水平，但在上游的多晶硅材料还依赖于进口。

2015年，我国多晶硅产量为16.5万吨，多晶硅的下一个环节硅片产量为48GW，占全球60.3GW的79.6%，电池片产量41GW，占全球总产量65.1GW的66%，光伏组件产量为45.8GW，占全球63.5GW的72.1%。

到了2017年，我国在这几个环节的产量稳步提升，其中硅片的产量更是高达87GW，同比增长比38%，电池片和组件也是到达了68GW和76GW的产量。我国在光伏生产的几个环节的产量已经占据全球相当重要的位置。

光伏发电不仅改变了传统的能源结构，有效缓解了能源短缺和环境污染的问题，更对我国的经济发展功不可没。通过光伏发电有效促进了东西部地区的融合，光伏企业在西部地区的崛起，促进了当地的经济的发展，对改善民生意义显著。通过光伏扶贫工程，现已经达到为150万农民精准服务，也成为各地精准扶贫的有效措施。

速途研究院 2018-03-20

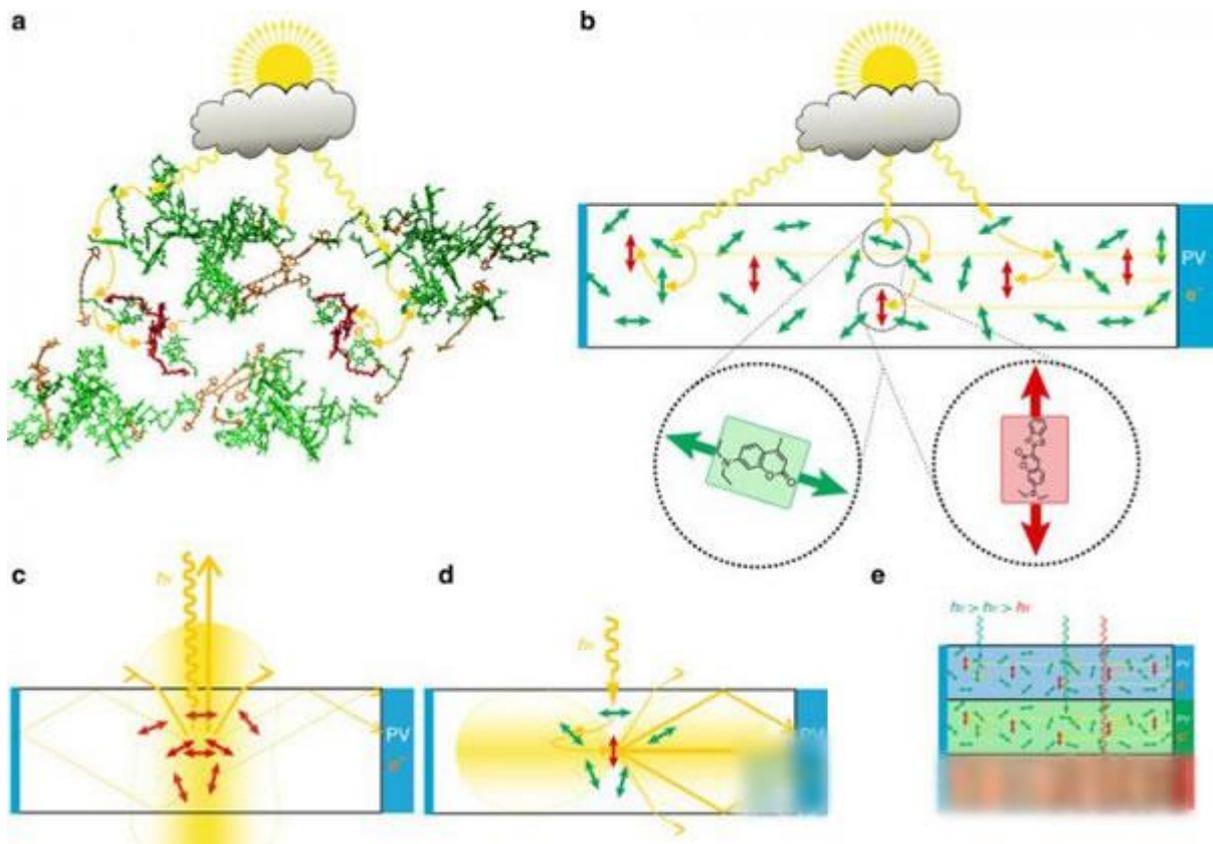
## 德国发明“阳光漏斗”能将光线聚集到太阳能电池上

德国布伦瑞克大学(University of Braunschweig)的科学家们开发出一种新型太阳能聚光器，可以将来自任何方向的光线集中在太阳能电池板上。研究人员表示，这一漏斗可以被调节至不同光波波长并被堆叠起来，能使整个光谱转换成电能。

太阳能聚光器是一种能将阳光光线集中在小面积上的一种透镜。由于大多数太阳能电池只适合在阳光直射的条件下工作，因此它未能在太阳能领域中被广泛采用。

但这一新型聚光器由一种随机取向的颜料构成，几乎可以从任何入射角度吸收光线，并将其映射在面向单一方向的组件上。在聚光过程中只有10%的损失。而实验表明，这一聚光器能吸收入射光的99%左右，光重定向量子效率大于80%。

科学家们预计，未来有可能将不同波幅的聚光器相互堆叠在一起，形成一个可以吸收整个光谱的聚光器。由于这些聚光器是由价格低廉、用途广泛的材料而制成，因而可以被开发成一种低本高效的太阳能电池助推器。



pv-magazine 2018-03-19

## 印度将补贴安装 9 万 m<sup>2</sup>聚光太阳能热利用系统

近日，印度新能源和可再生能源部(MNRE)发布了一份文件，承诺继续实施对该国聚光太阳能热利用项目的投资补贴计划，并计划从 2017 年到 2020 年完成聚光太阳能热利用系统装机达 9 万 m<sup>2</sup>的目标。

上述补贴适用于聚光太阳能热利用系统所适用的各种场景，如烹饪、加热和制冷等。截至目前，印度 2017 至 2018 财政年度【财政年度又称预算年度，是指一个国家以法律规定为总结财政收支和预算执行过程的年度起讫时间】的 2 万 m<sup>2</sup>集热面积补贴计划几乎已经完成。

而 2018 至 2019 财政年度的补贴金额将保持在基准成本或实际投资成本 30%的水平，未来将逐步降低。到 2020 年，补贴金额将减少到实际投资成本的 20%左右。但在一些特殊情况下，项目开发商将可分别获得资金成本的 60%或 40%。

财政年	聚光太阳能热利用目标 (m <sup>2</sup> )
2017-2018	20000
2018-2019	30000
2019-2020	40000
总计	90000

**CSP PLAZA**

表：2017-2020 年聚光太阳能热利用的补贴目标(来源：MNRE)

对此，集热设备制造商和系统供应商 Quadsun Solar 的董事 Prakash Bhalekar 表示，我们很高兴这项政策得以延续，但是，2019-2020 财年补贴的减少对我们来说将是一项挑战。如此一来，这个行业不得不开发更具经济性的商业系统，毕竟补贴资金最终将会耗尽。

据了解，MNRE 为该计划预留了约 87 万欧元的补贴金额。申请人必须通过印度 Nodal 机构提交

相关文件，但 MNRE 渠道合作伙伴可以直接申请。目前，各种聚光集热技术的基准成本将保持此前的水平，唯一的例外是 Scheffler Dish，其补贴减少了约 17%。

集热器类型	基准成本( INR/m <sup>2</sup> )	基准成本(EUR/m <sup>2</sup> )
人为跟踪 ( 通常用于烹饪 )	7000	87
用于直接加热和烘干的抛物线型聚光器、混合集热器	12000	150
单轴跟踪 ( 含 Scheffler Dish )	15000	187
单轴跟踪 ( 包含反射镜、真空集热管 )	18000	225
双轴跟踪	20000	250

表：不同类型集热器的基准成本(来源：MNRE)

2010 年，印度启动了国家太阳能计划(The National Solar Mission)，确定了实现 2000 万 m<sup>2</sup>的集热面积目标，但并未明确聚光太阳能热利用系统的计划装机量。

2012 年至 2017 年，在联合国开发计划署—全球环境基金(UNDP-GEF)计划的支持下，印度全国各地安装的聚光太阳能系统集热面积约达 45500m<sup>2</sup>，主要应用于烹饪、加热和制冷。MNRE 收集的数据显示，2017 年，印度仅有 9 个聚光太阳能热利用系统获得批准，聚光面积合计 5450m<sup>2</sup>。如今，未执行项目的核准将根据新的补贴预算。但总而言之，上述文件的出台结束了行业的不确定性。

Grace CSPPLAZA 光热发电网 2018-03-19

## 埃及:北非最大太阳能发电国探索之路

近日，埃及签署加入全球太阳能联盟的框架协议，埃及电力及可再生能源部长沙克尔表示，“埃及计划到 2020 年实现可再生能源占总装机量的 20%，并已经制定增加新能源、尤其是太阳能产出的全面发展计划。”全球投资者的目光再次锁定这个神秘、古老的国度。

埃及，这个北部非洲的沙漠之国，全年干旱少雨，每年太阳直接辐射达 2000 至 3000kWh/平方米，另一方面，埃及目前可再生能源在本国一次能源消费中所占比重仅约 8%，并且主要是以水电为主，太阳能和风能的占比尚不足 1%，得天独厚的自然条件和不可限量的开发潜力，为投资者视为太阳能领域开发的沃土。

埃及太阳能市场兴起于 21 世纪初，2003 年，埃及首座太阳能发电站开工建设，该项目是埃及政府与世界银行等机构合作的项目，造价为 1.2 亿美元，设计发电能力为 127 兆瓦，于 2006 年与埃及输电网连网。

2011 年，埃及耗资 7 亿美元建设装机容量 100 兆瓦的太阳能发电站，该电站位于阿斯旺大坝附近的 Kom Ombo 地区，由数家国际机构共同投资修建，其中包括非洲发展基金和世界银行等。

2012 年 6 月，埃及发布《太阳能发电 15 年发展计划》(以下简称“计划”)，计划指出，将太阳能光伏发电能力提高到 3500 兆瓦左右，到 2027 年将埃及的太阳能发电量占比提到占总发电量的 20%。

2014 年是埃及在太阳能领域发展具有里程碑意义的一年，埃及于 2014 年 10 月推出了旨在促进国际性投资者在该国开发太阳能电场的 FIT 计划。第一轮 FIT 项目中，已签订了 PPA 的小规模项目容量达 12 兆瓦，大型项目容量达 111 兆瓦。

2016 年 12 月，埃及国合部部长萨哈尔·纳斯尔和贸工部部长塔里克·卡比勒与联合国开发计划署(UNDP)签署 350 万美元赠款合同，用于支持埃太阳能项目，以增加埃清洁能源比例。该协议将支持发电量不到 50 千瓦的小型太阳能发电系统在埃及的广泛应用。

2017年7月21日，欧洲复兴开发银行(EBRD)提供的50亿美元的贷款大力推动了埃及可再生能源的建设。这笔贷款将为兴建16座装机容量总计75万千瓦的太阳能光伏电站提供资金。7月25日，世界银行旗下的国际金融公司(IFC)，已经批准了一项6.6亿美元的融资，用于埃及南部阿斯旺1.8吉瓦Benban太阳能综合项目中11座太阳能电站的建设，总产能为500兆瓦。9月5日，世界银行成员国际金融公司集团(IFC)的执行董事会董事长批准一项价值6.35亿美元的投资，旨在帮助埃及建造、运营和维护11座太阳能发电站。这些发电站的总装机量达50万千瓦，成为近年来埃及电力行业中最大私营外商直接投资的项目之一。

2018年，FIT计划第二轮项目启动，约有30个项目获批，总容量约1500兆瓦。FIT计划到期后，将通过大型项目的招标计划和净计量方案推行太阳能政策。3月19日，埃及迄今为止最大的光伏电站开工建设，该项目由德国企业Ib Vogt和埃及的Infinity Solar在埃及南部的阿斯旺省合作建设，装机容量64.1兆瓦。

近日，埃及政府表示，备受关注的Benban太阳能公园项目将于2018年底或2019年初启动。Benban太阳能公园由32座小型太阳能电站构成，总装机容量达到1650兆瓦，足以满足上万户家庭和企业的用电需求。建成后，它将成为全球最大的太阳能公园之一。

中国是埃及重要的合作伙伴，自1956年建交以来，两国关系始终健康稳定发展，特别是随着中国“一带一路”倡议的提出，中埃在能源领域将有更多的合作。2014年，埃及总统塞西访华，中埃双方在经济、贸易、能源等领域的多个合作文件在此期间签署，预示着中埃能源合作迎来了新的契机；2015年8月21日，中埃签约筹备可再生能源国家联合实验室，迈开了中埃在科研领域进行深度合作、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。埃及前总理伊萨姆·沙拉夫曾表示，“对于埃及来说，利用光伏实现脱贫是一个非常高的目标，所以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。”

中电新闻网 2018-03-30

## 光伏各环节成本水平距离平价上网还有多少差距？

前言：目前，中国的光伏业正向着平价上网之路大步迈进，为了实现共同的目标，行业内各环节都要贡献自己的力量，本章主要论述两大问题，第一，为了达到平价上网，各环节还有哪些降本途径？第二，为了实现平价上网，各环节需要满足的成本水平以及现有水平与平价时的水平还有多大的差距？本篇主要探讨第二个问题。

相关阅读：光伏平价上网时的各环节成本测算 还有哪些降本途径？

对于平价上网时各制造环节的成本测算，根据solarzoom的数据，我们建立如下假设：

制造环节成本测算假设

项目	假设
组件成本占系统成本比例	43.14%
电池片占组件成本	65%
硅片占电池片成本	65%
硅料占硅片成本	66%
平价时电站的内部收益率	8%

经过测算，对于地面式光伏电站，若要达到平价标准，系统成本需要下降到3.37-3.55元/瓦的水平，降幅在36.00%-43.83%左右。对于分布式光伏电站，若要达到平价标准，系统成本需要下降到3.80-4.95元/瓦的水平，降幅在23.85%-41.54%左右。说明相对于地面式来说，分布式目前的系统成本水平更接近平价上网的标准。由于地面式电站大多建在一类二类地区，而分布式电站大多建在二类三类地区，所以我们得出满足平价上网的系统成本区间在3.55-4.45元/瓦左右。

### 地面式系统成本测算

系统成本 (元/瓦)	一类地区	二类地区	三类地区
现状	6	6	6
平价	3.55	3.84	3.37
降幅	-40.83%	-36.00%	-43.83%

资料来源: Wind

### 分布式系统成本测算

系统成本 (元/瓦)	一类地区	二类地区	三类地区
现状	6.5	6.5	6.5
平价	4.95	4.45	3.8
降幅	-23.85%	-31.54%	-41.54%

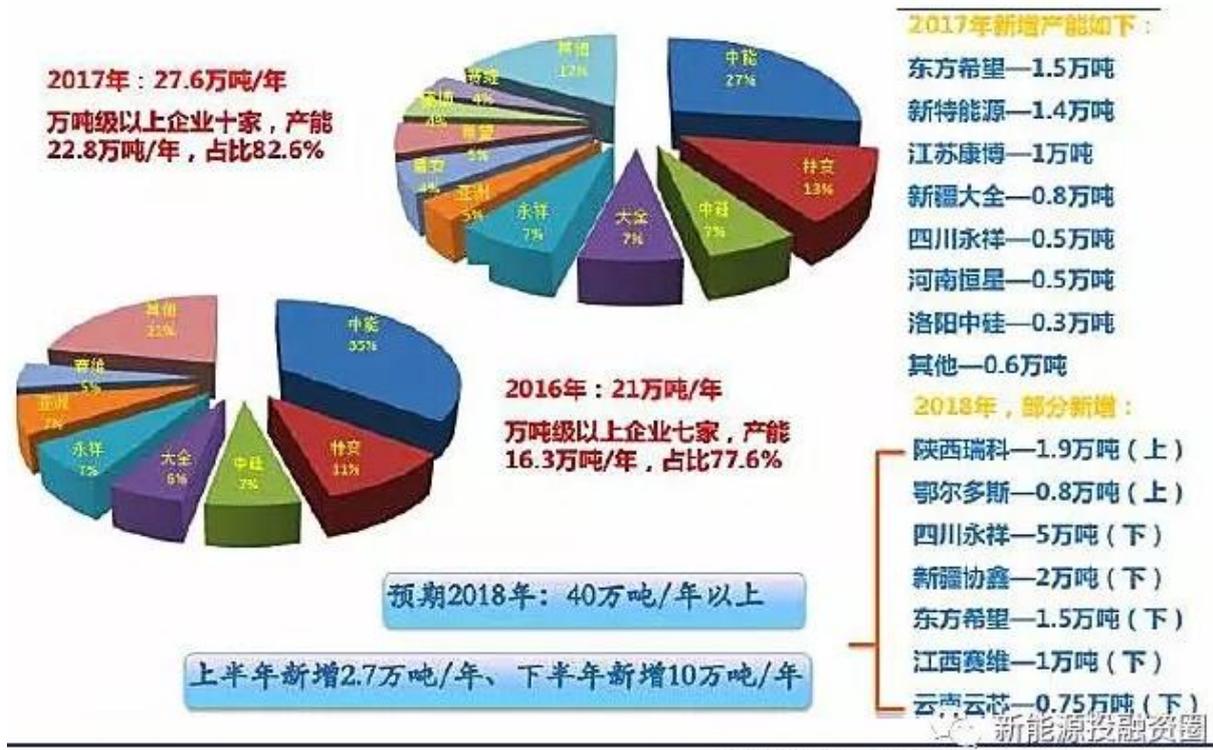
我们取 4 元/瓦的系统成本进行测算, 得出当平价上网要求系统成本降到 4 元/瓦时, 组件、电池片、硅片的成本分别需降到 1.73、1.12、0.73 元/瓦, 而硅料成本需要降到 9.6 万元/吨。未来组件、电池片、硅片和硅料环节需要贡献的降本程度分别为-35.37%、-23.18%、-12.16%及-19.33%。

### 各环节达到平价水平需要贡献的降本程度

各环节成本	平价水平	目前水平	降本程度
系统成本 (元/瓦)	4.00	6	-33.33%
组件成本 (元/瓦)	1.73	2.67	-35.37%
电池片成本 (元/瓦)	1.12	1.46	-23.18%
硅片成本 (元/瓦)	0.73	0.83	-12.16%
硅料成本 (万元/吨)	9.60	11.90	-19.33%

从企业利润率来看, 今年以来硅片、电池片降价明显, 目前硅料的价格也从年初的 14 万元/吨降到 11.9 万元/吨, 但是据了解, 硅料企业目前依然可以维持较高的利润率, 比如国内先进的硅料企业目前的全成本在 6 万元/吨, 即使按照平价上网的所要求贡献的价格 9.6 万元/吨, 依然可以保持近 50% 的毛利率, 因此我们认为硅料的平价成本压力是最小的。

从供需角度来看, 多晶硅料 2018 年底预期产能在 40 万吨/年, 新增产能约 12-13 万吨/年, 考虑到大部分产能要在年底释放, 全年产量在 28-30 万吨/年, 另外预计进口量维持在 13-15 万吨, 因此今年的总供给量为 40-45 万吨。而对应的下游硅片产量需求是 100GW, 多晶硅的消耗量在 40 万吨, 因此我们预计今年基本上供需平衡, 上半年供给偏紧, 下半年供略大于求, 随着年底抢装结束之后, 19 年一季度淡季来临之时, 供给大于需求的局面将会扩大, 硅料价格将出现进一步的下滑。因此我们认为, 从毛利率和供需两个角度来看, 硅料的价格都会达到一个合理的区间, 并且对应平价水平 9.6 万元/吨的价格是很容易实现的。硅料产能情况见下表:



那么如果硅料的价格从目前的 11.9 万元降到 9.6 万元/吨，对于硅片厂商来说，硅片的价格可以在保持现有的利润水平下降到 0.72 元/瓦，基本已经达到了平价水平，也就是说目前的硅片企业只要硅料价格下来便可实现其平价应该贡献部分，其降本压力也相对较小。那么电池片企业和组件企业的降本压力就相对较大，需要靠新的技术和工艺来贡献 0.22 元/瓦和 0.8 元/瓦的非硅成本的差距。

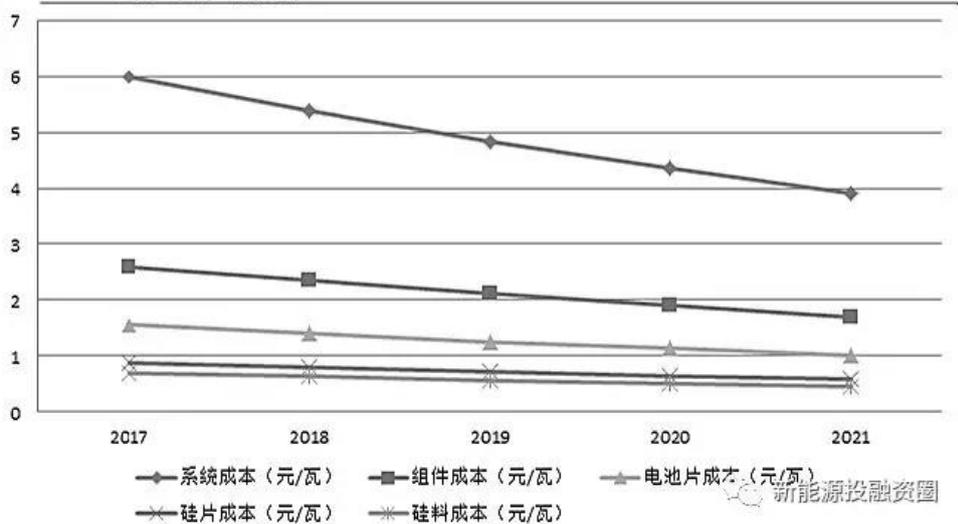
**硅料成本对各环节的影响**

各环节成本	平价水平	硅料成本影响程度	差额
组件成本 (元/瓦)	1.73	2.53	0.80
电池片成本 (元/瓦)	1.12	1.34	0.22
硅片成本 (元/瓦)	0.73	0.72	0.00
硅料成本 (万元/吨)	9.60	9.60	0.00

从以上测算结果可以看出，硅料和硅片环节的降本压力较小，电池片和组件的降本压力较大，此外，从光伏协会公布的 2017 年各环节的毛利率水平来看，我们也可以推算毛利较高的硅片和硅料环节之后的降本空间更大，未来有望为平价上网贡献更多力量。平价上网时间也会随着科技进步和效率提升而加速到来。光伏各环节毛利率情况(2017 年)见下表：

硅料	硅片	电池	组件	电站	逆变器	辅料
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大全: 31.67%</li> <li>• 永祥: 45.1%</li> <li>• 新特: 45.8%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 隆基: 37.34%</li> <li>▪ 中环: 19.05%</li> <li>▪ 协鑫: 32.78%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 通威: 17.28%</li> <li>▪ 鸿禧: 13.99%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 晶科: 10.5%</li> <li>▪ 晶澳: 12.9%</li> <li>▪ 阿斯特: 15.9%</li> <li>▪ 常州亿晶: 12%</li> <li>▪ 东方日升: 16.3%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多家企业: &gt;50%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 阳光电源: 26.23%</li> <li>• 科士达: 33.54%</li> <li>• 国德威: 33%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 江苏中来: 21.3%</li> <li>• 福斯特: 21.8%</li> </ul>

成本下降路径图



综上所述，为了达到行业平价上网的大目标，各环节都有所对应的降本途径。平价上网时系统成本区间在 3.55-4.45 元/瓦左右，组件、电池片、硅片成本分别需降到 1.73、1.12、0.73 元/瓦，硅料成本需要降到 9.6 万元/吨，并且这个硅料成本价格从利润率和供需两个角度来看都是可以实现的。另外，硅片和硅料企业的降本压力较小，电池片和组件的降本压力较大，毛利率较高的硅片和硅料环节的未来降本空间更大，有望为平价上网贡献更多力量。

新能源投融资圈 2018-03-30

## 日本科学家发明加热重结晶法 改进薄膜单晶硅构造

来自日本东京工业大学和早稻田大学的一个研究小组已经开发出一种生产薄膜单晶硅太阳能电池的新技术，该技术有望显著降低生产成本，同时保持电池的转化效率。

科学家声称他们能够开发出高质量薄膜单晶硅，厚度约 10 $\mu$ m，晶体缺陷密度也有所降低。硅的密度已经降低到了硅晶圆纯度的水平。

研究小组解释说，具有高结晶质量的单晶薄膜是通过区域加热重结晶法(ZHR 法)使硅片表面粗糙度达到 0.2 至 0.3nm 而获得的。“使用双层多孔硅层可以容易地剥离生长的薄膜，而且得到的基底可以被再利用或者用作薄膜生长的蒸发源，这大大减少了材料的损耗。”

据科学家介绍，这一实验过程同时还证明了在 0.1-0.2nm 范围内的硅片表面粗糙度对晶体缺陷密度的形成具有重要的影响。

刘鑫 国际能源网 2018-03-27

## 极低成本、电池效率超过 20%！新加坡太阳能研究所多晶硅片制绒技术新突破

位于新加坡国立大学(NUS)的新加坡太阳能研究所(SERIS)的研究人员宣布，他们开发出一种用于金刚线多晶硅片切割(mc-Si)后纳米级制绒的成本极低的技术。

新加坡太阳能研究所指出，由于现有蚀刻工艺价格昂贵并且会降低转换效率，广泛使用的金刚线多晶硅片切割受到限制。反应离子蚀刻(RIE)并非低成本工艺，而金属催化化学蚀刻(MCCE)技术会增加金属颗粒污染物。

新加坡太阳能研究所 DWS 硅片制绒技术的首席发明人黄颖(音译)博士表示，“我们的技术更简单、更便宜、没有使用金属，电池效率超过 20%。出于这些原因，我坚信我们的技术会成为多晶硅太阳能电池制造商使用的主流制绒技术。”

新加坡太阳能研究所湿化学技术使用专有化学物蚀刻多晶硅片表面，生成小于入射光波长的纳米级特性，这可以增强光捕获，具有实现多晶硅太阳能电池 20%转换效率的潜力。

新加坡太阳能研究所指出，这种电池转换效率比光伏领军制造商们目前批量生产的电池转换效率高出约 0.5%(绝对值)。

新加坡太阳能研究所公司多晶硅片太阳能电池组负责人 Joel Li 博士补充表示：“我们使用我们的技术解决了光伏行业面临的长期挑战，这种技术已被证明是 DWS 多晶硅片制绒工艺的有效低成本方法。光伏行业可以利用我们的技术实现从浆料切割到更便宜的 DWS 多晶硅片的转换，价格会降低 5-15%。对于一家吉瓦级别的工厂来说，这意味着每年可节约 1000 万美元成本。在光伏这一类对成本敏感的行业，这种成本节约的水平非常具有吸引力。”

新加坡太阳能研究所首席执行官 Armin Aberle 教授表示，“这种低成本制绒方法有促进光伏行业大幅降低成本的巨大潜力，已经获得了多家一级制造商的认可。新加坡太阳能研究所计划将这项技术授权给感兴趣的制造商并与他们密切合作，在这些公司的生产线上使用和升级制绒工艺。今年由于光伏行业经历了从浆料切割到 DWS 多晶硅片的重大转变，我们相信新加坡太阳能研究所开发的这项新技术会成为 DWS 多晶硅片的主流制绒技术。”

PV-Tech 2018-03-27

## 意大利 2018 年前两月太阳能安装量达 60MW

意大利可再生能源协会 AnieRinnovabili，在国家电网运营商 Terna 所提供数据的基础上，公布了今年前两月的新增光伏装置初步数字：比去年同期增长 17%，达 60.1 兆瓦。二月份的新增总量为 27.9 兆瓦，同比增加 8%。

低于 20kW 的住宅光伏系统占新增量的 60%，这其中 4.5-6kW 的装置为 11.9 兆瓦、3kW 及以下的装置 7.9 兆瓦、10-20kW 的装置 7.5 兆瓦、3-4.5kW 的 6.7 兆瓦、6-10kW 的 2.2 兆瓦。

工商光伏领域，新增量最大是 20-100kW 的光伏系统，为 10.9 兆瓦。1 兆瓦及以上的大型项目仅为 2.5 兆瓦。

这些数字证实，意大利太阳能市场的平均增长趋势在过去三年中基本未变，为每月 30 兆瓦左右。2018 年全年的新增总量预计在 300-360 兆瓦。市场仍将像以往一样由该国的所谓 SEU 框架，即自我消耗法规所推动。

最近该国公布了一些大型太阳能项目。而其首个“电网平价”企业 PPA 则是法国能源集团 Engie 在 2 月份公布的。

pv-magazine 2018-03-28

## 光伏企业借力“石墨烯+”降成本

在降低度电成本，实现光伏发电平价上网的总体目标下，应用新技术成为光伏企业提升其产品功效的一个有效手段。

石墨烯 12 栅常规、石墨烯 12 栅双玻组件、石墨烯 5 栅常规与双玻组件等系列“石墨烯+光伏”的产品 26 日在京亮相，更好的透光率、超强亲水性以及独特的自清洁能力等特点让该产品备受关注。

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心原主任李俊峰对此表示，以往光伏企业的技术研发多以提高效率，降低成本，为企业多收益为目标，但这些技术有时并不能为终端用户带来真正的收益。而石墨烯镀膜技术特有的自清洁能力可以让终端用户收获更多的发电量，减少组件清洗维护的成本，降低组件出现热斑问题的风险。

正信光电总裁王迎春指出，历经十余年发展，我国光伏产业已经在技术、规模、成本等多方面占据全球领先优势，而在产业加速转型升级的大趋势下，业内始终涌动着一场着力技术研发加速核心技术迭代的汹涌浪潮，以期尽快推进度电成本的下降。

中国科学技术大学吕鹏博士表示，石墨烯镀膜玻璃技术是正信光电与中科大合作开发的成果，后续双方还会在双面组件背面玻璃、正面玻璃双面镀膜以及高效电池等方面展开深化合作，并向业界推出更多的新产品。

据介绍，在传统单、双玻组件生产工艺基础上，此次亮相的石墨烯多主栅组件将现有多主栅电池技术、石墨烯应用技术还可与 PERC、N 型双面、黑硅电池工艺等现行前沿技术相融合，为产业加速实现降本增效再添助力。相较于常规组件产品，石墨烯高效组件输出功率可有效增加 0.5~1%左右。

中国新闻网 2018-03-27

## 10 亿千瓦 光伏定了个“小目标”

根据联合国可再生能源署发布的报告，近 7 年来光伏发电成本降幅达到 70%。伴随着技术的进步全球迎来了爆发式的增长，去年中国光伏也迎来了近十年最好的发展机遇，全国新增装机容量首次突破 50GW，提前完成了“十三五”规划目标，发展形势大好。畅想未来，光伏行业发展走势及发展瓶颈等话题，成为行业关注的热点。

中国能源报 | 1000GW，10 亿千瓦。这是在日前召开的中国（西安）光伏硬科技创新峰会上，与会嘉宾提出的全球光伏发电装机未来 5-7 年将达到的装机规模。

相比于当前仅为 2 亿多千瓦的规模，10 亿千瓦意味着近 5 倍的剧增。但在中国能源研究会可再生能源专业委员会主任委员李俊峰看来，这一规模还远远不够大，不仅无法满足全球的需求，甚至连中国的发展目标都达不到。

光伏行业发展后劲足

“大家可以看到，光伏行业的事情非常有趣，因为我们名义上是在谈论全球市场，但事实上是，全球市场主要就是中国市场，或者亚洲市场。亚洲国家的光伏装机规模在 2016 年占全球一半，现在的数字是 2/3，其中，50%都是在中国。我们可以很清楚地看到，太阳能发展的主力是中国。”欧洲光伏行业协会高级顾问 Michael Schemla 在会上说。

赛迪智库的数据显示，2017 年我国多晶硅产量 23.8 万吨，同比增长 22.6%，约占全球产量的 59%；硅片、电池片和组件产量分别为 85、71 和 66GW，分别占全球总产量的 85%、63%和 68%；产业链各环节均有 5 家以上企业生产规模位居全球前十。从电站装机容量看，去年我国光伏新增装机容量高达 5300 万千瓦，连续 5 年位居世界第一，并且在国内首次取代火电，成为年度新增装机规模最大的电源。截至去年底，我国累计装机超过 1.3 亿千瓦，提前完成了“十三五”规划目标。

国家电网公司调度控制中心副总工程师裴哲义在会上透露了更多积极的信息。据他介绍，分布

式光伏也将提前完成“十三五”规划目标：“截至去年 12 月底，我国分布式光伏新增装机 1944 万千瓦，同比增长 3.7 倍。若按此速度增长下去，2019 年光伏行业就可能完成‘十三五’规划的 6000 万千瓦分布式的目标。”

裴哲义还表示，“‘十三五’光伏发电仍将会快速发展，国际上也是如此。光伏行业发展后劲很足。”

成本下降支撑规模扩张

在隆基绿能科技股份有限公司总裁李振国看来，我国光伏行业得以快速发展，是因为光伏发电行业成本的不断降低。“这让光伏对传统能源的竞争力不断加强，因此光伏市场的发展从本世纪初 10 万千瓦的市场规模，在 2017 年达到了 1 亿千瓦。”

据李振国介绍，近年来，光伏产业技术不断进步，成本不断下降，效率不断提高。在过去十几年中，光伏发电系统造价从 10 美元/瓦降低到 1 美元/瓦，降幅达到 90%。其中，十年前每瓦单晶硅片市场售价 100 元，而最近已降至 4.55 元，不到十年前的 5%。度电成本则从 1 美元/度降至 0.1 美元/度以下，近年来在中东和南美甚至已经出现数个低于 3 美分/度的电站。

但国电投黄河上游水电董事长谢小平指出，我国光伏发展存在的主要问题还是成本问题：“到目前为止，光伏行业还需要补贴，而需要补贴的行业实际上是不可持续的。所以，光伏要尽早实现平价上网，这是行业健康发展的关键所在。”

李振国说，虽然目前我国光伏行业正在追求平价上网，但光伏成为全球最便宜的清洁能源已指日可待：“储能行业发展虽然没有光伏这么快，但如果展望未来十年，储能成本很可能降至当前的 1/3。所以，相信‘光伏+储能’的经济性在十年内一定会实现。”

10 亿千瓦够不够？

未来的光伏市场究竟会有多大？

“我们推测的结果是，在未来 5-7 年全球光伏装机将达到 1000GW。这一规模相当于中国目前所有火电装机的容量，以及世界火电装机的一半。考虑到光伏电站 20-30 年的生命周期，未来光伏市场将每年新增上千 GW，并成为一个可以持续发展的产业，前景极其广大。”李振国说。

Michael Schemla 也预计，未来五年市场将会持续增长。“在中国仅有 1% 的电来自太阳能，而在欧洲很多国家这一比例高达 5%—6%。所以中国光伏还有很大提升空间。”

对于李振国提出的 1000GW 发展目标，李俊峰则直截了当地评价：“这个规模太保守了，远远不够用。”他说，国家发改委和国家能源局在去年发布了《能源生产和消费革命战略（2016—2030）》，其中明确，到 2020 年非化石能源占比达到 15%，2030 年达到 20%，2050 年占比超过 50%。“当前核电发展碰到了前所未有的困难，水电、风电则已开发殆尽，不可能出现颠覆性的变化，全球各国都面临同样的问题。所以，光伏将被寄予厚望。”

李俊峰算了一笔账：我国到 2030 年的初步想法是人均消费 8000 度电，按 14 亿人计算，每年将消费 10.2 万亿度。而去年光伏发电量为 1100 亿度，相当于全国发电量的 1%。如果到时光伏发电量占比达到 10%，即 1.1 万亿度电。按目前的效率光伏至少需要装机达到 8 亿千瓦才能完成这一目标。所以，10 亿千瓦不应是全球的目标，甚至连中国的目标都达不到。如果光伏到 2030 年做到约 1.5 万亿度电，那么就需要 12 亿千瓦规模。

“因此，从规模角度讲，光伏任重道远。”李俊峰说，“目前离 2030 年还剩 12 年，要想达到 8 亿千瓦装机，此后至少每年新增装机 5000 万千瓦。所以，我们不应削减规模，而应适度增加。”

另外，李俊峰认为，光伏已经处于成本缓慢下降的阶段，其中，技术突破在推动成本下降方面的空间已十分有限。国外一批项目之所以能实现度电成本 3 美分，并非主要依靠硬件上的技术进步，而是得益于“软”的政策。“所以，‘硬’的技术要进步，‘软’的政策更要跟上。随着行业继续大规模发展，‘软’政策的作用将越来越明显。”

贾科华 中国能源报 2018-03-27

## 汉能“屋顶电站”为港口能源转型增加新选项

当清晨的第一抹阳光洒在客运楼的屋顶上，通过这片一万平方米的薄膜太阳能电池板，太阳能源源不断地转为电能，在完成直流电向交流电的转换后，清洁电能被用于客运楼的日常供电，部分实现上网销售。

在上海吴淞口国际邮轮港，去年年底建成的“屋顶电站”已经投用，每月贡献发电量 9 万多度。这座薄膜太阳能分布式发电系统的投用，为港口客运节约了大量能源，开启了吴淞口国际邮轮港的低碳时代。

据介绍，这座建于港口上下游两座客运楼之上的“屋顶电站”铺设的是汉能 Solibro 组件，不仅外形美观，性能卓越，安装便捷，且有卓越的自清洁功能，易于维护。“屋顶电站”预计年平均发电量为 110.24 万度。其中，大部分发电量供港口客运楼使用，余量部分可以传输至电网，由国网公司收购。

“这次我们一共给港口铺设了 7392 片 Solibro 芯片，仅仅在吴淞口国际邮轮港，年均可减少燃煤 396.88 吨，减排二氧化碳 174.63 吨，硫化物 9.53 吨，氮氧化物 103.19 吨。”据汉能该项目负责人介绍，虽然港口的“屋顶电站”刚刚运行，但汉能薄膜太阳能分布式电站具有良好的经济效益、社会效益和环境效益，“屋顶电站”未来可期。

此外，“屋顶电站”之占用港口客运楼原有的屋面，不额外占用土地资源，提高了港口现有建筑物的综合利用效率。安装在原有建筑屋面的薄膜太阳能组件，还会起到一定的隔热效果，有利于降低建筑物的能耗，同时，也极大提升了客运楼的外观形象。

依靠传统火力发电提供电能，需要消耗大量的煤炭、石油，并且造成大气污染。而吴淞口国际邮轮港的“屋顶电站”则是一种绿色能源，它不受资源分布地域的限制，建设周期短。也是近几年国家始终支持与推广的新能源。

在国内港口纷纷转型升级、探索可持续发展的背景下，上海吴淞口国际邮轮港也在全力打造绿色节能、科技创新型港口。受到国家政策支持的汉能“屋顶电站”，为港口的能源转型增加了新选项。

中国能源网 2018-03-23

## 世界最大集中式太阳能项目在迪拜破土动工

阿联酋副总统兼总理和迪拜酋长 Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum 殿下为迪拜太阳能园区 Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park 第 4 期工程奠基。这是基于独立发电商(IPP)模式的全球最大的集中式太阳能(CSP)投资项目，单站发电量将达到 700MW。它将拥有世界最高的 260 米太阳能塔，以及世界最大的热能储存能力。建成后将为 27 万住户提供清洁能源，每年可减少 140 万吨碳排放量。该项目将采用两种技术：一个 600MW 抛物面盆地综合体和一座超过 43 平方公里的 100MW 太阳能塔。该项目的投资额为 142 亿阿联酋迪拉姆，实现了每千瓦时 7.3 美分的最低平准化电力成本(LCOE)。

Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum 殿下表示，发展阿联酋的基础设施是国家领导层的头等大事，对提高该国的全球竞争力至关重要。

迪拜电力和水务局(DEWA)董事总经理兼首席执行官 Saeed Mohammed Al Tayer 阁下表示，该项目按照 Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum 殿下的指示，可加快清洁和可再生能源项目的步伐，有助于在不依赖石油的经济中确保子孙后代的美好未来和提升他们的生活质量。该项目也将帮助实现迪拜清洁能源战略 2050，为迪拜提供 75%的清洁能源总发电量。

ACWA Power 主席 Mohammad Abu Nayyan 表示：“我们对自己在太阳能园区二期项目实现全球最低价格中所发挥的作用感到自豪。现在我们正通过建造世界最高的太阳塔和提供最大的存储容量推动全球 CSP 项目的降价，而不仅仅是创造一个前所未有的世界纪录。”

上海电气电站集团总裁曹敏表示：“我谨代表上海电气对此项目的动工表示热烈的祝贺。由上海

电气作为 EPC 承包商实施的这个项目是迄今为止 DEWA 和 ACWA Power 共同开发的最大和最先进的 CSP 项目。”

美国商业资讯 2018-03-22

## 黑硅技术将成量产高效多晶电池标配

3月1日，工信部印发《光伏制造行业规范条件(2018年本)》，强调严格控制新上单纯扩大产能的光伏制造项目。在新建和改扩建企业及项目产品应满足的条件中，要求多晶硅电池和单晶硅电池的最低光电转换效率分别不低于19%和21%。

此前工信部发布的2017年我国光伏产业运行情况显示，P型单晶及多晶电池技术持续改进，常规产线平均转换效率分别达到20.5%和18.8%，采用钝化发射极背面接触技术(PEC)和黑硅技术的先进生产线则分别达到21.3%和19.2%。

可见，常规单晶叠加PEC技术，常规多晶叠加黑硅技术，即可满足2018年光伏制造行业规范的要求。因此，对于2018年的新建和改扩建项目而言，PEC与黑硅技术在单晶和多晶上将得到普遍采用。

### 黑硅技术助力多晶电池提效降本

对于多晶电池而言，黑硅技术并非是一项新技术。该技术主要是源于2017年金刚线切多晶硅片的普及从而得到推广。

金刚线切片技术在硅片端可显著降低成本，但金刚线切多晶硅片后，硅片表面损伤层减少，不利于使用传统酸腐蚀方案对硅片进行绒面制备，因此需解决多晶金刚线切割硅片的绒面制绒问题。

黑硅技术是解决该问题的主要路径。该技术解决了金刚线切多晶硅片的反射率过高问题，由于表面反射率的降低，硅片光吸收能力提升，还能附带一定电池效率的提升。因此，金刚线切多晶硅片搭配黑硅技术的工艺，既能降低硅片成本又能提升电池效率，是多晶电池继续进步的必由之路。这种降本增效的方案已被大多数多晶电池的制造厂商认可。

目前，黑硅技术的成熟技术路线主要有干法(RIE)黑硅和湿法(MCCE)黑硅两种。两种技术对硅片表面不良尤其是线痕都有很好的处理，且提效非常明显，干法黑硅可提升效率0.4%~0.7%，湿法黑硅有0.3%~0.5%的效率增益，但干法黑硅的投资成本相对湿法较高。两种技术路线对比如下表所示。

干法黑硅和湿法黑硅技术路线对比



技术类型	干法黑硅	湿法黑硅
制备方法	反应离子刻蚀 (RIE)	金属催化化学腐蚀 (MCCE)
效率提升	0.4%-0.7%	0.3%-0.5%
单片成本	0.30-0.40/pcs	0.15-0.20/pcs
优点	工艺稳定成熟 效率提升最高	成本增加较小 效率提升较高
缺点	设备投资高	环保问题 槽式技术，与现有链式技术兼容性差
使用厂商	晶澳，晶科，协鑫集成，京瓷	阿特斯，尚德，保利协鑫，比亚迪，苏美达
设备/材料厂商	比太，微导，IPS，Jusung	RENA，RCT，捷佳创，红太阳，纳鑫，时创

来源：《中国金刚线切割与黑硅技术年度报告2018》

从目前金刚线切多晶和湿法黑硅技术配套的情况来看，金刚线切多晶改造直接降本 0.5-0.8 元/片，阿特斯等企业的黑硅加工成本控制在 0.1 元/片，功率增益提升至 5 瓦。按照当前的组件价格计算，黑硅组件有 0.05 元/瓦的增益，而成本只上升了 0.02 元/瓦左右，叠加湿法黑硅技术以后收益大于增加的成本。黑硅技术还有一个优点，多晶黑硅叠加 PERC 技术后可得到额外收益，可以实现“1+1>2”的效果，协鑫集成量产黑硅 PERC 电池效率已经超过 21%。

黑硅技术对导电浆料提出更高要求

由于通过黑硅技术处理后的绒面较常规砂浆片更小更细，对于附着力小的浆料容易出现虚印、断栅等问题。因此，黑硅电池对导电浆料的拉力和金属化接触等方面提出了更高的要求。

不同类型的黑硅绒面结构的不同，正银浆料在不同黑硅绒面上的表现也不相同。干法黑硅和普通多晶相比，对浆料的要求区别不大。湿法黑硅相比正常多晶绒面，使用普通正银的主栅焊接拉力可能丢失大于 50%，更严重的情况下，细栅的附着力也会受到影响甚至脱落。因此，拉力高的浆料产品在湿法黑硅上具有明显的优势。

亚化咨询认为，2018 年光伏制造行业规范条件提高了新建和改扩建项目的技术准入门槛，愈趋激烈的光伏企业间的竞争将主要集中于技术与效率。在单晶市占不断提升的情况下，应用金刚线切多晶硅片搭配黑硅技术是提升多晶产品竞争力的必由之路。未来，黑硅技术有望成为高效多晶量产的主流工艺路线，将为适用于黑硅技术的导电浆料带来巨大的市场机遇。

无锡尚德自主研发的湿法黑硅电池已成功量产，在提升电池转换效率及组件功率方面均取得了突破性进展。目前，无锡尚德的黑硅产线正处于积极布局扩产中，预计到 2018 年第一季度，无锡尚德黑硅电池产能将达到 500MW。

亚化咨询 2018-03-22

## 董明珠：加快推进光伏直驱技术政策标准制定

今年的全国两会上，全国人大代表、格力电器董事长董明珠有一项关于光伏直流发电的建议。董明珠建议加快推进光伏直驱技术的相关政策、标准制定，推动分布式光伏发电自发自用在国内的发展。

分布式光伏发电，特指在用户场地附近建设，运行方式以用户侧自发自用、多余电量上网，且在配电系统平衡调节为特征的光伏发电设施。

为什么分布式光伏发电技术是中国需要重点发展的领域呢？

首先，分布式光伏发电遵循因地制宜、清洁高效、分散布局、就近利用的原则，充分利用当地太阳能资源，可替代和减少化石能源消费。在以清洁能源为代表的第四次科技革命中，光伏发电技术明显是重要的一环。由于历史原因，中国错失了第一、二次工业革命，致使一百年“落后就要挨打”的屈辱历史；而之后赶上了第三次工业革命的信息化浪潮，推动了今天国内诸多 IT、互联网、高科技企业的发展。而以清洁能源为代表的“第四次科技革命”，中国完全有理由成为“领头羊”。

其次，欧美各国已经在大力发展光伏技术。在美国，2016 年新增发电设备中太阳能首次超越了风能和天然气，成为新增发电设备中的最大贡献力量，高达 39%。欧盟则设定了 2030 年可再生能源占能源需求结构 27% 的目标，助力光伏发展。发展光伏技术，已成为全球各国的共识。

目前，国家对光伏直流发电颁布了一系列政策进行扶持。比如国家能源局的《太阳能发展“十三五”规划》，大力推动创新分布式光伏应用模式。有资料显示，中国市场 2017 年安装量 53GW，是全球最大的光伏装机市场，全球占比 52%。

但在第四次工业革命的背景下，光伏行业也存在一些问题。尤其是最近几年，我国分布式光伏发展缓慢，比例严重失调。国外分布式光伏所占比例中，德国约为 80%，美国和日本约为 50%。我国截至 2016 年底，光伏发电累计装机容量 7742 万千瓦，其中分布式累计装机容量 1032 万千瓦，占比仅为 13.3%。

要解决这样的问题，一方面，需要企业的自主创新、独立研发能力。另一方面，也需要政府进行政策等方面的扶持。其中政府作为国家宏观经济的把控者，其对于经济的调节，不应仅限于货币政策和财政政策等调控手段，也在于对具体行业的政策指引。

在中国，政府已经出台了一系列的政策鼓励光伏技术的发展，但在光伏直流发电自发自用方面的扶持政策、计量标准还是空白。而光伏直流发电自发自用具有电能利用率高、节能优势明显、设备投资少、投资回收期短的优势，逐渐成为光伏发电应用的一种新选择。

因此董明珠提出建议：一方面国家支持光伏直驱设备应用推广，制定直流电度电补贴政策及计量标准；另一方面，政府要营造公平公正市场环境，优先支持国产设备、原创技术的应用，财政投资项目应优先采购、使用光伏直驱技术及产品，支持新能源技术应用和发展。

目前，世界各国都相当重视第四次工业革命的进程，比如德国专门提出了“工业 4.0”项目。中国的企业也应当牢记历史发展的教训，跟上能源革命的步伐，也希望政府出台相应的扶持政策，助力中国企业平稳向前发展，既然赶上了能源革命这班车，就不能落后于人。

新华网 2018-03-21

## 天合光能智能光伏解决方案首次亮相

中国能源报 | 3月21日，天合光能股份有限公司在全球总部常州举行全球发布会，介绍“TrinaPro 天合智能优配”智能光伏解决。

“天合智能优配”是天合光能针对大型电站开发的智能光伏解决方案。天合光能与华为技术有限公司，专业的逆变器制造商阳光电源股份有限公司，以及西班牙跟踪支架公司 Nclave 经过长期的探讨和磨合，首次向市场推出双面光伏组件搭配跟踪支架或业内优质漂浮系统以及逆变器的整体解决方案，为客户提供更高价值的产品组合。该产品具有设备优选、系统优配和智能互联三大特点。

“天合智能优配”提供地面跟踪系统解决方案和水面漂浮解决方案两种场景模式。地面跟踪系统解决方案优选欧洲高品质跟踪支架，可提升 10%-30%的发电量，安装简便，运作灵活；水面漂浮解决方案则适用于采煤沉降区、湖泊、水库、海滩等多种水域条件。

“天合智能优配”集成各类软件算法提高系统发电量和稳定性，减少 BOS 物料消耗，有效降低了度电成本。产品还能通过设备端边缘计算、数字化运维管理，以及云平台的智慧互联，深度挖掘、分析和处理庞杂的运维数据，优化运行模式，保障系统平稳高效。

发布会上，天合光能董事长兼首席执行官高纪凡表示：“虽然太阳能光伏在能源行业是新的、年轻的参与者，但我们将是未来能源行业发展最大的推动力之一。”在产品介绍环节，天合光能副总裁、全球销售总裁、海外商用&家用解决方案总裁印荣方说到，“提高发电量、降低系统成本、引入数字化运维这三个方面，从传统的角度大家都在做，而我们则考虑如何将这三方面有效结合，通过优化整合来提高我们客户的投资收益和回报率。”

新能源 中国能源报 2018-03-21

## 库布其光伏成为空气污染解决方案

全世界都在关注发展中国家的空气污染问题，中国作为最大的发展中国家，在发展清洁能源方面走在了前列。在中国第七大沙漠库布其，亿利资源集团建成了中国最大的沙漠太阳能电站，受到国际社会广泛关注。

《彭博市场》在日前一篇报道中提出，清洁能源正在成为中国解决空气污染的有效办法之一。以库布其规划的 1000MWp 光伏(已建成 310MWp)为例，每年可节约标准煤约 44 万吨，降低排放 CO<sub>2</sub> 约 116 万吨、SO<sub>2</sub> 约 4 万吨、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)约 2 万吨、粉尘约 35 万吨。

根据布隆伯格新能源金融公司(BNEF)的数据，到 2020 年，这一目标将使中国的太阳能发电量达

到约 290GW，几乎与 2016 年末的全球总和一样多。这种规模应该有助于推动太阳能发电成本接近煤炭发电的成本。BNEF 预测，到 2021 年，在中国日照最充足的地区，大型电站规模的太阳能发电的平准化电力成本将低于新建煤电厂的成本。

库布其沙漠太阳能资源十分丰富，年日照时数 3180 小时以上，已建成生态太阳能 310MW<sub>p</sub>，治沙面积约 2 万亩，已于 2016 年 6 月 16 日并网发电。项目采用“板上发电、板下种草、板间养殖”立体化的新型产业模式，项目整体建成后，社会效益、生态效益、民生效益、经济效益十分显著。

依靠库布其光伏的成功经验，这种模式已经走出去，亿利资源集团在张家口区域建成并网发电共计 292.4MW<sub>p</sub> 光伏项目，其中张家口京张迎宾廊道 240MW 生态光伏，每年可向国家电网提供 3.5 亿千瓦时的绿色电能。与相同发电量的火电项目比较，每年可节约标煤 11 万吨，减少二氧化碳排量 30 万吨。

库布其光伏的并网，不仅每年可实现销售收入 4.5 亿元，节能减排、降尘消霾、治沙改土，使生态清洁能源的发展更加可持续，而且通过土地租用、建设安装、运营维护(清洁光伏组件、板下种植养殖)等方式，带动周边农牧民增收，使生态光伏扶贫落到实处。

北京的 BNEF 分析师 Yvonne Liu 表示，内蒙古计划在 2017 年到 2020 年新建 4GW 的光伏电站，采用新型地面式太阳能电池板。库布其光伏将在“一带一路”沿线发挥更多的作用，为人类解决荒漠化问题，为改善能源结构，为地球的空气更加清洁，为人类命运共同体的建设提供中国的解决方案。

中国经济网 2018-03-23

## 江苏提前完成光伏并网装机“十三五”规划目标 并网容量已达 1009 万千瓦

根据《江苏省可再生能源发展“十三五”规划》提出的发展目标，到 2020 年，全省光伏并网规模将确保达到 800 万千瓦，力争达到 1000 万千瓦。截至 2018 年 1 月底，全省光伏发电并网容量已达 1009 万千瓦，提前完成了 1000 万千瓦的力争目标，并 100%实现了本地消纳。

2015 年底，全省光伏发电并网装机规模仅为 422 万千瓦，且一直面临着可再生能源基金补贴难以持续、技术创新能力有所欠缺、电网调峰难度加大等诸多问题，发展后劲和发展潜力不足。在这种情况下，能提前两年多实现规划提出的翻番目标，主要得益于以下三个方面的工作推动：

一是推动政策落地，快速推进分布式光伏发展。国务院《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》印发后，我省通过报刊媒体和门户网站面向社会公众进行认真解读、宣传，并相继颁布了《江苏省促进光伏产业健康发展实施办法》和《江苏省发展改革委关于推进分布式光伏发电健康发展的意见》等一系列政策，着重强调政策落地的可操作性，要求各设区市加速核准服务、加大监管力度，确保分布式光伏管理责权结合。截至 2018 年 1 月底，全省分布式光伏并网容量 421 万千瓦，规模居全国前列。2017 年 12 月，徐工集团 18.5 兆瓦分布式光伏发电项目正式并网。通过合同能源管理，徐工集团未来 25 年中，每年可以以优惠电价使用“屋顶绿色电源”约 2000 多万千瓦时。江苏品和新能源在连云港徐圩新区投资建设 16.37 兆瓦分布式发电项目，采用“全额上网”模式，一年可上网绿色电力能源约 1800 万千瓦时。

二是积极向上争取，稳步推进集中式光伏电站建设。在不影响生态功能，不改变用地性质，不影响生产功效的基础上，积极推动各地方县市因地制宜利用沿海滩涂、鱼塘水面、煤矿塌陷地、沿海风电场等空间资源，建设风光互补、渔光互补以及与农业设施相结合等不同方式和形态的集中式光伏电站。积极争取国家能源局光伏电站规模指标，在 2014 年我省仅获得 20 万千瓦地面光伏电站规模指标的基础上，2015 年增加到 100 万千瓦，当年年底又争取到 20 万千瓦指标，并在 2016 年、2017 年维持了上述规模。推动宝应、泗洪成功入选国家光伏发电应用领跑基地，各获得 50 万千瓦地面光伏电站规模指标，同时指导地方政府落实土地使用、电网接入、电力消纳、服务保障机制等支撑性条件。

三是贯彻中央精神，进行光伏扶贫实践。针对重点扶贫开发县，探索光伏扶贫开发模式，鼓励

开发企业与当地经济薄弱村签订用工合同、租地合同、经营收益分成合同，取得了良好成效。如，徐州市睢宁县官杨村在 2017 年通过将村级光伏电站和农业大棚相结合，为当地创收 132 万元，用实际行动体现了“店小二”的服务精神。

下一步，我省将继续坚持分布式和集中式光伏发电并举，突出发展分布式，注重因地制宜、统筹发展，稳步推进光伏发电向多元化、广范围、高效率应用转变。加快调整优化能源结构，转变能源发展方式，切实以高质量发展的实际成效把“强富美高”新江苏不断推向前进。

江苏发改委 2018-03-28

## 每年将有 3.5 亿度电从敦煌大漠发出

位于我国西部腾格里沙漠边缘的甘肃敦煌，全年日照达 3000 多小时。如果往沙漠里插上上万亩定日镜，环绕着 260 米的集热装置，随着太阳的移位，保持最佳反射角度，聚光、吸热、储热、换热……聚集的阳光可以形成超过 1000°C 高温，集热器将热量传递到塔下的熔盐中，用水冷却熔盐的过程中产生大量蒸汽，推动汽轮机产生电力。

这一庞大的计划将在几个月后成为现实。记者 29 日从中国航天科技集团六院了解到，该院所属中国长江动力集团有限公司(以下简称长动集团)研制生产的 100 兆瓦高性能汽轮发电机组的主机设备，近日正陆续运达敦煌，正在加紧安装调试，全套设备将于 5 月底之前交付。这是亚洲在建最大太阳能光热发电项目，计划于今年 8 月投入运行、并网发电，建成后年发电量将达 3.5 亿千瓦时。

据了解，目前世界主流光热发电技术分为塔式、槽式、线性菲涅尔 3 种。塔式熔盐太阳能光热发电技术是目前世界上公认的热转换效率最高且最有商业前景的太阳能综合利用技术，利用白天储存的热量发电，汽轮发电机组是核心设备。

创建于 1958 年，前身为武汉汽轮发电机厂的长动集团，曾研制出全国第一台全贯流式水轮机。60 年来，其已设计制造汽轮发电机组 2600 多台套、水轮发电机组 600 多台套。该集团节能动力事业部总经理胡哺松介绍说，长动集团的发电机组日转化效率处于世界领先水平，汽轮机和发电机组的整体集成技术实现了自主研发。

胡哺松表示，凭借中国航天的强大品牌优势，通过全球招标，长动集团成功中标国家示范项目、敦煌 100 兆瓦塔式熔盐光热电站。这也是我国首批 20 个太阳能光热发电示范项目中单机装机容量最大的项目。

据了解，建造装置收集自然的能量，是当下寻求清洁能源的最佳途径，而且已被证明可行。此前，敦煌 10 兆瓦光热电站已并网发电，每年可为 3 万户家庭提供 100% 的清洁电力。此次的 100 兆瓦项目，将成为敦煌新地标。

目前世界上装机容量最大的塔式熔盐光热发电项目位于美国，总装机容量为 110 兆瓦。

付毅飞 科技日报 2018-03-30

## 亚洲最大太阳能项目 8 月底发电

3 月 18 日，由中国航天科技集团有限公司六院所属中国长江动力集团有限公司研制生产的 100 兆瓦高性能汽轮发电机组的主机设备运达甘肃省敦煌市，全套设备将于 5 月底前交付。

再过 5 个月，也就是到 8 月底，这组设备服务的亚洲在建最大太阳能光热发电项目就将投入运行、并网发电，发电量可达 3.5 亿千瓦时。

项目位于敦煌附近的腾格里沙漠边缘，全年日照达 3000 多小时，当地安装了上万亩定日镜，环绕着 260 米的集热装置，聚集阳光后温度可超过 1000°C，而集热器将热量传递到塔下的熔盐中，用水冷却熔盐的过程中产生大量蒸汽，推动汽轮机产生电力。

目前世界上装机容量最大的塔式熔盐光热发电项目位于美国，总装机容量为 110 兆瓦，我们只

差一点点。

此前，敦煌 10 兆瓦光热电站已并网发电，每年可为 3 万户家庭提供清洁电力。

SHDH II 光热电站

据了解，目前世界主流光热发电技术分为塔式、槽式、线性菲涅尔三种。

其中，塔式熔盐太阳能光热发电技术是目前世界上公认的热转换效率最高，二期阿尔最有商业前景的太阳能综合利用技术，利用白天储存的热量发电，汽轮发电机组是核心设备。

长动集团创建于 1958 年，曾研制出全国第一台全贯流式水轮机，60 年来已设计制造汽轮发电机组 2600 多台套、水轮发电机组 600 多台套。

快科技 2018-03-27

## 光伏成德国最经济电力 度电成本 0.29 元

德国应用科学研究机构 Fraunhofer ISE 近日报告指出，目前德国太阳能每度电均化成本 (levelized cost of energy, LCOE) 为 0.0371~0.1154 欧元/kWh，最低只约人民币 0.29 元，为所有能源中最划算电力。

每度电均化成本为电厂任期内的总成本比例，将初始投资、维修费用、燃料与碳价加总，最后再除以任期内总发电总量，可针对不同技术与规模电厂进行比较。

项目负责人 Christoph Kost 在研究报告中指出，再生能源电力生产成本正在不断下降，价格不再是无碳电厂的障碍，其中日照充沛的南德太阳能与位于强风区的风力发电电价已经比燃煤发电厂便宜，而绿能趋势也将在 2035 年前明显成长。

研究指出，整体来说，太阳能是德国所有发电厂中最具成本效益电力，根据电厂类型和太阳能总体辐射(global radiation)分析，德国太阳能目前每度电均化成本为 0.0371~0.1154 欧元/kWh，而设备成本在 600~1,400 欧元/kWh 之间。

而陆上风力发电每度电均化成本位居第二名，为 0.0399~0.0823 欧元/kWh，离岸风电则是 0.0749~0.1379 欧元/kWh。科学家还认为这并非风价最低点，离岸风电电价未来也有可能再下降，预计到 2035 年，风能每度电均化成本将能与如今太阳能相比拟，达到 0.0349~0.1007 欧元/kWh。

目前德国纯燃气发电厂价位仍高，每度电均化成本为 0.1103~0.2194 欧元/kWh 之间，而褐煤燃料(Lignite-fired)发电厂则是 0.0459~0.079 欧元/kWh，大型燃煤发电厂介于 0.0627~0.0986 欧元/kWh，燃气蒸汽综合发电厂为 0.0778~0.0996 欧元/kWh。

报告预估，太阳能和风能发展将再进一步降低成本。预估 2030 年起，屋顶太阳能将会低于 0.047 欧元/kWh，大型电厂则不到 0.0241 欧元，到了 2035 年，安装成本更是降到 350~815 欧元/kWh。

未来太阳能系统寿命也会越来越长，如今已有许多太阳能板性能保固超过 25 年，如再将面板寿命从 25 年延长到 30 年，太阳能每度电均化成本将再降低 8.5%。

中国电力新闻网 2018-03-28

## 全球最大太阳能发电项目将启动

沙特阿拉伯主权财富基金和日本软银集团宣布计划，启动全球最大太阳能发电项目。

软银首席执行官孙正义说，“愿景基金”将为这一项目出资 10 亿美元。

“愿景基金”由软银和沙特主权财富基金共同成立，管理规模有望达到 1000 亿美元。其中，沙特主权财富基金承诺为“愿景基金”注资多达 450 亿美元。

孙正义曾说，“愿景基金”将在今后 10 年间成为“技术行业最大投资者”。

孙正义说，沙特新太阳能项目的规模预计将达到 2000 亿美元，到 2030 年将实现大约 200 吉瓦的发电目标。

孙正义 27 日在美国纽约举行的新闻发布会上说：“这是迄今最大的太阳能项目。”

孙正义说，首期项目将在今年启动，耗资大约 50 亿美元。所需大多数资金将通过借债筹措。

沙特具有日照时间长、沙漠面积广等特点，一直有潜力成为太阳能发电大国。然而，受高成本和物流不便等因素掣肘，沙特的太阳能发电计划一直未能大规模落地。

孙正义说，新太阳能项目将使太阳能发电设备设立在沙特不同地点。沙特计划建造可以储存太阳能的电池系统。电池系统可在需要时输送电力。

太阳能发电设备先期将进口，直至沙特能够尽快造出自己的太阳能发电设备。

孙正义未给出具体细节，说明沙特和软银如何给这一项目融资。但他说，发电产生的收益可以为项目的后续阶段提供资金。

孙正义说：“项目可以为自己的发展提供资金。新投资来自早期项目产生的利润。我们不需要在 1 天时间内确保总额 2000 亿美元的资金。要一步一步来。”

沙特电力供应主要依赖石油和天然气。去年 1 月，沙特首座风力发电站竣工。这一项目由沙特阿美公司与美国通用电气公司合作。

沙特阿美在一份声明中介绍，该风力发电站每年可“取代 1.9 万桶原油”。(新华社专特稿)

卜晓明 新华社 2018-03-29

## 风能

### 规模小、效益低、审批繁复、技术要求高，分散式风电困局该如何破？

2017 年，国内新增风电吊装容量 1958 万千瓦，新增风电并网装机仅 1503 万千瓦，双双较前几年有所下滑。在产业发展的“十字路口”，分散式风电被认为是撬动产业下一轮爆发的“蓝海”。

“当一万收益的项目和十万收益的项目审批程序一样，大家肯定愿意做十万收益的项目，风电开发也是如此。因此，分散式风电除了技术创新外，模式创新也很重要，需要一个平台把投资、建设、收益集中起来，形成规模效应。”有业内专家表示。

无论从资源条件、市场环境还是政策引导来看，分散式风电都是大势所趋，但要大规模发展，仍要破解诸多瓶颈。

#### 分散式风电迎重启契机

“我国分散式风电并网量只占全国风电并网总量的 1% 左右，远远低于欧洲，其发展水平也总体滞后于我国分布式光伏。”北京洁源新能源投资有限公司总经理鱼江涛曾对记者表示。

发展滞后的分散式风电起步并不晚。早在 2009 年，我国就提出了分散式风电概念。2010 年开始着手进行相关研究。2011 年 7 月，国家能源局发布了《关于印发分散式接入风电项目开发建设指导意见的通知》，分散式风电市场正式启动。当时，批复的 18 个示范项目只有 15 个最终建成。而这些建成的示范项目并没有如预料般带动整个分散式风电的兴起。在“三北”大型风电基地建设如火如荼之际，规模小、收益低的分散式风电并不受开发企业和地方政府所青睐。

然而，伴随“三北”地区严重的弃风限电出现，主管部门红色预警限制投资政策的出台，风电投资从盛行集中式开发的“三北”地区向中东部和南方地区转移，风电产业发展模式呈转型之势。

分散式风电采用“就地平衡，就地消纳”原则，将产生的电力就近接入电网，就地消纳。华能新能源股份有限公司总经理助理张晓朝认为，在当前环境下，发展分散式风电具有重要意义。一是有助于解决风电介入对大电网的安全问题；二是分散式风电都位于负荷中心附近，利于消纳，避免了“弃风”问题；三是解决了远距离输送带来的能源损耗问题。

位于陕西省定边县的狼尔沟风电场一期工程是国内第一个真正意义上的分散式风电项目。狼尔沟一期项目完成后，陆续开发完成了狼尔沟分散式二期、红柳沟、白湾子、郝滩、周台子 5 个分散

式项目，在定边县形成了 5.85 万千瓦分散式风电项目群。

作为狼尔沟分散式风电项目的设计方，中国电建西北院风电设计院院长吉超盈介绍说：“狼尔沟一期风电场接入点的电压在风场接入前长期维持在 8.5—9.3 千伏之间，电能质量较差。风场接入后，系统电压稳定在 10.2—10.5 千伏之间，有效改善了当地配电网的电能质量。”

在产业转型的背景下，2017 年 5 月，国家能源局发布《关于加快推进分散式接入风电项目建设有关要求的通知》，要求各省级能源主管部门制定分散式风电发展方案，明确分散式风电项目不受年度指导规模限制。其具体实施细节也在紧锣密鼓制定中。沉寂多年后，分散式风电或迎来重启契机。

不能照搬集中式风电开发模式

在业内看来，分散式风电迟迟发展不起来，主要受制于两方面因素：

① 我国风电开发起步于“三北”地区，大型风电开发企业习惯于通过大规模投资进行集中式开发，单个分散式风电项目的规模小，投资成效相对较低，企业的积极性不高；

② 分散式风电项目还在沿用集中式开发的审批要求和流程，导致效率低下，增加了前期成本。

此外，各省区分散式风电规划编制和电力消纳研究滞后，政府的引导不够，也使得蹒跚前行的分散式风电缺少有力支撑。

那么，规模相对较小的分散式风电开发如何才能吸引投资者？

“一方面，要政策松绑，审批流程要简便，像分布式光伏一样为分散式风电提供更宽松的政策配套。目前，在部分地区，分散式风电项目仍需要交纳政府基金及相关附加税，而分布式光伏项目并无此税项。”一位国有风电开发企业相关负责人表示，“另一方面，要解决分散式风电规模效益问题。”

而要实现分散式风电的规模化效益，就必须坚持“集中规划，批量核准，与地方经济发展相结合”的思路和原则。鉴于分散式风电项目布局分散、单体规模小，必须集中规划，才能实现经济、高效管理，并确保项目开发的有序。“同时，可以借鉴国外社区风电发展的经验，通过土地入股、PPP 模式等方式增加地方的参与度，将分散式风电项目开发与各地旅游开发、特色小镇建设、民生改善工程等相结合，使当地社区和居民切实从中受益，促进地方经济和社会发展。”一位风电整机商相关负责人建议。

业内比较一致的认识是：分散式风电项目个性化强，不仅受制于风资源，而且受制于当地电网条件，宜采取“先规划，后开发”，“先找网，后找风”的发展模式，在一定范围区域内进行统一开发建设。比如，以县域为单位将项目进行打包核准，从而简化前期手续，避免增加不必要的成本。鼓励开发企业将位于同一县域内的多个电网接入点的风电机组打捆成一个项目统一开展前期工作，办理相关支持性文件，进行项目核准和开发建设。

华电福新能源股份有限公司副总工程师张文忠认为，建设分散式风电，对于政府和行业的依赖度更高。“过去做大型集中风电项目，开发商可以调动自己的资源去修路，但如果是分散式风电，每一处都要开发商投入去修路，投入产出比会严重失衡，因此，政府必须提供更多的公共服务。”

推动分散式风电持续健康发展，需要从简化审批流程、加强规划管理、加强并网管理等方面协同推进。目前，虽然主管部门出台了鼓励政策，但如何在机制上激励、让方方面面积极因素参与到分散式风电的热潮中，显然，还有一段长路要走。

对技术解决方案提出高要求

除了政策配套、规模效益等方面的制约外，在技术层面，分散式风电同样面临着一系列挑战。

有观点认为，分散式风电项目呈现多样化，对机组的适应性提出了个性化要求，尤其体现在定制化风机和小型风电标准方面。

“比如，分散式项目接入的配电网网架结构相对薄弱，电压等级低，电网阻性较强，风电及电网负荷波动对电压影响很大，常规风机会因电压问题被迫限电；受制于电网环境和电能质量，风机要经受住电压三相不平衡等电能质量问题的考验；接入配电网要求风机具有更高的电压运行范围和频率运行范围，及更高的电网适应性；配电网故障较多，风机需要具有很强的故障穿越能力。”一位风电整机商技术负责人告诉记者。

据介绍,在华能红柳沟分散式风电项目中,采用常规风机,设计容量为 9.9MW 的风场仅发 2MW 有功功率,风场电压即超标,致使风场不得已限功率至 20%。这表明,适用于集中式风电的风机设备和解决方案并不能照搬到分散式项目中。

分散式风电对风机设备提出了更高的要求。分散式风电市场也成为整机制造企业技术能力和解决方案的试金石。

据吉超盈介绍,目前,远景能源已探索出分布式风电接入配电网的技术方案,并将分布式技术成功应用于华能陕西定边红柳沟分散式风电场。针对配电网与风机之间的互动特性,远景能源通过软件和硬件协同创新,实现了分散式风电项目的安全稳定和最大功率输出。运用先进的智慧风场能量管理系统 EMS、智能风机控制软件,在不增加任何风场及风机硬件投入的前提下,大幅提高了风机的配电网及弱电网适应能力。

“由远景 2MW 级智能风机平台上衍生出来的出口电压为中压区间的机型,采用了以双馈发电机定子中压技术为核心的创新技术方案,由于机组输出电压为 10kV,因此在分散式风电系统中可直接并入当地配电网,不再需要全功率变压器。”远景能源一位负责技术的相关人士透露。

然而,如何最大程度挖掘分散式项目的经济价值,提升开发企业的投资回报率,仍考验着整个产业链的创新能力。

中国农机工业协会风能设备分会理事长杨校生表示,为适应分散式风电市场需求,从技术角度看,需要从风资源的精准测量、风场设计、设备定制化、人才培养等方面进行全方位创新。

张子瑞 中国能源网 2018-03-29

## 氢能、燃料电池

### 氢阳能源携手中国五环开发氢能技术

3月28日,武汉氢阳能源有限公司(简称“氢阳能源”)与中国五环工程有限公司(简称“中国五环”)在中国五环本部举行了《氢能领域技术开发合作协议》签约仪式。氢阳能源董事长程寒松、中国五环董事长程腊春、以及双方项目主要负责人参加了此次签约仪式,金凰集团有限公司副总裁夏智勇和临空港经济技术开发区高新办副主任周波一起共同见证了此次签约。此次合作协议的签约标志着双方建立起了长期稳固的战略合作伙伴关系,为氢阳能源的全国性战略布局奠定了良好的基础,同时标志着中国五环在新能源领域又迈出了坚实的一步。

签约仪式上,氢阳能源董事长程寒松和中国五环董事长程腊春分别进行了致辞,双方领导一致表达建立双方长久合作的良好愿望和坚定信心,也共同表示双方将紧密合作,共同开拓中国乃至全球的氢能市场。在今后的合作中,双方将就氢油装备的工业化进行深入研究、开发与制造,实现氢气在氢油中的常温、常压、高密度、低成本和大规模的储运目标,打破氢气大规模安全稳定运输的技术瓶颈。

通过此次战略合作协议签约,双方负责人对两家企业的合作前景给予厚望,并表示今后双方将进行长期、深度、全面的合作,并将彼此视为重要的战略合作伙伴,充分发挥优势互补,以互信为基础,以发展为目标,共同进行市场开拓,加强氢能技术的创新应用,使氢能源的应用更加广泛,共同促进能源技术的伟大变革。

中国氢能产业技术创新与应用联盟秘书处出席了此次签约仪式。中国五环董事长程腊春明确表示支持联盟理事长程寒松博士引领的氢能产业技术创新工作,并将协助联盟秘书处共同推进液体有机储氢技术相关工业标准的确立。

中国能源报 2018-03-29

## 核能

### 俄罗斯首座浮动核电站计划在 2018 年 5 月装料

2018 年 3 月 7 日报道称，俄罗斯首座浮动核电站“罗蒙诺索夫院士”号将于 2018 年 4 月 20 日至 5 月 1 日期间离开圣彼得堡的波罗的海造船厂，前往摩尔曼斯克装载核燃料，并进行复杂的系泊测试。

作为浮动核电站的一部分而设计的 20870 动力装置，配备有 KLT-40S 反应堆装置，能够在标称运行模式下产生高达 70MW 的电力和 50Gcal/h 的热能。浮动核电站计划在遥远的北部和远东地区运行，为大型工业企业、港口城市以及海上天然气和石油平台提供电力和热能。

核能公司 Rosenergoatom 的负责人 Petrov 说，该浮动核电站将于 2019 年 9 月开始试生产，并将在 2019 年的早些时候完全准备好正式投产。

中国核科技经济与信息研究院 2018-03-19