

# 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  
第十七期 2018年9月

## 目 录

总论 .....	1
中国能源供应形势及潜在风险分析 .....	1
贺克斌院士：大气污染已把我们逼到必须动能源结构这一步 .....	8
澳大利亚或将放弃 2030 减排目标 .....	9
热能、动力工程 .....	10
倪维斗院士：清洁取暖离不开清洁煤这个“主力军” .....	10
储能常见运用场景及收益模式浅析 .....	10
储能距离真正商业化还有多远 .....	13
内蒙古新丰热电公司 AGC 储能调频项目顺利运行 .....	14
全球最大电池储能系统项目安装记录被不断刷新 .....	15
别样“峰谷电价”制度促加拿大安大略省用户侧储能爆发 .....	16
到 2025 年国内熔盐需求达 1000 万吨 熔盐储能前景广阔 .....	18
北京能源与环境学会清洁燃煤专委会主任孙宝玉：清洁煤取暖也是清洁取暖 .....	19
北欧清洁取暖有何妙招？听听丹麦和瑞典的经验 .....	19
区块链能否助燃我国碳市场 .....	20
半小时供给 24WMh 电力！欧洲投运最大单体储能项目成功接受英国国家电网调 .....	22
口岸船舶首制 17500 吨化学品船完工 全球首例应用大功率锂离子电池储能系统 .....	22
可燃冰产业化加速 2030 年左右有望实现商业化开采 .....	23
实质性倒退！特朗普拟松绑火力发电厂排放限制 .....	24
废锂电池资源化技术及污染控制 .....	24
我国大中型间冷燃气轮机关键技术研究取得进展 .....	26
新型二维柔性电极材料研制成功 .....	27
新型固态电池充满电仅需 1 小时 .....	28
新锂—氧电池或可释放全部储能 .....	28
模拟抽水蓄能 混凝土块如此储能 .....	29
清华大学付林：“2+26”城市清洁供热实现近零排放的构想 .....	31
江亿院士：一份电相当四份热，如不科学使用就是极大浪费 .....	32
煤直接液化技术发展三问 .....	33
罗罗推出船舶锂离子储能系统 .....	34
地热能 .....	35
我国地热能产业驶入高质量发展快车道 .....	35
生物质能、环保工程 .....	37
中国企业为埃塞俄比亚建首座垃圾发电厂完工 .....	37
到 2024 年 欧洲沼气市场的年装机量将超过 14,000 兆瓦 .....	37
印度成功完成首次使用生物燃料试飞 .....	38
新型纸基生物电池由细菌供电 .....	38

生物质能源产业的比较优势 .....	39
红藻中发现可增加生物燃料产量的酶 .....	41
生物柴油发展须机制创新“给力” .....	41
太阳能 .....	43
2020 年 80% 分布式光伏可实现平价上网 集中式光伏发电恐难实现 .....	43
世界最大塔式光热电站成功并网 .....	45
为印刷薄膜光伏技术注入“强动能” .....	45
光伏群英汇浅析我国东北三省光伏行业发展潜力 .....	46
塔式太阳能光热发电站设计标准发布 .....	48
市场重新打开 欧洲七国最新光伏产业状况 .....	49
全国最大污水厂光伏发电项目在安徽合肥并网 年提供约 1200 万度电能 .....	51
我国光伏行业发展脉络 .....	51
新型太阳能电动汽车：边行驶边充电 苔藓可当空调 .....	54
最高效的太阳能发电制氢 .....	55
杜祥琬院士：我国屋顶分布式光伏理论容量超 300GW 满足要求的不足 30% .....	56
第二架太阳能电动飞机首次试飞 .....	58
济南将建第二条光伏路面 首条光伏路部分拆除将重装 .....	59
英科学家打造智能水泥 建筑物变成巨型太阳能电池 .....	60
美国一年到底从中国买了多少光伏组件？ .....	61
海洋能、水能 .....	62
我国 LHD 海洋潮流能发电 并网运行时间打破世界纪录 .....	62
风能 .....	63
2017 年全球风电产业运行态势及我国风电装机统计分析【图】 .....	63
中国在智利投资建设的首个风电场投入使用 .....	66
海上风电储能方法探究 .....	66
国家能源局：将推动风电与取暖用户直接交易 .....	67
有望超出市场预期！全国各地来看 2018 海上风电表现强劲 .....	67
浙江首个低风速风力发电项目累计发电近 1.5 亿度 .....	69
氢能、燃料电池 .....	69
世界上最大副产氢能发电厂在韩国开建 .....	69
Nuvera 燃料电池发动机进入中国市场 .....	69
英国大学研发新型电动汽车电池 加水即充电 .....	70
核能 .....	70
核电成本高？其实主要是说美国欧洲 亚洲只是其三分之一 .....	70

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

## 中国能源供应形势及潜在风险分析

摘要：2017 年底出现的天然气供应紧张局面让本已淡出人们视野的“能源安全”问题再次引发热议。本文重点梳理了近年来我国在能源资源保障、国内能源生产能力、能源运输能力、能源进口能力等方面的发展状况，提出当前我国面临的能源供应风险主要集中在国内，能源转型背景下不同品种能源的结构性、局部性不均衡问题将日益凸显。未来我国应全面整合数据资源，尽快开发出符合我国国情的能源预测预警模型，完善能源应急管理体系，在稳步推进能源结构转型和国内能源体制机制改革的同时，加强应对及保障海外能源供应安全的能力体系建设。

### 1 我国能源供应安全总体状况

目前，我国能源供给总体安全，能源自给率仍然保持在较高水平，但受能源转型、去产能以及下游需求复苏的影响，煤炭、天然气行业出现区域性、结构性的短缺，特别是天然气短缺问题将会成为未来影响我国能源供应安全的突出问题。

#### 1.1 化石能源潜在自给能力相对较弱，可再生能源开发潜力相对较大

传统化石能源储量有限是影响我国能源安全的一个主要因素。根据 BP 的统计数据，截止到 2017 年底，我国煤炭的储采比仅为 39，低于世界平均水平的 134、印度的 136、美国的 357 和俄罗斯的 391。而受石油产量下降的影响，2017 年我国石油储采比虽然增加至 18.3，但仍远低于世界平均水平 50.4。天然气储采比增加至 36.7，高于美国的 10.9，约为世界平均水平的 70%，见表 1。

表 1 2017 年中国和世界主要国家能源资源储采比

	煤炭	石油	天然气
中国	39	18.3	36.7
美国	357	10.5	10.9
俄罗斯	391	25.6	55.0
印度	136	14.4	43.6
世界	134	50.4	52.6

数据来源：BP Statistical Review of World Energy June 2018。

在可再生能源方面，我国资源总量丰富，但资源开发程度远低于发达国家。以水资源为例，我国水能资源蕴藏量居世界第一，其中四川、云南、西藏三省(区)理论蕴藏量占全国总量的 2/3，技术可开发量 4.25 亿 kW，占全国总量的 71%。但截至 2016 年底，三省(区)水电装机容量 1.35 亿 kW，开发程度仅为 31.7%，远低于瑞士的 92%、法国的 88%、意大利的 86%、德国的 74%、日本的 73%、美国的 67%。我国风能资源也极为丰富，19 个省(区、市)低风速风资源技术可开发量达到近 10 亿 kW，但目前已开发量不到总量的 7%，风电单位面积装机量最高的河北省，也仅为 62.51 kW/km<sup>2</sup>，而德国平均可以达到 136.97 kW/km<sup>2</sup>，其中不来梅州最高，约为 430.69 kW/km<sup>2</sup>。

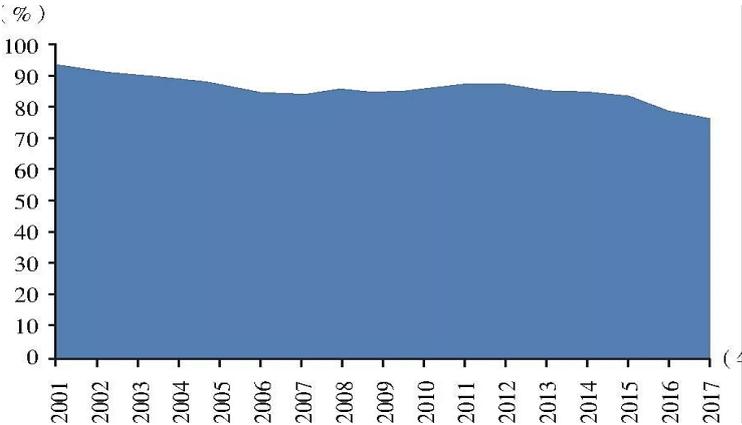
#### 1.2 一次能源自给率降幅明显，不同能源品种出现区域性、结构性的供需失衡

2016 年、2017 年在全球经济维持较高增长态势的背景下，我国经济整体稳中向好，下游能源需求逐渐回暖，加之供给侧结构性改革的逐渐推进，我国能源市场整体由宽松转向紧平衡，一次能源自给率降为 76.8%，较 2015 年下降 7.3 个百分点，较 2010 年下降了 9.8 个百分点。虽然相对主要能源消费国，我国一次能源自给率仍然保持在较高的水平(2015 年美国能源自给率约为 92.7%，英国为 65.4%，日本为 6.9%，印度为 65.7%)，但降幅显著。

分品种来看，在市场无形之手以及政府有形之手的共同作用下，煤炭行业呈现出总量过剩和部

分区域供应不足的局面，结构性短缺和区域性、时段性供应紧张的问题越来越突出。石油行业方面，从2016年开始，我国原油产量连续两年跌破2亿t，进口原油大幅增加，对外依存度更是超过美国历史最高水平66%，达到67.9%。但从原油进口来源地分布来看，多元化趋势明显。2016年我国从中东地区进口原油所占份额已经下降至48%，俄罗斯超越沙特阿拉伯成为我国第一大原油进口国。2017年，我国从沙特阿拉伯进口原油占比进一步降至12.5%，进口前5位国家占比也从2010年的60.2%降为55.3%。天然气行业供需矛盾最为突出。2017年天然气需求增速高达15.3%，但产量增速仅为8.5%。天然气供应紧张范围由京津冀地区蔓延至山东、河南、宁夏、内蒙古等地，甚至连新疆、四川、青海、陕西这样的产气大省(区)都出现“气不够用”的情况。据统计，2017年全国除西藏、广西、广东、福建以及东北等少数省份外，其余省份均出现天然气供应紧张现象。电力行业方面，虽然电力消费增速有所回升，但整体供需形势依旧宽松，煤电产能过剩问题仍然突出，部分地区电力严重过剩的局面没有得到根本扭转。

图1 2001—2017年我国能源自给率情况



资料来源：世界银行数据库。

表2 我国石油进口前五位国家及占比

排序	2010年		2015年		2016年		2017年	
	国家	占比	国家	占比	国家	占比	国家	占比
1	沙特阿拉伯	19.7	沙特阿拉伯	15.2	俄罗斯	13.8	俄罗斯	14.2
2	安哥拉	17.4	俄罗斯	12.8	沙特阿拉伯	13.4	沙特阿拉伯	12.5
3	伊朗	9.4	安哥拉	11.7	安哥拉	11.5	安哥拉	12.4
4	阿曼	7.0	伊拉克	9.7	阿曼	9.2	伊拉克	8.8
5	俄罗斯	6.7	阿曼	9.7	伊朗	8.20	阿曼	7.4
合计		60.2		59.1		56.1		55.3

数据来源：根据海关数据整理所得。

图2 我国天然气进口情况

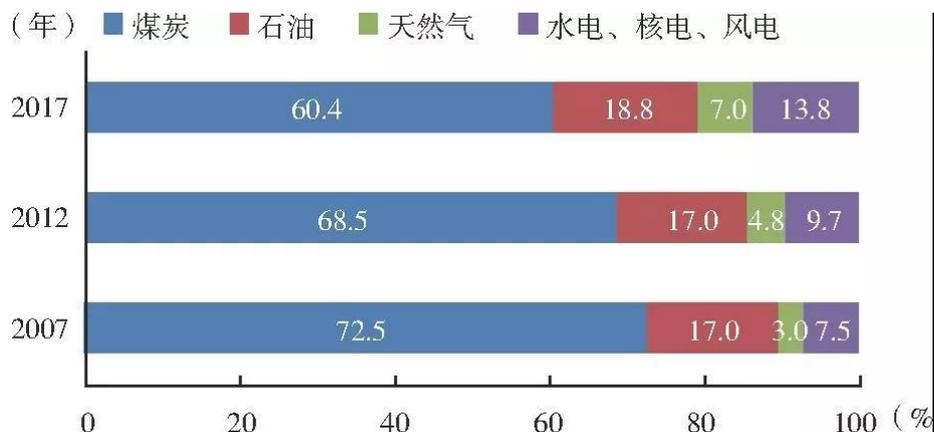


数据来源：根据万德数据库数据整理所得。

### 1.3 能源消费低碳化转型加速推进，弃风、弃光、弃水问题有所缓解

近年来，我国在促进能源绿色转型方面取得积极进展。2007—2017年，煤炭在一次能源消费中的占比下降了12.1个百分点，清洁能源占比提高了10.3个百分点，其中天然气占比提高4个百分点，可再生能源占比提高6.3个百分点。可再生能源发电成为新增发电装机容量的主体。2017年新增发电装机容量中，非水可再生能源装机占到了51.7%(其中光伏发电占40.2%，风力发电占11.5%)，累计装机容量占全部发电装机容量的36.6%，可再生能源发电占全部发电量的26.4%。

图3 2007—2017年我国一次能源消费结构变化



数据来源：国家统计局。

除了能源结构进一步优化外，可再生能源“弃水、弃风、弃光”问题明显得到改善。2017年全年水电利用率达96%左右，弃风率同比下降5.2个百分点，弃光率同比下降4.3个百分点。弃风、弃光率的下降主要归因于电网通过火电调峰的方式提升了新能源的并网率，辅之以需求侧改善、外送通道及装机重心南移等。但值得注意的是，虽然国家建设了多条特高压线路，但是外送通道对解决弃风、弃光问题的贡献有限，特高压外送多是降功率运行，实际外送的电量并不多。可再生能源电力消纳问题仍未从根本上得到解决。

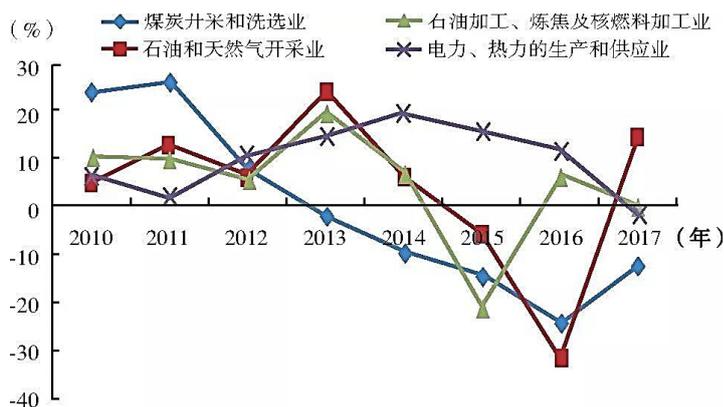
### 1.4 能源价格回升，行业效益出现分化

受供给侧结构改革以及下游需求回暖的影响，2017年我国煤炭价格高位运行，企业效益大幅提高，煤炭开采洗选业全年实现利润2959.3亿元，较2016年提高了1.91倍。受欧佩克减产、原油供给过剩阶段性改善等因素影响，石油价格也呈现出持续上涨的趋势，石油和化工行业规模以上企业全年实现主营业务收入13.8万亿元，同比增长15.7%，利润总额8462亿元，同比增长51.9%。其中，石油和天然气开采业主营业务收入增长17.6%，行业亏损面30.0%，同比缩小9.2个百分点；石油加工业主营业务收入增长21.5%，行业亏损面14.6%，同比缩小1.6个百分点。不同于煤炭和油气行业，受煤炭价格高位运行的影响、煤电机组利用小时数处于低位、计划外市场交易电量快速增加、节能环保改造投入持续扩大等多重因素影响，发电行业整体利润下滑，5家发电央企上市公司净利润降幅超过50%，11家地方发电集团上市公司中，4家利润降幅超过80%。

### 1.5 能源投资出现分化，铁路、管网等基础设施建设取得较大进展

近年来，我国电力、煤炭开采投资增速均出现不同程度的回落。2017年煤炭开采和洗选业全年完成固定资产投资2648亿元，同比下降12.3%；电力行业完成投资9015亿元，其中电源工程投资同比下降20.8%，电网投资同比下降2.2%。而受低原油价格的刺激，石油加工、炼焦及核燃料加工业早在2016年就开始回升，2017年略有下降，降幅为0.1%，石油和天然气开采业完成投资2649亿元，增幅为13.9%。

图4 能源行业固定资产投资增速



数据来源：根据万德数据库计算所得。

铁路运输、油气管网也在不断完善。截止到 2016 年底，我国铁路营业里程增加至 12.4 万 km，铁路密度也提高至 129 km/万 km<sup>2</sup>，较 2010 年提高了 36%；油气长输管道总里程累计约为 12.6 万 km，其中天然气管道约 7.43 万 km(已扣减退役封存管道)，原油管道约 2.62 万 km，成品油管道约 2.55 万 km。

图 5 运输线路长度和增速



数据来源：万德数据库。

### 1.6 能源企业“走出去”进展迅速，参与全球能源治理能力不断深入

随着“一带一路”战略深入实施，我国能源对外合作取得重大进展。5 年间先后与有关国家建立 56 个双边能源合作机制，参与 29 个多边能源合作机制，签署了 100 多份合作协议；能源企业在欧、美、亚、非、拉各洲开展了包括海外项目与金融业务等多种国际业务，涉及电力、油气、新能源、石化等多个领域，且投资金额巨大，海外业务模式不断拓宽；能源装备、技术、标准、服务“走出去”步伐加快，具有自主知识产权的“华龙一号”核电机组在巴基斯坦开工建设，在英国、阿根廷的核电项目取得积极进展；能源基础设施互联互通加强，中亚天然气管道 A/B/C 线、中哈原油管道、中俄原油管道和复线等一批有影响力的项目顺利落地。此外，我国参与全球能源治理进程也在不断深入，先后加入了国际可再生能源署和国际能源论坛，签署了新的国际能源宪章宣言，成功举办了 G20 能源部长会议、APEC 能源部长会议、国际能源变革论坛等重要会议，形成了一系列重大成果，得到了国际社会的高度认可。

## 2 我国能源供应面临的主要风险

不同于以往能源供应总量短缺，随着我国国内能源供应能力以及海外能源进口能力的不断提高，国际能源市场对我国能源供应安全的影响更多地体现在能源价格波动对经济增长造成的冲击，造成我国能源供给中断的风险相对较小。未来我国能源供应安全面临的风险将更多地集中在国内市场，随着能源绿色转型的深入推进，今后围绕着不同能源品种成长机会、市场环境、供求态势等诸多环

节、诸多领域的结构性、局部性等不均衡问题将日益凸显。

### 2.1 地缘因素趋紧或将带动原油价格剧烈波动

我国原油进口多集中在中东地区，然而近期以来中东地区的地缘形势日趋紧张，各种冲突因素的交织使得未来地区形势不容乐观。此外，一些域外国家在中东地区的利益争夺等进一步加剧了中东地区地缘政治的复杂性和危险性。而中东形势的变化必然带动油价的大幅回升，因此在当前冲突形势严峻的背景下不排除各种预想不到的黑天鹅事件出现，由此可能对我国油气供应安全造成不利影响。

表 3 中东动荡与世界油价走势情况

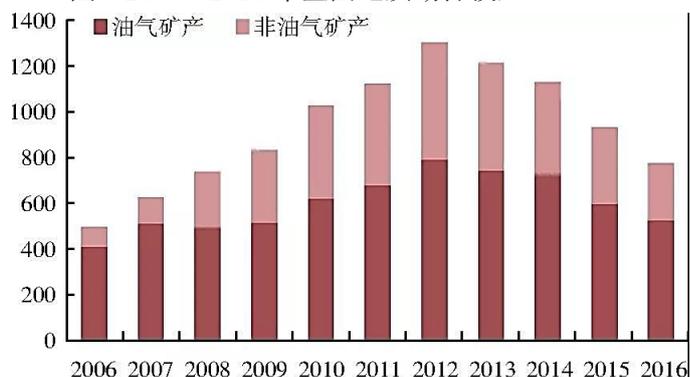
时间	驱动因素	石油价格变化
1973 年 10 月~1974 年 1 月	第四次中东战争	3.11~11.65 (增长 2.74 倍)
1978 年 12 月~1980 年 12 月	伊朗革命和两伊战争	13.34~43 (增长 2.22 倍)
1990 年 8 月~1991 年 1 月	海湾战争	16.22~31.12 (增长 0.92 倍)
2003~2008 年 7 月	伊拉克战争、欧佩克产能有限、炼油能力瓶颈、基金借地缘政治和天气因素炒作	50~147 (增长 200%)

资料来源：根据公开资料整理所得。

### 2.2 能源绿色转型推进带来潜在的风险

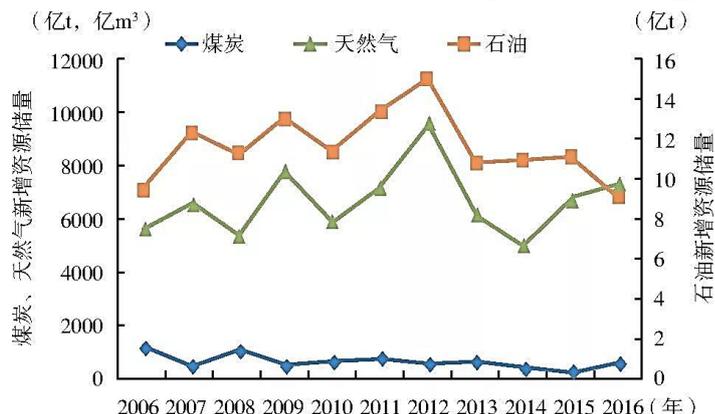
从能源品种的变化趋势来看，能源绿色转型的过程就是不断减少化石能源生产和消费，提升清洁能源生产和消费，最终实现能源结构的清洁化和低碳化。近年来，我国在促进能源绿色转型方面取得积极进展，但潜在的问题与矛盾也在逐渐显现并呈激化态势。一是传统化石能源地质勘探投入持续下降，新增资源储量增速下滑，其中石油新增资源储量在连续 9 年超过 10 亿 t 后首次跌破 10 亿 t，但天然气勘探储量从 2014 年开始出现较快增长，2015 年增速高达 35%。二是大力支持新能源发展的政策带来了风电及光伏发电等投资过热问题。能源局发布的 2018 年度风电投资监测预警结果显示，甘肃、新疆(含兵团)、吉林等东北、西北风电资源富集地区的风电开发建设已经被列入红色和橙色预警区域。而且，根据《关于建立光伏电站开发市场环境监测评价体系(试行)的通知(征求意见稿)》的评分方法，2017—2020 年新增电站建设规模的 86.5 GW 中，有 76%都处于有较大投资风险的地区。三是资源禀赋约束造成替代能源供求不均衡性问题日益凸显。富煤少气的资源禀赋决定了我国并不具备在短期内大力推进清洁能源替代煤炭的条件，未来几年受储量有限、管网建设不足、互联互通不够、地下储气库严重不足、国内 LNG 接收站储备能力比较有限等限制，天然气供应紧张的问题难以得到根本解决。

图 6 2006—2016 年全国地质勘探投入



资料来源：《2016 年中国矿产资源报告》。

图 7 2006—2016 年我国主要化石能源新增资源储量



资料来源：根据《2016 年中国矿产资源报告》计算所得。

### 2.3 电力系统的安全性问题日益凸显

随着我国电气化进程的纵深推进和电力体制市场化改革的深入实施，我国的电力系统较传统垂直一体化格局则显得更为复杂化。一是电力供应的主体日益多元化，并网的电源结构在技术经济特点上呈现出明显的差异性，对电网的坚强性也提出了越来越高的要求。由于可再生能源发电具有波动性以及反调峰的特征，再加上用电负荷不均，这给电力系统的调度带来了新的挑战。二是电力需求服务的个性化特点日益显现。随着电力批发市场的放开和交易主体的增多，不同电力需求主体对电力服务的个性化需求也不断显现，需求的集中实现将容易造成过载或阻塞，从而引发电网安全问题。三是电力系统基础设施的网络化和智能化容易遭受传统性和非传统性安全因素的影响。数字化设备已经深入到能源行业的每一个领域和各个环节，黑客一旦入侵并控制这些设备，理论上就可以控制能源系统并“为所欲为”——随意开关各种开关、阀门，改变设备运行状态，调整预警系统设置等，从而导致能源供应中断或爆炸、起火等物理破坏。此外，极端气候的频发也使得电力系统的安全性面临前所未有的挑战。因此，围绕着电源和负荷的时空分布的非均衡性，加上新能源间歇性特点必然带来电力系统辅助服务市场发展，在电力市场化改革的深入推动下，电力系统未来或将面临更多的安全性问题。

### 2.4 政策性因素或将成为未来影响能源供应安全的重要因素

党的十八大以来，我国加快推进了能源领域的改革，极大地促进了能源行业的发展。但必须指出的是，在当前对能源领域的改革中，政策缺乏一致性、稳定性等问题也开始出现，很多政策措施缺乏前期充分的考量。以煤炭去产能为例，我国化解煤炭行业过剩产能的方式仍然主要依靠限产等行政手段，276 天工作日等的限产措施直接引发了煤炭价格大涨，燃煤电厂业绩大幅下滑，煤电矛盾被再次激化，而且这种“一刀切”的调控方式也使得主要的煤炭输入大省出现无煤可用的局面。以行政指令去产能固然简单易操作，但难免存在扭曲政企关系、造成对去产能对象有失公平、调控力度难以精准、治标不治本等问题。在管网建设、储气调峰能力都严重不足的情况下，大规模推进“煤改气”工程，当遇到自然灾害、进口气无法得到保障时，产生天然气供给中断在所难免。

## 3 提高我国能源供应安全的政策建议

### 3.1 建立能源预测预警模型，完善能源风险应急管理体系

能源预警是为了预防能源危机，对可能引起能源危机的因素进行监测，发现警情，分析与辨别警况，寻找警源、判断警度以及作出排警决定的一系列活动。美国、日本等国家十分重视能源安全预警研究，并且建立了相应的能源信息监测和分析机构。我国目前已经成为世界上最大的能源生产、消费、石油进口国，加强能源预测预警工作已经刻不容缓。一是要建立专门机构，负责信息的搜集、处理和分析工作；二是要全面整合能源数据统计与汇总渠道，加强政府部门与相关行业协会、企业、研究机构的协调合作，运用大数据技术、问卷调查等技术扩大能源统计数据范围，提高数据质量，建立起权威的能源数据库；三是要重视专家队伍建设和人才培养，加强预测预警方法的研究，尽快开

发出符合我国国情的能源预测预警模型。

在风险应急管理方面,一方面我国要继续加快石油储备基地建设,明确储备主体的责任和义务,鼓励社会资本参与储备设施投资运营,构建政府战略储备、企业社会责任储备和企业生产经营储备一体的储备体系,健全储备运行机制,提高政府储备的流动性;另一方面要加大地下储气库扩容改造和新建力度,加快 LNG 储气设施建设,补足天然气储气能力短板,加快管网建设和管网互联互通,消除管输能力不足和区域调运瓶颈的制约,推进天然气价格市场化改革,构建规范的市场化调峰机制。

### 3.2 注重用供给侧结构性改革的思路解决电力生产和消纳的结构性问题

目前来看,在经济发展方式转型和新发展理念推动下,我国电力需求出现整体放缓的趋势已是基本事实,电力需求增速的放缓必然造成不同电源生产和消纳出现不均衡的结构性问题,与此同时,能源结构的转型进程加快推进,必然会造成煤炭与煤电产能过剩,这将会进一步扰动电力系统的资源配置问题。此外,近年来受政策因素刺激而大规模投产的清洁能源也必然会面临上网消纳困难问题。基于此,在未来的能源发展中,一是要切实把把握电力需求的总量和结构性变动趋势,对电力生产的时空布局进行科学合理规划,必要时对于一些产能过剩严重的地区,要实现严厉的总量控制,倒逼结构优化。二是要积极推进供给侧结构性改革和加快电力市场建设,鼓励通过市场机制淘汰效益差的电源结构,形成退出机制,进而形成投资风险预期带动理性投资。三是加快跨省跨区电力交易制度与组织体系建设,由于省间壁垒的存在,可尝试通过市场化机制激励跨行政区域电力贸易的发展,进而解决不同地区负荷和生产的不均衡性问题,例如可以通过引入碳交易来抑制需求上升地区非清洁能源投资。此外,对于煤电过剩问题的原因和未来煤电的需求性质要进行考量,目前越来越多的地区在加快推动可再生能源并网的同时,煤电的备用属性已然显现,因此应提前进行结构性安排,防止出现由于煤电的大规模退出而带来电力系统供电安全问题。

### 3.3 在稳步推进能源结构转型和国内能源体制机制改革的同时,加强应对及保障海外能源供应安全的能力体系建设

从当前世界能源供求格局的深刻变化来看,我国已成为能源需求的关键边际角色,一方面在能源供应整体宽松的局面下有助于提升我国的议价能力;另一方面,也暴露及凸显了我国未来能源安全形势的复杂性和严峻性。因此坚持“两个市场、两种资源”国内国外统筹的能源供应格局在当前及未来仍是必然的选择。因此,一方面要继续深入推进能源体制机制改革,增强国内能源供应能力;另一方面,应在确保我国能源供应安全的底线前提下有序推进能源结构的绿色转型,避免不顾能源资源禀赋的国情约束而盲目推进清洁能源替代,避免导致进口依存度的提升和进口议价能力优势的丧失。

针对我国能源进口过度依赖中东地区的现实,一方面要通过发挥大国在本地区的担当与负责任的作用,通过积极参与并推动双边与多边敏感问题的和平解决来保障我国的海外投资权益;另一方面,鼓励我国的企业要积极利用“一带一路”倡议的战略契机,在投资风险评估的基础上,结合不同国家的能源开放政策选择有利的投资机会和投资地点,重点加强在我国周边国家或地区的能源投资。此外,要加快推进围绕着我国已推进、正在推进或将要推进的能源供应设施建设的风险应对能力建设,通过积极参与世界能源治理体系建设,加强同能源输出国、过境国保持合作共赢的伙伴关系建设。鉴于我国在能源需求中的边际角色地位日益显现的事实,着眼长远,我国要积极谋划包括能源产品在内的大宗商品的定价权,通过双边货币制度安排来推动人民币交易结算体系建设,积极利用上海原油期货市场,推动发行人民币计价原油期货合约,逐步奠定人民币定价能源产品的基础。

### 3.4 正确处理政府与市场的关系,提高政策的稳定性

就目前我国能源管理体制格局来看,行业管理职责涉及多个部门。因此,我国要进一步推进能源体制改革,一方面加强顶层设计,继续探索职能有机统一的大部门体制,优化职能配置;另一方面要将市场经济目标、价值取向和基本规律相结合,把握正确目标,避免方向偏差,提升能源管理能力。正确处理企业、市场、政府之间的关系,在发挥市场在资源配置中的决定性作用的同时,更好地发挥政府的引导与监督作用。

李雪慧 博士，中国社会科学院财经战略研究院助理研究员，主要研究领域为能源经济。  
史丹 中国社会科学院工业经济研究所党委书记、副所长、研究员、博士生导师。  
聂新伟 国家信息中心。

李雪慧 史丹 聂新伟 社科院工业经济研究所 2018-08-20

## 贺克斌院士：大气污染已把我们逼到必须动能源结构这一步

提到空气质量大家都在讲蓝天保卫战，如果我们把 2013 年“大气十条”开始实施算做蓝天保卫战起点的话，到今年正好 5 年，所以我想先回顾一下这五年的情况。

首先国家从能源结构调整、产业结构调整、重要减排工程三方面出发，采取了 5 大举措。

举措 1：通过长期有效的措施促进煤炭消费比例持续下降

从 2013 年到 2017 年，煤炭消费总量下降 3 亿多吨，占一次能源消费比例由 67.4% 下降到 60%。

举措 2：全面推进国家减排工程，推进煤炭清洁利用

2015 年燃煤脱硫机组装机容量占煤电总装机的 99%，大幅度提升了能源清洁利用的水平，经过技术处理之后，燃煤电厂基本可以达到超低排放水平。

举措 3：推进燃煤电厂超低排放改造

本项工作已从 2015 年开始，截至目前全国 50% 以上的机组已经完成改造。

改造后的燃煤电厂二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放限值分别比国家排放标准低 83%、50% 和 67%，达到了天然气电厂排放水平。

举措 4：推进采暖系统煤改清洁能源

对于共同推进北方地区清洁采暖的工作，发改委、能源局、生态环境部、财政部等多部门参与、联合，遵循“宜气则气、宜电则电”，尽可能地利用清洁能源。

以京津冀及周边地区“2+26”城市为工作重点，2017 年，共完成了 475 万户的改造，京津冀地区还建成了 1 万平方公里的禁煤区。

举措 5：推行分区域、分季节的错峰生产，调整短期产业结构

实施错峰生产（停止生产或限部分生产），即在企业全年生产量不变的情况下，加大夏季的生产量，充分利用气象条件对污染的扩散和消纳能力，进行产业短期调整，涵盖钢铁、焦化、铸造、建材、有色、化工等产能过剩、污染排放突出的行业，同时配合交通等多种举措。

中国工程院受生态环境部委托，进行了推行“大气十条”后五年的基本评估，得到的结果显示“全国大气污染物排放总量迅速下降”。

具体来讲，2013-2017 年，全国二氧化硫、氮氧化物和一次细颗粒物排放量分别下降了 1493 万吨、561 万吨和 408 万吨，是历史上下降最快的时期，降幅分别达到 59%、20%、29%。

相比 2013 年，2017 年京津冀、长三角和珠三角 PM2.5 浓度分别下降了 39.6%、34.3% 和 27.7%，北京市 PM2.5 降至 58 微克/立方米，全面超额完成大气十条预期目标。

尽管我们取得了这么多成绩，但是如果以现行国家标准衡量，2017 年，空气质量达标城市比例仅为 27.2%，全国还有 240 多个城市没有达到合格标准，城市达标率仍然较低。并且，区域性污染问题突出，京津冀和周边地区，包括雄安在内的区域还是浓度最高的地区。

造成这个结果非常重要的原因是三个“偏”——偏重化工产业的产业结构，偏化石燃料的能源结构和偏公路运输的交通结构。

京津冀及周边地区正好是包括电力、水泥、玻璃、工业锅炉等大部分污染源的集中点。虽然二氧化硫下降了，但氮氧化物下降的比例远远不如前者；硫酸盐的成分大幅下降，但硝酸盐的成分却明显增加；比例倒挂，这也是臭氧上升的原因。

另外，二氧化硫排放治理成果看似突出，2017 年全国二氧化硫排放量已经下降到 1000 万吨左右，城市二氧化硫浓度超标问题基本解决，颗粒物中硫酸盐浓度大幅下降。但若和美国、欧洲相比，

我国的形势仍较为严峻。

展望未来，我们还有很多工作要做。

从“十三五”开始，计划用 3 个 5 年时间，推进京津冀、长三角、珠三角一次达标，最终目标是达到世界卫生组织的指导值。但是，如果坚持实行现有环保政策难以使所有城市 PM2.5 达标。基准情况下，2030 年，重点城市无法全面达到 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  的国家二级标准。而在强化末端控制情景的情况下，也只好使部分城市达标。

因此，未来我们不可能再大规模依赖末端治理，目前情形已经把我们逼到必须要去动产业结构、能源结构这一步。只有将节能情景和深度能源结构调整相结合，才能使所有城市均可达标。

董梓童 中国能源报 2018-08-25

## 澳大利亚或将放弃 2030 减排目标

本报讯据《金融时报》报道，8 月 20 日，澳大利亚时任总理特恩布尔对外宣布，放弃其先前设定的“到 2030 年前减少 26% 温室气体排放”目标，转向通过市场干预的形式来降低能源价格、达到减排目的。然而，这项政策的临时修改并未改变他在党内的“失势”局面，政策修改的 4 天后，即 8 月 24 日，特恩布尔在自由党党团会议投票中失利，宣布辞职。

在辞职当日的新闻发布会上，特恩布尔表示，为保持党内团结，他有时不得不作出妥协和让步。“在能源和气候政策方面，国家能源保障计划（NEG）曾经和现在都是澳大利亚一项至关重要的改革方案，但不可避免的是，自由党党内很难就与排放有关任何问题达成一致。”

特恩布尔的辞职能否使新能源政策再度发生反转？业内专家表示，尽管特恩布尔已经辞职，但排放和气候政策仍将是澳大利亚政府极具争议的问题，放弃 NEG 中的 2030 排放目标“或成定局”。

据了解，NEG 是特恩布尔去年下半年主导推出的能源政策，旨在加强能源安全、减少碳排放和降低电价。作为《巴黎协定》的签署方，澳大利亚承诺在 2030 年前，电力行业的温室气体排放量比 2005 年减少 26%。特恩布尔将 26% 的减排目标纳入 NEG 并立法。该能源政策得到澳大利亚商界和能源界的支持，认为这或将结束澳国内长达 10 年的气候和能源政策之争。

然而，面对自由党党内反对和领导层挑战的威胁，特恩布尔选择放弃 NEG 的减排目标。据 CNN 报道，澳执政党内部强烈反对 NEG 的是以托尼·阿博特为代表的保守派。阿博特和多位国会议员曾公开表示，将对该计划投反对票。阿博特表示，与其推动减排，不如先把电价降下来。更重要的是，在美国总统特朗普宣布退出《巴黎协定》的背景下，澳大利亚再致力于推动减排，经济上恐处于不利地位。

放弃 2030 减排目标的声明在澳大利亚能源界和商界引起轩然大波。商界谴责特恩布尔在排放问题上的转变和“极端干预”，称此举破坏了政府政策的确定性。气候变化投资者集团表示，这一决定将对澳大利亚的能源投资产生严重影响。路透社撰文称，此举对澳大利亚来说得不偿失。

特恩布尔曾表示，在放弃减排目标的同时，政府将通过采取多种形式的市场干预，来削减电价，其中包括强制能源企业进行资产剥离、执行更高的罚款和处罚、在市场不稳定时保持煤电厂运营等。但澳大利亚商业理事会（BCA）首席执行官詹妮弗·韦斯塔科特表示，政府放弃减排目标，转而提出电力价格上限和其他形式的干预措施，将加剧主权风险。

《卫报》撰文指出，没有减排目标的 NEG 将进一步破坏澳大利亚可信、可扩展和持久的能源和气候政策框架的建立。这将阻碍对迫切需要的可调度电力的投资，从而对澳未来的电力价格和能源的可靠性造成严重后果。

代表澳大利亚大中型企业的澳大利亚工业集团代表威尔洛克斯表示：“虽然 NEG 政策并不完美，但会为投资者和能源企业提供一个明确的框架。现在，我们又回到想知道接下来会发生什么的时候。我们在政策不确定的环境中生活了十年，我们还需要忍受多久？”

澳大利亚国会议员凯文·安德鲁斯认为，从目前看来，澳政府核心能源政策的改变标志着 NEG 的

终结。澳国会议员威尔洛克斯则敦促澳政府，不要完全背离《巴黎协定》，否则必将导致国际对澳大利亚实行贸易制裁。（李倩）

中国能源报 2018-08-29

## 热能、动力工程

### 倪维斗院士：清洁取暖离不开清洁煤这个“主力军”

煤炭曾是北方地区供暖的主力，但因其高排放、高污染的特性，如今却又饱受质疑。随着清洁取暖工程的大规模推广，煤炭将何去何从？在 2018 国际清洁取暖峰会暨工程应用展现场，中国工程院院士倪维斗呼吁，应重视煤炭清洁高效利用在清洁供暖领域的应用，“无论过去、现在还是未来，煤炭都是我国能源利用的主力军。”

近年来由于环境影响，尤其是严重的雾霾污染，一些观点认为罪魁祸首是煤炭利用，“去煤化”的声音愈演愈烈。而在倪维斗看来，不应“一刀切”“去煤”，更不应“妖魔化”煤炭。一方面，我国以煤为主的资源禀赋，决定了煤炭具有不可忽视的重要地位，30 多年发展经验也证实，煤炭对国民经济的贡献重大。“因此，在没有具体问题具体分析的情况下，就因环境污染而将煤炭‘妖魔化’，甚至见煤就砍、见煤就杀，我认为对煤炭不公平。”

另一方面再联系我国能源进口现状，即便现已有“煤改气”等替代燃煤供暖的方式，但这些替代仍难占据主导。“天然气的确是一种很好的能源，但我国‘缺气’的资源禀赋从客观上限制了它的大量使用。我国天然气对外依存度现已接近 40%，且这一比例仍在增加。如此宝贵的天然气资源，应用在更为合适的地方，拿来大量用于供暖，显得有些暴殄天物。”倪维斗指出，鉴于上述情况，把清洁取暖的希望寄托在天然气上并不现实，这也意味着，煤炭仍将是供暖领域的主力，天然气等其他能源只能作为辅助。

当然，煤炭要挑大梁，过去粗放的使用方式必须改变，高污染的散烧煤也应严格制止。倪维斗进一步称，清洁煤的高效利用是解决清洁取暖问题的根本，更是未来能源利用的重点所在。例如，先进的燃煤发电技术就是其高效利用路径之一。

目前，我国燃煤发电总体水平已处世界领先行列，机组平均煤耗可达 318 克/千瓦时，上海外高桥第三发电有限公司甚至达到 277 克/千瓦时，下一步还将向着 251 克/千瓦时努力。如能通过提高燃煤发电效率继续降低煤耗，则有利于二氧化碳等污染物排放的降低。

朱妍 中国能源报 2018-08-25

### 储能常见运用场景及收益模式浅析

我们以为，储能技术的发展，其场景的运用及价值的挖掘应当分为三个层次，第一层次为单一收益模式，是指仅考虑现有机制体制带来的投资收益，不考虑机制体制不涵盖的其它间接收益，该方法简单，但与储能实际价值偏差较大，例如分时电价管理的场景模式，电厂调频等；第二层次为系统价值模式，是指考虑储能能在电力系统内的所有收益，考虑储能的系统价值，但不考虑储能的社会效益，如减排、



提高基础设施利用率等,该方法更能反映储能的实际价值,例如储能的需求侧响应等;第三层次为综合效益模式,是指以区域能源系统为研究对象,通过比较该系统中有无储能两种情况下的生产运行成本以及社会效益的不同来计算储能的收益,该方法能够更全面体现储能的实际价值,是储能经济性研究的必然趋势,目前尚无对应储能综合效益模式的经济收益模型,这个层次的发展将与社会综合能源利用结合起来,例如未来的能源互联网模式下的交通、电力与燃气网的互联模式,碳交易模式等。

## 一、传统发电领域

### (一)辅助动态运行

动态运行是指为了保证负荷和发电之间实时保持平衡,需要火电机组的输出根据调度的要求进行调整,而不是恒定地工作在额定输出状态。具体包括启动、爬坡、非满发状态和关停4种运行状态。辅助动态运行的应用是指储能装置和火电机组共同按照调度的要求调整输出的大小,尽可能地减小火电机组输出的波动范围,尽可能地让火电机组工作在接近经济运行状态下,一般来说,火电机组都设计成满发时为经济运行状态,机组的热效率最高。

由于储能技术具备快速响应速度,通过应用储能技术进行辅助动态运行可以提高火电机组的效率,减少碳排放。动态运行会使机组部分组件产生蠕变,造成这些设备受损,提高了发生故障的可能,即降低了机组的可靠性。同时,增加了更换设备的可能和检修的费用,最终降低了整个机组的使用寿命。储能技术的应用可以避免动态运行对机组寿命的损害,减少设备维护和更换设备的费用,进而延缓或减少发电侧对新建发电机组的需求。

## 二、可再生能源领域

### (一)削峰填谷

在负荷低或限电时,间歇性可再生能源给储能装置充电;在负荷高或不限电时,储能装置向电网充电。这一应用使得储能和可再生能源作为一个完整系统时,其输出是可调、可调度的,减少电力系统备用机组容量,使间歇性、可再生能源变得电网友好、可调度。

### (二)跟踪计划出力

近年来,大规模的风电并入电网运行,由于风电的出力情况具有随机性、波动性的特点,使得电网的功率平衡受到影响,因此需要对风电场的发电功率进行预测,以保证电网的功率平衡和运行安全。

## 三、辅助服务领域

### (一)调频

电力系统频率是电能质量的主要指标之一。实际运行中,频率并不能时刻保持在基准频率状态,当电力系统中原动机的功率和负荷功率发生变化时,必然会引起电力系统频率的变化。频率的偏差不利于用电和发电设备的安全、高效运行,在有的情况下,甚至会损害设备,因此,在系统频率偏差超出允许范围后(我国的偏差范围为0.2Hz),必须进行频率调节。

### (二)调峰

电力系统在实际运行过程中,用电负荷有高峰低谷之分,需要配备一定的发电机组在需要高峰负荷时发电,满足电力需求,实现电力系统中电力生产和电力消费间的平衡。由于各国电力系统的运行方式不尽相同,对于电力辅助服务的分类也各有区别,目前在美国等国外辅助服务市场中,并没有包含调峰辅助服务,在中国的辅助服务市场中,调峰辅助服务分为基本调峰和有偿调峰。

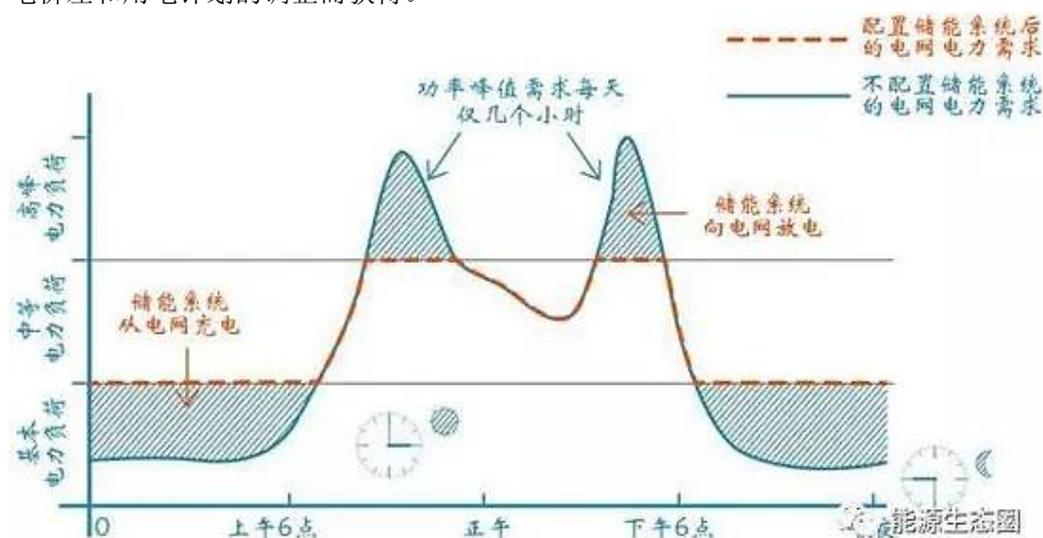
### (三)备用容量

备用容量指的是电力系统除满足预计负荷需求外,在发生事故时,为保障电能质量和系统安全稳定运行而预留的有功功率储备。备用容量可以随时被调用,并且输出负荷可调。通常来说,电力系统中的备用容量应该等于系统正常电力供应容量的15%~20%,但最小值应该等于系统中单机装机最大的机组容量。

## 四、分布式能源与微网领域

### (一)分时电价管理

目前电网公司基于零售电价均采用分时电价。用户可以根据自己的实际情况安排用电计划，将电价较高时段的电力需求转移到电价较低的时段实现，从而达到降低总体电价水平的目的，即为分时电价管理。分时电价管理与移峰很相似，但分时电价管理是基于分时电价体系来实现的。在实施了分时电价的电力市场中，储能是理想的帮助电力用户实现分时电价管理的手段。在电价较低时给储能系统充电，在高电价时放电，不仅可以通过低存高放来降低整体用电成本，而且还不用改变用户的用电习惯，即使是在电价最高时还可以按自己的需求使用电能。分时电价管理的收益主要通过电价差和用电计划的调整而获得。



### (二)容量费用管理

在电力市场中，存在着两种形式的电价，一种是电量电价，另一种是容量电价。其中，电量电价指的是按照实际发生的交易电量计费的电价。容量电价与电量电价不同，它主要取决于用户用电功率的最高值，与在该功率下使用的时间长短以及用户用电总量都无关。采用储能技术可以补充用户最峰时段用电的容量，从而减少向电力公司缴纳容量电费。

### (三)提高供电可靠性

储能用于提高微网供电可靠性，是指发生停电故障时，储能能够将储备的能量供应给终端用户，避免了故障修复过程中的电能中断，以保证供电可靠性。可靠性的经济价值计算一般来说会很困难。一方面，提高可靠性对应的经济效益跟停电损失有关，而在某次停电事件中不同的负荷所受影响是不同的；另一方面，有些重要负荷涉及到公共安全、灾后救援以及战时的一些特殊情况，这样的情况下提供电力供应保证服务的价值是非常难量化的。因此，该部分收益主要取决于电力服务对用户来说的价值，另外停电损失的赔偿也是该部分收益的一部分。

### (四)提高电能质量

储能技术用于提高电能质量，是指在负荷端的储能能够在短期故障的情况下保持电能质量，减少电压波动、频率波动、功率因数、谐波以及秒级到分钟级的负荷扰动等对电能质量的影响。与提高供电可靠性类似，通过储能提高电能质量获得收益，主要跟发生电能质量不合格事件的次数及低质量的电力服务给用户造成的损失程度有关，同时配备的储能系统的容量等指标也能影响该部分的收益。

通过分析储能在能源系统中的主要作用和收益模式，建立了储能的收益模型。在传统发电领域，储能主要起到辅助动态运行、取代或延缓新建机组的作用；在可再生能源领域，储能主要起到削峰填谷和跟踪计划出力的作用；在辅助服务领域，储能主要起到调频、调峰和备用容量的作用；在分布式能源与微网领域，储能主要起到分时电价管理、容量费用管理和提高供电可靠性的作用。

智慧能源 2018-08-27

## 储能距离真正商业化还有多远

2018年以来，我国储能产业发展驶入快车道，不仅在用户侧、辅助服务、电网侧、可再生能源并网领域多点发力，项目快速部署、规模屡攀新高，而且有越来越多的企业以设备供应商或项目开发商的身份加入到市场角逐中来。此外，在“531新政”导致今年项目开发骤冷之后，部分光伏企业开始转向储能寻找新的市场机会。一时之间，在各种舆论之中储能产业似乎大有“山雨欲来风满楼”之势。然而越是市场过热之时，越需要冷静思考。储能产业背后的商业模式、市场机制、安全标准等是否足够健全、能否支撑储能产业持续健康发展，促成储能产业真正商业化发展的条件是否具备等都是现阶段需要透过项目建设热潮进行冷静思考的问题。

### 投建储能如火如荼 商业模式仍不明朗

2018年以来电网公司规划安装应用储能的力度不断加大。一方面在以江苏、河南等为代表的省网区域，许继集团、山东电工、江苏省综合能源服务公司、平高集团等国家电网下属公司作为投资建设主体，在输配电站批量化地建设 MW 级储能电站，缓解高峰负荷对电网的冲击，同时探索平滑新能源和调频辅助服务等应用模式。根据 CNESA 储能项目数据库的统计，2018年以来发布的电网侧储能项目（含规划、在建、投运）总规模已经超过 230MW。另一方面，以国网电动汽车服务公司、国网电商公司等为代表，正在积极打造“云平台”，力图实现分布式储能系统的大规模接入和统一调度。

不论是电网侧项目建设还是用户侧云平台模式，无一不是电网公司在储能产业发展过程中谋求“占据一席之地”的一种模式探索。然而在示范项目建设如火如荼的同时，如何构建可持续可复制的商业模式、以何种方式实现电网侧储能项目的投资回报、云平台如何发挥价值获取收益、如何避免形成新的垄断阻碍第三方企业参与等才是关乎储能市场能否真正发展的关键。从国外经验看，为避免电网公司垄断并控制第三方企业开发的储能系统参与容量市场等服务，美国马萨诸塞州正在专门研究制定相关政策，明确储能系统开发商拥有参与竞标容量市场的权力。在云平台方面，美国新罕布什尔州、佛蒙特州等地的公用事业委员会也在制定规则，要求公用事业公司允许第三方企业构建平台并向其提供服务，不得形成垄断。

### 玩家涌入调频市场 竞争加剧风险加大

自睿能世纪 2013 年在石景山热电厂首次成功探索建立储能联合火电机组提供调频辅助服务以来，储能调频市场受到技术门槛、市场认知程度和区域调频辅助服务规则等因素的限制，此前只有睿能世纪和科陆电子两家参与企业和为数不多的几个已投运项目。在早期项目 4 年左右的投资回报的吸引下，辅之以地方辅助服务市场建设政策的相继出台，多路玩家于 2018 年涌入调频辅助服务领域，项目地点也不在局限于山西，而是广泛分布于蒙西、河北、广东、山西、辽宁等多个地区。根据 CNESA 储能项目数据库的统计，2018 年以来发布的调频辅助服务储能项目（含规划、在建、投运）总规模已经超过 180MW。市场竞争的加剧更是使得储能项目开发商在投标方案中将开发商与电厂与的收益分享比例由初期的 9:1 降低到现在的 7:3，并且总净收益投资成本收回后按照电厂 70%而储能项目开发商 30%的比例分享收益。

根据 PJM 区域调频市场的发展经验，调频市场容量有限，储能作为优质调频资源，它的大规模应用不可避免地带来市场饱和及价格下降的问题。2017 年底山西能监办已将山西电储能调频市场的服务申报价格下调为 5-10 元/MW，相较于此前的 15 元/MW，已经下降将近一半。在《京津塘电网调频辅助服务市场运营规则》征求意见稿中更是将申报价格的范围降低到 0-8 元/MW。价格因政策而变动，加之市场竞争加剧带来的分成比例不断让步，都将给储能项目的投资回报带来极大的冲击和不确定性。

### 电池企业需求 突破储能成为重要途径

随着动力电池行业市场格局日渐清晰，CATL 和 BYD 作为第一梯队已然统领大半壁江山，千军万马诸侯割据的局面不复存在。目前，乘用车已经占据新能源汽车市场主导，在补贴新政过渡期结

束后，对动力电池能量密度和整体性能的要求将进一步提升，带动行业洗牌加剧。因此，一些当初追逐新能源汽车爆发热潮而进入动力电池领域的企业、一些以磷酸铁锂为主要技术路线并且三元电池性能难以跟上行业步伐的企业，已经开始面临巨大的库存积压和生存压力。

2018 年以来，越来越多的电池厂商将消化过剩产能、寻求生存突破的希望指向了储能。特别是随着可再生能源并网、电网侧等大型储能示范项目招标的开展，已经有十余家电池企业出现在投标企业名单之中。激烈的竞争也带来电池系统销售报价不断降低，并且不惜以电池租赁方式、以延长回款期为代价提供电池系统。在价格竞争日趋激烈的同时，如何提升储能电池系统的寿命、安全性和循环性能，如何避免劣币驱逐良币，都是现阶段在电池企业积极进军储能业务的同时，整个行业需要认真思考的问题。

系统安全不容忽视 加快制定完善标准

一个月前韩国全罗南道灵岩风电场储能电站的火灾事故引发了全球对于储能系统安全问题的关注。火灾爆炸是储能系统最大的安全风险，此外，来自于电气系统的高电压和来自于电池系统的有害化学物质等也会对人体造成伤害。

就火灾爆炸而言，一方面由于电气线路、逆变器、电池管理系统等设计不合理或出现故障，会由于故障部位局部长时间发热、电弧或电火花瞬间放热等原因，造成线路短路导致电气火灾；另一方面，随时电池循环次数增多，过充过放、不可逆副反应等原因都会导致容量衰减、内阻增大、内短路、异常产气、析锂等现象，当内部局部或整体的温度急速上升，热量大量积聚在内部，会诱发进一步的副反应并导致电池系统出现热失控。因此电气系统和电池系统对于储能系统安全风险都难辞其咎。

除了针对标准化的户用储能产品、集装箱储能产品等制定相关标准，对于不同应用场景的储能系统，由于其在使用环境、结构设计、调度策略、运行工况差异较大，因此也需要对安全防控提出进一步的要求。特别对于一线城市中安装于地下室的工商业用户侧储能系统，如何确保其在人员密集且空间有限的区域内安全运行，如何进行火灾防控等都迫切需要明确的规定。此前澳大利亚 Standards Australia AS5139 标准在征求意见稿中曾要求锂离子电池需要安装在一个独立的空间/外壳中、户用电池储能系统只能安装在户外一个专门区域。尽管该征求意见稿曾引发广泛争议，但也说明了在有限空间内安装应用储能系统需要对其安全性进行更加慎重的评估。储能作为一个新兴产业，如何既明确规范又不阻碍发展是一个需要全行业共同探讨的问题。

中国能源报 2018-08-22

## 内蒙古新丰热电公司 AGC 储能调频项目顺利运行

近日，内蒙古新丰热电公司 AGC 储能调频项目 1 号、2 号接连顺利完成投入运行，内蒙古新丰热电公司成为蒙能集团发电单位中首家正式投运 AGC 储能系统的企业。

近日，公司 AGC 储能调频项目工地接连传来喜讯，继 8 月 18 日 1 号储能项目 168 顺利完成投入运行后，8 月 22 日 2 号机 AGC 储能项目 168 也顺利通过，公司成为蒙能集团发电单位中首家正式投运 AGC 储能系统的企业。

AGC 储能调频项目是在发电机组侧安装建设基于磷酸铁锂电池技术的电网级储能系统，系统投运后能够大幅度提高发电机组 AGC 调频水平，使其成为蒙西电网最优质的调频电源之一。公司该项目于 2018 年 4 月 30 日正式开工，至 7 月 20 日主体工程全部完工。8 月 11 日下午 16 点 36 分 1 号机储能项目正式投运进入 168 小时运行阶段，2 号机于 8 月 15 日 14 点 47 分也正式投运进入 168 小时运行阶段。据统计，在项目投运以来，公司 AGC 补偿奖励达 185.4676 千瓦时，大大减少了 AGC 的考核，提高了能源利用率，提升了电能质量，提高了供电可靠性，对电网起到削峰填谷、无功补偿、调峰调频等作用。

新丰热电公司 2018-08-29

## 全球最大电池储能系统项目安装记录被不断刷新

在首席执行官伊隆·马斯克在推特上高调打赌之后，特斯拉公司在澳大利亚完成了 129 兆瓦时的霍恩斯代尔 Power Reserve 电池储能系统的部署，而行业中其他厂商一直在寻求打破这个记录。例如，近期两个声称“构建了世界上最大的电池储能系统”公告在几天之内相继公布。鉴于不同的调试日期，这两个电池储能系统都可能会创造新的记录。但最终是哪个国家拥有最大的电池储能系统呢？

根据迄今为止发布的公告，以下对一些全球顶级竞争者进行简要说明。

### 韩国

LS 工业系统公司(LSIS)和麦格理资本韩国公司赢得了合同，在 7 月宣布为钢铁企业集团 SeAH 公司建造和运营一个 175 兆瓦时的电池储能系统。

LSIS 公司并没有给出这个储能项目的调试日期，但表示可以在 15 年内节省大约 1300 亿韩元 (1.16 亿美元)的费用。

### 英国

英国电池储能规模在 7 月创下新的全国纪录，这是 SMA Sunbelt Energy 公司在 Stocking Pelham 部署的一个容量为 50 兆瓦时的电池储能设施，其中部署了 150,000 个锂离子电池。

然而，如果计划在英格兰东南部肯特郡格拉维部署的一个 350 兆瓦时的电池储能系统开通运营的话，那么之前 50 兆瓦时的电池储能系统将会相形见绌。

这个容量为 350 兆瓦时的电池储能系统将用于 Hive Energy 和 Wirsol Energy 公司计划建设的 300 兆瓦太阳能发电厂。但这两个储能项目都面临着关注其对附近沼泽地生态系统影响的活动人士的强烈反对。

### 澳大利亚

尽管人们担心霍恩斯代尔的储能项目可能被市场上其他大型电池的商业案例所超越，但澳大利亚似乎仍然希望活跃在大规模电池开发的最前沿。

GTM 公司今年 3 月透露，英国商人 Sanjeev Gupta 计划于去年年底在澳大利亚建造一个 120 兆瓦/140 兆瓦时的电池储能系统。

根据路透社报道，今年 5 月，日本 JERA、澳大利亚开发商里昂集团，以及电池供应商 Fluence 公司组成的一个财团计划在南澳大利亚州开发一个 400 兆瓦时的电池储能系统，可能在几个月内开始安装部署。

### 德国

根据行业媒体报道，德国工程师正在研究一种城市规模的储能系统，其容量可达 120 兆瓦/700 兆瓦时，据称足以为柏林供电一小时。

与其他计划中的大型电池储能系统不同，由天然气储能商 EWE Gasspeicher 公司领导的项目并不会采用廉价的锂离子电池，而是采用大量的氧化还原液流电池。但这个储能项目具有一定的实验性质，这意味着其可能要到 2023 年才能完全达到商业规模。

### 美国

美国可能会在 2020 年在电池储能系统规模方面创造新记录，届时 Vistra Energy 公司将开通运营一个 300 兆瓦的 4 小时锂离子电池储能系统，这将成为太平洋天然气和电力公司计划采用储能设施取代天然气发电厂计划的一部分。

电力生产商和零售商 Vistra 公司正在德克萨斯州部署一个 42 兆瓦时的储能项目，该项目由微电网开发商 FlexGen 公司生产制造，将在今年年底上线运营。

这个 1200 兆瓦时的 Vistra Moss Landing 储能项目只是 PG&E 公司委托制造的四个电池储能系统之一。

此外，特斯拉公司计划建造一个 730 兆瓦时的储能系统，Hummingbird 储能公司正在寻求安装一个 300 兆瓦时的储能系统，而 Micronoc 公司则正在建造一个 40 兆瓦时的储能系统，所有储能项

目为 4 小时储能系统，并使用锂离子电池。

到目前为止，Vistra 公司和特斯拉公司正在建设的全球规模最大的的储能项目将于 2021 年上线运营，并计划运营 20 年。

中国

据中国储能网报道，中能智慧能源科技(上海)有限公司计划在甘肃省投资建设 720MWH 网域大规模储能电站项目，该项目作为开展甘肃网域大规模储能应用系统试点，建成风光火储多能互补网域调控系统，将风电、光伏、火电与储能电站和电网大范围、大规模、分布式深度融合，不仅可以从运行层面解决可再生能源稳定输出,提高 110kV、330kV、750kV 交流系统和±800kV 酒泉~湖南特高压直流调峰调频能力、输电能力和安全稳定性，还可以构建省域储能智慧云平台，暨电网侧储能云管理平台，与电网、新能源、储能、可中断性用能等企业互联互通，助力中国新能源产业创新发展。

也许不久之后，可能很快就会推出规模更大的电池储能系统。

婷姐财经 2018-08-21

## 别样“峰谷电价”制度促加拿大安大略省用户侧储能爆发

据国外近期报道，在全球调整(Global Adjustment, 简称 GA)电费制度重压之下，加拿大安大略的多家工业园区配置电池储能系统缓解电价成本压力，用户侧储能市场呈现爆发之势。中国的售电模式虽与安大略不同，但峰谷电价的价差拉大也成为用户侧储能蓬勃发展的动力。

加拿大安大略用户侧储能爆发

安大略全球调整(Global Adjustment, 简称 GA)收费制度成为储能发展的助燃剂，为用户侧储能爆发创造了热潮。据国外媒体报道，加拿大储能开发商蜂拥向大型工业用户以提供削减电费需求，依据安大略省政府 2005 年制定的全球调整收费制度，工业用户需缴纳大额电费。

全球调整(Global Adjustment)是为了支持安大略省的发电企业和支付安大略省的保护项目计划费用而设置的，向安大略电力管理局签订的供应商支付的款项。它的价值因现货市场的价格波动而变化，并且可能是正数或负数。如果电力市场价格下降，全球调整通常会上升，反之亦然。

本月初，AES 和西门子的合资企业 Fluence，签订了位于安大略苏圣玛丽的 48 MW/144 MWh 的储能系统交易。该项目中 Fluence 和当地分布式公司 PUC Services 将共同为 PUC 最大客户提供能源管理解决方案，以帮助削减其能源成本。

今年 2 月 Stem 曾发布公告拟为 INOAC 内部系统提供 2.5 MWh 的电池系统，来节省电动汽车供应商的充电费用。

储能公司 Stem 的 CEO John Carrington 表示对安大略市场充满期待，虽然并未透漏具体规模，Stem 已经是安大略省储能项目的关键渠道，其他公司也在加拿大各省有类似的交易。

上周 Convergent Energy + Power 和 INI 公司在安大略萨尼亚的 10 MW/20 MWh 的用户侧储能系统已经上线，该项目设计目的为帮助一家石油公司削减用户电力费用，这是目前此类项目中最大的。

大部分能源协议目的为节约 GA 费用

GA 规则的建立是为了弥补售电电价与电力供应商之间价差，即供电商支付给核电、燃气发电、风能和太阳能等可再生能源发电的费用，以及保护程序的成本。

Navigant 研究所的分析师 Alex Eller 表示 GA 正是推动安大略储能项目爆发的驱动力，基于目前公开的这些公告，可以预估未来一年将有超 100MWh 的储能项目。

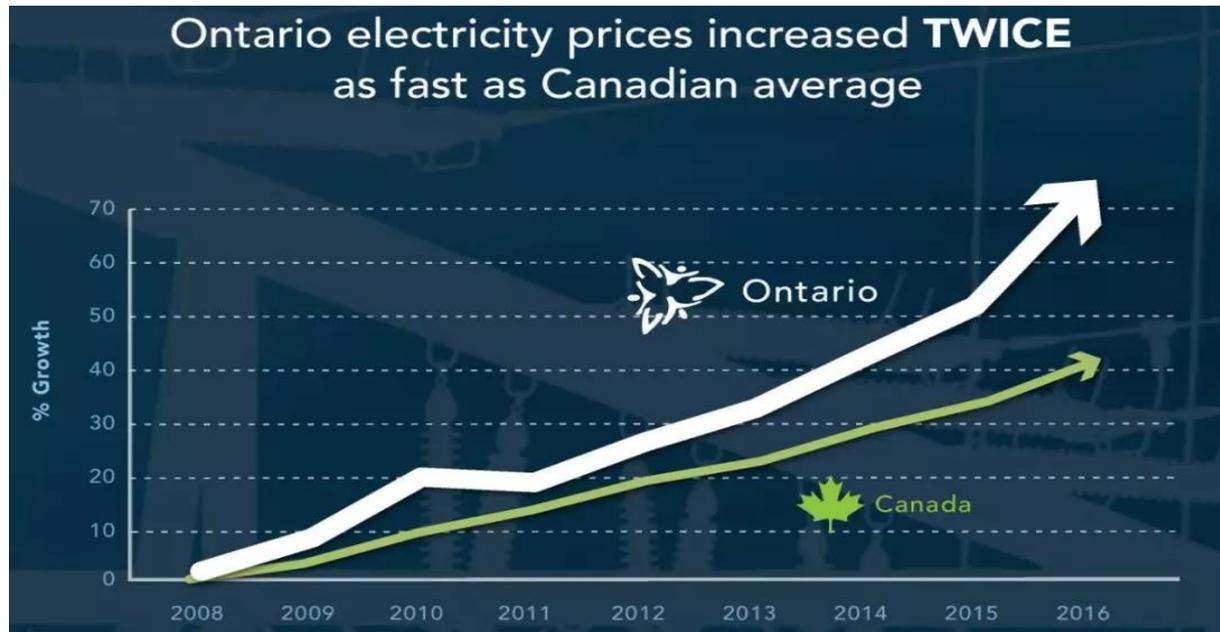
对于家庭用户和商业用户来说，GA 就像绑入了电费订单。然而对于工业用户来说 GA 是基于独立电力系统运营商(IESO)高峰期 5 天的用电量计算的。

安大略省的批发售电价格相对较低，因此 GA 在工业客户电费占据很大比例，从 50% 到 70% 不等。这引起了企业的强烈不满，GA 使他们在其他省份或在美国企业中失去竞争力。

"有些客户除了他们的能源费用外，每月还要支付 500 万美元的 GA 费用，这相对来说还是很比较少的," Fluence 的董事总经理丹 Dan Wishnick 说。

某企业甚至对安大略的能源部长和 IESO 提起诉讼，认为 GA 是违法的税收、而不是有效的监管费用。

据 Fraser Institute 提供的研究报告，2017 年，安大略电力客户总共上缴了 18.5 亿美元的 GA 费用，仅安大略最大的两个城市多伦多和渥太华，2010 与 2016 年相比商业电费增长了 50%，而其他加拿大城市平均增长 14%。



#### 储能是节约电费的最佳选择

7 年前对抗 GA 的选择方式并不多，有些大型工业客户建造了燃气发电厂，以便在用电高峰期自己发电、无需从电网购电。然而加拿大正在努力制定更严格的温室气体排放规则，其中可能包括二氧化碳排放费的规定。其他如部分或定时关闭工厂，减少用电需求的项目以配合电网的用电高峰期，可能使制造商状况变得更加艰难。

在过去几年锂离子电池成本的下降为安大略省的储能开辟了机会。Fluence's Wishnick 说: "若不考虑温室气体减排的因素，天然气厂的成本与储能装置的成本相当接近。"

对于 PUC Services 公司来说 Fluence 发言人 Giordan Zin 说，在不需要建造大量太阳能或新的天然气厂的情况下，利用储能装置是节省 GA 费用的一种方法。

PUC Services 计划在两个变压器站附近安置电池，以减少在高峰时段对电网用电需求。总体而言，其业务客户每年可以节省 300 万到 500 万的加元、在项目的 20 年期内总共 1 亿加元。

此外使用蓄能另一个好处是，电池也可以作为备用电源，而且电池与最近公布的智能电网项目很吻合。

Convergent Energy + Power 公司首席执行官 Johannes Rittershausen 认为，美国某些地方峰值定价计划与此情况相似，但并不像安大略如此有利可图。

#### 峰谷价差——中国用户侧储能发展动力

我国目前的储能市场与加拿大安大略情况相似也有不同。自年初以来，我国国内储能市场也呈现爆发趋势，仅上半年电储能装机量已超过原有总装机量。无论是在发电侧、用户侧还是电力辅助服务，各种商业模式均有规划建设。目前很多开发商看中储能项目在用户侧削峰填谷、节约电费的巨大开发潜力。

安大略的储能项目主要是为了缓解 GA 电价制度电费压力，是发电与售电电价差促成的，国内

售电方面也在为缓解其中的电价差频频发布降价政策。今年发改委也有提出绿色价格发展策略，将进一步加大居民峰谷电价价差，引导用户合理用电、错峰用电，这无疑为用户侧储能提供了有利条件。

今年夏季各地用电负荷再创高峰，江苏镇江为“迎峰度夏”缓解电力负荷建设大规模储能项目，河南也将储能设施应用在辅助电力需求响应。

储能是能源改革中一项基础服务，无论是对用户、发电、还是电网都是有益的，在电力市场售电业务拓展方面，若进一步加以政策和成本方面的支持，储能会拥有巨大发展空间。

北极星储能网 2018-08-23

## 到 2025 年国内熔盐需求达 1000 万吨 熔盐储能前景广阔

前言：熔盐是一种优良的传热储热介质，熔盐储能既可以大规模集中应用于光热发电储能、新能源废弃电力利用、电网调峰等领域，也可以分布式应用于智慧能源、清洁能源集中供热、清洁能源热电冷联供等领域。

中国无机盐工业协会熔盐与储能专业委员会主任段东平日前在 2018 钾盐钾肥大会上表示，随着太阳能热发电产业逐渐壮大，预计到 2025 年，国内熔盐需求量可达 1000 万吨，这对新兴熔盐产业是一片诱人的蓝海。

中国科学院青海盐湖研究所研究员王敏表示，熔盐是一种优良的传热储热介质，熔盐储能既可以大规模集中应用于光热发电储能、新能源废弃电力利用、电网调峰等领域，也可以分布式应用于智慧能源、清洁能源集中供热、清洁能源热电冷联供等领域。尤其在光热领域，可显著提高发电系统的热效率、系统的可靠性和经济性，目前国际上投运的光热项目绝大多数采用的是熔盐储能技术。

光热发电因其储能效率高、调峰能力强、电力品质良好等优点，被业界视为未来取代煤电的最佳备选方案之一。2016 年，国家能源局批复了首批 20 个示范项目，预计有 4 到 5 个项目在今年底可以投运。根据国家能源局今年 3 月印发的《关于提升电力系统调节能力的指导意见》，“十三五”期间，我国光热发电装机力争达到 500 万千瓦。

段东平介绍，随着市场需求增大，目前国内熔盐生产企业已达 20 余家，骨干企业除了青海盐湖外，浙江联大化工有限公司、深圳爱能森科技有限公司等企业也将熔盐产品作为重要业务方向之一进行拓展。当前国内熔盐产品需求量在 100 万吨左右，但实际产能已达 900 万吨。

除了聚焦国内市场，近年来部分熔盐生产企业已经开始将目光投向国外。青海盐湖工业股份有限公司旗下的青海盐湖硝酸盐业股份有限公司是目前国内最大的硝酸钾、硝酸钠生产企业，具有 40 万吨/年的熔盐产品生产能力。2017 年底，硝酸盐业成功向西班牙赛能集团出口熔盐产品，包括 18106 吨硝酸钾和 1000 吨硝酸钠。

西班牙赛能集团方面表示，选择从中国采购熔盐产品，是看中了青海盐湖产品品质，并希望共同开拓国内外市场。地处青海柴达木盆地的察尔汗盐湖各类盐资源储量达 600 亿吨，近年来企业积极探索盐湖循环绿色开发，熔盐正是盐湖循环利用的产业链之一。

王敏认为，我国盐湖资源较为丰富，熔盐产品供应能力强、品质较高，从全球范围看都具有较强竞争优势，能满足光热储能等高端市场需求。她表示，虽然我国熔盐储能产业处于发展初期，但今后应该是值得大力发展并有广阔前景的新兴产业。

专家预测，在未来 5 至 10 年内，光热发电的大市场将启动，在一段时间内也会涌现一定数量的熔盐产品供应商。对此，专家也提醒，在看到熔盐需求快速增长机遇的同时，也应着眼长远规避潜在风险。由于光热发电对熔盐产品质量要求很高，当前企业的重点应放在技术创新升级、提升产品质量等方面，同时兼顾拓展下游应用、加快与国际市场对接。

经济参考 2018-08-29

## 北京能源与环境学会清洁燃煤专委会主任孙宝玉：清洁煤取暖也是清洁取暖

针对清洁取暖，我不认为完全采用传统的清洁能源进行取暖的才叫清洁取暖，在运用能源过程当中达到清洁效果的取暖方式，也应叫清洁取暖。清洁能源不是对能源的简单分类，而应指能源利用的技术体系，同时，还需强调经济性和排放标准。也就说利用地热供暖、太阳能、天然气取暖是清洁取暖，利用清洁煤取暖也是清洁取暖。

以新型水煤浆清洁排放高效燃烧技术为例，该技术应用已超过 100 多个项目，是基于流态重构理论的清洁高效燃烧技术，最大的特点是在炉内进行污染治理，将常规的末端治理变为源头治理。

该技术具有节煤、节电、低排放、低磨损等优点。由于燃烧温度低，抑制了氮氧化物的生成，同时炉内脱硫效率已达到 98%，基本可实现二氧化硫排放低于 35 毫克，因此它不用加脱硫脱硝装置。该技术比传统燃煤锅炉能降低能耗 20%以上，综合运行成本降低 10%，环保运行成本降低 70%。此外，该技术燃烧效率高，炉内热效率达到 90%以上。

煤炭是我国的基础能源，一刀切、去煤、谈煤色变都不可取，应该把煤炭的丰富资源利用好，推进煤炭清洁高效利用。

武晓娟 中国能源报 2018-08-26

## 北欧清洁取暖有何妙招？听听丹麦和瑞典的经验

据了解，丹麦生物质能在可再生能源领域中占主导地位，特别是在 2000 年后，生物质能应用比例明显提高。与其他欧洲国家相比，生物质能在丹麦应用度更高，2016 年，丹麦生物质能占能源消费量的 28%，到 2020 年，这一比例将提升至 38%。

John Tang 介绍，在欧洲，生物质能主要用于供暖、交通及电力三个方面，其中，供暖占总使用比例的 75%，交通和电力平分剩余的 25%。

传统生物质（包括农村生活用能：薪柴、秸秆、稻草、稻壳及其他农业生产的废弃物和畜禽粪便等）占总供暖使用量的 91%，薪柴贡献最大，农业残渣的使用具有局限性，只有部分国家应用，丹麦便是其中之一。

生物质能运用于供暖领域具有多元化的特点，在欧洲主要用于三个领域。

第一是用于分散式民用供暖，德国、意大利、法国、奥地利应用较多。

第二是用于集中式区域供暖，代表国家有丹麦、瑞典、立陶宛、芬兰。

第三是用于工业，典型国家有比利时、芬兰、爱尔兰、葡萄牙、瑞典、斯洛文尼亚。

据相关数据显示，在欧洲 28 国中，使用生物质能供暖消耗量排名前五的国家分别是德国(15%)、法国（12%）、瑞典（10%）、意大利（9%）、芬兰（5%），剩余国家占 46%。

木质颗粒燃料是传统生物质能应用的典型之一，且是在欧洲唯一具备市场定价的生物质能。木屑和秸秆的定价方式较为自主，各地定价不一，并没有形成统一的官方市场价格。在丹麦由于木屑运输成本较高，因此市场平台还有待发展。

从目前发展情况来看，丹麦木质颗粒燃料的价格昂贵，使用比例将会进一步下降；秸秆使用比例未来趋于稳定，但数量有限，主要用于小型锅炉；木屑由于价格稳定且使用效率高，应用比例正在提高。

John Tang 表示，在未来 3-4 年内，生物质能在丹麦，甚至全球还有更大的发展空间。

瑞典供热供冷协会中国区主席 BerntAndersson 主要介绍了瑞典将供热系统和储能相结合的经验。

在瑞典韦斯特拉市，供热系统均配有储能装置，该市已形成较为成熟的集中供暖管网规模，五大供热点向市中心输送能量，整合后的管网热负荷大于 600 兆瓦。

在储能技术方面，BerntAndersson 介绍了两种应用较为广泛的储能技术。

一是常压热水罐，其特点是可以储存高达 98 摄氏度的热水，装机规模量大；二是承压热水罐，

可以储存 120—130 摄氏度的热水。可满足需求较大的工厂，但费用昂贵。

储能技术可与现有的区域供热系统和电锅炉结合应用，很多中国公司都在加装适用于电锅炉的储能罐。

此外，瑞典十分注重垃圾的无害化处理。BerntAndersson 认为，目前，主要的环境问题是低效的、过时的垃圾管理所导致的，它使得垃圾填埋持续增加，因此，在现代社会，城市垃圾的管理是一项非常紧急的环境挑战。如果可以优化垃圾管理政策和升级应用技术，它可以建立一个环境友好的循环利用和能量回收机制，进而减少垃圾填埋的处理方式。垃圾同样可以成为能源，并且成为清洁热源。

BerntAndersson 说，在城市中实现垃圾变能源的重点在于减小气味，实现环境友好性，瑞典采取的方法是在封闭的建筑物里安装先进的通风系统及排气系统，封闭的排气设备与锅炉相连，杜绝外排。

王升 中国能源报 2018-08-26

## 区块链能否助燃我国碳市场

碳排数据的真实性和透明性是碳交易市场的“七寸”。如果这一点不能得到保证，碳市场将举步维艰。

因数字货币而迅速成为热门的区块链技术，如今已将战火蔓延至碳排放领域。

英国利物浦市议会日前宣布与波塞冬基金会进行为期一年的试验，双方将利用区块链平台解决超过 110% 的碳排放问题，该市还宣布将在 2020 年底成为世界上第一个净零碳排放城市。

在此之前，IBM 还宣布与中国能源区块链实验室合作，打造全球首个区块链绿色资产管理平台。据 IBM 介绍，这一区块链解决方案将作为一个碳信用管理账本，实现碳资产开发或减排配额发放。

“据估计，该平台将大大缩短碳资产开发周期，同时降低 20% 至 30% 的碳资产开发成本，使大量碳资产能够实现成本效益的发展。”中国能源区块链实验室首席战略官曹寅说，“这将是一种非常流行的鼓励公司和大型企业减少碳足迹的方法。”

为应对全球气候变化，实现低碳绿色发展，建设碳交易市场已经成为全球各国减排方式之一。然而，中国作为世界上最大的二氧化碳排放源，碳交易市场却一直不温不火，在此情况下，区块链能否成为点燃该市场的“助燃剂”？

须捏住碳市场“七寸”

7 月 10 日北京发布的《2018 年中国碳价调查》报告显示，我国碳排放交易体系未来几年内将逐步成熟，并从 2020 年起发挥重要减排作用。多数受访者还预计，碳价将稳步上升，每吨二氧化碳价格从 2020 年的 51 元上涨至 2025 年的 86 元。

2017 年 12 月，《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》印发，这也标志着全国碳排放交易体系正式启动，碳市场的工作重心也开始由此前的试点示范转向共同建设全国统一市场。

“碳排放交易就是二氧化碳排放权的买卖，是政府在确定碳排放总量目标并对排放配额进行初始分配后，企业之间（或国家之间）以排放配额为标的进行的交易。”碳衡标测（北京）技术服务有限公司总经理赵奇峰解释道，政府首先根据科学研究确定碳排放的总量，再把具体的排放配额分发给企业，企业根据各自的边际减排成本决定是否买入或卖出排放权。

“从理论上讲，碳交易是低成本控制碳排放总量的市场机制途径。”中国国家气候战略中心原主任李俊峰向《中国科学报》记者举例说，“对于同一类企业，A、B 两家都是电厂，每年都发一亿度电，A 每发 1 度电有 500 克碳排放指标，而 B 有 800 克碳排放指标，那么 A 就可以向 B 买指标或者 A 多发电，这样对整个社会来说，减排成本降低。这就是市场机制。”

不过，由于碳权的开发及交易涉及的主体众多，当下的碳交易市场仍然存在诸多问题。赵奇峰以林业碳汇为例指出，从林权项目单位勘察、项目审定、政府备案登记、核证减排量、签发到最后

的上市交易环节，往往需要耗费长达一年甚至更长的时间，并且各个流程节点还存在造假、流程臃肿、不透明交易等问题。

“在碳市场中最重要的就是各个控排企业的碳排放数据，配额、价格以及数据的真实性和透明性，中心服务器无法对数据安全做到绝对的保障，而信息的不透明也让很多机构和个人无法真正参与进来。”赵奇峰说。

可以说，碳排放数据的真实性和透明性是碳交易市场的“七寸”。如果这一点不能得到保证，碳市场将举步维艰。

与此同时，零碳可持续发展（深圳）有限公司主席兼创始人庄宁还表示，受制于各国市场的制度以及法规，全球碳交易市场呈现碎片化现状。各国及各类型碳市场的交易条件并不统一，因此并不能实践互联互通。以每吨二氧化碳为交易单位的碳价格在全球不同市场间存在巨大差异，这大大限制了全球碳交易市场的发展规模。

区块链有望将碳市场变透明

IBM 认为，区块链技术的数据不可篡改性质使得市场参与者眼中的碳市场更加可信。不断增强的透明度和直截了当的审查能力，也会使管理者拥有更多的理由去将区块链技术应用到二氧化碳排放市场。

“区块链技术有望成为有效控制碳排放的重要手段，对中国乃至全球最大的碳排放来源具有重要意义。”曹寅说。

IBM 与中国能源区块链实验室合作，试图通过区块链简化中国的碳交易流程，使不同企业之间可以直接互相转让配额，而无需政府去核实这些交易。区块链使整个流程透明化，允许监管部门和企业对交易进行监督。

根据 IBM 透露的信息，利用区块链技术可以为碳市场面临的各种问题提供解决方案，他们正计划利用数字合作和智能合约来提高碳资产开发和管理的效率。

对于智能合约，赵奇峰表示，通过区块链技术可以将环境问题的各种方法学智能合约化，优化环境资产开发流程。在碳交易过程中，可以将碳资产的开发、交易、配额拍卖等所有流程都编译成智能合约运行在区块链上并自动化处理。

也就是说，如果将碳资产开发方法编译为智能合约，那么各个控排企业的碳资产额度就可以进行自动计算，整个流程变得透明、公开、准确，这不仅可以减少碳资产开发时间，还可以提高碳资产生产效率，降低碳资产的生产和管理成本。

庄宁还指出，通过结合区块链技术创造数字碳通证，可以大大降低交易成本，增加流通性，从而推动碳交易市场发展。同时，区块链技术亦有助于开拓以个人为基础的碳交易市场，产生规模效应，从而有助于建立市场和减排的多赢方案。

赵奇峰表示，通过打造面向全球的行业公链，建立碳权数据流通和交易的规范，还可以将碳权数据上链流通和资产化，并通过有效的经济激励模型，将碳交易主体的权利、义务有机结合，将行业的利益主体、监管机构、行业协会和个人纳入到有机的治理体系中。

“预计到 2020 年，我国每年碳排放权市场价值将达 600 亿至 4000 亿元。而通过区块链技术的应用，全球碳交易市场规模或将在不久的将来突破万亿美元。”赵奇峰说。

技术仍有不完美之处

不过，受访专家表示，区块链技术目前仍然处于发展早期，本身仍有较多技术问题和发展模式问题有待解决。

曹寅表示，从技术本身来说，区块链涉及的各项技术仍然较为原始，例如共识机制、加密算法、节点布置、区块容量、读写工具等，更不用说将这些分项技术糅合后的区块链了。因此，目前的区块链平台所表现出来的读写性能、可扩展性、开发便利性、安全性、同既有系统的兼容性都不尽如人意。

不仅如此，区块链技术只能防止上链后数据的篡改，至于上链前的数据是无法确定的，比如配

额分配涉及到企业的报送数据，如果这些报送数据造假，“就算区块链发展到 10.0 版本，也解决不了这个问题”。

“我们在强调区块链技术优势的同时，也要看到区块链本身增加能源消耗和排放的问题。”在近日举行的首届区块链绿色应用国际智库论坛上，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心国际部主任柴麒敏表示，2017 年，全球“挖”比特币的总耗电量相当于捷克一个国家的年耗电量，每块比特币交易还需耗电一千度左右。因此，未来区块链除了服务于环保产业外，区块链底层技术、数字应用和自身基础设施方面都应该有绿色化的解决方案。

中国科学报 2018-08-20

## 半小时供给 24MWh 电力！欧洲投运最大单体储能项目成功接受英国国家电网调

近日，英国国家电网成功调度两处储能系统，项目在半个小时内成功向电网提供了 24MWh 的电力供给！

当前，英国电网级储能已然迎来了发展期，特别是在配网侧的储能应用较为广泛。电网运营商曾表示：将进一步推动平台进入短期运营储备(STOR)市场，用“灵活，可扩展和安全的平台”取代现有的调度系统。

除了调频市场之外，英国政府计划 2018-2019 年左右，还会开始推出 CapacityMechanism(电力系统容量拍卖机制)市场，用来鼓励在欧盟的减少碳排放目标压力下火电厂陆续关停核电站限制建设的能源不足。

预计在未来 5-10 年的情况下，电网缺乏的 system inertia(电网惯性稳定性)、不稳定发电源逐渐增多，将在一定程度上刺激储能系统和可再生能源结合发电。

比亚迪对于英国的调频市场进行了很长时间的研 究，通过在英国逐步交付近 150MW 的储能项目，逐步积累经验，目前比亚迪 1.26MW/1.34MWh 标准集装箱储能产品完全满足英国的气候、电网环境，配合新能源发电等要求。

本次供应电网调度的 49MW/49MWh 储能项目也正是由比亚迪提供，分别是位于肯特郡艾尔斯福德的 29MW 工厂和位于埃塞克斯郡的 Claredown 的 20MW 工厂。其不仅是欧洲已运行的单体最大的储能项目，同时也是欧洲第一个直接从欧洲最大银行之一的 Santander 银行拿到融资，进行负债融资的储能项目。

客户 Zenobe Energy，既是项目投资方，也是开发商及运营商，旗下已有 63MW 在运行的储能项目。在成功参与调度试点并发送服务后，后续或将持续使用辅助服务调度平台(ASDP)。

比亚迪新能源 2018-08-29

## 口岸船舶首制 17500 吨化学品船完工 全球首例应用大功率锂离子电池储能系统

记者昨天从口岸船舶有限公司获悉，由口岸船舶为挪威船东 Rederiet Stenersen AS 建造的 17500 吨化学品船首制船顺利完工，将于 8 月 22 日交付。

17500 吨化学品船由口岸船舶公司与欧洲一知名设计公司联袂设计，总长 156.50 米，型宽 23.80 米，型深 13.80 米，结构吃水 9.50 米，设计航速 15 节，入级 DNVGL。该船集成了多项国际国内最新技术，在环保、节能、操纵可靠性等多方面处于世界领先水平，标志着我市的造船水平跃上了一个新的台阶。

该船独特的细长半 V 型船体线型+直立型艏柱，在减小船舶航行阻力的同时，使船舶在空载或非满载情况下吃水更深，推进效率更高，有效降低船舶在多装载工况下的综合油耗；直接驱动的永磁低速轴带发电机，配置有源前端低频变频器，提高功率因素和发电机效能，降低电力系统能耗；全球首例应用的大功率锂离子电池储能系统，能有效收集、储存富余电量，在需要时对电网放电，削减

用电波峰，减少备用发电机频繁启动；一键操作全自动“带我回家”系统，可避免常规船舶主机发生故障后停航、航期延误和安全风险；柔性耦合不间断岸电操作系统为国内首创，可实现船舶靠港时与岸电无缝对接，有效避免常规船舶转换岸电时断电对设备产生的影响；以精准有限元计算为基础的结构优化，减少了液货舱区域钢材用量，降低了船舶自重，与相近吨位的其他化学品船相比，液货舱舱容提升 15%，实现载货量最大化。

该船融入绿色环保设计理念，主、辅机系统配置废气后处理装置和选择性催化还原反应设备，能将废气中的碳水化合物化学反应还原成氮气和水，有效清除废气中的有害物质，减少对大气污染；艏管轴承采用水润滑，杜绝常规船舶艏管滑油泄漏产生的污染风险；船上大功率用电设备广泛采用变频节能技术，机舱通风系统、中央海水冷却系统可根据环境变化、系统需求实现变频控制；生活区域空调回风利用转轮热交换机构调节新风进机温度，大大降低空调压缩机组的功率消耗和运行时间。船员舱室噪音仅 45 分贝，远低于 55 分贝的国际规范要求，使船员真正拥有安静舒适的“家”。

泰州日报 2018-08-21

## 可燃冰产业化加速 2030 年左右有望实现商业化开采

自然资源部中国地质调查局副局长李金发近日表示，我国将加快推进天然气水合物勘查开采产业化进程，统筹开展资源勘查、试采攻关、环境保护、平台建设及产业政策制定等。

李金发说，天然气水合物是 21 世纪公认的最有可能接替煤炭、石油等常规能源的新型绿色能源，具有能量密度高、清洁环保、分布区域广、资源规模大、生成环境特殊等特点，是未来全球能源发展的战略制高点。

人们通常所说的天然气水合物就是可燃冰，它既含水又呈固体，看起来像冰，很容易被点燃。去年，我国成为全球首个海域可燃冰试采获连续稳定气流的国家，并实现海域连续稳定产气 60 天，累计产气量超 30 万立方米，创造了连续产气时长和产气总量两项世界纪录，这是世界首次成功实现对资源量占全球 90% 以上、开发难度最大的泥质粉砂型天然气水合物试采。

业内人士称，试采成功为推动天然气水合物产业化迈出了关键一步。可燃冰能量密度非常高，在同等条件下，可燃冰燃烧产生的能量比煤、石油、天然气要多出 10 倍，1 立方米可燃冰分解后可释放出 164 立方米天然气。

据了解，我国已分别在南海海域和青藏高原冻土区钻获天然气水合物实物样品，使得我国成为世界上在中低纬度地区唯一拥有海底和陆上冻土区天然气水合物资源的国家。

需要指出的是，可燃冰开采难度很大。可燃冰靠低温高压封存，如温度升高，水合物中的甲烷可能溢出；或者如冰块消融、压力回升，一旦控制不当，可能造成海底滑坡等地质灾害。为此，分析人士认为，我国可燃冰试采成功标志着我国实现了可燃冰勘查开发理论、技术、工程、装备自主创新，实现了历史性突破。

李金发表示，我国在试采中建立了大气、水体、海底和井下四位一体的环境监测，实现了全过程实时监测和有效控制，并在试采后实施了环境效应评价。结果表明，试采甲烷无泄漏，大气、水体无污染，海底和井下未发生地质灾害，初步证实天然气水合物绿色开发可行。

中国地质调查局基础调查部副主任、天然气水合物试采现场指挥部办公室主任邱海峻接受记者采访时表示，我国海域天然气水合物资源量约 800 亿吨油当量，通过重点地区普查，已经圈定 11 个有利远景区，19 个成矿区带，经过钻探验证圈定了两个千亿方级矿藏。

邱海峻表示，我国今后将围绕加快推进产业化进程目标，争取试采成果最大化。同时，相关部门继续加大天然气水合物资源调查力度，开展重点目标区详查，提供 2 个至 4 个大型资源基地，为推进产业化奠定资源基础。基于中国可燃冰调查研究和技术储备现状，预计我国在 2030 年左右有望实现可燃冰商业化开采。

黄晓芳 中国经济网 2018-08-29

## 实质性倒退！特朗普拟松绑火力发电厂排放限制

美国联邦政府定于 21 日发布一项放宽火力发电厂温室气体排放标准的计划，逆转前任总统贝拉克·奥巴马当政时为应对气候变化所作努力。

### 【下放权限】

美国环境保护局定于 21 日发布“平价清洁能源”计划，作为各州制定火力发电厂排放标准的指导方针。预期总统唐纳德·特朗普当天在西弗吉尼亚州一场活动中推介这项计划。

“平价清洁能源”计划将赋予各州更宽泛的权限，让它们自行决定如何限制二氧化碳和其他温室气体排放。

环保局了解计划内容的官员以不公开姓名为条件告诉美联社记者，对那些亟待改造升级的火力发电厂，排放标准将“放松”。

这项计划将代替奥巴马当政时制定的《清洁电力计划》。特朗普就任后第一任环保局长斯科特·普鲁伊特 2017 年 10 月 10 日签署文件，正式废除《清洁电力计划》。

《清洁电力计划》是奥巴马政府气候政策的核心，要求美国发电厂到 2030 年以 2005 年为基准减排 32%；在规定各州减排目标的同时，为各州如何实现目标保留一定的灵活度。

### 【支持火电】

白宫正在传阅一份三页长的“平价清洁能源”计划概要。美联社援引概要复印件报道，这项计划着重点是提高火力发电厂效率、允许各州在改善环境前提下降低“无效合规成本”。

特朗普先前要求能源部长里克·佩里帮助处于困境中的火力发电厂和核电厂维持运营，兑现竞选时复兴煤矿开采业的承诺。他警告，让火电厂“退役”将损害国家电网，破坏供电网络的应变能力。

代表与煤矿相关产业利益的美国清洁煤炭发电联盟主席迈克尔·布拉德沃思赞同这项计划，认为可以防止一批火力发电厂提前“退役”。

### 【实质倒退】

美联社报道，“平价清洁能源”计划相对于奥巴马当政时应对气候变化所作努力是“实质性倒退”。

依据这项计划的概要，奥巴马政府《清洁电力计划》超出美国《清洁空气法》对环保局的授权。“按计划，电力部门二氧化碳的排放量将持续下降。这将以尊重各州为前提下依法推进，而不是像《清洁电力计划》那样。”

按照美国国会 1970 年通过的《清洁空气法》修正案，环保局有权为调控温室气体排放采取措施。

纽约州州长安德鲁·科莫致信环保局代理局长安德鲁·惠勒，说特朗普政府抛弃《清洁电力计划》，将被化石燃料产业以及说客玩弄于股掌中，“无论从什么角度看，拟议中的计划都将犯下错误”。“我敦促你调整路径，为所有人好。”

原标题:实质性倒退！特朗普拟松绑火力发电厂排放限制

包雪琳 新华网 2018-08-22

## 废锂电池资源化技术及污染控制

锂电池被人认为是相对环保的储能方式，但报废的锂电池究竟会不会对环境造成污染？

### 1、废锂电池现状

就实际情况而言，回收利用废弃锂电池的企业很少，由于一般企业的经营规模都比较小，再加上生产设备以及生产技术都比较落后，因此，企业的产生只是出于摸索阶段，并没有实际投入生产，也就谈不上对废弃类电池的处理。如今我国最常用到的处理废弃的锂电池的方法是将废弃的锂电池和其他一些固体废弃物进行混合，然后将其焚烧，这样一来对环境造成了极为严重的污染。目前，随诊锂电池行业的不断发展，国内一些专家提出了新的废弃锂电池处理的方法。

赵鹏飞等人提出使用机械将废弃锂电池剪碎，然后用振动、分选的方法将废弃的锂电池进行分

类，进行分类后选出正负极材料、电极活性材料、石墨以及电极活性材料等，并且将电极材料置于具有 500 摄氏度的马弗炉中予以热处理，然后再使用浮选的方法，将锂、钴氧化物分选出来回收利用。

陈亮等人用  $H_2SO_4 + H_2O$  酸浸出电极材料，同时还用 N902 来萃取铜，借助 NaOH 溶液对铝进行沉淀，接着再使用使其完全沉淀，并且生成镍钴锰碳酸盐。通过实验总结出镍、钴、锰的浸出率分别为 98%、97%和 96%，总而言之，镍、钴和锰的回收率都高于 5%，具有较高的回收价值以及回收效果。

徐源等人通过使用不同的萃取方法，有价萃取分离废旧的钴酸锂离子电池，在此过程中，首先需要使用酸溶浸出的方法分离出正极材料中的金属离子，然后将杂质用 P204 萃取去除，分别除去杂质中的  $Fe^{3+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、以及  $Mg^{2+}$  离子，但是在水里仍然存在  $Li^{+}$  与  $Co^{2+}$  离子，接着就需要使用 P0 来将这两中离子去除，同时还得使用 HCl 溶液反萃取有机富钴中的  $CoCl_2$ ，通过使用两级反萃取的方法可以实现对离子的完全分离，使锂离子留在水中。使用  $Na_2CO_3$  沉淀锂离子能够得到  $Li_2CO_3$ 。

总而言之，我国大量生产锂电池，并且对锂电池的消耗量也比较大，尽管人们对锂电池的回收较为关注，但是对于锂电池进行回收利用以及资源再生方面并没有给予足够的重视。如今，对于锂电池的处理方式通常是与其他普通垃圾以期处理。同时，人们对锂电池的回收方式并不了解，使得回收过后的锂电池无法得到有效的应用。

## 2、废锂电池放电处理及手工拆解

废弃的锂电池中通常还残留有电量，在对锂电池进行处理的过程中，如果没有将残余的电量释放掉，就会在进行电池拆分过程中很容易产生着火以及爆炸现象，因此，在对废弃的锂电池进行试验之前，就需要先进行废弃锂电池的放电处理。处理废弃锂电池的方法通常有物理方法以及化学方法两种，物理放电的方法主要是借助外接负载来放电，是通过使电池连接外界电阻，使剩余电量在放热的过程中消耗掉，但是这种方法适合于对少量电池的放电。以氯化钠盐溶液放电进行预处理的方法具有易操作、方便、简单的特点，并且较为经济实用，不会产生出二次污染物，因此在进行废锂电池放电时被广泛使用。

在进行实验时，首先需要将废锂电池放在饱和的食盐水中，使其放电 10min，正负极电池短路就会将电池中的电量完全释放。将放电结束后的电池放在  $60^{\circ}C$  以下的烘干箱中放电 10h，并且人工对锂电池的外壳进行拆解，从而得到电池的内芯，再由人工对锂电池的塑料薄膜以及正负极进行分选，从而获取正极材料。

## 3、废锂电池资源再生过程中污染物分析及控制

### 3.1、电解液污染排放控制

电解锂电池的电解液挥发性较强，并且具有较高的腐蚀性、毒性并且易燃易爆。电解质的成分主要有六氟磷酸锂( $LiPF_6$ )，可以和水以及酸发生反应，从而产生 HF 等毒性气体以及有毒物质，产生氟污染；通常情况下，电解质溶液中是 EC+DMC 以及 PC+DEC 等混合溶剂，这些成分都属于易燃易爆物质，在释放出去以后就会形成有机物质。氟化物可以和 NaOH 发生反应，从而产生 NaF。因此在去除氟污染时通常使用 NaOH 溶液。随着手工拆解，会使电解液挥发出去，对于收集造成很大的不便，因此开展该项工作就显得比较困难。

处理电解液的措施：在进行实验时，在密闭的通风厨下对废锂电池进行手工拆解，并且将通风窗打开，完成电池拆解之后需要快速将塑料薄膜、正、负极浸到 0.5mol 的 NaOH 溶液，经过一定的时间之后除去电解液中的氟化物。因铝箔表面有活性物质以及乙炔黑钴酸锂，此外，需要用稀碱液配置 NaOH 溶液，在对电解液进行处理的时候，没有存在 NaOH 溶解流出铝箔，因此，析出电解液之后，需要用镊子夹出正极，并且将其烘干当做实验材料，但是挥发的部分微量醋溶液可以被 NaOH 溶液吸收，经过处理过的尾气需要用通风厨排到室外，从而起到保护环境的作用。

### 3.2、酸消耗与剩余酸控制

通过对  $H_2SO_4+H_2O$  进行计算,发现在酸体系之下,在废锂电池中浸出锂、钴实验中酸的剩余量以及消耗量,能通过控制实验中浸出酸量,来有效降低酸的排放,在此实验过程中,对酸剩余量以及消耗量的计算方法是借助中和滴定的方法来完成的,通过将不同的硫酸浓度作为考察依据,来对浸出酸的最佳量进行计算。

结束语

如今,由于我国使用锂电池的量比较大,因此废锂电池的报废量也比较大,废锂电池中,锂、钴等金属离子的回收利用具有较高的价值,因此,就需要合理利用废锂电池,在避免对环境造成污染的前提下,使废锂电池创造出一定的经济效益。

危废技术 2018-08-22

## 我国大中型间冷燃气轮机关键技术研究取得进展

间冷燃气轮机循环系统,通过间冷器大幅降低进入高压压气机气流的温度,减少高压压气机的压缩耗功,从而提高燃机的输出功率,是燃机发展的重要方向。间冷器作为间冷循环燃机系统的关键设备,其技术难点在于:换热器流道结构复杂,缺乏成熟设计方法;对换热效率和紧凑度要求极高,同时又要求阻力损失极低;对换热器加工工艺精确度和可靠性要求高。特别是对体积、重量、热负荷、功耗、耐蚀性等苛刻要求的间冷燃机系统,间冷器一直是多年来难以克服的技术瓶颈,制约着我国先进燃机系统的发展和应用。

(来源:中国科学院工程热物理研究所)

中国科学院工程热物理研究所传热中心在研究所创新引导基金项目“燃机新型高效紧凑式间冷器研发”的支持下,开展了大中型燃机间冷器高效低阻传热机理、结构完整性设计、高精度加工和宽板幅焊接等关键技术攻关,先后取得了一系列重要成果。针对大中型燃机对间冷器高效、低阻、高紧凑性的要求,基于传热强化理论的最新成果结合研究团队提出的“耦合分布、协同优化”的换热器设计思想,发展了新型气液两则流道局部和结构形式。基于多目标多参数协同优化思想,在体积、重量、压损等严格限制条件下,寻求综合换热性能最优的板厚、肋高、通道宽和通道数量等多个设计参数间的最佳组合,从而获得 Pareto 最优设计方案。针对微小通道换热器复杂结构形式和通道布局,基于多尺度耦合模拟技术结合周期性条件开展了大规模跨尺度高精度数值仿真研究,用于指导新型换热结构的开发和优化定型;针对大宽幅大流量下流量分布不均的问题,基于热质传递理论开展入口区域流量分布均匀性研究,提出了多边形换热结构流体入口区域通道分布新形式,有效提高了流量分布的均匀性。由于恶劣工作环境以及燃机启停等运行条件,使间冷器常处于非满负荷设计工况条件下运行,研究团体建立了多变量非线性间冷模块动态优化模型,用于研究各种恶劣条件非设计工况下间冷器性能及对燃机系统的影响。研究团队先后多次在研究所廊坊研发中心开展了全温全压间冷器实验缩比样机的测试验证,并邀请有关专家到测试现场指导和审核,测试结果显示样机冷热流体两侧的换热性能、压力损失等各项指标均优于原设计目标和实际要求。测试结果和设计计算结果以及仿真结果对比显示,热负荷平均误差在 2%以内,宽板幅出口截面温度和压力不均匀度小于 1.5%,证实了研究团队开发的换热器设计方法和大规模跨尺度数值仿真技术的准确性和可靠性。

研究团队基于“通道-芯体-整体”的由局部到整体换热器设计思路,通过对实验样机的优化改进和放大,结合当前加工焊接等工艺,完成了新型高效全尺寸原型机的设计、加工和制造,突破了宽幅板材流道设计、结构优化、精密加工、无钎料焊接等关键技术,能够满足恶劣工作环境下高强度、耐腐蚀等严酷要求。近日,研究所加工的新型高效全尺寸间冷器原型机在相关单位测试平台完成了全温全压全工况下性能测试,各项指标均达到或优于原设计和实际要求,与现有间冷器产品相比在综合性能和加工工艺等方面均具有明显的技术优势,并得到有关单位领导专家的高度认可。

间冷系统能够有效提高燃机效率、降低燃油消耗,在间冷燃机系统中起关键作用,具有广阔的应用前景。相比世界先进的间冷燃机技术,国内燃机技术水平尚有一定差距,其中间冷器正是制约

间冷燃机系统发展的关键技术瓶颈之一。工程热物理所传热中心间冷器研发团队，经过一年半的技术攻关，克服了通道形式、结构设计、芯体优化、整体成型等一系列从设计到优化、从理论到工艺的技术难关，形成了具有自主知识产权的新型高效低阻紧凑式间冷器设计方法和优化思想，并在通道布局、结构创新、加工焊接工艺等方面形成了多项国家发明专利。工程热物理所全温全压全尺寸新型高效间冷模块的研发成功，将我国大中型燃气轮机中间冷却技术提升到一个新的高度，填补了国内相关技术空白，有助于我国先进燃机技术早日赶超世界先进水平。

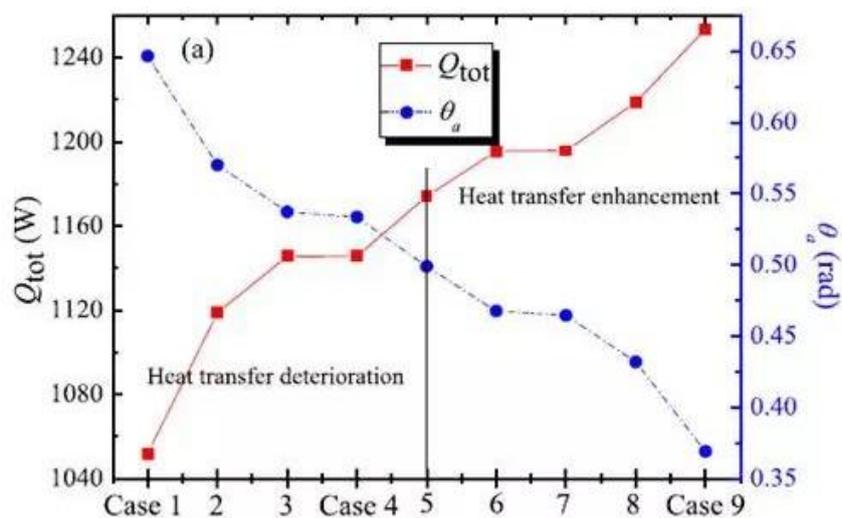


图 1 热负荷与参数分布协同角的关系(郭江峰等, *Int. J. Heat Mass Transfer*, 2018)

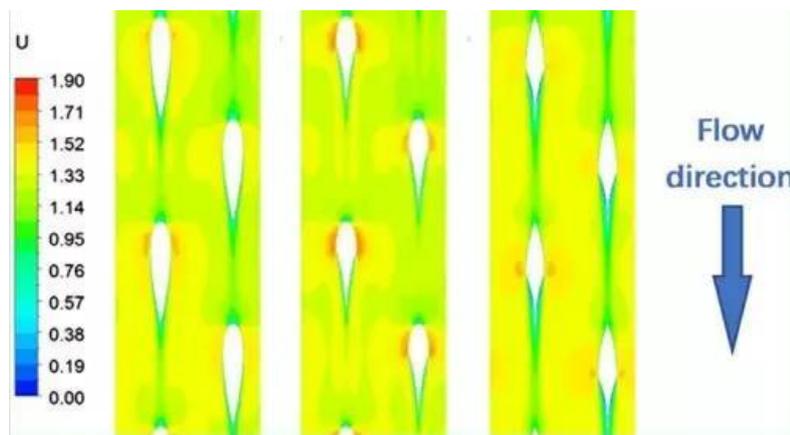


图 2 新型换热通道结构传热机理分析(崔欣莹, 郭江峰等, *Int. J. Heat Mass Transfer*, 2018)

中科院之声 2018-08-20

## 新型二维柔性电极材料研制成功

22日,记者从中国科学院生物能源与过程研究所获悉,在中国科学院院士李玉良的指导下,青岛能源所黄长水研究员带领的碳基材料与能源应用研究组首次设计合成了氟取代的石墨炔二维碳材料,应用于锂离子电池负极,显示出优异的电化学储能性能。相关成果已在线发表于《能源与环境科学》上。

随着可穿戴智能设备以及可植入医疗器械的发展,具有高能量密度、功率密度以及长循环寿命的柔性电池成为近年来研究的热点。由于特有的结构优势,二维材料成为理想的柔性电极材料。然而,目前已知的二维电极材料往往具有致密的原子排布,这使得锂离子在层间的传输遇到较大的位阻,从而导致较低的功率密度和能量密度。

该研究组在不同基底上制备石墨炔、氮掺杂石墨炔、石墨炔负载铁。研究人员更是成功将氟原子引入石墨炔结构当中，制备得到新型碳基柔性电极材料，可极大推动穿戴智能设备等所需柔性电池的发展。通过氟取代，使得石墨炔分子孔道扩大，从而具有优良的离子传输通道；同时，保留了石墨炔的基本框架和二维平面结构中的共轭体系，使其材料具有优异的导电性和载流子传输特性；尤其是碳氟键具有优良的循环储锂能力，不仅增加了材料的储锂位点，同时碳氟键与电解液具有很好的相容性，可以大大降低界面阻抗，从而提高循环稳定性。

该成果为溶液法制备大面积性能优异的柔性电极材料提供了研究思路，开创了新型储能器件电极材料研究的一个新方向。

科技日报 2018-08-23

## 新型固态电池充满电仅需 1 小时

德国尤利希研究中心专家日前开发出一种新型固态电池，充电率比现有文献记录的固态电池高出十倍。新电池组件由磷酸盐化合物制成，材料经过化学和机械性能的最佳匹配，实现了电池持续良好的可通性。

固态电池因对热不敏感，不含任何可能泄漏或着火的液体部件，因此被认为比传统锂离子电池更安全、可靠和耐用。影响固态电池发展的关键因素之一是通过的电流低，这会导致电池充电时间较长。一般固态电池再次充满需要约 10—12 个小时，而这款新型电池不到 1 个小时就能充足电。

项目负责人坦普尔博士介绍说，在传统锂离子电池中使用液体电解质，能非常好地接触电极，具有纹理表面的电极像海绵一样吸收液体，形成一个大的接触区域；而两种固体材料不能这样相互结合，电极和电解质之间的接触电阻相应更高，影响电流的通过。

为了使电流在固体层边界处获得最大的流动性，研究团队设计的固态电池电极和电解质采用非常类似的材料组分，由不同的磷酸盐化合物制成。固体电解质作为稳定的载体材料，是在磷酸盐电极两侧通过丝网印刷工艺制成，使用的材料价格合理并容易加工。新型固态电池基本上不含有毒或有害物质。

坦普尔称，他们设计的固态电池主要是基于材料的最佳组合，这项设计证明固态电池实现高充电率和快速充电是完全可行的，并因此获得了专利。

参与项目的中国学者石城宇博士介绍说：“在最初的测试中，新电池的充放电循环相当稳定，经过 500 次充放电仍能保持原始容量的 84%。当然，新电池还有改进空间，理论上做到低于 1% 的损耗也是可行的。”

尤利希能源和气候研究所所长艾歇尔教授表示：“新电池目前能量密度为每克约 120 毫安小时，已经非常高了，即使它们仍稍低于当今市场上的锂离子电池。”

该固态电池除了可用于开发电动汽车，还能应用到航空航天、智能住宅和医疗器械等众多领域。

科技日报 2018-08-23

## 新锂—氧电池或可释放全部储能

据英国《科学新闻》网站近日报道，加拿大科学家在日前出版的《科学》杂志上撰文指出，他们对锂—氧电池进行了重新设计，得到的新电池几乎能将所有储能全部释放，且充放电次数达 150 次，未来有望为电动汽车、潜艇等提供更可靠、更能源密集电源。

与典型的锂离子电池相比，锂—氧电池的能量密度更大，且由更可持续的材料制成，但它仍未“飞入寻常百姓家”的主要原因在于其寿命不长。

研究人员解释，一般锂—氧电池会形成过氧化锂，且产生不需要的化学副产物，这会浪费能源。因此，锂—氧电池只能将约 80% 的储能输送给它所供电的设备。美国阿贡国家实验室材料化学家拉

里·柯蒂斯指出，这些化学物质也会损坏电池的电解液和阴极，使其在充电几十次后就“偃旗息鼓”。

为制造出更好的锂—氧电池，滑铁卢大学的化学家琳达·纳扎尔及同事用无机熔盐代替了常用的有机电解质，用金属基替代了标准的碳基阴极。在得到的新电池中，氧气与锂形成氧化锂，可以比生成过氧化锂多储存 50%的能量。更重要的是，氧化锂不会产生化学副产物，这使新的锂—氧电池几乎能将所有储能释放给其他设备，而且比其他锂—氧电池充电次数更多。

柯蒂斯说，新电池未来有望用于为电动汽车提供动力，但在实际应用之前还有很长的路要走，“因为新电池必须加热到至少 150°C才能工作”。

麻省理工学院能源和材料研究员杨绍恩(音译)评论称，改变电解液中的物质或许可降低电池的工作温度，新锂—氧电池还可作为飞机、航天器和潜艇的紧凑型电源。

总编辑圈点

新能源汽车取代传统燃油车已经是大势所趋。然而要想被普通消费者所广泛接受，并取得市场统治地位，新能源汽车仍需要攻克不少技术瓶颈，电池系统就是其中最重要的一环。锂电池也好，燃料电池也罢，电池系统仅仅达到清洁环保是不够的，成本低、寿命长、续航时间长、轻便、安全、可靠、易回收都是必须实现的性能。所以，新能源取代燃油车，不能指望补贴政策，性能的全面超越才是硬道理。

科技日报 2018-08-27

## 模拟抽水蓄能 混凝土块如此储能

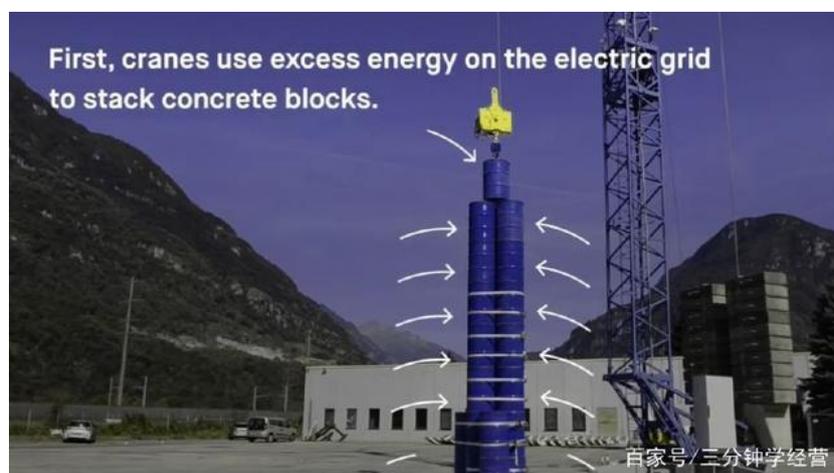
抽水蓄能是一种很好的储能方式，但是在许多地方，建造一座大坝要么不可能，要么水资源太宝贵了。瑞士一家名为 Energy Vault 的初创公司设计了一个能量库系统，也算是可行的泵送水力替代方案：该公司不是使用水和水坝，而是使用混凝土砌块和起重机。

截止目前，世界上大约 96%的储能水坝都采用同样一种技术：抽水蓄能。每当发电量超过需求时，多余的电力就会被用于将水泵入水坝。而当需求超过发电量时，由于重力影响，水位会下降，从而使涡轮机产生电力。

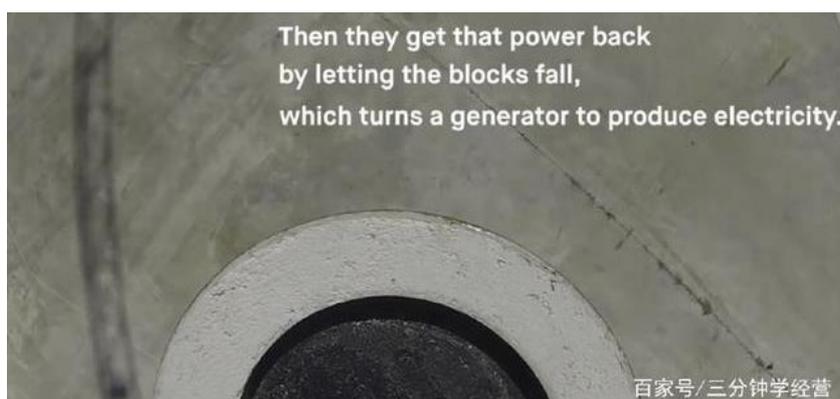
但抽水蓄能需要特定的地理位置，不是哪个地方都可以采用这种方式蓄能。为此，瑞士一家名为 Energy Vault 的初创公司设计了一个能量库系统，也算是可行的泵送水力替代方案：该公司不是使用水和水坝，而是使用混凝土砌块和起重机。

工作原理：中间是一个 120 米高的六臂起重机，初始状态下，每个重 35 吨的混凝土圆筒整齐地堆叠在远离起重机臂的下方。

当存在多余的太阳能或风能时，能量库系统会通过控制系统来遥控连接到起重机臂小车上的摄像机，引导一个或多个起重机臂钩在混凝土块上，然后使用多余的能量来堆叠混凝土块。下图为示范单元，仅为实际单元的 10%。



然后，当太阳能或风能不足以满足需求时，再通过混凝土块下降来驱动发电机发电。



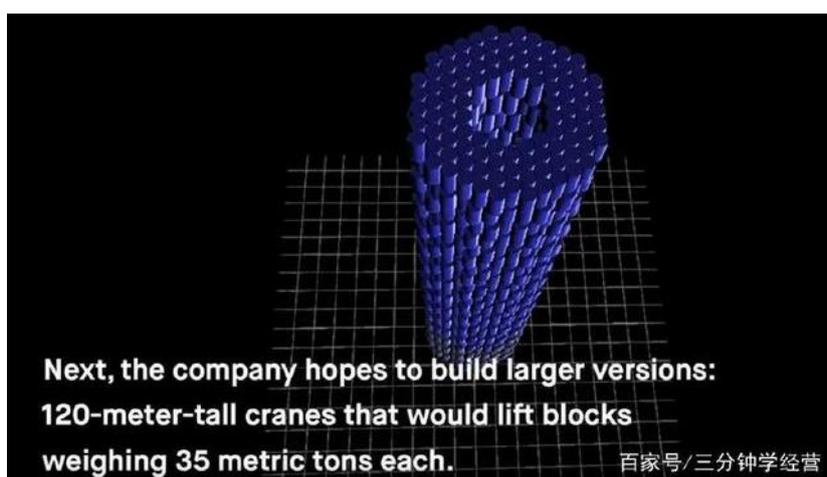
这其实类似于抽水蓄能，通过将水泵送到高处的水库来储存能量，并通过让水下降来转动涡轮机以回收能量。

但是在许多地方，建造一座大坝要么不可能，要么水资源太宝贵了。

而采用这种堆叠混凝土块的方式来蓄能非常基础，而且使用了最大限度地提高了效率。



该公司希望建立更大的操作模块，计划采用 120 米高的起重机和每个重 35 吨的混凝土块。



当起重机在其周围形成一个混凝土砌块塔时，该系统“完全充电”，当存储在塔中的总能量为 20 兆瓦时，足以为 2000 个瑞士家庭供电一整天。

当电网运行不足时，发电机通过重力来驱动发电。另外，该系统的利用效率为 85%，与锂离子电池 90% 的利用效率相当。不过，Energy Vault 的工厂可以运行 30 年，几乎不需要维护，而且成本极低，这是锂电池不具备的优势。

三分钟学经营 2018-08-21

## 清华大学付林：“2+26”城市清洁供热实现近零排放的构想

2017年，十部委推出了清洁取暖规划，其中较为核心的是“2+26”城市。这些地区有三个特点：污染尤为严重，排放要求尤其严格，对于清洁供暖的实施尤为迫切。

基于此现状才提出了针对“2+26”城市、共50亿平方米建筑面积的清洁供暖规划，其中城市37.5亿平方米，“煤改气”规划为60%，“煤改电”规划为15%，清洁燃煤20%，这就需要天然气供热30.4亿平方米，电采暖7.6亿平方米，燃煤供热10亿平方米，剩下2亿平方米由地热、工业余热、生物质能和太阳能提供。

我们看到，“煤改气”有60%的比例，天然气供热占大头，这就带来了“煤改气”到底怎么改的问题。

“煤改气”有天然气锅炉和天然气电热联产两种方法，结合京津等地实施经验来看，存在成本高、气源保障有困难、仍存在污染等问题。

所以，我认为，合理的天然气应用方式是调峰：

一是给集中供热网调峰，缓解运行成本高的问题，还要根据情况考虑燃气锅炉，但一定要合理、有节制。

二是在给电网进行调峰，调峰的时候会产生热，这些热量可以回收利用。这种回收利用天然气给电网调峰时产生的热能，可能是将来推广的好模式。

在“煤改电”方面，有三种模式：

一是电直热，但由于能源浪费及边际成本高，我认为，这种模式并不可取，需要慎之又慎。

二是水源、地源热泵，受资源条件限制，要理性推广。

三是空气源热泵，这种方式适合分散建筑用户，例如在农村地区推广应用。并且在一定程度上，都需要政府的补贴。

目前的方案实施上都有一定局限性，还有没有更加清洁、经济、高效的取暖方式？

我认为，余热利用是一个主流的供热方式，我们可以将现在浪费着的资源利用起来。

工业余热的温度大部分在30-40摄氏度，温度低、不能直接供热，但如果用作热泵的低温热源，它的温度远远高于空气源、水源等，会让热泵更加高效，节能减排及经济性显著。

首先，在运用合理的情况下，耗电只是常规热泵的三分之一；其次，成本维持在较低水平，与燃煤相当，运行成本仅为10-15元/GJ，考虑投资后的综合成本在30-50元/GJ之间；最后，余热回收全部采用电驱动，即电+余热，可以说当地排放为零。

有人问，规划里提到的热电联产和以锅炉为主要形式的烧煤，与利用余热有没有矛盾？

我认为两者没有矛盾，其实利用余热多数时候就是利用燃煤排放出来的余热，其实它本身也是热电联产，只是叫法不同，并且，目前热电联产的模式也正在发生变化，“以热定电”逐步改为了“以电定热”，或称“热电协同”。

再看农村清洁取暖路线，由于燃气管道投资大、燃气成本高等现实，目前“煤改气”路线难以推广，而在“煤改电”方面，空气源热泵应用较多，特别是热风型，但是取暖成本问题并没有得到解决。

农村地区是否也可以考虑余热供热？这涉及到集中供热的问题。

在“2+26”地区，人口密度较高，农村分布较为均匀，该地区电力和工业发达，工业余热量大，分布广。此外，目前长输供热技术使管网输送能力大幅度提升，余热利用成本降低，余热源和长输管网以及拥有集中供热的城市周边辐射半径在20公里以内，可以覆盖大多数农村。

再来算一笔账，通过对比余热供热、空气源热泵热水机、空气源热泵热风机、蓄热式电采暖、燃气采暖几种方式后发现，余热供热的总投资及边际运行成本都是最低的。

基于此，我认为可以有更合理的解决方案：对于50亿平方米供暖需求，有41.2亿平方米（其中农村6亿平方米）采用区域供暖，其中，电厂余热25亿平方米，工业余热3亿平方米，燃煤热电联产5亿平方米，天然气调峰8.2亿平方米（20%燃气调峰）。

计算后得出，这一方案比原规划方案运行成本减少 72%，比原方案减排 78%，减少天然气用量 320.5 亿立方米，不增加建设燃气热电厂，比现状减少天然气用量 160.5 亿立方米。

当然，要做好这个工作，就需要进行全局规划，统筹考虑，打破行政区划，加快解决研究供热实际问题。

董梓童 中国能源报 2018-08-26

## 江亿院士：一份电相当四份热，如不科学使用就是极大浪费

清洁取暖事关民生福祉、绿色发展，是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容。在中国工程院院士、国家能源专家咨询委员会委员、清华大学建筑节能研究中心主任江亿看来，“革命”必然伴随着技术、经济、机制体制等多方面困难，由化石能源转向可再生能源及核能是重要的路径所在。

### 能源消费要适应供给侧变化

能源供给侧改革的主要目标在于实现低碳发展。谈及推行“革命”的原因，江亿表示，为落实《巴黎协定》将“平均气温升高控制在 2 摄氏度内”的要求，到 2050 年，我国人均使用二氧化碳的排放量需从 7.5 吨/人降至 2 吨/人。“在确保社会、经济发展的同时要控制排放，其实是一个很大的挑战。唯一路径是在能源供给侧结构上展开调整，也就是所谓‘革命’。”

那么，革命如何展开？江亿认为，我国燃油对外依存度已达 70%、燃气对外依存度达 30%，除非在资源量上有所突破，否则二者很难成为主导能源。相比之下，可再生能源及核能则更为适合。

“从分布来看，我国可再生能源资源丰富。例如，西北可发展风光火互补，保障自用并向南、向东稳定输电；西南则靠水电，满足自身发展并向东部供电；东北、华北及蒙东既要供电、也要供热，发展可再生能源的同时，可将余热利用起来；东中部及南边重点解决调峰问题，用好西北、西南来的稳定电力即可。”江亿称，各方依托不同资源、满足不同要求，共同形成一个良好布局，由化石能源转向可再生能源及核能成为现实。

与能源供给相匹配的，还有消费侧调整。对此，江亿认为可通过以下方向予以发展：

一是采用高效用电方式，大幅增加电力在终端用能中的比例；

二是通过灵活电源和末端用能模式的革命，解决用电峰谷调节问题；

三是尽量减少末端燃料的直接燃烧应用，尤其是为北方供暖找到新的清洁热源。在此基础上，化石能源未来可仅用于工业生产、部分交通、供热调峰等领域。

### 多渠道发挥可再生能源的作用

可再生能源的主要表现形式是“电”，从消费侧出发，如何更好地应用电能？

江亿认为，首先应评估好电的实际价值，而非简单将电和热等同。一份电相当于四份热，若不科学地用一分电生成一份热，实际是极大浪费。对此，提倡在末端加大用电比例，如通过热泵技术等方式实现电热转换、提高热电比。按照未来的能源发展，电力应占到终端能源总量的 2/3 以上，才与源侧发展的可再生能源相一致。

其次应关注调峰瓶颈，通过各种渠道解决峰谷差问题。江亿提出，可发挥当地燃煤、燃气电厂的灵活调节能力，从源侧进行调峰；同时在消费侧发展新的用电模式，通过需求侧响应让终端用电设备参与调峰。“比如大力发展电动车，不仅是为解决尾气排放，这也是能源结构调整的一个重大举措。如果真正用好智能充电桩网络，哪怕有一半电动车参与调峰，都对解决电网峰谷差有着巨大作用。或者可使用热泵供暖，借助建筑的热惯性参与调峰。”

此外，不应忽视低品位热源的重要作用。江亿指出，北方冬季只需保证屋内维持在 20 摄氏度左右，即可满足供暖要求。因此理论上说，任何 20 摄氏度下释放的热源都可应用，此前一度被忽视的热电联产乏汽余热、一些工业生产中排放的低品位余热等，实际上均大有可为。

尤其针对低品位工业余热，我国工业生产耗能目前达 25 亿吨标煤以上，在此过程中排放的 100

摄氏度低品位余热超过 5 亿吨标煤。“这些低品位余热 60%以上位于北方供暖区，每个冬季的排放量约达 1 亿吨标煤。”江亿举例称，其中绝大部分热量是以冷却塔散热的方式排出，导致每年冬季工业耗水量达 30 亿吨水，相当于南水北调工程每年调水量的三分之一。如能将 50%工业余热用于供暖，再加上 70%热电联产提供的热量，可为北方地区 200 亿平米建筑提供 35W/m<sup>2</sup>基础负荷热量。由此，既可兼顾可靠性、安全性、灵活性，也可避免过量供热，形成一个满足各种不同需求的良好供热局面。

朱妍 中国能源报 2018-08-25

## 煤直接液化技术发展三问

作为全球唯一拥有工业化生产线的示范项目——国家能源集团(原属神华集团)自主研发的煤直接液化制油技术迎来新进展。国家能源集团总经理凌文日前对外透露，近期将建设第二、第三条煤直接液化生产线，扩大煤炭清洁高效利用规模。

实际上，早在 2004 年，原神华集团就已启动建设全球首条煤直接液化百万吨级示范生产线，并于 2008 年底成功试产。我国也凭借 10 余年研究及运行经验，成为世界上第一个掌握百万吨级直接液化工程关键技术的国家。全球首个工业化示范项目的运行状况如何?10 多年后再建 2 条生产线，有哪些新的期待?未来，煤炭直接制油技术又将如何发展?带着问题，记者采访了多位业内人士。

全球唯一的百万吨级示范项目，发展状况如何?

煤直接液化技术以煤为原料制取柴油、石脑油等油品，即通过氢气、催化剂等共同作用将煤炭直接转化为液体燃料。这种煤转化技术，早在上世纪 20 年代便已在欧洲实现工业化。

“从德国率先应用的条件苛刻且不计成本的第一代技术，到上世纪七八十年代德、美、日等国新拓展开的二代技术，再到上世纪 90 年代末原神华集团开启的新一代煤直接液化现代技术的研发和工程化，虽有多个国家先后尝试，但截至目前，只有我国实现了这项技术的大规模工业化发展，首条生产线仅规模为国外最大同类中试装置的数十倍。”原神华煤制油研究中心董事长、直接液化国家工程实验室主任、北京三聚环保新材料股份有限公司副总裁任相坤告诉记者。

任相坤表示，从最初的小试、中试，再到建立百万吨级工业装置，首条生产线一举实现三大“突破”，示范了世界首套工业化神华现代煤直接液化工艺、低成本高效液化催化剂、液化油的提质加工、大型特种装备、工程化等关键技术和集成技术的可行性、可靠性、经济性。同时在借鉴世界先进工程化经验的基础上，这些核心技术均由我国自主研发，形成了拥有完全自主知识产权的煤炭直接液化成套产业化技术。

作为全球唯一在运的煤直接液化工业化生产线，其发展自然备受关注。据国家能源集团鄂尔多斯煤制油分公司副总工程师胡庆斌介绍，项目设计年产柴油、石脑油、液化石油气 108 万吨，2008 年底一次试车成功后，逐步实现长周期、满负荷、安全稳定运行，去年实际产量达 86 万吨。在运行设计值 310 天的基础上，最近两次分别实现单个运行周期 420 天、410 天的突破。

10 余年后再次上新，如何向示范项目取长补短?

首条生产线的成功运行，还只是开始。根据公开资料，国家能源集团煤直接液化项目的总建设规模为年产油品 500 万吨。一位业内权威人士向记者透露，其实早在四五年前，第二、第三条生产线就已进入筹备。

“示范项目的运行，验证煤直接液化技术在我国具备大规模工业化的条件，且已不存在技术风险或瓶颈，这也是重要的可借鉴经验。但即便如此，各方对第二、第三条生产线依然谨慎，它不是在示范项目的基础上简单罗列，而要取长补短，尤其对前期不足进行弥补优化，以获得更大利润空间。”该人士称。

对此“利润空间”，据国家能源集团测算，目前每生产 1 吨油品耗煤约 3.5 吨，扣除燃料煤，每生产 1 吨产品使用 2 吨原料煤，相当于国际原油价格高于 55 美元/桶时，即可实现不亏损。第二、第

三条生产线若能将出油率提升 10%左右，参照原油价格的盈亏点则有望降至 50 美元/桶以下。

要进一步提升出油率，在国家能源集团北京低碳清洁能源研究所洁净煤技术中心主任李文华看来，可从催化剂、氢耗、溶剂等关键环节入手。“以氢耗为例，因煤的分子结构中含大量碳原子及较少氢原子，与石油恰好相反，需通过加氢实现液化。但液化成油的同时，氢气也将与煤中的氢、碳等反应生成水、甲烷等副产品，相当于无效氢耗部分。同等出油的情况下，若能进一步控制无效氢耗、减少非目标产品，出油率相应提高、成本随之降低。”

另据测算，建设投资每下降 1000 元，项目可承受的原油价格约下降 5 美元/桶，对内收益率的贡献值为 0.8%-1.2%。“因当时的工程化装备水平有限，示范项目虽实现了技术突破，在部分阀门、循环泵、高温高压输送泵等关键设备上仍依赖进口，一定程度上增加了成本。”上述人士指出，随着核心装备国产化水平提升，设备制造、辅助配套设施等成本有望得到进一步控制。

自主创新、率先突破的基础上，未来还可如何完善？

从最初借鉴吸收国外先进技术，到实现成套技术自主创新；从研究起步晚于世界他国，到率先完成工业化规模发展，我国现为全球第一个掌握百万吨级煤直接液化工程关键技术的国家。

不过也有专家指出，在所有煤化工分支领域，直接液化的生产要求其实最为苛刻，从一开始的选煤要求就比较高。“我国不缺符合质量的原料煤，但也不是每个地区的煤种都可为其所用。换句话说，不同于大多数热门的煤化工项目，直接液化并不适合‘遍地开花’。”既然不宜在数量上“做文章”，未来还有哪些突破空间呢？

首先在产品多样性上。记者了解到，现阶段直接液化产出的油品多为柴油、石脑油等常规燃料，品种相对单一。这也导致直接液化项目对油价波动异常敏感，国际油价将通过石化产品价格，直接反映在直接液化项目的投资收益上。

“相比之下，直接液化更适用于开发超清洁汽、柴油、高密度航空煤油、火箭煤油等特种油品。通过多元化发展，满足高端领域、特种产品等要求，或利用石脑油、液化石油气生产芳烃、丙烯等化学品，产品附加值将随之提高。”李文华称。

同时还有产业链的延伸。作为主要副产物之一，每产出 100 万吨油品，将伴随 70 万吨左右残渣。国家能源局印发的《煤炭深加工产业示范“十三五”规划》指出，目前对这部分残渣的高效利用仍有待加强。

“液化残渣已被列入危废行列，常见处理方式是与煤调配成水煤浆，作为气化炉燃料的一部分，或送入其他电厂进行掺烧。方式虽然可行，却未将其中的高附加值潜力真正发挥出来。”上述业内人士指出。例如，其中所含的沥青类物质既可作为道路沥青的原料，也可进一步生产各类碳材料，“这也是国家能源集团等主要研究的方向所在，通过综合开发利用，相当于延长了直接液化的产业链，同时也可提升项目整体经济效益。”

朱妍 中国能源报 2018-08-29

## 罗罗推出船舶锂离子储能系统

罗尔斯罗伊斯公司日前宣布推出基于锂离子的储能系统——SAVe 能源液体冷却电池系统。

对船东来说，能源储存可能是一个重要的绿色投资，当能源储存系统对特定船舶的尺寸正确并包括智能功率控制时，将获得最大化回报。

罗罗称，其新推出的 SAvE 能源液体冷却电池系统具有成本竞争力、高效并能根据能源和动力要求提供一种模块设计使产品规模化。该系统满足国际低排放和零排放推进系统国际法规要求。该系统的开发工作得到了挪威 ENERGI 规划挪威国家基金会的部分资助。Color Line、Norled 和挪威海岸管理船务公司三家船舶拥有公司在开发中结成了合作关系，确保了能源储存系统的应用覆盖包括渡船、游轮和多用途船等范围广泛的船舶。

作为罗罗公司提供的全船系统的一部分，SAVe 能源液体冷却电池系统将由挪威卑尔根罗罗

公司动力电力基地提供。

罗罗称，船舶电气化正在建设势头中。虽然自 2010 年以来，公司总共已经交付了功率大约为 15 MWh 的电池系统，然而现在 SAve 能源液体冷却电池系统仅在 2019 年的潜在应用功率将达到大约 10-18MWh。

SAve 能源液体冷却电池系统可用于包括调峰、旋转备用和电池供电船等几个方面。将混合动力解决方案中的液化天然气(LNG)或柴油动力发动机相结合，将提高效率和减少排放，并能与绝大多数类型的推进装置结合。在混合动力系统建立过程中，SAve 能源液体冷却电池系统将调节峰值负荷，与此同时主发电机将参与平均负荷，但不减少推进装置推力。

SAve 能源液体冷却电池系统为一种能源储存单元(ESU)。最近该系统已经通过了 DNV GL 船级社认证，确认该系统的开发满足最新的 2018 规则要求，而且预计将安装到所有 DNV GL 船级社入级的船舶上。

国际船舶网 2018-08-21

## 地热能

### 我国地热能产业驶入高质量发展快车道

大力发展清洁能源是当今时代主题之一。面对国际地热能开发利用热潮和国内对清洁能源的巨大需求，我国地热能开发利用在“政产学研”的共同努力下实现了快速发展，地热能勘探、开发及利用技术持续创新，地热能装备水平不断提高。

但，必须正视的是我国地热能利用仍处在起步阶段，发展地热能任重道远。日前，2018 年能源大转型高层论坛发布《中国地热能发展报告（2018）》白皮书，明确了我国地热能发展思路，阐明了地热能发展战略与政策取向。

我国地热产能体系已显雏形

据了解，“十二五”期间，我国地质调查局组织完成全国地热能资源调查，对浅层地热能、水热型地热能和干热岩型地热能资源分别进行评价。结果显示，我国大陆 336 个主要城市浅层地热能可采资源量折合 7 亿吨标准煤，可实现供暖（制冷）建筑面积 320 亿平方米，其中黄淮海平原和长江中下游平原地区最适宜浅层地热能开发利用。

记者梳理《中国地热能发展报告（2018）》白皮书发现，我国浅层地热能利用、水热型地热能利用和干热岩型地热能利用可以分别用快速发展、持续增长和刚刚起步来形容。

我国浅层地热能利用起步于 20 世纪末，2000 年时利用浅层地热能供暖（制冷）建筑面积仅为 10 万平方米，受绿色奥运、节能减排和应对气候变化行动等多种因素影响，浅层地热能利用快速发展，到 2017 年底，我国地源热泵装机容量已达 2 万兆瓦，年利用浅层地热能折合 1900 万吨标准煤，实现供暖（制冷）建筑面积超过 5 亿平方米。

我国水热型地热能直接利用近 10 年来，以年均 10% 的速度增长。1990 年我国水热型地热能供暖建筑面积仅为 190 万平方米，2000 年增至 1100 万平方米，到 2015 年底全国水热型地热能供暖建筑面积已达 1.02 亿平方米。

我国干热岩型地热能利用起步较晚，2012 年科技部设立国家高新技术研究发展计划(863 计划)，开启了我国关于干热岩的专项研究。2013 年以来地质调查局与青海省联合推进青海重点地区干热岩型地热能勘查，2017 年在青海共和盆地 3705 米深处钻获 236℃ 的干热岩体，这也是我国在沉积盆地地区首次发现高温干热岩型地热能资源。

与此同时，我国地热能勘探技术不断成熟，从 20 世纪 90 年代后期至今，我国将石油钻井技术工艺与地热能工程施工结合，大大提高了钻井效率，缩短了建井周期。其代表作有：西藏羊八井、

肯尼亚、土耳其等多口 300°C 以上的高温地热井。

此外，我国地热能开发利用技术亦不断突破，其中热泵技术快速发展，形成了适合我国国情的大型地源热泵、高温热泵和多功能热泵系统，其主要技术与装备已基本实现国产化。积极探索地热能阶梯利用技术，并在京津冀和东南沿海地区初步建立发电、供暖二级地热能梯级开发利用示范基地。

我国地热能发展面临诸多因素制约

近年来，我国地热能产业取得长足的进展，地热能行业管理体制和政策也在不断完善，但是与光伏、风电等这些新能源品种相比，地热能开发利用还有差距，面临诸多制约因素，存在产业发展不充分不协调问题。

《中国地热能发展报告（2018）》白皮书明确指出，一方面我国对地热能资源勘查评价和科学研究不充分，迄今为止进行过两次全国性地热能资源评价，仅对少数地热田进行了系统勘查，研究基础薄弱，与发达国家相比差距明显，以实测大地热流数据为例，我国只有 1230 个，而美国已经达到 17000 多个。

第二方面是我国对地热能产业发展初期扶持的政策不充分。具体表现在地热能相关的财税法律规定可操作性差、对地热能开发利用的优惠力度不足、补贴模式不科学，支持方式有待完善等。

第三方面是地热能产业发展不协调。主要表现在地热能勘查评价精度与开发利用发展速度不协调、科技创新与地热能大规模开发利用不协调、地热能项目开发与城市总体规划不协调等。

第四方面是我国地热能资源管理制度不协调。目前，我国现行法律体系中“地热”受 3 个法律管控，即《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国水法》《中华人民共和国可再生能源法》，但均没有准确把握地热能的基本属性，法律适用性和可操作性亟待解决。

我国地热能发展要走“高质量”路线

我国《地热能开发利用“十三五”规划》提出，到 2020 年，我国地热能年利用量折合 7000 万吨标准煤，在一次能源消费总量中占比将达 1.5% 左右，“十三五”时期地热能利用增量将占非化石能源增量的三分之一。

2018 年 1 月，国家能源局发布《北方地区冬季清洁取暖规划(2017-2020)》，进一步加快优化能源结构，防治大气污染，应对气候变化，发展绿色产业的脚步，而全面统筹地热能产业链高质量发展是其中尤为重要的一环。

“高质量发展就是要加快推进地热能由单一粗放的低效传统产业发展为真正的高新产业。”中国科学院院士汪集暘建议要尽快摸清我国地热能资源家底，以华北、松辽、江汉、鄂尔多斯、苏北等盆地（平原）为重点，尽快查明水热型地热田的地质条件、热储特征、地热能资源的质量和数量，为合理开发利用提供数据；要攻关地热能勘探开发利用关键技术，比如深井的换热技术、砂岩热储的经济回灌技术等；可以先行先试培育地热高质量发展的示范区，目前我国正在打造“雄安模式”，还有北京城市副中心浅层地热能集群化利用示范区、共和干热岩型地热能勘查和试验性开发工程、地热能特色小镇等。他强调，要出台优惠政策支持地热能高质量发展，建立完善地热能的管理和监管体制机制，只有各方共同“政产学研用”，才能真正实现地热能产业链一条龙发展。

自然资源部中国地质调查局水文地质环境地质研究所副总工程师王贵玲谈道，我国要打造地热能开发利用的“雄安样板”，要满足 8 个方面的指标：一是规模化，二是保持水量的可持续性，三是保持热量的可持续性，四是保持技术的先进性，五是提高供暖的相对比例，六是优化配置，七是保证地热开发的经济性，八是实现资源开发利用管理的区块化、数字化、智能化和可视化。

“绿水青山就是金山银山”。我国地热能资源基础雄厚，市场空间广阔，发展趋势良好，作为朝阳产业，必将迎来更明媚的明天。

张媛媛 中国电力新闻网 2018-08-31

## 生物质能、环保工程

### 中国企业为埃塞俄比亚建首座垃圾发电厂完工

由中国企业修建的埃塞俄比亚第一座垃圾发电厂 8 月 19 日正式完工，埃塞俄比亚总统穆拉图和中国驻埃塞俄比亚大使谈践出席了完工仪式。

位于埃塞俄比亚首都亚的斯亚贝巴的雷皮垃圾发电厂由中国电力工程有限公司承建，是埃塞俄比亚第一座垃圾发电厂，使用中国标准和设备，日城市垃圾处理量可达 1400 吨，年发电量 185 吉瓦时。

该垃圾发电厂建成投产后不仅可解决垃圾处理问题，还能够变废为宝，将垃圾转化为电能，为亚的斯亚贝巴提供稳定可靠的电力供应。

中国电力新闻网 2018-08-22

### 到 2024 年 欧洲沼气市场的年装机量将超过 14,000 兆瓦

根据 Global Market Insights 的报告，在过去几年中，沼气作为可再生能源的普及程度呈指数上升，对欧洲沼气市场产生了巨大影响。

与石油和煤炭等化石燃料不同，沼气不会增加温室效应，这一因素促使欧盟采取有利措施促进这种环保燃料的利用，为欧洲沼气市场提供进一步的刺激。为了维护环境安全，许多欧洲国家一直在努力遏制温室气体排放 - 例如，根据其气候行动计划(Climate Action Program)，德国计划到 2020 年将其排放量减少 40%，到 2050 年减少近 95%。在英国，Resourceful Earth Limited 致力于通过厌氧消化将食物垃圾转化为能源，并为凯恩舍姆(Keynsham)的镇提供能源。这些行动表明对可再生能源有用性的认识日益加深，随后将影响欧洲沼气市场的增长，其规模估计到 2024 年将达到 20 亿美元。

在将生物质转化为能源的不同过程中，厌氧消化是欧洲消费者广泛采用的最方便和最环保的转化方式之一，近来，基于欧洲沼气市场的厌氧消化已经获得了相当大的发展势头。之前在大气中排出的垃圾填埋气现在越来越多以沼气形式捕获，因为其成分 - 含有 45% 的甲烷，并通过垃圾填埋场的厌氧消化捕获。这种有利的废物回收为废物管理领域增加了新的维度。作为回应，正在制定有利的法律框架，以进一步利用废物管理，从而为整个欧洲沼气产业提供适当的推动力。

预计欧洲沼气市场将从农业沼气的部署中获得巨大的动力。根据估计，由于政府采取有利措施促进生产作物生产沼气，预测期内欧洲沼气产业规模将增长 7%。原材料生产沼气相当方便 - 因此，农场可以从农业活动每天产生的废物中生产自己的沼气。例如，丹麦非常有效地利用了这种技术，因此该国 2016 年占整个欧洲沼气市场份额的 1%。丹麦政府已经意识到沼气在减少排放方面的潜力，并且正在努力增加，到 2020 年，其可再生能源基数将增长 35%，此举将推动整个欧洲沼气行业在 2017 - 2024 年间的发展。

随着欧盟宣布到 2020 年将温室气体排放量减少 20% 的意图，其采取了有利的政府举措，推动了欧洲沼气市场从工业和商业部门的增长。例如，2014 年，欧盟生产了 1490 万吨油当量的沼气，主要用于可再生电力、热力和运输燃料的生产。2015 年，欧洲沼气市场份额保持上升轨迹，全欧洲沼气生产数量从今年的 16,843 增加到 17,376。目前，英国、德国和意大利是欧洲最大的沼气生产国，占欧盟沼气总产量的 77%。波兰和奥地利等国家也加入了生产和利用更多沼气的阵营。这最终将有助于实现欧盟决议，到 2030 年将有害排放减少 40%，最终刺激欧洲沼气行业前景。

BiogasIN 等组织不断促进中欧和东欧沼气的发展，让他们提高对沼气的认识和利用率，从而推动欧洲沼气市场增长。BiogasIN 旨在利用其与欧洲其他国家合作的专业知识，在希腊、拉脱维亚、捷克共和国、克罗地亚、罗马尼亚、保加利亚和斯洛文尼亚等国家建立可持续的沼气市场。BiogasIN

在这些国家建立沼气工厂的成功及其未来针对沼气部署的努力肯定会进一步推动欧洲沼气市场的发展。

由于欧洲各地政府机构采取了明显的举措来开发可生物降解的、可持续的和可再生的能源，不可否认的是，欧洲沼气行业将在未来几年制定一条利润丰厚的增长道路。市场格局仍然需要很多支持计划，特别是来自中欧和东欧政府，以使沼气成为可以消除对化石燃料的完全依赖的燃料来源。而且，目前大规模生产沼气的技术进步相当不足。但欧洲沼气行业的主要参与者如 EnviTech, Agrinz Technologies, CH4 Biogas 和 Scandinavian Biogas Fuels International 正致力于将沼气用于基层。在未来的许多年里，沼气很可能用于烹饪、照明及热量生产等等，从而加强了欧洲沼气市场在全球范围内的立足点。

全球先进生物能源资讯 2018-08-28

## 印度成功完成首次使用生物燃料试飞

据《印度时报》8月27日报道，印度低成本航空公司香料航空(SpiceJet)27日完成了印度首次使用生物燃料的飞行工作，这标志着印度航空业迈上新的台阶。

据一位航空公司的官员说道，这架使用生物燃料飞机是庞巴迪 Q400，从德拉墩飞到了印度首都德里，飞行时间近 45 分钟，该飞机的右侧引擎中燃料有 75%是航空涡轮燃料(AFT)，还有 25%是从麻风树提取的生物燃料。这架飞机共有 78 个座位，共乘坐 28 名乘客，5 位是航空工作人员。

报道说，这次试飞成功表明印度已成为少数几个使用生物燃料的国家之一，也可能是发展中国家中最早使用生物燃料飞行的国家之一。

香料航空公司表示，该公司成功完成“印度生物燃料驱动航班首飞”。当前印度航空业正努力克服不断上涨的燃油价格带来的影响。不过，生物燃料用于常规航班还需要一段时间。

与航空涡轮燃料相比，生物燃料成本低、能减少碳排放量、提高燃料效率，该公司说道。

印度民航部长苏雷什·普拉布也对此次试飞成功表示祝贺，他说：“所有这些努力都是为了构建用户友好型、经济适用型、绿色环保型的航空环境。”

据国际航空运输协会数据，航空业温室气体的排放量达到全球温室气体排放量的 2%。协会已经设立目标，希望到 2025 年之前，有 10 亿名乘客能乘坐生物与传统燃料混合的飞机。

环球网国际 2018-08-29

## 新型纸基生物电池由细菌供电

电池出现已有 100 多年，但时至今日，在某些偏远或资源有限的地区，这种我们惯用的日常用品却还属于奢侈品。而即将在美国化学学会第 256 届全国会议暨博览会上公布的一项最新成果——一种靠细菌发电的新型纸基生物电池，或许能改变这一状况，给这些地区带来低成本的新型能源。

这种新型电池是由美国纽约州立大学的一个研究团队开发的。研究人员在纸的表面印刷薄层金属和其他材料作为基板，然后把冻干的产电菌群放置在纸上，制成纸基生物电池。使用时，只需将水或者唾液涂抹在纸上，几分钟内，这些冻干细菌就会恢复活力，它们在为自己制造能量的同时，产生的电子会穿过细胞膜与外部电极接触，从而为电池供电。

由于纸张会透气，研究人员曾担心细菌产生的电子在到达电极前被氧气吸收，从而影响电池性能。但研究显示，氧气对电池性能的影响很小，因为细菌细胞紧密地附着在纸张纤维上，在氧气介入之前，纤维就已经迅速将电子转移到阳极了。

作为生物传感器材料，纸张具有独特的优势，柔韧性好，表面积大，价格也很低廉。不断创新的结构工程技术，让人们可以控制纸张的纤维直径、平滑度和透明度，为纸在新一代电子产品中的广泛应用奠定了良好基础。而纸基电池因适用性广、生态友好且成本低廉等特性，被普遍看好。研

究人员指出，他们研制的新型纸基电池的成本很低，携带方便，可以很容易地整合到一次性电子设备中，虽然尚未达到投入实际应用水平，电池性能还需大幅提升，但这种提升可以通过多个纸电池堆叠、连接来实现。

目前这种一次性电池的保质期约为 4 个月。研究人员正在想办法提高冻干细菌的存活率和性能，从而延长电池的保质期。

中国储能网新闻中心 2018-08-21

## 生物质能源产业的比较优势

生物质能源是世界公认的继煤、石油、天然气后第四大能源库，发展可再生能源取代化石能源成为全球共识，生物质能正成为国际上替代化石能源的主要选项。总体来看，截至 2014 年年底，可再生能源在全球能源终端市场占比 18.6%，其中总的生物质能占比为 73%，扣除传统生物质能比例也达到 30%。

生物质在全球能源市场取得这样的广泛应用并非偶然。

首先，生物质资源总量大，可获取性强，资源与市场易实现匹配。

其次，燃料特性符合市场需求。能源有三大终端市场：热力、电力和交通动力，无论是哪种新能源品种都需要进入这三大能源终端市场参与竞争，才能赢得产业发展机会。从全球总的能源消费结构看，供热占比大约 50%，发电占比约 20%，交通燃料约占 30%。供热是最大的能源消费领域，而生物质能作为唯一的可再生燃料，可储存可运输，能够应对多样化的供热市场需求。

第三，生物质资源的能源化、技术产业化程度高，生物质能源在技术层面可以发电，可以供热，也可以作为交通燃料在三大能源终端市场全面取代化石能源，这是生物质能源相较于其他可再生能源品种的比较优势。

第四，生物质能源与现有的化石能源同为化学能，性状接近，在不改变现有能源基础设施的情况下实现对化石能源的替代，相对其他新能源品种经济性强。

生物质能源在欧盟取得可再生能源第一的市场地位，其符合产业发展规律的成功做法值得我国同行借鉴：

第一，碳税政策。据笔者与欧盟业内人士交流，欧盟内部推动可再生能源发展有两种做法：一种是以德国为代表的行政补贴为主、市场调节为辅的做法，具体而言是对可再生能源发展给予补贴，例如发电上网给予 20 年固定高额定价，高于市场部分最终由消费者负担，但 20 年下来德国消费者越来越不愿意承担这部分支出，这使得德国可再生能源发展面临市场萎缩；另一种做法是以瑞典为代表的市场调节为主、行政补贴为辅的做法，能源市场价格放开，只对化石能源征收高额碳税，为可再生能源发展创造市场空间，但所有可再生能源品种一律参与市场竞争，30 年下来，生物质在供热市场上依靠竞争获得市场空间并迅猛发展，是市场的力量造就了强劲的瑞典及北欧生物质能产业。

第二，及时推动行业标准和规范建设，发育第三方机构保障行业健康有序发展。瑞典 20 年前就制定了完善的行业标准和规范；10 年前，欧盟开始将德国标准、瑞典标准等统一成欧盟标准，并由第三方协会组织等负责监督执行。

第三，产学研深度融合的机制设计。生物质能作为新兴产业，涉及的领域涵盖农业、林业、电力、机械、化工、材料、自动控制等，很难有一所大学涵盖所有专业，因此需要组成跨学校、跨学科、跨领域的研发平台，笔者接触到的瑞典国家生物质能源创新平台由六所大学和若干企业共同组成，每年研发成果丰硕。

我国生物质能源产业发展的问题与分析

我国的电力市场以燃煤火电为主。火电燃煤技术全球领先，标煤折算的每千瓦时燃煤消耗已低于 300 克，而我国生物质发电行业每千瓦时消耗量在 1200-1500 克。“十二五”期间国家着力扶持生物质发电产业，一方面给予上网电价补贴，另一方面要求五大电力公司都要承担一定比例的可再生

能源发电，一夜间催生了生物质发电产业，全国生物质发电项目迅速上马，但不久即现停滞，尽管国家有上网电价补贴亦不能实现盈利。

相较于发电市场技术的成熟和领先，燃煤供热显然落后许多。供热用户分民用、工业、商业三类，由于燃料特性，燃煤除对于民用供热采用低温长供比较适应外，对于工商业用户频繁的热负荷变动无法快速跟进，因而造成燃料的大量浪费和相应污染。生物质供热主要定位在工商业用户，正是发挥了生物质燃料特性，取长补短，通过自动控制，跟随负荷变化按需供热从而实现燃料量的大幅节省，实现了经济效益；并取得在工商业领域接近燃煤的成本，达到国标天然气的排放，从而获得了市场竞争优势，在没有政府补贴的情况下，实现了产业化持续发展能力。虽然是在市场夹缝中艰难求生，但生物质供热产业正显示其越来越强大的市场生命力。

生物质供热产业发展大致分为三个阶段：第一阶段是 2006 年产业萌生到 2010 年产业链构建初成。这一阶段是行业的艰难摸索期，全国除了广东以外都面临市场上与燃煤竞争的格局(广东因承办亚运会率先禁煤)，生物质供热与燃煤相比无明显经济优势，只有在用户无法选择燃煤时才有机会。

第二阶段从 2011 年到 2016 年，这是行业野蛮生长阶段。2011-2014 年财政部制定了给予生产成型燃料企业 140 元补贴的政策，一下子让社会上各类动机的企业涌入该行业，造成行业短期虚假繁荣，补贴停止后，一大批企业离开该行业。2014 年新的环保排放标准实施，在已将燃煤锅炉改造为生物质锅炉的前提下，一些缺乏技术积累的运营企业和使用生物质供热企业单纯为了追求效益，白天烧生物质，晚上燃煤，在缺乏第三方检测机构、行业标准和规范的情况下，燃料中掺混垃圾和染料情况时有发生，大大损害了行业声誉。

第三阶段，2017 年年初，环保部发布高污染燃料目录征求意见稿，生物质成型燃料赫然在列，行业面临生死存亡。此事甚至引起国家领导的关注，后经行业协会、专家等与主管部门密切沟通，目录发布时将生物质成型燃料移除，环保部官员也在记者发布会上强调在监管到位的前提下，要鼓励发展生物质供热。

2017 年 12 月，国家发改委《关于推动生物质供热发展的指导意见》发布，对生物质供热产业明确确定性；同月，国家十部委《北方地区清洁供暖规划 2017-2021》发布，提出规划目标：煤改电供暖 15 亿平米，煤改气 18 亿平米，煤改生物质 21 亿平米。对生物质供热明确定量，更是第一次把生物质供热放在了排头兵的位置。生物质供热行业的标准也在陆续推出，上海、天津、吉林等地陆续颁布了生物质成型燃料污染物排放的地方标准。行业标准和监管标准的出台，有力地保障了生物质供热产业的健康发展，产业迎来了发展的大好机遇。

生物质液体燃料在交通动力领域，比较突出的是燃料乙醇的使用，东北、华北、华中等地均已实现封闭运行，10%的燃料乙醇与 90%的普通汽油混合而成乙醇汽油，截至 2016 年总量约 300 万吨。但目前添加的是一代乙醇，即玉米制成的乙醇，虽已实现无补贴市场化运行，但毕竟使用玉米为原料存在与人争粮的问题，以秸秆为原料的二代乙醇产业化尚无具体时间表。其他以小桐子等为原料制成的燃料油规模较小，尚不具备市场化能力。因此，总体上交通动力市场，生物质目前尚处在小规模发展阶段。

#### 对策与建议

厘清概念，引导真正的清洁能源消费。既考虑污染物的低排放，更要考虑碳的低排放。关于清洁能源的概念，国际上的共识是对环境不产生净碳排放的能源品种，等同于可再生能源的概念，我国最新辞海和百度百科对这个概念的解释与国际的解释是完全一致的。遗憾的是我国国务院及相关部委文件将天然气、煤制气等化石能源都列入了清洁能源，建立在这样错误的基本概念基础上的理论和政策导向对于实践工作的指导必然南辕北辙，有违初衷。

要建立以碳税为核心的政策导向。目前化石能源价格仅包含开掘成本和运输成本，其使用后产生的环境成本实际是全社会在负担，相当于全社会对化石能源的使用者在进行补贴。应该还原能源的全生命周期成本，特别是环境成本，欧盟的成熟做法就是征收碳税。我国能源资源禀赋与欧盟类似，其能源政策经验值得借鉴。这样还原化石能源成本，结果是客观上会提升能源市场价格，为可

再生能源的发展创造市场空间;再由市场来选择适应我国的能源市场需求的可再生能源品种,政策导向必然会使具有市场竞争力的可再生能源行业依靠市场扎扎实实发展起来。

能源要回归商品属性,从关注能源生产到关注能源系统。以提高能源系统效率为目标,倡导能源服务,使能源由产品型经济走向服务型经济。例如,工业用热占到供热市场 60%以上,大量中小工业用户面临三大痛点:运营能源站的专业性问题,锅炉运行人员的管理问题,及排放带来的环保问题。从实施生物质替代的经验来看,中小工业用户由于规模不经济,效率低,排放差,燃煤价格虽低,总运营成本高。在供热领域鼓励第三方能源运营服务,专业事专业人来干,既帮企业解决能源需求,降低成本,又实现节能减排,也便于监管。同时进一步健全完善行业标准和规范,发育第三方服务机构,促进行业健康有序发展。

能源杂志 2018-08-24

## 红藻中发现可增加生物燃料产量的酶

据美国科学促进会(AAAS)科技新闻共享平台 EurekAlert!近日报道,东京工业大学研究人员已经从红藻甘油-3-磷酸酰基转移酶(GPAT)家族中,发现了可增加生物燃料产量的新靶点。

藻类在被剥夺氮元素的不利条件下,仍能储存大量被称为三酰基甘油(TAG)的油,而准确了解它们这一机制,对开发生物技术非常关键,因为 TAG 可以转化为生物柴油。为此,科学家将单细胞红藻作为模型生物,探索如何改善 TAG 的生产。

东京工业大学创新研究所化学与生命科学实验室的东村今介领导的一项研究表明,一种名为 GPAT1 的酶,在红藻的 TAG 积累中起着至关重要的作用,与对照菌株相比,过量表达 GPAT1 的红藻菌株 TAG 产量可提高 56 倍以上,且对藻类生长没有任何负面影响。

这一发表在《科学报告》上的研究结果,与此前对 GPAT2 的研究共同表明,GPAT 与红藻中的 TAG 积累密切相关。该团队计划继续探索 GPAT1 和 GPAT2 如何参与 TAG 积累,下一步的重点是鉴定出能控制各个目标基因表达的转录因子。

研究人员认为,如果能够识别这些调节因子并改变其功能,TAG 的生产力将会进一步提高,因为转录因子会影响包括 GPAT1 相关基因在内的多种基因表达。基于 TAG 合成基本分子机制的方法,应能成功应用于红藻的生物燃料生产商业化。

科技日报 2018-08-22

## 生物柴油发展须机制创新“给力”

技术、成本、市场是生物柴油发展的三座大山,而行业发展的最大瓶颈是机制问题。

从地沟油到生物柴油涉及的部门太多,石化部门、汽车行业组织、工信部门、环保部门、发改委……这一系列令人眼花缭乱的操作背后,没有机制创新是难以促成的。

餐厨废弃油脂俗称“地沟油”,“地沟油”在我国名气很大。习近平总书记就曾问过:“地沟油”去哪儿了?由于“地沟油”流向非法途径可能危害食品安全,各级政府关注,媒体曝光不断,所以成了社会热点。

但在生物燃料领域,“地沟油”可以大显身手。今年 5 月,上海出台了《上海市支持餐厨废弃油脂制生物柴油推广应用暂行管理办法》,支持餐厨废弃油脂制 B5 生物柴油。截至 5 月,上海总共销售了 2300 万升生物柴油。

“生物柴油的发展是一个趋势,上海生物柴油的市场推广经验给我们提供了非常有益的先例。”8 月 1 日,北京清洁燃料行业协会生物柴油分会成立大会上,北京清洁能源行业协会会长张永泽表示,“虽然多方发力,生物柴油市场仍然面临许多机制和体制难题。另一方面,企业的技术、管理水平也有待加强。”

“为北京地区的生物柴油产业扫清障碍，协调上下游企业、协调政府部门、呼吁争取政策，就是生物柴油分会成立的必要性和下一步的主要工作。”北京市城市管理委员会副总工程师王维平对《中国科学报》记者说。

生物柴油环保效益高

“生物柴油具有优良的环保特性。”新当选的北京清洁燃料行业协会生物柴油分会会长、北京绿鲸环境科技有限公司董事长宋建国告诉《中国科学报》记者。和石化柴油相比，生物柴油含硫量低，使用后可使二氧化硫和硫化物排放大大减少。

权威数据显示，二氧化硫和硫化物的排放量可降低约 30%。生物柴油不含对环境造成污染的芳香族化合物，燃烧尾气对人体的损害低于石化柴油，同时具有良好的生物降解特性。和石化柴油相比，生物柴油车尾气中有毒有机物排放量仅为 10%，颗粒物为 20%，二氧化碳和一氧化碳的排放量仅为 10%。

“生物柴油的优良性能使得采用生物柴油的发动机废气排放指标不仅满足目前的欧洲 II 号标准，甚至满足将在欧洲颁布实施的更加严格的欧洲 III 号排放标准。”宋建国表示。

除此之外，生物柴油还具备良好的低温启动性能、润滑性能、安全性能以及优良的燃烧性能，还具有可再生性、经济性、可调性和可降解性等优点。而且，由于生物柴油燃烧时排放的二氧化碳远低于植物生长过程中所吸收的二氧化碳，从而改善由于二氧化碳的排放而导致全球变暖这一有害于人类的重大环境问题。

宋建国表示，生物柴油推广的瓶颈主要来自产能和市场政策。而产能主要依靠“地沟油”，控制好“地沟油”的收运环节和销售流向才能确保生物柴油生产环节“有饭吃”，并更好地为食品安全保驾护航，因此，“地沟油”收运企业责任重大。据估算，来源于北京市餐饮服务业的“地沟油”年产量约为 12 万~15 万吨，“地沟油”通过收集运输、预处理归集后用于生产生物柴油，是禁绝其流向食用油和动物饲料油市场、保障食品安全的重要手段。同时，由于农业农村部“不能与粮争地、不能与人争粮、不能与人争油、不能污染环境”的产业政策，使“地沟油”成为我国生产生物柴油最主要原料来源。

曙光初现

生物柴油固然有这么多的好处，但在我国并没有得到充分的推广。“上海市近年来也只是在公交车上试用生物柴油，没有大规模使用。”中石化石油化工科学研究院高级工程师蔺健民表示，“由于北京市慎重对待化工类项目的原因，尽管不受禁限目录的限制，北京市仍然没有建设自己的生物柴油生产设施，不具备生产生物柴油的能力。”

宋建国认为，出台生物柴油的产业政策，要靠多方面的努力去争取。但是，欧盟对于生物柴油的产业政策 and 我国去年出台的燃料乙醇汽油政策让我们看到了曙光。

在“地沟油”收集运输环节，绿鲸公司已经做了多方面的尝试和努力，如：成立了行业内第一个党支部和工会组织，发动股东企业开展信用体系建设，在收运环节，开始组织对自身员工和股东企业员工实施“四统一”培训和持证上岗管理，规范收运工作。在销售环节，绿鲸公司组织走访考察了北京周边的大部分生物柴油企业和化工企业，确定销售对象，实施“地沟油”统一销售，接下来，还将采用物联网监管等手段强化管理工作，确保给北京的“地沟油”一个安全的出路。通过以上规范管理措施，做最好的自己，让政府放心，让社会安心，保驾北京蓝天，护航食品安全。

呼唤机制创新

“行业的健康发展无外乎三个环节。”王维平表示，第一个环节就是规范统一的收集体系；第二个就是加工系统，加工系统面临着标准的制定，集约提升质量、效益以及利用率等问题；第三就是产品市场的培育。

因此，尽管技术、成本、市场是生物柴油发展的三座大山，而行业发展的最大瓶颈，王维平认为是机制问题。2014 年 10 月 28 日，国家能源局就颁布了《生物柴油产业发展政策》，但由于暂未出台相关配套措施，生物柴油市场并未因此有明显好转。直至今日，生物柴油市场内仍存在原料的收集制度、价格形成机制不健全，配套扶持政策、市场销售网络建设不到位等问题。

“从地沟油到生物柴油涉及的部门太多，拿北京来说，城管委负责地沟油收集、运输的规范安全，工信部门、石化部门负责地沟油产品的加工和质量安全，环保部门负责全过程的环境控制。此外，食品安全、碳交易、商务流通等问题，也涉及若干政府部门，协调难度很大。”王维平表示。

行业发展初期，急需补贴扶持，又如何实现？王维平建议，应该首先由石化部门和汽车行业，向工信部门提出补贴需求，工信部门会同环保部门向国家发改委提出补贴需求，国家发改委再上报国务院，国务院协调全国人大出台补贴政策。石化部门、汽车行业组织、工信部门、环保部门、发改委……这一系列令人眼花缭乱的操作背后，没有机制创新是难以高效促成的。

王维平表示，“推动落地的过程中，许多协调工作需要行业协会来完成，甚至需要有上下游关系的多个行业协会联动”。

北京市市容环境卫生协会有机废弃物处理专业委员会在两年前就已经着手对上下游产业对接工作进行摸底调研。由于自身产品具备的技术优势（低冻点生物柴油），位于邯郸市的河北隆海生物能源股份有限公司将于近日与绿鲸公司开展应用物联网监管技术以实时数据、视频、导航等手段实现对从北京运往河北的“地沟油”全程监管的试点试验工作，给北京的“地沟油”找一个安全的家。

“生物柴油在上海的先行先试给其他地区带了个头，借助北京、天津两个直辖市以及雄安新区建设的热度，相信生物柴油在京津冀地区将会有更好的推广前景。”宋建国表示。

中国科学报 2018-08-17

## 太阳能

### 2020年80%分布式光伏可实现平价上网 集中式光伏发电恐难实现

近年来，我国风电和光伏发电产业发展迅速，开始进入全面规模化发展阶段。据统计，截至2017年底，我国风电和光伏发电累计并网装机容量分别达到164吉瓦、130吉瓦，分别占全部发电装机容量的9.2%、7.3%。随着开发利用规模逐步扩大，我国风电技术水平和光伏电池技术创新能力明显提升，风光的发电成本有效降低，其中风电设备和光伏组件价格近五年分别下降了约20%和60%。

为实现2020年非化石能源占一次能源消费比重15%的目标，加快建立清洁低碳、安全高效的现代能源体系，促进可再生能源产业持续健康发展，2016年12月，国家发展改革委公布的《可再生能源发展“十三五”规划》提出：2020年风电电价与当地燃煤发电同平台竞争，光伏发电与电网销售电价相当。此举必将有利于可再生能源的发展，但同时这一目标也面临着诸多挑战。2020年可再生能源平价上网的条件是什么？路径在哪里？挑战有哪些？需要什么样的政策机制来实现？

在国家社科基金重大项目“清洁能源价格竞争力及财税价格政策研究”的支持下，华北电力大学张兴平教授和袁家海教授团队围绕风光平价上网问题进行了深入的竞争力分析与政策研究工作。

8月15日，华北电力大学张兴平教授和袁家海教授团队发布了最新研究报告《中国风光发电平价上网：路径及政策建议》。

课题组构建了风光平准化发电成本(LCOE)模型，首先以2016年风光发电的实际情况为基准，测算了风光平准化发电成本，结果显示距离平价上网的目标任重道远。敏感性分析显示，发电利用小时数、造价水平和融资成本是三个影响平准化发电成本的关键因素。在大量调查研究的基础上，综合考虑这三个关键因素的变动，设置“乐观”、“中性”和“悲观”三种情景探讨2020年风光发电平价上网的可能性及其实现路径，并提出实现平价上网目标的政策建议。

研究结果显示：

(1)对于风电项目，在“乐观”情境下，全国约1/3的省份风电平准化发电成本低于或接近当地煤电脱硫标杆电价，可实现“十三五”规划中风电发电侧平价上网目标。而在“中性”情景下，只有三个省份的风电项目可实现平价上网，但并不是风资源条件最好的“三北”地区，而是煤电标杆上网电价高、

风资源条件一般的广东、浙江、湖南。这也佐证了风电开发重点由“三北”地区转向中东部地区的必要性。另外，在“乐观”情境下，对于那些不能平价上网的省份，其风电造价需要在2016年基础上降低20%以上方可实现，个别地区的风电造价水平需要降低40%才能实现平价上网。因此，2020年风电实现发电侧平价上网是一个具有挑战性的目标。

(2)对于集中式光伏项目，在“乐观”情境下，2020年全国约1/5省份的集中式光伏平准化发电成本低于或接近当地脱硫煤电标杆电价，可实现发电侧平价上网。在其他情境下，集中式光伏平准化发电成本均明显高于当地脱硫煤电标杆电价，不能实现发电侧平价上网。在乐观情景下，2020年所有省份集中式光伏平准化发电成本加上输配电价及政府性基金及附加后，均高于110kV大工业销售电价，直接参与电力市场的竞争力依然不够。

(3)对于分布式屋顶光伏，以各省工商业电价作为标杆，在“乐观”情景下，全国80%省份的分布式光伏发电成本均低于或接近当地工商业电价，可以实现用户侧平价上网目标。“中性”和“悲观”情景下，实现用户侧平价上网的省份分别达到60%和30%。

“乐观”情境下假设无弃风弃光，且融资利率为较低水平(4%)，因而降低造价成为实现平价上网的关键因素。经测算，那些在“乐观”情境下依然不能实现平价上网目标的省份，风电项目造价水平要在2016年基础上降低20%以上，个别地区需要降低40%左右；光伏发电项目需在2016年基础上降低40%左右，个别地区降幅需达到一半。

课题组研究表明，确保发电利用小时数、降投资成本、绿色金融支持是提升风光发电经济性、实现平价上网的重要途径。课题组提出保障风光发电平价上网的政策体系如下：

(1)战略定位、创新驱动。全球能源转型的确定性趋势是实现化石能源体系向低碳能源体系的转变，最终进入以可再生能源为主的可持续能源时代。因而可再生能源技术将是未来能源革命的核心，明确可再生能源技术创新在国家技术创新体系中的战略地位，在新的时代占领国际技术竞争制高点，对于促进可再生能源技术的完善和突破至关重要。

(2)因地制宜、规划先行。风光资源丰富的“三北”地区，尽管风光发电成本相对较低，但由于该地区煤炭资源丰富，煤电成本很低，这些地区的风光发电与传统煤电不仅处于成本竞争弱势，而且就地消纳能力有限，外送能力与市场接纳意愿不足，弃风弃光问题严重。必须综合考虑区域资源、电价、电力需求、电网输送能力之间的差异进行合理规划，才可以从根本上解决弃风弃光问题。

(3)配额约束、形成支撑。在我国电力市场化改革初期，可再生能源已然得到了非常迅速的发展，并进入到了规模化发展阶段。考虑到我国国情和能情，建议制定科学合理的配额标准，排除阻力大力推动可再生能源配额制尽快落地，并建议执行“多主体强制配额制”。

(4)引入市场、提增效率。我国电力市场改革正在进行，在未来电力市场竞价机制设计中，可考虑让可再生能源直接无差异参与市场竞价，发挥可再生能源边际成本低的竞争优势，充分利用市场机制发掘可再生能源消纳空间，缓解弃风、弃光矛盾。将可再生能源的固定电价制度逐步调整为溢价补贴机制，实现价补分离，不仅有利于可再生能源的消纳，提升其竞争力，也能加快可再生能源补贴退坡速度。

(5)统筹安排、政策协同。配额制、可再生能源证书市场交易制度以及碳排放交易制度结合起来，可有机地统筹政府规划与市场效率，实现政策协同，是促进可再生能源发展的变革性机制，有利于促进可再生能源发电成本的降低。

(6)规范操作、约减成本。降低造价水平是实现风光发电平价上网的重要举措，在通过技术创新和市场机制降低技术性成本外，严格控制非技术性成本是未来降低风电和光伏发电项目成本的重要源泉。应明确风电和光伏发电项目占用土地的使用类别以及相应的征地补偿和税费标准，并规范执行，加强监管；坚决落实外部配套接网及输配电工程全部由电网公司投资建设的规定。地方政府规范合理的收费以及电网公司完善的并网服务是可再生能源产业持续健康发展的基础。

(7)绿色融资，金融护航。党的十九大报告指出：构建市场导向的绿色技术创新体系，发展绿色金融，壮大节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业，是推动绿色发展、建设美丽中国的重要

内容。针对可再生能源“融资难”、“融资贵”问题，构建绿色能源金融体系，切实降低可再生能源项目融资门槛和融资成本。

中国电力新闻网 2018-08-17

## 世界最大塔式光热电站成功并网

8月15日13时46分，由中国电建所属山东电建三公司总承包的摩洛哥努奥三期项目发电机首次并网一次成功，标志着目前全球装机容量最大的150MW塔式光热电站项目并网目标顺利实现。

摩洛哥努奥光热电站项目，是全球单机容量最大的光热电站工程，包括二期200MW槽式光热电站和三期150MW塔式光热电站，采用世界最前沿的光热发电技术，目前，努奥二期项目已投入正式运行。努奥三期采用塔式光热技术，是世界上首次采用混凝土和钢结构混合式结构的光塔，也是世界上最高的光热发电集热塔。该项目建成后，将进一步助力摩洛哥摆脱能源困境，缓解摩洛哥紧张的电力供应。同时，该项目有效带动了当地就业、技术提升和产业升级，目前已为当地提供了6000多个就业岗位，并为摩洛哥企业在电力设备材料制造和电力工程建设领域培养了大批人才。该项目对中国企业掌握世界先进光热技术、推动国内光热电站发展也具有十分重要的意义。

中国电力新闻网 2018-08-22

## 为印刷薄膜光伏技术注入“强动能”

印刷电子产业，是目前在全球迅速发展新兴产业之一。印刷电子技术正是基于印刷原理的电子制造技术，通过快速、高效和灵活的印刷技术，可以在基板上形成导电路径和图形，或形成整个印制电路板。相似地，利用印刷的方法来制备薄膜光伏可以提高光伏电池制备产量，降低光伏电池的制造成本。

中科院苏州纳米所印刷电子技术研究中心印刷薄膜光伏课题组成立于2011年。该团队以实现薄膜光伏器件的低成本制造技术为目标，开展印刷制备薄膜光伏电池的关键材料与工艺技术等研究。

课题组负责人、中科院苏州纳米所研究员马昌期对《中国科学报》记者说：“围绕研究目标，课题组形成了可印刷半导体材料的墨水配置、印刷薄膜光伏界面工程、印刷电极电路和印刷薄膜光伏稳定性四个研究方向。”

### 研发新型电子墨水

电子墨水无疑是印刷电子产业技术的核心。由于有机材料一般情况下可以制备成溶液形态，这与印刷油墨的特征十分相似，因此薄膜光伏电池可以通过印刷方法来制备。在这个过程中，可印刷半导体材料及其墨水配置十分重要。

马昌期说：“我们以开发高性能可印刷界面墨水材料为目标，开展了可溶液法加工有机化合物半导体材料和无机纳米半导体材料的合成制备，开发了一系列半导体墨水材料。”

与传统的金属氧化物界面材料或者有机聚合物界面材料不同，课题组巧妙地结合了无机金属氧化物良好的电荷传输能力以及有机聚合物分子良好的成膜性能，使得所制备的墨水材料具有优异的墨水稳定性能、良好的成膜性以及很高的工作厚度。

近日，课题组在电子墨水上又进行了进一步的改性。“我们利用分子定向接枝修饰的方法，对纳米金属氧化物表面进行功能化修饰，该类电子墨水具有很高的工作厚度。同时由于外围有机接枝单元的存在，还能提高纳米薄膜光伏电池的稳定性。”马昌期说。

### 攻关印刷柔性薄膜光伏器件

电极是柔性薄膜光伏电池的关键基础。马昌期告诉记者，“这包括两层含义，一是柔性透明底电极，另一个是柔性金属顶电极的印刷制备”。

柔性透明底电极中最为成熟的代表是ITO电极。但这一类电极也存在成本高、方阻较大等不足。

中科院苏州纳米所印刷电子中心崔铮课题组成功开发了基于印刷工艺制备的导电性高、透明度高、抗弯折性能好的柔性金属网栅电极，成为柔性 ITO 电极最优的替代者。

“我们课题组则针对印刷金属网栅电极存在表面粗糙度大、微区均匀性差等问题，进行了电极表面功能修饰。目前课题组已经掌握了该类电极的修饰方法，使其很好地满足了柔性薄膜光伏电池的应用。我们已经实现了柔性钙钛矿薄膜光伏电池效率达到 14% 以上，并具有非常优异的抗弯折性能。”

柔性金属顶电极的印刷制备则是另外一个关键技术。马昌期表示，一方面配置金属墨水通常需要将金属材料纳米化，但这一过程势必会增加金属墨水的化学反应活性。为了保持金属墨水的稳定性，通常需要在纳米化的金属材料表面包覆有机配体，这又会导致金属材料之间接触性能下降，致使导电性能下降。另一方面，在印刷制备过程中溶剂的侵蚀作用以及金属墨水与下层薄膜间不理想的界面性能也会导致性能下降。

针对这一难题，课题组从界面材料改性以及金属电子墨水的优化等两个方向同时入手，实现了界面材料对溶剂的有效阻隔并提高了金属电极与界面薄膜之间的接触性，“真正意义上实现了全溶液法制备纳米薄膜光伏电池，为全印刷法制备柔性光伏电池提供了很好的技术支持”。马昌期说。

除此之外，新型纳米薄膜光伏电池的本征衰减过程是决定光伏电池使用寿命的关键。马昌期表示，目前科研人员在这一领域的研究还不多，对于不同材料体系的器件的本征衰减过程的理解也不够深入，对于稳定性提升也缺乏一个系统的解决方案。

“我们后续也将进一步深入研究新型纳米薄膜光伏电池的衰减机理，并期望通过对机理的理解建立稳定性提升的有效解决方案，真正推动印刷柔性薄膜光伏电池技术向产业化应用发展。”马昌期说。

#### 开发高效率薄膜光伏电池的印刷制备技术

近年来，我国在有机及钙钛矿薄膜光伏电池技术方面取得了重大突破，实验室器件效率的最高纪录均出自我国科学家研究团队。“但在新型纳米薄膜光伏电池的印刷制备工艺技术方面，我国同欧洲及日本等国有较大的差距。”马昌期向记者表达了对这方面的担忧。

他说：“欧洲及日本相关的科研机构和企业柔性有机及钙钛矿电池方面作了很好的研究布局，目前已经建立了较为成熟的大面积柔性薄膜光伏电池制备技术。我国在新型光伏材料及器件结构开发方面引领着世界发展趋势，已经获得了高达 17.3% 和 23.6% 的世界最高有机和钙钛矿电池效率纪录。相比之下，我国在光伏电池的印刷制备工艺方面相关的研究团队则较少，相关的技术积累还有较大的不足。”

“未来课题组将以印制过程中薄膜表界面基础科学问题作为研究核心，持续开展印刷薄膜光伏关键可印刷墨水以及印制制备工艺等方面的研究，开发并掌握高效率薄膜光伏电池的印刷制备技术。”马昌期同时表示，希望能够有更多的科研团队关注并投入到印刷制备薄膜光伏电池的关键科学与技术研究中来，共同实现新型高效薄膜光伏电池印刷制备技术在国内“开花结果”。

中国科学报 2018-08-27

## 光伏群英汇浅析我国东北三省光伏行业发展潜力

近日，中国深圳古瑞瓦特新能源有限公司的相关光伏专业人士在光伏产业发展论坛-光伏群英汇上表示，东北非常适合投资光伏，光伏发展潜力比较大。从东北特点来看，首先，光照条件充足。其次，气候条件。

夏天很热，冬天很冷，对材料的要求较高，吉林白城领跑基地一定会发展得很好。

国家能源局公布的数据显示，今年 1~6 月，黑龙江、吉林、辽宁三省新增光伏装机容量 156 万千瓦。截至 6 月底，三省累计光伏装机容量达到 632 万千瓦。

参加上述论坛的相关专家向记者表示，相较于安徽、山东、江苏、浙江等中东部省份，吉林、辽宁、黑龙江东北三省光伏产业发展速度虽然慢半拍，但如今借助后发优势，以白城领跑基地建设和光伏扶贫的实施为契机，东北三省光伏发展前景十分光明。

## 白城领跑基地引领吉林光伏发展

白城既是我国 10 个应用领跑基地之一，同时也是东北地区唯一获批城市。据了解，白城光伏应用领跑基地选定在镇赉县和大安市两个光照资源、土地资源和电网接入等条件好的地区实施，基地采取“光伏+”模式建设。预计今年年底前实现并网发电。

白城光伏领跑基地建设现场指挥部副总指挥王强在上述论坛上表示，白城基地采用光伏+农业模式和土地整治理念，可以带动地区生态农业的发展，对吉林西部生态经济区的建设将起到积极的促进作用。

另外，中国电建吉林省电力勘测设计院新能源部主任李钦伟在论坛上表示，经过白城基地办与基地建设平台公司的共同努力，白城基地从申报成功到现在，现已在全国光伏领跑基地建设中创造了六个第一，即第一个发布竞争优选工作方案，第一个发布竞争优选公告，第一个组织报名企业现场踏勘及答疑，第一个进行企业评优，第一个公示优选企业名单，第一个进入开工阶段。如今，白城领跑基地已成吉林省光伏产业发展的一张闪亮名片。

据相关部门测算，50 万千瓦光伏应用领跑者基地建成后，按照年发电 1500 小时计算，可发电 7.5 亿千瓦时，每年可减少标准煤使用 26.25 万吨，可减排二氧化碳约 65.4 万吨，年产值可达 3.2 亿元。

数据显示，上半年吉林新增光伏装机仅 39 万千瓦。很显然，白城领跑基地的成功建设必将进一步推动吉林光伏产业发展。

## 辽宁上半年累计光伏装机东北第一

数据显示，截至 6 月底，辽宁累计光伏装机达到 259 万千瓦，位居东北三省第一。未来，辽宁光伏发展潜力仍然比较大。

资料显示，辽宁省属于国家太阳能资源二类地区。年平均辐射量大于 5000 兆焦/平方米，年日照小时数超过 2200 小时。

除了光照条件优越之外，这几年辽宁光伏发展还与其政策大力支持密不可分。据记者了解，2016 年初，为加快落实国家“支持东北振兴重大政策举措”精神，结合全省光伏发电工程建设实际，辽宁省发改委会同相关部门研究出台了“先建先得”政策，极大调动了光伏业主的积极性，光伏建设进度明显加快，当年新增装机容量达到 36 万千瓦。

此外，辽宁在去年 10 月印发的《关于全面推进光伏扶贫工程建设有关事项的通知(第三轮征求意见稿)》中提出，为进一步支持全省精准脱贫攻坚，根据国家能源局有关政策精神，结合全省光伏发电工程建设实际，决定在保持“先建先得”政策基本稳定的基础上，将国家下达年度建设规模全部用于光伏扶贫工程建设。目前该省已有多个城市实施了光伏扶贫。

除此之外，沈阳、大连等重工业集中城市是全国为数不多的优质屋资集中地，辽宁屋顶分布式光伏发展潜力也很大。根据国家能源局公布的数据，1~6 月，辽宁新增光伏装机 36 万千瓦，其中，分布式光伏达到 30 万千瓦。

## 黑龙江上半年新增光伏装机东北第一

国家能源局公布的数据显示，1~6 月黑龙江新增光伏装机 81 万千瓦，在东北三省位居第一。截至 6 月底，该省累计光伏装机达到 175 万千瓦。

根据去年 12 月印发的《黑龙江省推进清洁能源产业发展行动方案（2017~2020 年）》（以下简称《方案》），到 2020 年，全省光伏发电装机规模达到 600 万千瓦。由此可见，该省光伏还有较大的发展空间。

黑龙江发展光伏的一大优势就是光照条件优越。资料显示，黑龙江省年太阳总辐射量基本在 4000~5100 兆焦/平方米之间。为进一步促进全省光伏发电产业发展，《方案》提出，利用省内西部地区 and 东部煤炭城市土地资源丰富优势，集中打造齐齐哈尔、大庆、鸡西、鹤岗、双鸭山等城市百万千瓦级大型光伏发电基地。按照国家要求和部署，积极开展光伏发电精准扶贫，因地制宜建设一批村级光伏发电扶贫电站项目。

据记者了解，目前齐齐哈尔、大庆、鸡西、鹤岗、双鸭山正在积极向国家申请建设百万千瓦光伏发电基地。其中，齐齐哈尔作为全省光伏扶贫重点地区，目前全市已有超过 31 个光伏扶贫项目正在稳步推进。

另外，《方案》还提出，加快推动分布式光伏发电发展，支持利用开发区、产业园区和大型工业企业等厂房建筑屋顶和个人建筑屋顶建设分布式光伏发电。

数据显示，截至 6 月底，黑龙江累计分布式光伏装机仅 40 万千瓦。未来，全省分布式光伏发展潜力还很大。

5e 2018-08-30

## 塔式太阳能光热发电站设计标准发布

“光热发电产业发展在我国也有近十年时间，近几年国家通过示范项目开始着力推动其产业化发展。这一《标准》的出台恰逢其时，对于产业而言，相关行业标准的出台是产业发展的必然环节。我国牵头编制《标准》，这足以说明我国光热产业在世界范围内的话语权。”钜光太阳能科技股份有限公司董事长刘晓冰接受中国电力报记者采访时说。

近日，住房和城乡建设部发布公告，由中国电力企业联合会组织、中国能源建设集团有限公司主编的《塔式太阳能光热发电站设计标准》(简称《标准》)自 2018 年 12 月 1 日起正式实施。该标准是我国第一部同时也是世界首部关于太阳能光热发电站设计的综合性技术标准，填补了国内外太阳能光热发电站设计标准的空白。

### 《标准》为光热产业奠定基础

随着新能源电力的应用发展成为能源主流应用趋势，国家对光热发电的重视程度提高。我国太阳能光热发电事业起步相较于其他国家较晚，产业发展路线以稳步发展为主。

首批光热发电示范项目的全面推进为太阳能光热发电产业化形成起到推动作用。据电力规划设计总院副院长孙锐介绍，除了首批 20 个示范项目中 4 个项目因种种因素退出之外，目前保留下来 16 个项目，其中有 5 个今年年底前可如期并网。

从目前保留下来的 16 个示范项目来看，技术路线多样化，既有塔式、槽式，又有菲涅尔式以及二次反射等多种技术形式，多样化的技术路线充分代表了国际主流的光热发电型式，中国也逐渐发展成为全球光热发电项目技术路线较丰富的国家。

“此前，国家能源局根据示范项目实际情况，建立逾期投运项目电价退坡机制，为光热产业链建设提供了充足空间，在我国光热行业尚未成熟之时推出《标准》，无疑为产业链形成奠定了坚实基础。”刘晓冰说。

通过多年的研究，参与编制的相关单位在广泛和深入调研国内外太阳能光热发电工程项目的基礎上，全面总结和吸收了国际上的成功经验，并多次咨询国内外专家意见，完成了标准的编制，同时完成了 14 项关键技术的专题研究，汇编成《塔式太阳能光热发电站设计关键技术》。行业专家表示，我国希望通过首批示范项目形成光热发电技术能力，努力达到国际先进水平，当光热发电成本具备一定产业能力后，在提高技术能力的基础上降低成本。

### 塔式光热电站前景可期

塔式光热电站的装机规模逐渐增大，今年年底前可并网的 5 个示范项目中，3 个为塔式光热发电项目；从目前 16 个示范项目中，塔式电站占 7 个，槽式电站 7 个，菲涅尔式电站 2 个，而在部分项目退出之前，塔式为最多数量的电站类型，共 9 个。不难看出，塔式光热发电逐渐成为光热发电开发的重要类型。早在 2013 年，国内最早涉及太阳能光热领域的亚洲首个投入商业运行的光热项目理想电站——青海中控德令哈塔式太阳能光热发电站一期 10 兆瓦示范工程。

行业普遍认为，塔式未来发展前景可期。刘晓冰介绍说：“塔式光热电站装机规模不断增加，主要是由于塔式技术能够相对更为高效地利用太阳辐照，其所聚集的温度更高，电站整体运行效率因

而可以得到提升，有助于降低发电成本，从而使电站的经济效益更高。从发电效率来看，目前市场更倾向于布局塔式太阳能光热电站。”

国家可再生能源实验室(NREL)公布数据显示，目前全球已建成的光热发电项目以槽式技术路线为主，而在建中的塔式项目装机规模约占全球在建总装机的 50%左右;规划中的塔式项目装机量则占到了全球规划装机量的 70%左右。

刘晓冰认为，根据市场需求，率先针对太阳能光热塔式电站推出《标准》在情理之中，塔式电站相比槽式电站发展来说，虽是后起之秀，有很多设备、技术存在不确定性，亟待《标准》的规范，比如，熔盐储热系统的安全可靠性，以及部分企业为了降低成本，定日镜的生产制造没有行业标准，低质低价的产品直接影响电站效率，而业主无法衡量。一旦《标准》出台，对产品的质量以及发电效率进行约束和衡量，能够规范产业发展。

中国电力新闻网 2018-08-24

## 市场重新打开 欧洲七国最新光伏产业状况

2017 年，欧洲太阳能出现了复苏迹象。一些国家公布了大幅增长的数据，一些新市场也开始意识到了光伏的可能性。本文总结了欧洲大陆的最新光伏发展状况。

有数据显示，2017 年欧洲的太阳能新增并网装机容量为 8.61 吉瓦，同比增长 28%，达到了五年来的最高水平。

土耳其一马当先，2017 年安装量为 1.79 吉瓦，增长 213%。

德国安装量为 1.75 吉瓦，增长 23%。

排名第三的英国，由于政府支持的进一步削弱，只有 912 兆瓦，同比下降 54%。

荷兰开始确立其在欧洲的主导地位。

包括波兰、匈牙利在内的中欧国家也开始采取行动，而西班牙也从灰暗的 2016 年中恢复过来，2017 年新装置为 135 兆瓦。随着 2018 的进展，欧洲似乎已经复苏：整个欧洲大陆都在进行拍卖，德国和意大利住宅和商业部门对屋顶太阳能的需求强劲反弹。IHS Markit 分析师 VonAichberger 预测欧洲 2018 年的需求将大幅增长，表示“欧洲到 2020 年将赢得全球市场份额，但不会恢复至 2014 前的重要地位。”

土耳其整合进行中

繁荣之后便是整合。土耳其 2017 年的 1.79 吉瓦安装量让许多人感到震惊。但今年视乎不太可能持续下去。2018 的市场前景仍然相对较低，预计安装量为 700-800 兆瓦。

一些制造商、供应商、承包商和分包商可能将在今年年底退出市场。只有一些更大、更成熟的集团公司才能得以继续生存。

大型项目的发展前景将取决于土耳其政府的选择。政府是否会选择进一步开展“超级项目招标”还存在着一些争论。

对于土耳其的太阳能供应商、承包商和 EPC 而言，这将是一个市场低迷的艰难时期，但周边地区将出现机遇。Tekno Group 董事长 Altay Co?kuno?lu 表示，土耳其公司在迅速改变方向方面非常灵活，它们中的大多数，像一些国际化企业一样，十分具有活力。

德国重回正轨

德国市场的主流情绪正面乐观。去年的增长已经再次回升，但 1.75 吉瓦的数字仍低于政治上预期的扩张目标。德国太阳能工业协会(BSWSolar)相信，德国今年将能够再次达到 2.5 吉瓦的标杆。第一季度的数据给了人们希望——580 兆瓦的新增容量，同比上升 65%。预计 2019 年将略低于 2.2GW。

BSW Solar 首席执行官 Carsten K?rnig 表示，除了较低的价格外，稳定的政策环境使贸易方和项目规划者的信心重新增强，这是德国市场复苏的根本原因。此外，德国政府承诺将在 2019 和 2020 年度分配 2 吉瓦的光伏发电合同。目前，750 千瓦及以上系统的招标量是每年 600 兆瓦。

与此同时，EUPD 研究分析师表示，小型和 C&I 屋顶安装系统的前景仍然“非常正面”。IHS Markit 的 Susannevon Aichberger 也认为这个细分市场是一个重要的市场驱动力。相比之下，她看到了所公布的特殊 2 吉瓦招标项目市场发展的不确定性。

#### 法国领先地位隐隐出现

法国 2017 年并网光伏达到了 875 兆瓦，比 2016 年增长了 50%。自 2015 以来，该国已经启动了 2017-2020 年间的超 5 吉瓦太阳能发电量招标项目。

此外，自 2017 年以来，包括自我消费光伏阵列在内的小型系统有了一个 FIT 方案，带来了大量的增长。2016 年，有 1.5 万个新的自我消费光伏阵列并网。

法国政府在 2017 年年底增加了 1 吉瓦的额外容量。还召集了一个“太阳能工作组”，将在 5 月至六月召开会议，旨在为简化行政程序、提高光伏发展速度找出解决方案。

法国太阳能协会 SER-SOLER 主席 Xavier Daval 表示，至 2023 年法国光伏市场将达到每年 3 吉瓦的规模。

#### 奥地利雄心勃勃

奥地利政府已经成功恢复了信心。奥地利光伏协会(PVA)的 VeraLiebl 表示，至 2030 年，奥地利的电力消耗将 100%来自可再生能源，主要为水电、光伏和风能。PVA 预计该国 2017 年的新增安装量为 170 兆瓦，而今年将达到 300 兆瓦。2019 年则将进一步增加到 350 兆瓦。

但 EUPD 研究分析师 Ammon 却不太乐观地预测今年的数字应为 220 兆瓦，尽管他看到了“积极的趋势”。

本年度强劲的市场发展，部分归因于额外的激励措施。例如，政府在今明两年拨出 1500 万欧元用于推广光伏系统和电力储存。另一方面，屋顶系统的太阳能补贴也已经进行了修订，自我消费的份额在很大程度上被考虑在内，这意味着更多的设施可以从激励措施中受益。

根据 PVA 的计算，要完成 2030 年目标将需要增加 15 吉瓦的光伏。而目前的装机容量约为 1.5 吉瓦，这意味着未来几年内的巨大市场潜力。

#### 瑞士扎实的前景

瑞士太阳能协会(Swissolar)预计，该国 2017 年的容量将维持在 264 兆瓦以下——这是该国 2016 年的数字。EUP 也预计 2017 的增幅会略有下降，而 HISMarkit 则认为将与 2016 年持平。Swissolar 首席执行官 David Stickelberger 表示，预计瑞士今年的增长将达到 300 兆瓦左右，而 IHSMarkit 甚至预测今年的增长将略低于 340 兆瓦，2019 将达到 380 兆瓦。2020 年可以达到 400 兆瓦。

此外，瑞士目前正在引入自我消费政策。

#### 希腊太阳能回归

希腊正在准备将在 7 月 2 日举行的各 300 兆瓦的新光伏和风能项目招标，而 2019-2020 年间的光伏容量招标将更多。2018-2019 年，希腊预计将通过联合拍卖另增 800 兆瓦的太阳能光伏和风力发电项目。

根据希腊电力市场运营商 Lagie 的最新统计，希腊目前的累积装机容量为 2094 兆瓦的大型地面项目和 351 兆瓦的屋顶光伏。大部分的安装时间为 2012-2013 年间。在 2014 年 12 月的净计量方案中，仅安装了 16 兆瓦的发电机组。

目前，所有的目光都集中在即将到来的拍卖上。成功的投标人将能参与能源市场，并将获得浮动的溢价。溢价将取决于市场变量(例如，系统的边际价格)和通过招标设定的电价。这一政策最终带来了希腊可再生能源市场上的竞争。但这需要更多的参与者。预计七月的投标需要吸引至少超过招标量 75%的容量。

希腊光伏协会(HelaPo)的政策顾问 Stelios Psomas 则认为，由于招标项目中的成熟项目太少，所设定的招投标量似乎不太合理。

#### 波兰缓慢逃离煤炭

尽管目前的太阳能安装量只有 280 兆瓦左右，但波兰预计今年将拍卖约 750 兆瓦的光伏发电，

这能进一步帮助这一欧洲污染最严重的国家达到更合理的可再生能源部署水平。

2018年的拍卖可能为不超过1兆瓦的项目。大型项目应该在另一个180兆瓦的混合电力发电厂拍卖中获得较好的机会。但风能极有可能分配到1吉瓦的容量。

波兰光伏协会(PV Poland)表示,在过去的几年中,净计量方案下的40kW及以下屋顶太阳能系统,极大地促进了光伏的发展,到2020年,波兰的光伏发电量将可能上升到1吉瓦。

索比光伏网 2018-08-27

## 全国最大污水厂光伏发电项目在安徽合肥并网 年提供约1200万度电能

位于合肥市铜陵南路的王小郢污水处理厂分布式光伏发电项目日前并网发电,该项目成为全国单体规模最大的污水厂光伏发电项目,同时也是安徽省首家建成投产的污水处理厂光伏项目。

在很多人的观念中,污水处理厂和光伏发电似乎是两个没有多大联系的项目,而合肥市王小郢污水处理厂分布式光伏发电项目将两个项目结合在了一起。

城市里,每个污水处理厂都有大面积的水处理水池,简单来说,这个项目通过在污水处理厂的氧化沟和沉淀池上方的空间布排光伏组件,实现空间资源的综合有效利用。王小郢污水处理厂分布式光伏发电项目占用空间面积约11万平方米,通过无人机航拍,可以看到整齐排列的光伏板反射出的光格外耀眼。据悉,这也是目前国内并网规模最大的污水处理厂分布式光伏电站项目。

其实,修建这个项目并不容易。合肥市王小郢污水处理厂是安徽省第一座大型城市污水处理厂,日处理污水规模30万吨,收水范围包括老城区、西南郊、二里河地区、史家河等地区。污水处理厂一期从1998年就投入运行。由于污水池周边管线错综复杂且年代久远,在施工期间为避免对原有管线的破坏及影响水厂的正常生产运营,据了解,这个项目采用了先进的物探测技术、人工二次复测工艺,做到对水厂管线零破坏、零影响。同时加大对安装过程的现场监控,采取主动及被动管理,保证了安装期间不破坏不影响水厂的正常运行。

这个项目建成带来的好处,首先就是可观的发电量。据了解,作为国内目前并网规模最大的污水处理厂分布式光伏电站项目,王小郢污水处理厂分布式光伏发电项目每年可提供约1200万度绿色清洁电能,相当于每年节约标准煤3936吨,减排二氧化碳11965吨,降低碳粉尘排放3264吨。

我们知道,污水处理厂用电量非常大。这个项目发的电采用“自发自用、余电上网”模式,其中90%以上可被污水处理厂就地消纳。王小郢污水处理厂因享受电价优惠政策,每年可节省电费支出70万元以上。通过在沉淀池等处上面加装太阳能光伏板,实现了土地的二次利用。同时光伏板对污水池的遮挡,能有效抑制池内水体藻类生长,很大程度上提高了污水处理效率及水质。

据了解,这个项目12年左右能收回投资成本,而电站的使用寿命可达25年,其投资价值可见一斑。

此外,项目还对氧化沟和沉淀池进行了有效封闭,周边居民看到的不再是污水处理的场景,而是一排排整齐排列、源源不断提供清洁绿色能源的光伏组件,解决了困扰已久的环境保护问题。应该说,经济效益、社会效益和环境效益均十分显著。

央广网 2018-08-23

## 我国光伏行业发展脉络

“5-31”光伏新政,一纸扇起千层浪,搅动着从业者的神经,也磨砺着投资商的筋骨。

近年来,我国光伏行业从技术研发到市场应用,再到成本控制,全产业链取得创新突破。截至2017年,我国光伏新增装机规模连续5年位居全球第一,累计装机规模连续3年位居全球第一。然而,频频出现的弃光和补贴资金缺口等问题,又冷敷着投资客过分狂热的头脑,提醒着从业者回归理性。

其实，光伏电价和补贴退坡，以及“年度指导规模管理”政策，自 2014 年就已经开始实施。光伏电站电价从 2012 年的 1.15 元/千瓦时，到 2014 年初次退坡——根据 I、II、III 类资源区分别调整为 0.90、0.95、1.0 元/千瓦时，再到“5·31”光伏新政实施前的 2018 年初，已经分别调整为 0.55、0.65、0.75 元/千瓦时。光伏电站新建规模也从 2004 年到 2016 分别控制在 14000 兆瓦、17800 兆瓦、18100 兆瓦，到 2017 年至 2020 年间年均控制在 21000 兆瓦。

然而，这些早已实施的退坡和规模管理政策所针对的问题——弃光和补贴缺口问题并未得到根本解决。鉴于此，业界应该早有预判，后面的靴子迟早还会掉下来，只不过这次砸得更重、声音更响——“5·31”新政痛下决心、快刀斩乱麻。

唯其决绝，方能“动心忍性，增益其所不能”。当前发展的重点就是要从扩大规模转到提质增效、推进技术进步上来，需要从更有利于健康可持续发展的角度，着力推进技术进步、降低发电成本、减少补贴依赖，优化发展规模，提高运行质量，推动行业有序发展、高质量发展。这是今年及今后一段时期光伏发电发展的基本思路。

了解了过去，才能理解现在和展望未来。我国光伏行业的发展，先后经历了成长起步、产业化发展、规模化发展、规模管理四个阶段；电价和补贴，从 2012 年出台标杆上网电价开始至今，先后经历了五轮退坡；规模管理，从 2014 年开始，也先后经历了五轮。本栏目就通过上述几个方面，简要梳理一下我国光伏行业发展的脉络，供广大读者参考。

#### 我国光伏市场的四个发展阶段

##### 2007 年以前

##### 成长起步阶段

累计装机：80 兆瓦

这一时期基本上处于示范阶段，行业发展程度低，基本没有实现市场化运行。在光伏项目中，95%为离网项目，仅有 5%实现并网。该阶段出现我国首座兆瓦级并网光伏电站，也是亚洲最大的并网光伏电站——深圳园博园 1 兆瓦光伏发电系统，为建筑并网项目；同时，还出现了国内首座直接高压并网的 0.1 兆瓦光伏电站——西藏羊八井光伏电站。另外，为解决 7 省区无电乡用电问题而建设的 700 多座光伏和风光互补电站，光伏装机 15.5 兆瓦，均为离网项目。

##### 2007 年至 2010 年

##### 产业化阶段

累计装机：910 兆瓦

本阶段国内光伏项目快速走向市场化，装机容量每年以 100%以上速率增长，并网项目占比达到 80%。光伏电站电价实施核准制，“内蒙古伊泰煤炭鄂尔多斯康巴什新区 0.205 兆瓦聚光并网光伏示范发电工程”等项目获得 4 元/千瓦时的核准电价。另外，实施了前两批“金太阳”和“光伏建筑”项目，再加上实施了两期地面光伏电站特许权招标，让分布式光伏市场和荒漠并网光伏电站兴旺起来。

##### 2011 年至 2013 年

##### 规模化阶段

累计装机：19430 兆瓦

此阶段出台了并网太阳能光伏发电项目标杆上网电价，将分布式光伏项目补贴从容量补贴转向电量补贴，并将光伏项目审批由核准制改为备案制，并网项目成为主流，离网项已经忽略不计。利好政策频出，装机总量和增速都快速提升，我国渐成为光伏大国。但同时，由于装机与负荷中心不匹配，国际国内市场不均衡，国内装备市场与应用市场不协调，光伏与调峰电源不配套，输送通道与光伏基地建设不同步等问题的存在，仍然制约着光伏行业的进一步发展。

##### 2014 年至今

##### 规模管理阶段

累计装机：130250 兆瓦(截至 2017 年底)

由于补贴缺口和弃光问题的出现，我国自 2014 年起实行光伏标杆电价和补贴退坡以及“光伏发

电年度指导规模管理”，而且逐年更加严格。同时，随着光伏电站标杆上网电价与并网时间的挂钩，各地连续几年掀起了抢装潮。我国开始在农村贫困地区开发分布式光伏产业。另外，为促进先进光伏技术产品应用和产业升级，“领跑者”计划进入公众视野。光伏应用从地面光伏电站转向分布式，分布式光伏迎来大爆发，2017年新增装机超过20000兆瓦，同比增加约400%。

#### 光伏标杆电价及补贴退坡

##### 2012年至2013年

2011年7月1日以前核准建设、2011年12月31日建成投产、尚未核定价格的太阳能发电项目，上网电价统一核定为1.15元/千瓦时。2011年7月1日及以后核准，以及2011年7月1日之前核准但截至2011年12月31日仍未建成投产的太阳能发电项目，除西藏仍按1.15元/千瓦时执行外，其余省份上网电价均按1.0元/千瓦时执行。

##### 2014年

按照I、II、III类资源区，光伏电站标杆上网电价分别为0.90、0.95、1.0元/千瓦时。分布式光伏全电量电价补贴标准为0.42元/千瓦时；其中，分布式光伏自用有余上网的电量执行当地燃煤机组标杆上网电价。

##### 2016年

按照I、II、III类资源区，光伏电站标杆上网电价分别降低0.10、0.07、0.02元/千瓦时，分别调整为0.80、0.88、0.98元/千瓦时。

##### 2017年

按照I、II、III类资源区，光伏电站标杆上网电价分别降低0.15、0.13、0.13元/千瓦时，分别调整为0.65、0.75、0.85元/千瓦时。

##### 2018年1月1日至5月31日

按照I、II、III类资源区，光伏电站标杆上网电价分别降低0.1元/千瓦时，分别调整为0.55、0.65、0.75元/千瓦时。采用“自发自用、余量上网”模式的分布式光伏项目，全电量电价补贴标准降低0.05元/千瓦时，调整为0.37元/千瓦时。

##### 2018年5月31日以后

光伏电站标杆上网电价统一降低0.05元/千瓦时，按照I、II、III类资源区分别调整为0.50、0.60、0.70元/千瓦时。采用“自发自用、余电上网”模式的分布式光伏项目，全电量电价补贴标准降低0.05元，调整为0.32元/千瓦时。

时段	I类资源区	II类资源区	III类资源区	“自发自用、余电上网”模式的分布式光伏电价补贴
2012年至2013年	1.15/1.0			
2014年	0.90	0.95	1.0	0.42
2016年	0.80	0.88	0.98	0.42
2017年	0.65	0.75	0.85	0.42
2018年1月1日至5月31日	0.55	0.65	0.75	0.37
2018年5月31日以后	0.50	0.60	0.70	0.32

▲注：1.自2016年开始，“全额上网”模式的分布式光伏项目按所在资源区光伏电站价格执行；2.未涉及光伏扶贫项目。

#### 实施光伏发电年度指导规模管理

我国光伏产业在2013年呈爆发式增长，光伏企业在光资源丰富的西北等地区上马光伏电站的速度过快，导致弃光问题出现，并且出现可再生能源电价补贴缺口。因此，实行“光伏发电年度指导规模管理”势在必行。

##### 2014年

##### 14000兆瓦

全国新增备案总规模14000兆瓦，其中分布式8000兆瓦，占比约60%，光伏电站6000兆瓦，

占比约 40%。对于甘肃、青海、新疆(含兵团)等光伏电站建设规模较大的省份,如发生限电情况,将调减当年建设规模,并停止批复下年度新增备案规模。

2015 年

17800 兆瓦(不包含分布式等)

全国新增光伏电站建设规模 17800 兆瓦。对屋顶分布式光伏项目及全部自发自用的地面分布式光伏项目不限制建设规模。光伏扶贫试点省区(河北、山西、安徽、宁夏、青海和甘肃)安排专门规模用于光伏扶贫试点县的配套光伏电站建设。

2016 年

18100 兆瓦(不包含分布式等)

全国新增光伏电站建设规模 18100 兆瓦,其中普通光伏电站项目 12600 兆瓦,光伏领跑技术基地规模 5500 兆瓦。利用固定建筑物屋顶、墙面及附属场所建设的光伏项目以及全部自发自用的地面光伏电站项目不限制建设规模。

2017 年至 2020 年

年均 21000 兆瓦(合计 86500 兆瓦)

光伏电站新增计划装机规模为 54500 兆瓦,领跑基地新增规模为 32000 兆瓦,年均新增装机规模将超过 21000 兆瓦。其中,北京、天津、上海、福建、重庆、西藏、海南 7 个省份,自行管理本区域“十三五”时期光伏电站建设规模,并有序建设;甘肃、新疆(含兵团)、宁夏暂不安排 2017 年至 2020 年的新增建设规模。

2018 年

10000 兆瓦(仅限于分布式)

暂不安排 2018 年普通光伏电站建设规模,安排 10000 兆瓦左右规模用于支持分布式光伏项目建设。有序推进光伏领跑基地建设,视光伏发电规模控制情况再行研究。

中国电业 2018-08-30

## 新型太阳能电动汽车：边行驶边充电 苔藓可当空调

当前,“绿色出行,低碳生活”已成趋势,不仅各国政府纷纷出台相应的政策法规,各国汽车制造商也推出了各种新能源动力车型,电动化已经成为全球汽车发展的大趋势。

据英国媒体近日报道,德国汽车初创公司 Sono Motors 最新推出了一款名为 Sion 的新型太阳能电动汽车,目前正处于测试阶段,Sion 共配备 330 块太阳能电池板,可以边行驶边充电,仪表盘上还有冰岛苔藓,可以过滤空气中的灰尘、调节湿度。该公司表示,新款 Sion 车型将于 2019 年开始量产,或有助德国实现 2020 年电动汽车保有量达到 100 万辆的目标。

330 块太阳能电池板 可当移动电源

Sono Motors 公司总部位于德国慕尼黑,成立于 2016 年,由三名学生发起。三名创始人在车库中钻研电动汽车,后来通过众筹的方式找到合作伙伴,获得了项目资金。据该公司介绍,新款 Sion 车型具备 Visono 自充电系统,车身共安装了 330 块太阳能电池板,分布在车顶、引擎盖和车身侧面。无论停在停车场,还是行驶在路上,太阳能电池板都能随时产生能量,并给汽车充电,太阳能电池板产生的电量可供每日行驶 30 公里。在单次充满电的情况下,汽车续航里程数可达 250 公里。

除了通过太阳能电池板充电,这款汽车也可以接入传统的电源插座充电,在阴天下雨时也可以正常使用。

同时,Sion 支持双向充电,这意味着这款车还可以为其他设备提供电力,相当于一个移动电源,例如,它不仅可以给其他缺电的 Sion 车充电,在户外时,还可以给一些电子设备或电磁炉灶提供电力。

冰岛苔藓当天然空调

作为一款环保车型，Sion 的环保功能不只体现在太阳能发电，它还有一个不寻常的通风系统——将苔藓整合到仪表板上，自然过滤掉空气中的灰尘颗粒，调节车内湿度。



全电动汽车将采用创新的通风系统，使用冰岛苔藓过滤空气。

据介绍，这些冰岛苔藓外观引人注目，空气过滤能力出色，而且不需要专门打理，可以自行从空气中吸收所需水分，就像天然的空调一样。苔藓的微结构吸收了空气中细小的尘埃颗粒，所以即使在繁华的大城市，你也能呼吸到新鲜的空气。

“这款车有六个座位，车内空间较大，车内设备包括发热座椅，空调，可连接手机的中央触控屏等，各项功能齐全，没有多余的装饰。”这家初创公司的联合创始人兼首席执行官哈恩表示。

目前，Sion 的网络预订单已突破 6500 辆，计划明年以 1.6 万欧元(约合 12.5 万元人民币)的价格出售，并将于 2019 年底实现量产，届时将会推出城市版和增强版两款车型。

广州日报 2018-08-27

## 最高效的太阳能发电制氢

据国外媒体报道，位于东京的宫崎大学、东京大学、富士通实验室和住友电工共同合作，通过实验在宫崎使用太阳能进行制氢。

研究人员利用宫崎大学开发的高效聚光光伏电池(输出功率为 470 W)成功的电解了水，以 18.8% 的效率将太阳能(日平均值)转换为氢能，这是室外实验中实际系统所达到的最高效率。

在太阳能电池和电解设备之间部署新的电气转换设备能够实现稳定电源的提供，不会因天气变化而导致太阳能电池的输出损耗，从而实现世界上最高的效率。宫崎县有着丰富的太阳能，可以现实大量的制氢，使当地可再生能源的生产和消费得到发展。

宫崎大学的 Otauyuki Ota 助理教授和 Nensoka Kensuke 教授，东京大学的 Masakazu Sugiyama 教授，富士通实验室有限公司和住友电工株式会社组成了研究小组设计并建立了一套水电解系统。通过高效聚光光伏电池获得电能，可成功地将 18.8% 的太阳能(日平均值)转换为氢能。宫崎大学一直与东京大学合作，进行太阳能电池和电解设备产氢系统的设计和现场试验。现在，该研究小组新开发了一套电气转换设备(DC / DC 转换器)。

工作温度和太阳辐射量的变化会导致太阳能电池的最大输出(获得最大转换效率的点)不稳定。现在，为该系统新开发的电气转换设备能够实现从太阳能电池到电解设备的高能量转换效率(90.0%)。该设备可根据随时间变化的温度和太阳辐射量，控制提供给电解设备的电压和电流，使来自太阳能电池的最大输出得以保持。

聚光光伏电池基于镜头等部件的光学设计，以及先进的跟踪技术，以确保镜头准确地面向太阳的方向，而在实际的室外环境中提高发电效率并不容易。在该实验中，聚光光伏组件(由住友电工株式会社制造)被安装在宫崎大学的高精度太阳跟踪支架上，在宫崎县的实际室外日照条件下，能够实

现全天 27.2%的平均发电效率。

在未来，集中器光伏组件在实际工作条件下的发电效率有望提高到 35%。假设水电解中电能转换为氢能效率为 80%，可以预测太阳能转换氢能的效率会达到 25%。

中国电力新闻网 2018-08-24

## 杜祥琬院士：我国屋顶分布式光伏理论容量超 300GW 满足要求的不足 30%

2018 年 8 月 21-23 日“2018 中国可再生能源学术大会”在京隆重召开，大会以“绿色能源· 创新引领”为主题。国家能源局，科协等领导，专家，学者，知名企业家及主流媒体超过千人出席开幕式。

以下为发言实录：

大家早上好，非常感谢可再生能源学会举办这次大会，也让我有这次机会跟大家做交流，我的标题是“高质量、高比例发展可再生能源”。

我们国家的能源结构变革会有三个历史阶段。大家知道我们过去是以煤为主的阶段，国际上在 100 年前，1913 年一次能源结构 70%也是煤炭；但是后来国际上发展的油和气比例在一次能源中超过了 50%。第二个阶段是以油和气为主的阶段；我们相信这个阶段经过几十年的发展会走向第三个阶段，即非化石能源为主的阶段，其中风电、光伏发电在全世界的增长非常明显。

全球的可再生能源的投资超过了其他能源的两倍以上，欧盟在 2020 年计划把可再生能源提升占一次能源的 20%，2030 年提到 32%，我们国家是 20%。之所以这样发展可再生能源，第一要改善大气质量，第二应对气候变化，第三可再生能源在地球是可以永续发展的，最后可再生能源与互联网的结合使其经济性更加可行。

国际能源署规划在 2050 年将使温室气体的排放减少 32%，中国能源结构是不是也是这样 3 个阶段，前阶段也是以化石能源为主的阶段，化石能源占到 90 以上。中国能源第二个阶段跟国际上不太一样，不大会会有一个油和气为主的阶段，天然气的比重更大一些，现在天然气 7%了，希望增加一倍甚至更多，油是 17%，18%，以后也不会再多，所以油和气加起来在中国不大会超过 50%，所以我们现在已经进入了第二个阶段，叫做多元结构阶段，这样符合中国实际情况。多元结构里面煤、油和气 and 可再生能源可能是并存的。但是通过一个此消彼长的几十年的过程，最后也会走向一个非化石能源为主的阶段。这一点我想全球都是一致的，所以说低碳能源将会逐步成为全球的常规能源。

中国绿色低碳能源发展战略有三个支柱，第一个节能优先、提高能效；第二煤炭和石油的高效、洁净化利用，提高天然气比重；第三，高质量，高比重提高可再生能源利用。

我把三种低碳能源——可再生能源、核能、天然气比喻为三匹马，它们之间是协同关系。所以能源结构向低碳转型是中国能源革命的核心，也是能源供给侧改革的特征。

下面讲一下大力推动可再生能源高质量按比例发展的几点趋势。

在可再生能源中，水电到现在为止还是主力。现在发展比较快的是风电和光伏发电，已经建立了完整产业体系。现在的风电装机达到了 1.8 亿千瓦，光伏 1.5 亿千瓦。发电成本迅速降低，这是市场竞争力得到提升的表现。从 1980 年到 2013 年风电的成本降了 90%，预计 2020 年可以做到与煤电价格相当，2020 年可以实现供给侧平价上网。

下面谈谈发展方向问题。这个领域里面要解决很多方面的问题，才能使我们国家的可再生能源高质量高比例的发展。

第一个是大电网，我们现在还习惯于主要依靠大电网，这个发展方向是智能化、高效化。然后逐渐实现可再生能源友好型，就是说电网和有间歇性的风电和太阳能发电如何更好的提高并网率。我国规划 2020 年弃风弃水要达率到 25%以下，我们还要再努力，我们大电网要和微网要有机结合。

电网要进一步走向智能化，智能电网要建立在高速双向通信的技术上，利用先进的传感测量技术，控制方法以及决策支持系统来实现电网的智能化。高效的通信网络使电网智能化的保证，现在

发展的 5G 技术可以更加智能，使用户能源消费更加方便。

第二，做好国内的区域互联，强化就地的开发消纳。这个主要是东部的供电负荷端，要发展微能源网是一个重要的发展方向，它是能源互联网最核心的子单位，是综合型的能源区域网。

微能源网是一个产品不如说是一个服务，它以能源优化利用为导向，是于能源互联网有机连接的，智能化区域能源生产、存储、调度、控制的系统。它有比较高的能源介入比例，相对独立运行，可通过能源存储和优化配置，实现本地能源生产与用能负荷基本平衡，实现风、光、天然气等各种分布式能源多能互补，可按需与公共电网灵活互动。它以用户为中心，让用户参与进来，消峰填谷、实现供需平衡。

推进并网型微电网建设试行办法指出微电网作为可再生能源并网的一种重要方式，是多能互补集成优化的解决方案之一，是电网的组成部分。

第三个方向要发展分布式能源。分布式能源的比重会上升，尤其是中、东部。分布式光伏、风电、天然气等都有好的发展势头，需因地制宜发展。分布式有利于实现能源效率最优化，在能源生产地被直接利用，改变能源利用方式，发电主体多元，广泛参与，鼓励源、荷、储微平衡。

分布式能源网络是能源生活者同时也是消费者，这样更加便利化。我去看了吐鲁番的一个新能源小区，5、6层的房子，小区几万人，用能一个是太阳能，一个是地热能，都是可再生能源。房子屋顶太阳能，墙都是能量墙。说如果太阳光照强的时候，太阳能发电用不完就输送给大电网送，不够用就从大电网取，这是一个互动;供热就靠地热。大家知道太阳能是一种间歇性的能源，所以这个小区有一个化学储能站，另外有一个大数据的管理。我讲这个事不是纸上谈兵，已经变成了现实，这是我觉得非常好的一个例子，分布式能源战略做的不错，甚至还有家庭和个人都有了很成功的经验。

分布式的能源发展也互换支持性政策的出台，现在农网容量不足、上网难是一个问题，工商业屋顶缺乏标准，我国屋顶分布式光伏的我理论安装容量可以大于 300GW，而满足要求的不足 30%，潜力很大但是要做一些改造。

第四发展非化石能源是沿海省能源转型的抓手，要切实发展海上风电、分布式光伏核电、步步水电加上生物质能，包括海洋能这个里面的种类也是很多，减少对外来煤电的以来是东部电的出路。

第五高度重视储能技术的创新发展，2016 年全球各储能技术类型大家可以看一下，增长最快的是化学储能，包括储热。

第六，改进调峰、用峰。一个是间歇性，还有一个如何调用呢?火电可以做灵活性的改变来配合促进协同。再一个我们有些风很厉害的时候不上网的时候不要放弃，可以用了这样的方向。

第七，重视地热。这个浅层地热可开采量可以达到 7 亿标准煤，我看了河北的雄县已经把地热用的相当不错了，利用地热能，建设无烟城。这个已经是现实了。有些公司在浅层地热做的很有成效。

第八，生物质能应用需破题，他有利于农村扶贫，有有利于能源改善。如果用的好的话，我们每年有 4.6 亿吨折合成标准煤，现在只用了 7.6%，这个生物质能有多方面的能源利用，比如说早期比如说发电，比如说乙醇也可以固化成燃料，也可以堆肥做饲料，有个因地制宜，国家上很多国家和地区都有不少的成功经验可以大力推广。

再一个方向是注重技术进步和运行维护服务。作为一个优秀的企业要做一个领跑者的企业他的标志不光是卖东西，还要很好的给用户维护，2020 年运维市场可能会达到每年 70 亿的量。

第十，通过配额制、绿证等政策工具实现全额保证性收购，这里面还要引来一些管理体制改革。

最后我想简单提几个发展的目标。我们现在煤炭已经达到了峰值，在峰值区，以后可能会逐步的下降。根据国家发改委 2030 年能源发展战略给出的 2030 年煤炭在一次能源要低于 30%，煤炭+石油在 2025 年左右可以达到峰值然后下降，这两个总量一旦下降。可再生能源在 2050 年不只是 50%，可能会超过。

在一次能源当中非化石能源的占比 2015 年是 12%，2030 年是 20%，2050 年要大于 50%，这是

今年4月出台的《能源生产和消费革命战略(2016—2030)》提出到2050年非化石能源消费占比将占到一半，加上进一步增长的天然气消费占比，届时我国能源消费占比将到30%以下。在终端能源当中电力占比是25%左右，这个要逐步提高，要把非发电的能源减下来，比如说散烧煤要因地制宜的替代。以电代油也是一个方向，这个也是还要有一个过程。

下一代的电力系统有这样四个特征，一个是非化石能源高比例第二个是集中式与分布式结合及要改变现在的集中式现状。第三是多能互补，第四储能与智能控制，这是未来电子系统的四个特征。

我们国家电力当中非化石电力的占比，现在我们是30%，2020年能到35%，2030年应该能到48%，2050年应该能到78%，这个趋势是比较清楚，这些量不一定非常准确，但是这个趋势是非常清楚。展望未来可再生能源成为主导能源，发展低碳能源直接目的是应对气候变化，但是从人类发展的长远看建设一个以可再生能源为要的绿色低碳能源体系是全球可持续发展的根本需求，是人类命运共同体的物质需求。这个是光荣艰巨的任务，意义重大，需要我们付出非凡的努力。

能见 App 2018-08-23

## 第二架太阳能电动飞机首次试飞

就在 Sun Flyer 2 原型机完成首飞之后的短短几个月内，Bye Aerospace 报道其另一架飞机已完成首次试飞。StratoAirNet 中高度太阳能电力演示器正在开发用于长期耐用商业和政府安全需求，并将作为“大气卫星”无人机运行。StratoAirNet“大气卫星”的应用包括通信中继，互联网，测绘，搜索和救援，消防指挥，原型的每个机翼都装有 SolAero 高效 PV 电池，翼展为 15 米，原型在北科罗拉多地区机场上空进行演示飞行。



原型具有轻质复合结构和 15 米(50 英尺)翼展，内置 SolAero 高效光伏电池。在高海拔的理想日光条件下，该阵列据称可提供约 2000 瓦电力进行持续飞行。

该飞机虽然在北科罗拉多地区机场的首次亮相和随后的试飞中进行了试飞，但它注定要成为“大气卫星”无人机，在长期续航任务中发挥支持作用，包括通信中继，互联网，测绘，搜索和救援，消防指挥和控制，反偷猎监测，恶劣天气跟踪，农业监测，矿物源测量和溢出检测。

Bye Aerospace 表示，与传统系统相比，StratoAirNet 飞机和姐妹 Solesa 飞行员系统应具有更低的单位成本，以及更低的运营成本，更低的热量和噪音特征以及更高的实用性。

cnBeta.COM 2018-08-22

## 济南将建第二条光伏路面 首条光伏路部分拆除将重装

济南的全球首条光伏高速公路要拆了?最近一则网帖让这条“光环满满”的网红路再次引发关注。从通车不久出现疑似偷盗光伏面板事件、再到破损裂缝问题,通车 8 个多月来,争议不断的光伏高速公路发生了什么,又将去向何方?就此,本报进行了实地调查并独家对话光伏高速公路核心研发人员。

### 【拆除之问】

光伏路面并非要拆而是改造

8月15日,记者驱车前往南绕城高速实地调查。这段约1公里长的光伏路面原本铺在一条行车道和应急车道上,如今行车道的光伏面板大部分已被新铺设的沥青路面取代,应急车道的光伏面板没有拆除,但每隔几米就有一处破损,最严重的当数光伏面板的接缝处,出现了突起、鼓包,踩上去软塌塌的。粗略统计,该路段每分钟就有三四辆大型车经过。

现场施工人员对正进行的工序并不愿多言。“这个(光伏面板)拆除了之后还会再安装上,是齐鲁交通发展集团投资建设,具体情况我们不清楚。”

光伏路面究竟出了啥问题?为什么要拆除?记者采访了齐鲁交通发展集团光伏高速公路试验段研发团队相关负责人张暄。

张暄说,他们不是要拆掉光伏路面,而是改造升级。看起来面板表层破损,问题其实不在表层,主要是货车重压和雨水侵入使受力改变,“光伏组件本身展现了良好的承载力和发电功能,铺到路上实地试验,才让我们发现还有组件之外的损坏形式。”因此他们先拆掉光伏面板重新从底层沥青铺起,以后会再装上。

张暄透露,南绕城路况较复杂,试验路选址在此,就是为了分析光伏路面不同受力面、不同环境下的反应。“我们想在复杂的路面,综合考虑各种因素,能尽快发现问题并进行调整,让技术更快成熟起来。”

### 【网红之路】

头条常客 8 个月 4 次封闭维修

作为世界首条光伏高速公路试验段,南绕城光伏路于2017年12月28日正式通车,并一度刷爆国内外社交媒体。

今年1月2日,也就是光伏路面通车第六天,工作人员在例行巡查时发现路面遭破坏,一块透明混凝土面层遗失,另七块面板有遭重击痕迹。坊间一度怀疑“黑手”是对技术感兴趣的专业团队。但最终据警方调查和专家会商,认为“应是大中型车辆高速行驶中产生颠簸,车载悬挂物对路面造成损坏”。

7月3日,一篇题为“光伏高速公路运行半年破损多如‘牛皮癣’”的自媒体文章,又将这条“网红路”拉回人们视线。与刚通车时相比,伤痕累累的路面让许多人吃惊不已。

记者了解到,运行8个多月,这条光伏路的确屡遭损坏,不得不经常性封闭维修。截至目前,这条不到1.5公里的试验路段共经历了4次封闭式施工维修。

### 【观念之争】

百日发电收入 8 万余元 研发方称试验期不细究成本

就如有阳光就有阴影,从光伏路面通车之日起,外界对其经济效益的质疑声就如影随形。试运行8个月,这段路发电收益几何?

该项目首席科学家、同济大学教授张宏超在接受央视采访时表示,尚在研发阶段的价格不代表将来的商业化成本,但目前看来,光伏高速公路的路面造价低于3000元每平方米,国外同类技术的成本在1.4万到1.5万元左右。在2017年12月28日的通车仪式上,齐鲁交通发展集团董事长徐春福曾介绍,这段光伏路铺设净总面积为5875平方米。简单核算,其造价约为1760余万元。

据国网济南供电公司相关工作人员介绍,因该试验路段没有储能装置,所发电量全部现发现卖

给国家电网。新华社曾报道，光伏试验路段通车后虽经历雾霾、雨雪等多种天气，整体发电能力依旧达到预期，104天总发电量达9.602万千瓦时，日均发电约923千瓦时。上网电价由政府补贴和标杆电价组成，总计为0.85元/千瓦时。这相当于每天发电收入约785元，发电104天收入8.2万余元。若据此计算，试运行8个月，发电收入约为18.8万余元。

项目研发团队相关负责人表示，这个世界首条光伏高速公路试验段的首要意义在于科研，这个阶段不需要过于细究成本，事实上他们也会评估材料的价值，淘汰不具备降价空间者。“但外界往往会误解我们‘不计成本’。”他也同时强调说：“(这件事)价值不能用金钱衡量”。

动向

济南还将再添一处光伏试验路

知情人士透露，在济南，光伏高速公路还有另一处更大的试验场正筹备中。与南绕城试验段相比，新试验场更综合，汽车无线充电技术、车路互联无人驾驶技术都将在此上马测试。新试验场在哪儿?上述人士表示，选址范围已初定高速公路改道后的废弃路段，路面情况较南绕城更单纯，地势更和缓，属于“半封闭性质”。这意味着，与南绕城试验段不同，市民或无法驾车驶上此路段。

对话

建光伏高速公路是商业噱头?

问：运行半年光伏路面就有多处损坏，是否意味着新技术不成功?

答：南绕城只是我们对技术的一个验证，大众可能对这方面的理解有偏差。事实上，任何道路方面的材料，大面积推广和应用之前，都要有一个试验段，而且一定要在现实的道路上去展现……光伏路面本身是一个创新型技术，从企业方面来说，我们研发的最大困难在于不管是国际还是国内都没有可以参考的案例，做的都是从“0”到“1”的概念，摸着石头过河。

问：有人质疑铺光伏高速公路是商业宣传大于实际，怎么回应?

答：这只是一个科研项目，(在这条试验路上)每天都会得到大量新数据，(这些公众并不知道)如果都要和公众解析，压力会很大。如果我们是出于商业目的，完全可以选择一个车少坡缓、路面结构比较简单的区域去做。科研本身就是一个螺旋式上升的过程，其中存在着突破，也有出问题的时候。我们的想法是将一切与科研无关的因素(影响)降到最低，专心去做科研。

济南时报 2018-08-20

## 英科学家打造智能水泥 建筑物变成巨型太阳能电池

英国兰卡斯特大学的研究人员们已经研发出了一种由粉煤灰废料和碱性溶液构成的水泥混合物，这种水泥还具备导电性。现存智能水泥通常依赖于石墨烯和碳纳米管，但这种新型水泥与之不同，它不包含任何昂贵的材料而且它的制造成本甚至低于传统的硅酸盐水泥。

项目首席负责人，兰卡斯特大学工程系教授 Mohamed Saafi 称，这种混合物被称为 KGP 复合材料，在这种混合物内部，电流通过晶体结构中的钾离子进行传递。他声称：“为了制造出水泥，你必须将粉煤灰与碱性溶液混合到一起，在这项研究中我们使用的是氢氧化钾和硅酸钾溶液。当你将它们混合到一起时，它们就形成了一种水泥材料，其中含有的钾离子能够充当电解质。”

这种混合物最终能够实现每平方米存储和释放功率为 200-500W。使用 KGP 材料构建外墙和隔墙的房屋能够在白天借助太阳能电池板存储电量，并且在夜晚释放出来。而使用 KGP 打造的面板也能够重装到房屋和其它的建筑物中。一根 KGP 材料的六米高路灯柱能够存储足够的可再生能源供路灯在夜晚照明，储存功率约 700W。

与此同时路边石也能够为传感器提供电量，实现交通、排水和污染程度的监测。大量的 KGP 材料建筑物也能够用于平衡电网电量，在电量富余的时候存储过剩的可再生能源，并且在用电量需求高的时候再释放出去。Saafi 称：“我们正尝试将建筑物和桥梁转变成电池，从而达到减少成本的目的。目前我们拥有许多可再生能源，但是对于这些能量我们并没有大规模的存储系统。”

这种智能水泥混合物也能够用于感知建筑物中的机械应力。比如说裂缝引发的压力变化会改变钾离子在水泥晶体结构中的移动路线，从而导致材料的导电性发生变化。通过测量材料的导电性，建筑稳定性的变化就能够实现实时的自动测量，而且不需要再安装额外的传感器。

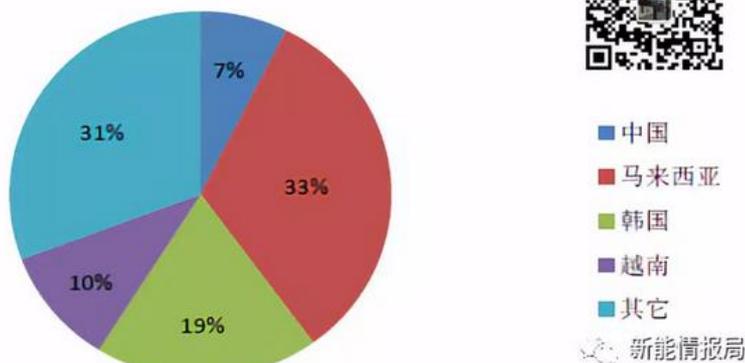
研究人员们现在正进一步的研究来优化 KGP 混合物的性能，而且也在调查使用 3D 打印技术将这种智能水泥打造成不同形状的可能性。这项研究一直得到欧盟委员会地平线 2020 项目的资金支持，这也是博洛尼亚大学所进行的 SAFERUP(可持续、易利用、安全、有弹性和智能城市道路的缩写)项目的一部分。

网易科技 2018-08-28

## 美国一年到底从中国买了多少光伏组件？

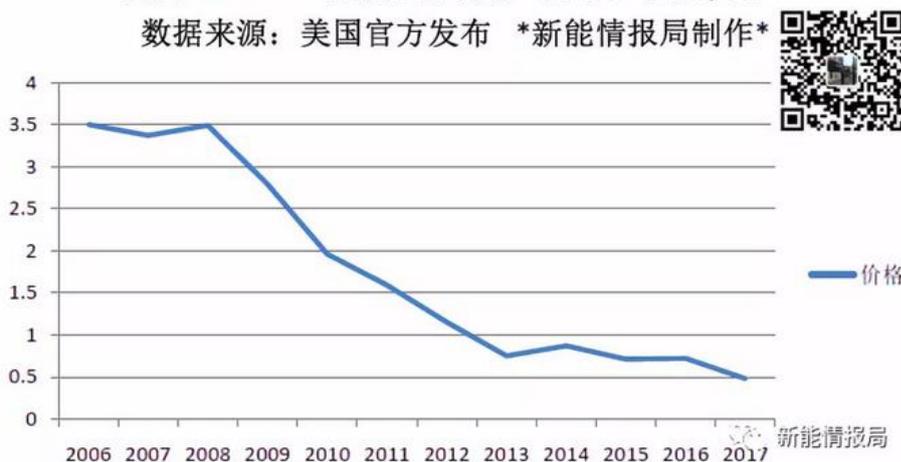
本月，美国官方发布的一份报告显示，2017 年美国光伏组件进口量总计为 9.996943GW，其中从中国进口的组件为 741.311MW，约占比 7%。排名前三位的国家分别为马来西亚、韩国、越南。

**2017年美国光伏组件进口情况统计**  
数据来源：美国官方发布 \*新能情报局制作\*



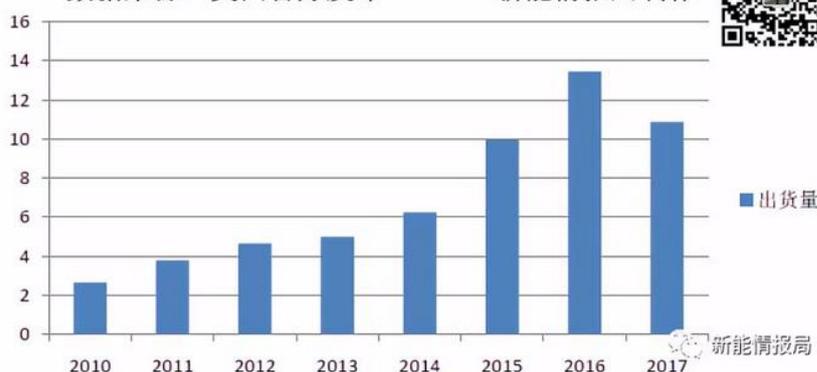
2017 年，美国市场光伏组件的均价为 0.48 美元/瓦。

**美国2006-2017光伏组件价格（单位：美元/瓦）**  
数据来源：美国官方发布 \*新能情报局制作\*



2017 年，美国市场光伏组件（含美国出口的组件）出货量为 10.864545GW。

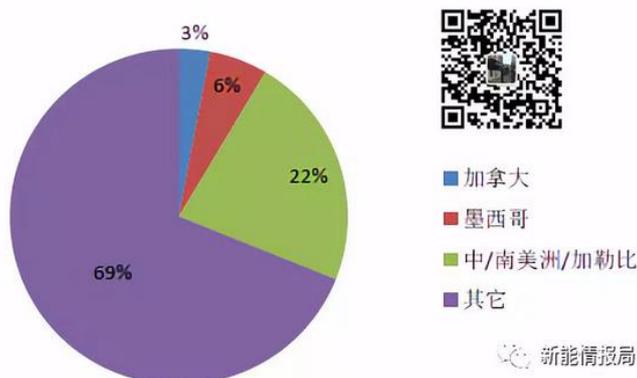
2010-2017美国光伏组件出货量（含出口数据在内）  
数据来源：美国官方发布 \*新能情报局制作\*



2017年，美国光伏组件共出口 337.92MW，主要市场分别为加拿大、墨西哥、中/南美洲/加勒比等。

2017年美国光伏组件出口情况统计（单位：MW）

数据来源：美国官方发布 \*新能情报局制作\*



新能情报局 2018-08-20

## 海洋能、水能

### 我国 LHD 海洋潮流能发电 并网运行时间打破世界纪录

由中国完全自主研发的 LHD 海洋潮流能发电项目，已发电并网两年整，其中全天候连续发电并网运行 15 个月，稳定发电并网运行时间打破了世界纪录。日前，在浙江杭州举办的 2018 海洋潮流能战略发展研讨会上，又一值得骄傲的纪录诞生了。

从 2009 年开始，LHD 海洋发电项目总工程师林东率浙江省海归科研团队历时 8 年，成功研发出世界首台“3.4 兆瓦 LHD 模块化大型海洋潮流能发电机组”系统群，申请并已获授权的国际国内专利合计 58 项，其中发明专利 22 项，拥有完整自主知识产权。

2016 年 7 月 27 日，LHD 海洋发电项目首批 1 兆瓦机组，在舟山顺利下海发电，当年 8 月 26 日成功并入国家电网。

2017 年 5 月 25 日开始，该 1 兆瓦发电机组实现全天候发电并网。截至 2018 年 8 月 25 日，该 1 兆瓦机组累计发电量超过 95 万千瓦时，其中并入国家电网 659925 千瓦时。

项目机组发电并网两年来，全天候连续发电并网运行 15 个月，稳定发电并网运行时间打破世界纪录。此前，世界上最先进的潮流能机组由 GE、劳斯莱斯、阿尔斯通 3 家国际巨头联合研发，装机功率 1 兆瓦，该机组最长发电并网时间未超过 4 个月。

林东告诉记者，与国际主流技术相比，中国 LHD 海洋发电项目采用了“平台式+模块化”的科学路径，有效破解了海上安装、运行维护、垃圾防护、电力传输等关键问题，具有装机功率大、资源利用率高、环境友好性强、海域兼容性好、项目可复制性强等特点，实现了海洋能开发规模化、产业化、商业化的重大突破。

据了解，世界上掌握海流能发电并网技术的国家，目前只有英国、美国和中国。但在持续稳定发电并网时间上，中国 LHD 海洋发电项目已经领跑世界。

“LHD 海洋潮流能发电项目是目前世界上唯一一台连续发电并网运行的海洋潮流能发电项目，标志着海流能发电技术进入产业化应用阶段，我国海洋能开发实现了大功率发电、稳定发电、并入电网三大跨越。”林东说道。

江耘 科技日报 2018-08-31

## 风能

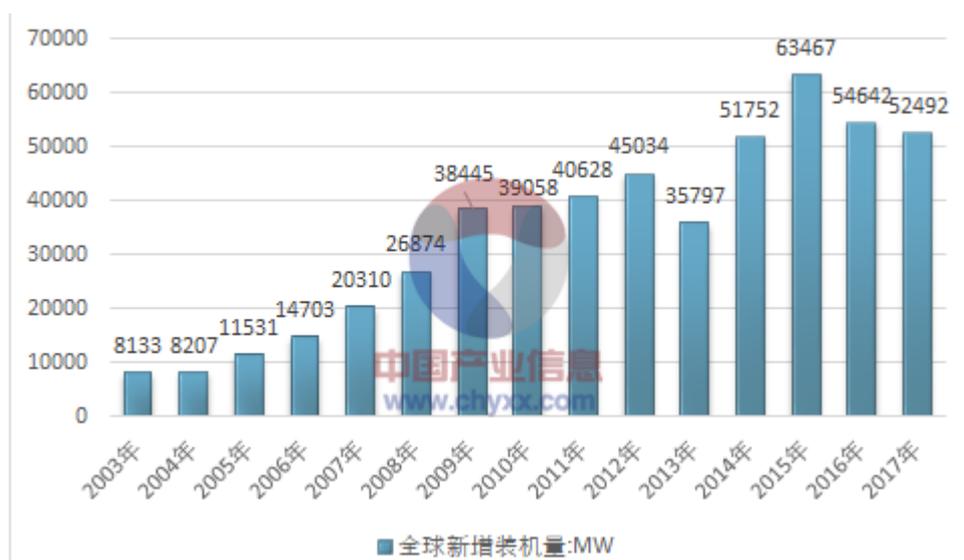
### 2017 年全球风电产业运行态势及我国风电装机统计分析【图】

早在 1890 年，丹麦就研制成了风力发电机，利用风力来发电。1891 年就建立了世界上最早的风电场。但是这一新生事物并未在全世界受到人们的关注，直到 1984 年，差不多经历了长达 90 多年时间，全世界风电装机的容量也不过 27.4 万 kW。

到了上世纪 80 年代后期，由于人们的环境保护意识不断增强，逐步认识到以燃煤为主的能源结构所造成的环境污染，是危害人类社会生活的严重公害，在寻求洁净而无污染的能源中，风电才逐渐引起人们对它的重视，开始有了较快的发展。90 年代以来，在欧洲和美洲，风电有了迅猛的增长。21 世纪以来随着以中国为代表的新兴市场风电装机容量的快速增长。

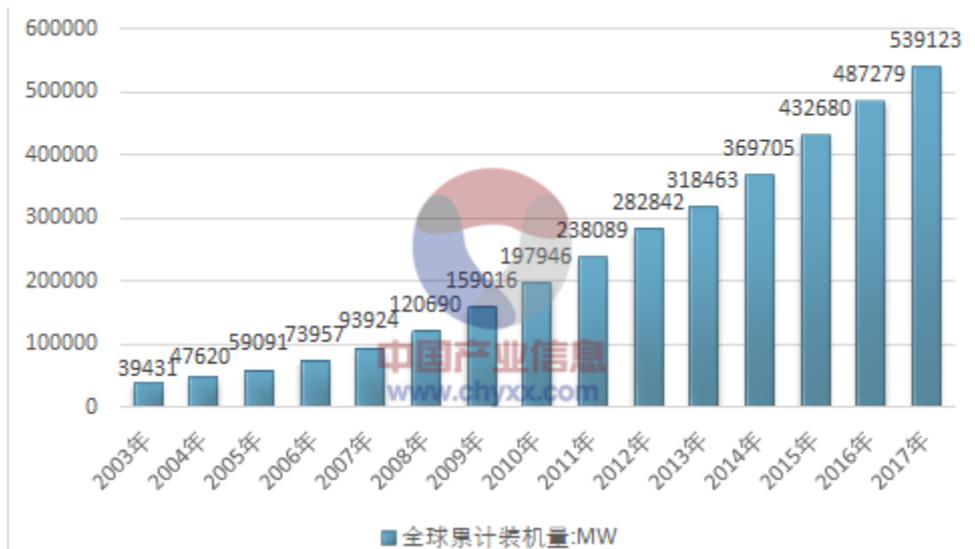
2017 年全球新增装机容量为 52492MW，与 2016 年新增装机容量 54642MW 相比，同比下跌 3.8%；截止 2017 年底累计装机容量达到 539123MW，与 2016 年底装机容量 487279MW 相比，同比增长 11%。

2003-2017 年全球风力发电新增装机统计图



资料来源：全球风能协会

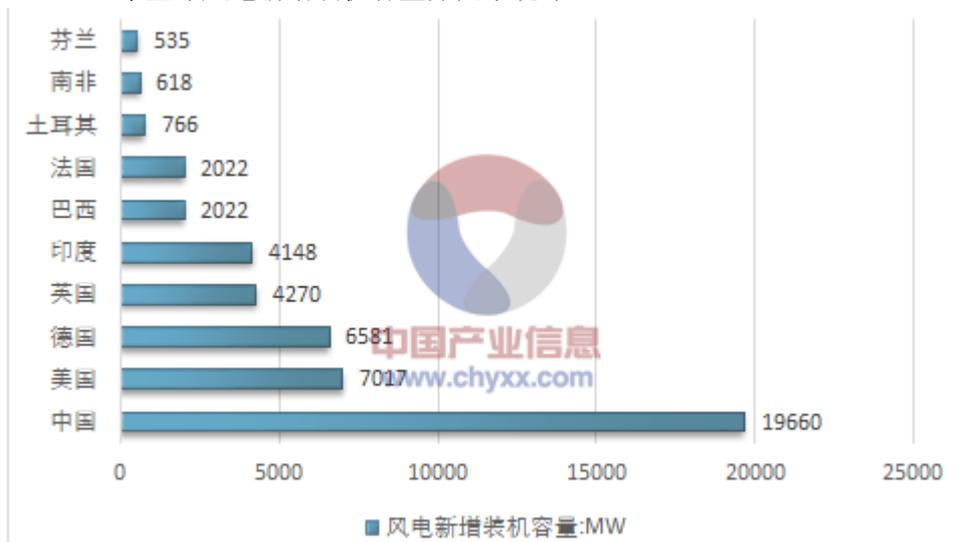
2003-2017 年全球风力发电累计装机统计图



资料来源：全球风能协会

2017 年全球新增风电装机容量排名中，中国位居全球第一，装机容量 19660MW，市场份额达 37%，美国第二 7017MW，市场份额 13%，德国第三 6581MW，市场份额 12%，英国第四 4270MW，市场份额 8%，印度第五 4148MW，市场份额 8%，巴西第六 2022MW，市场份额 4%，法国第七 2022MW，市场份额 3%，土耳其、南非、芬兰分别占比 1%，装机容量分别为 766MW、618MW 和 535MW。

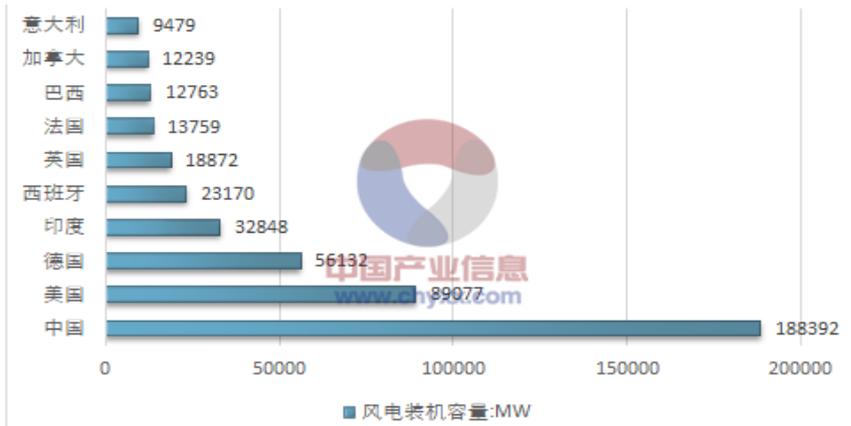
2017 年全球风电新增装机容量分国家统计



资料来源：全球风能协会

2017 年全球累计风电装机容量排名中，中国仍位居全球第一，装机容量 188392MW，累计市场份额 35%，美国第二 89077MW，市场份额 17%，德国第三 56132MW，市场份额 10%，印度第四 32848MW，市场份额 6%，西班牙第五 23170MW，市场份额 4%，英国第六 18872MW，市场份额 4%，法国第七 13759MW，市场份额 3%，巴西第八 12763MW，市场份额 2%，加拿大第九 12239MW，市场份额 2%，意大利第十 9479MW，市场份额 2%。

2017 年全球风能发电累计装机容量 TOP10

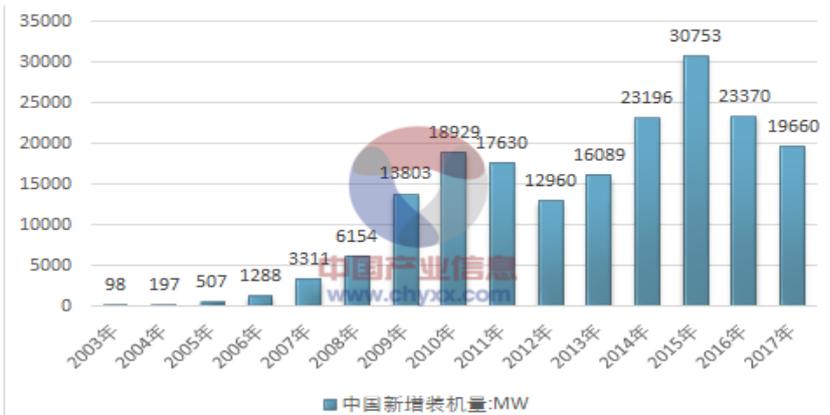


资料来源：全球风能协会

风电是资源潜力大、技术基本成熟的可再生能源。近年来，全球资源环境约束加剧，气候变化日趋明显，风电越来越受到世界各国的高度重视，并在各国的共同努力下得到了快速发展。

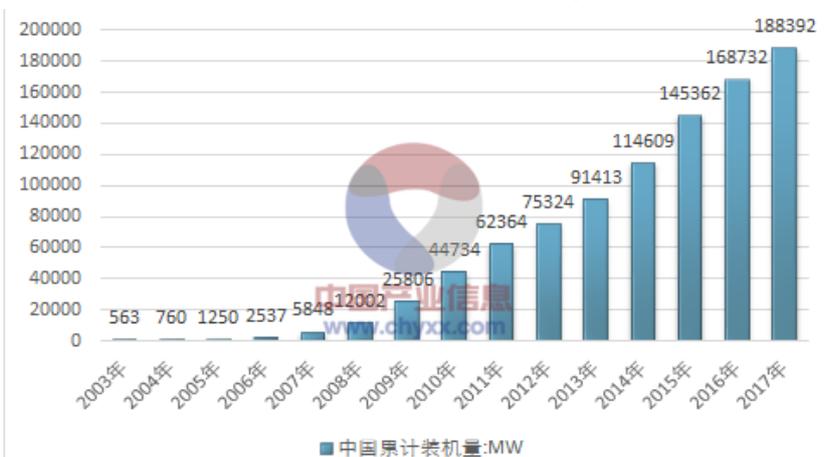
我国可开发利用的风能资源十分丰富，在国家政策措施的推动下，经过十年的发展，我国的风电产业从粗放式的数量扩张，向提高质量、降低成本的方向转变，风电产业进入稳定持续增长的新阶段。2017年中国风电增速放缓，根据初步统计中国实现19.5GW装机，而中国的减速被其他市场的增长弥补。全球市场2017年新增装机52573MW，累计装机容量达到539581MW。

2003-2017年中国风力发电新增装机容量统计图



资料来源：全球风能协会

2003-2017年我国风力发电累计装机容量走势图



资料来源：全球风能协会

风电装机转移趋势下，分散式成为必然选择。风电行业周期与弃风限电紧密相关，2016年弃风

率高企，为确保消纳缓解限电，政策敦促装机向中东部区域转移。而中东部低风速区，资源分布不连续，土地资源稀缺，充分利用风资源的需求下，分散式在中东部地区将成为集中式的重要补充。截至 2017 年底，我国分散式装机占比不足 2%，而我国 18 省市适合分散式开发模式，市场空间广阔。

中国产业信息网 2018-08-23

## 中国在智利投资建设的首个风电场投入使用

32 座高约 140 米的白色风力发电机矗立在蔚蓝色大海边，红白相间的巨大叶片缓缓转动，犹如一个个“白色巨人”。这是中国在智利投资建设的首个风电场——蓬塔谢拉风电场。24 日，该风电场正式投产发电。

蓬塔谢拉风电场位于智利北部奥瓦耶市远郊，距离首都圣地亚哥 320 公里。前来出席风电场并网投产庆典仪式的中国国家电力投资集团有限公司(国家电投)董事江毅对新华社记者说：“蓬塔谢拉风电场是国家电投积极响应‘一带一路’倡议的项目。项目总装机容量 80 兆瓦，总投资额近 1.5 亿美元，预计年均发电量为 282 吉瓦时，可满足 13 万户家庭的用电需求，同时每年还能减少 15.7 万吨碳排放。”

智利是风能和太阳能资源丰富的国家。智利经济部长巴伦特在致辞中表示，智利经济要想实现可持续发展，就需要蓬塔谢拉风电场这样将环境放在首位的投资项目。智利希望中国前来投资，尤其是在清洁能源领域。

据悉，风电场配套建设了一座 220 千伏升压站，生产的清洁电能经升压后接入临近场区的 220 千伏线路，送入附近百姓家。正如中国驻智利大使馆临时代办李无无所说：“中智两国合作共赢的真正意义在于惠及百姓。”

国家电投海外投资公司业务发展部经理、蓬塔谢拉风电场国内项目经理齐辉介绍说，该风电场 2017 年 5 月动工，32 座风机均为新疆金风科技股份有限公司的 2.5 兆瓦机型。

江毅说，国家电投 2016 年进入智利市场，已在智利投资近 20 亿美元。“我们有信心、有决心进一步加大在智利清洁能源领域的开发和投资力度，共同铺就中智两国的清洁、环保和绿色发展之路。”

新华网 2018-08-27

## 海上风电储能方法探究

我国近海风能资源丰富，拥有 18,000 多公里长的大陆海岸线，可利用海域面积多达 300 多万平方公里，是世界上海上风能资源最丰富的国家之一。海上风电都在东南沿海距离电力负荷中心近，并且土地资源紧缺，海上风电正可以缓解这些问题，为了抓住机遇，国内各大能源公司“跑马圈地”，几乎将我国适合海上风电的海域瓜分完毕，中国海上风电市场呈现蓬勃发展的景象。

海上风电与路上风电一样，具有波动性、间歇性和不规则性，使风电对电网的贡献率低于 10%，在 10%时将给电网运行带来隐患。海上风电也存在“弃风”的难题，需要解决海上风电储能的问题。陆上风能的储能技术在不断的进步，已有一批新的储能技术正在研发中，如：风电固体储能器、太阳能固体储能器等新能源储能技术，已陆续开发出来，极大地丰富了陆上风能的储能方式，但海上风电储能还是空白。

目前较为先进的是德国弗劳恩霍夫研究所研发的海上风电抽水储能系统，该系统利用位于海底的抽水蓄能电站储能，它是将空心球放入深水处，借助空心球，利用深水处的海水压力储存能，当需要储能时，用电力从球体中抽水，当需要释放能量时，水流通过涡轮机再返回到球体，从而驱动发电机发电。这一技术虽然解决了海上风力发电储能的难题，但存在缺陷，首先，适用范围窄，它只适合深水区，因为水越深压力越大；其次，需要多次转换，效率低，它先由风能转换成电能，电能

转换成机械能抽水，水能再转换成电能，效率很低。

近期由河北省承德市张占海研发的“浮力与重力复合蓄能式海上风力发电系统”已获得成功，它主要是利用海水的浮力进行储能，当海上有风，电网处在用电高峰期时，风电系统正常工作，风扇带动发动机发电;当海上有风，电网却处于用电低谷时，动力通过系统传输，将浮筒压入海水中，同时将装满海水的水斗提出海面，利用海水的浮力和重力，将动力储存起来;当海上没有风，电网又处在用电高峰期时，浮筒由于海水浮力的作用，向上产生动力，同时水斗由于海水重力的作用，向下产生动力，将储存的能量释放出来。

它的有益之处在于，它因地制宜，利用了海上风电处在丰富的海水中，海水向上可产生浮力、向下可产生重力，有效地利用这两种力，就实现了储能，特点是既适合深水区，也适合浅水区;同时能量是直接转换，效率高。

这一海上风电储能技术的研发成功，填补了海上风电储能技术的空白，可有效的解决海上风电储能的难题，将推动海上风电蓬勃发展。

储能联盟 2018-08-21

## 国家能源局：将推动风电与取暖用户直接交易

中国国家能源局总经济师郭智近日在河北雄安新区表示，推进清洁取暖规划的落实要坚持因地制宜，采用宜电则电、宜煤则煤的供暖方式，循序渐进地推动北方地区冬季清洁取暖工作。国家能源局将从推动风电与取暖用户直接交易，提升天然气供应能力，积极推进生物质、地热、太阳能等可再生能源取暖等方面，推进清洁能源利用。率先在京津冀及周边地区取得明显成效，督促地方政府做好新旧供暖方式的衔接，确保群众温暖过冬。

由《中国能源报》社主办的“2018 国际清洁取暖峰会暨工程应用展”近日在河北雄安新区举行。本次峰会以“共推清洁取暖 共建美丽中国”为主题，聚焦当前清洁取暖的热点、难点，展望清洁取暖的未来发展。峰会同时启动了“2019 国际清洁取暖工程应用展暨峰会”，集中展示清洁取暖领域的高端环保装备、先进环保技术系统解决方案与最新服务模式。

中国生态环境部大气环境管理司副巡视员吴险峰在峰会上表示，清洁取暖不是简单的去煤化，而是鼓励煤炭集中高效清洁利用。清洁取暖要利用本地资源禀赋、基础设施等条件，合理确定改造技术路线。

目前，中国北方地区清洁取暖比例为 34%。根据十部委去年底共同发布的《北方地区冬季清洁取暖规划(2017-2021)》，到 2019 年，中国北方地区清洁取暖率将达 50%，替代散烧煤 7400 万吨;到 2021 年，北方地区清洁取暖率将达 70%，替代散烧煤 1.5 亿吨。

中央广电总台国际在线 2018-08-28

## 有望超出市场预期！全国各地来看 2018 海上风电表现强劲

海上风电虽然起步较晚，但是凭借海风资源的稳定性和大发电功率的特点，近年来正在世界各地飞速发展。近来，我国海上风电发展速度表现强劲，装机规模连续 5 年快速增长，已跃居全球第三。

我国《风电发展“十三五”规划》提出，到 2020 年，海上风电装机容量达 500 万千瓦。而据彭博新能源财经预计，到 2020 年之前中国的海上风电累计装机容量可以达到 800 万千瓦，2020 年至 2030 年每年新增容量将达到 200 至 300 万千瓦。

截止到 2018 年 6 月底，我国海上风电累计并网装机容量 270 万千瓦，主要集中在华东地区的上海(30 万千瓦)、江苏(225 万千瓦)、福建(14 万千瓦)等省市。

江苏海上风电并网装机规模突破 200 万千瓦，2020 年将达 300 万千瓦

随着近日滨海北区 H2 海上风电项目部分风机并网发电，江苏省海上风电并网装机规模突破 200 万千瓦，占全国总规模的近七成，继续领跑全国。根据江苏省“十三五”规划，2020 年江苏省海上风电装机容量将达到 300 万千瓦，占全国海上风电规划装机容量的 60%。

江苏如东县将与国网合力打造国际一流的海上风电实验检测中心和产业基地

8 月 2 日，国家电网有限公司科技部副处长李震宇一行来如东县，调研国家级海上风电实验检测基地建设情况。希望国家电网公司予以大力支持和帮助，力促海上风电实验检测基地早日落户，助推如东风电产业在更高平台上实现高质量发展。

依托独特的海洋和风能资源，自 2003 年以来，如东县全力加快风电资源开发，全国陆上首个特许权示范项目、全国首个潮间带风电试验场、全国首个符合“双十”要求的海上风电场、全国首个海上升压站平台、全国首个单体规模最大的海上风电场等相继建成投产，已建风电项目装机容量超过 180 万千瓦，国电龙源、华能集团、三峡集团、国家电投、中广核集团、鲁能集团等一批优质风电开发企业相继落户，为全国海上风电产业的大规模开发发挥了示范引领作用。

广东 23 个场址装机 6685 万千瓦，海上风电规划修编版印发

2018 年广东省重点建设 27 个风电项目，海上风电项目就有 23 个，包括 16 个海上风电项目、1 个风电产业项目、6 个装备制造项目。其中，续建和新开工的 16 个海上风电项目总装机为 515 万千瓦，总投资 9760061 万元；1 个风电产业项目总投资 200000 万元；装备制造项目总投资 688900 万元。

4 月 23 日，广东省发改委正式印发《广东省海上风电发展规划(2017—2030 年)(修编)》的通知。《规划》明确了广东省海上风电建设装机目标：到 2020 年底，开工建设海上风电装机容量 1200 万千瓦以上，其中建成投产 200 万千瓦以上。到 2030 年底，建成投产海上风电装机容量约 3000 万千瓦。

福建 2018 年共建设 8 个海上风电项目

福建省公布的风电项目信息相比广东而言较简要，共建设 8 个海上风电项目，其中有 2 个 220KV 送出工程、1 个海上风电产业园建设项目，其余皆为海上风电场项目建设。

浙江舟山：海上风电场首批 24 台风机完成海缆联网

2018 年 6 月 5 日，舟山普陀 6 号海上风电工程第 4 单元 22 号至 23 号风机间的海底电缆顺利敷设完成，并将实现送电。据了解，舟山普陀 6 号海上风电工程是浙江首个海上风电场项目，共设风力发电机 63 台，分为 10 个单元，总装机规模 25.2 万千瓦。目前，风电场前 3 单元 18 台风力发电机已并网发电，全部 63 台风机计划将于年底前完成全部并网发电任务。

届时，该风电场将为浙江省发展绿色循环能源再添一笔重彩，并对浙江乃至全国新能源产业发展起到积极示范作用。

天津首个海上风电项目首批发电机并网发电

近日，坐落在天津滨海新区南港工业区内的南港海上风电场一期首批 5 台风力发电机，日前正式并网发电。作为华北地区最大、天津首个海上风力发电项目，这 18 台海上风力发电机将提供 1.8 亿千瓦时的年发电量，相当于天津 8 万户居民年用电总和，年节约标准煤 6.4 万吨，年减排二氧化碳量达 19.2 万吨。

这是全球商用最大的风力发电机，风机直径 132 米，是普通风力发电机功率的 2 到 3 倍，具有平均发电占地面积小、单机发电效率高的特点。同期在该风电场配套建设有 110 千伏升压站一座，按照 170 兆瓦规模设计，留有二期工程扩建空间，已经接于天津电网。

江苏、广东和福建几省持续发展海上风电的同时，天津等其他省市也开始纷纷布局海上风电，大大促进了我国海上风电的发展。同时，海上风电有着巨大的发展空间和潜力，对我国能源结构的安全、清洁、高效转型具有十分重要的意义。而且，从今年上半年市场的整体情况来看，2018 年海上风电表现强劲，有望超出市场预期。

国能日新 2018-08-24

## 浙江首个低风速风力发电项目累计发电近 1.5 亿度

浙江长兴弃山风力发电场位于浙江省长兴县，是浙江省首个低风速区域风电项目，于 2015 年 8 月并网发电。运行 3 年期间总上网电量约 1.5 亿千瓦时(度)，相当于每年减少 1.7 万吨标准煤使用量，减少二氧化碳排放 4.6 万吨，有效促进节能减排，为长兴县经济发展提供绿色清洁能源。

光明网科技 2018-08-24

## 氢能、燃料电池

### 世界上最大副产氢能发电厂在韩国开建

首尔-建设周四开始在韩国使用的副产品氢气为燃料，建立一个 50 兆瓦的燃料电池发电厂。它将是世界上同类中最大的。

由 Hanwha Energy 和韩国东西电力公司牵头的合资企业 Daesan Green Energy 负责新电厂的建设和运营，耗资约 2550 亿韩元(2.24 亿美元)。商业生产将于 2020 年 6 月开始。

“我们将利用这座氢燃料电池发电厂作为扩大新的可再生能源业务的机会，”Hanwha Energy 首席执行官 Ryu Doo-hyung 在 Seosan 的一个工业园区举行的奠基仪式上说道，在首尔西南约 90 公里(54 英里)。

与氢燃料电池车辆一样，新发电厂通过电化学反应氢气与氧气发电。氢可以作为石化工艺副产物提取。氢燃料电池作为生态友好型发电厂的解决方案越来越受欢迎，因为它们可以在不产生 NOx，SOx 和灰尘等有害排放的情况下发电。

“作为一家生态友好型能源公司，我们将尽最大努力实现跨越式发展，”韩国东西电力公司首席执行官 Park Il-jun 说道，该公司是国家公用事业公司 KEPCO 的分支机构。

先进氢能与燃料电池联盟 2018-08-17

### Nuvera 燃料电池发动机进入中国市场

Nuvera 燃料电池有限公司宣布与浙江润丰氢能动力有限公司(ZRHE)达成协议，开始制造和组装用于中国“新能源汽车”市场的燃料电池发动机。

浙江润丰氢能动力公司是浙江润丰能源集团新成立的子公司。这项协议为浙江润丰提供了生产许可证，允许其生产 45 千瓦燃料电池发动机。

这种发动机基于 Nuvera 最新一代燃料电池电堆，未来三年内将在中国展开销售。

这些发动机预计将应用在宁波、杭州、昆明和西安的城市公交车、运输车辆和其他动力平台上。

除了燃料电池发动机制造许可证外，浙江润丰还需要向 Nuvera 提供特许使用费和技术服务收入。

该协议包含了一笔 500 个燃料电池电堆的初始订单，在发动机测试成功之后，浙江润丰将在合同的三年期间逐年增加燃料电池电堆的购买量。

在这些发动机中使用的燃料电池电堆，最初是 Nuvera 在马萨诸塞州 Billerica 的工厂生产的。生产线在中国的本地化预计将在 2019-2020 年间完成。

Nuvera 的总裁兼首席执行官 JonTaylor 说：“我们与润丰的关系代表 Nuvera 成为了中国市场的一个重要参与者。中国政府的氢能发展路线图对未来 12 年的燃料电池汽车发展提出了积极的目标，到 2030 年，将部署超过 100 万辆燃料电池汽车。凭借强大的技术契合度和有竞争力的产品成本，Nuvera 将充分利用这个难得的机会。”

能链 2018-08-17

## 英国大学研发新型电动汽车电池 加水即充电

据外媒报道，英国格拉斯哥大学的一个研究小组称，已经为未来电动汽车找到了完美的解决方案：一种可以靠锈运行的电池，加水即可再次充电。

格拉斯哥的研究人员介绍了一种不同于普通类型的电池：使用金属氧化物，他们称之为“奇异的锈”。向电池里加水时，就可以充电。当电量耗尽后，司机用一个吸出喷嘴清洁铁锈，然后再次加水将电池充满。

一些欧洲国家计划推进汽车电动化转型，面临的挑战是需要找到一种可持续性方法，让电动车可以长时间运行。这就包括充电站基础设施的建设和怎样划定一个更好的充电站范围。据英国广播公司报道，这款电池动力汽车将和今天的汽油动力汽车一样，可以在充电站充电。

克罗宁教授解释说，充电时间对于电动汽车普及似乎是一种几乎不可跨越的障碍，即使是通过超级充电站为车辆充电，也需要半小时到 45 分钟的等待。而这款电池的好处是，司机们不必再等上几个小时才能再次充电，而可以像传统电动汽车一样，简单的填满水就可以离开。

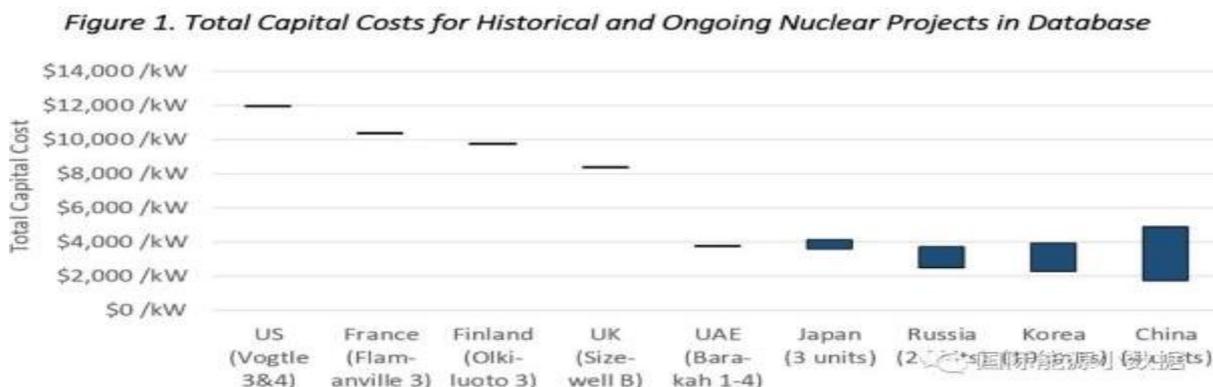
然而，研究小组组长李?克罗宁教授表示，生产这种概念电池相对容易，但将其扩展到一辆汽车上使用，然后大规模生产，才是真正的挑战。尽管如此，他相信一旦成功，因其更高的输电能力将会使电池有更广泛的使用空间。

环球网 2018-08-28

## 核能

### 核电成本高？其实主要是说美国欧洲 亚洲只是其三分之一

根据英国能源技术研究所（Energy Technologies Institute）汇总了近年来美国、法国、芬兰、英国、阿联酋、日本、俄罗斯、韩国、中国核电投资成本，制作了下面的图表。



如图所示，美国核电投资成本高达 12000 美元/千瓦，而法国、芬兰、英国的投资成本也在 8000-10000 美元/千瓦之间。相比之下，阿联酋、日本、俄罗斯、韩国核电投资平均成本在 4000 美元/千瓦以下，而中国 4 台机组的投资成本区间在 2000-5000 美元/千瓦。

所以，说核电投资成本过高，主要是说美国和欧洲；在亚洲，核电投资成本尚在合理区间。

原标题:【图说】说核电成本高，其实主要是说美国欧洲，亚洲只是其三分之一

E Small Data 国际能源小数据 2018-08-24