

# 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  
第十四期 2018年7月

## 目 录

总论 .....	1
《中国能源发展报告（2018）》在京隆重发布 .....	1
突破极限：需求弹性助力可再生能源市场发展 .....	2
能源互联网体系与应用新技术研究 .....	4
日本政府修订能源基本计划 .....	7
热能、动力工程 .....	8
中国社会科学院专家再发声：电力消费总量必将下降！ .....	8
美国佛罗里达州部署储能系统作为电网资产 .....	10
湖北宜昌秭归发现 4.5 亿年前页岩气 .....	12
我国累计页岩气探明储量超万亿立方米 .....	12
三沙市永兴岛智能微电网：让海岛供电可靠性媲美城市 .....	13
储能是助力打通能源革命的任督二脉 .....	14
全国首个热电领域绿色工厂标准发布！ .....	15
发改委解读：拉大峰谷电价价差 为储能行业 and 产业发展创造条件 .....	16
2024 年全球储能市场规模将达 2960 亿美元 .....	24
PG&E 公司计划部署规模最大的电池储能系统取代天然气发电厂 .....	24
独立型储能电站在国内市场更具优势 .....	25
浙江首个全电岛屿建设完成 包含储能系统实现削峰填谷 .....	26
电力行业垃圾发电标准颁布实施 .....	27
垃圾发电存在的问题及对策研究 .....	28
“截停”锂枝晶 单层石墨烯电极可避免锂电池短路 .....	29
2018 年欧洲储能容量将增长 589 兆瓦时 .....	30
压缩空气储能技术研发现状及应用前景 .....	30
美国储能项目可通过三种方式在电力市场中获取收入 .....	35
澳大利亚电池储能发展迅速 .....	38
美企酝酿全球最大储能项目 .....	38
全球电力经济发展状况之电力与经济相关关系篇：典型发达国家电力消费弹性系数 .....	40
储能项目将实现风光发电量占到全球发电量 50% 的目标 .....	41
英国储能项目目前以短时间电池储能系统为主 .....	42
CellCube 为德国智慧城市提供首套储能系统 .....	43
2018 年英国储能装机或将超过 500MW .....	43
生物质能、环保工程 .....	45
2018 垃圾焚烧发电各省上网电量排名：浙江省位列第一 .....	45
郭云高：失去“电价补贴” 生物质和燃煤耦合生物质发电该如何发展？ .....	46
中国生物质能开发利用成果丰硕 .....	47
国内首台再热垃圾发电汽轮机成功投运 .....	50

燃煤耦合生物质发电的“德博模式”.....	50
欧盟调整生物柴油政策.....	52
燃煤耦合生物质发电迎新机.....	57
国内首个以农林秸秆为主要原料的生物质气化与燃煤耦合发电项目试验成功.....	58
中国生物质能发电的市场发展现状和前景分析.....	59
2020年将全面推广乙醇汽油 业内机构称供应缺口达1300万吨.....	61
生物质能向热电联产转型发展.....	61
太阳能.....	62
细菌也能作太阳能电池，光转化电流密度创纪录.....	62
结合硅与钙钛矿材料 太阳能转换效率跃升至27.2%.....	63
我国首个大型商业化槽式光热电站并网成功.....	64
英国光催化剂技术突破，太阳光电材料钙钛矿有望成绿能制氢生力军.....	64
Science发表“极端光学创新研究团队”朱瑞、龚旗煌等在反式钙钛矿太阳能电池研究中的突破性成果.....	65
截至2018年6月底 乌克兰光伏累计装机量近1GW.....	66
采光与隔热兼得 透明太阳能窗户迈向商业化.....	66
双面技术份额有望提升，N型蚕食P型？.....	67
国际能源署：光伏将成中国最经济发电方式.....	69
中国光伏发电新增装机连续5年全球第一.....	74
李俊峰：2018-2030年全球光伏每年新增装机可能超过150GW.....	74
28.9%！汉能子公司Alta Devices创下砷化镓太阳能电池转换效率新记录.....	77
光伏+储能 美国加州凯撒医院微电网示范项目.....	77
加拿大开发出大肠杆菌太阳能电池.....	81
BIG SUN推出双面组件水上跟踪器系统.....	81
我国光伏行业《太阳能光伏用自清洁玻璃》开始起草.....	82
海洋能、水能.....	82
水电：能源领域改革开放“先行者”.....	82
风能.....	85
全视角直击欧洲海上风电2030年市场远景.....	85
秦海岩：科学规划支撑风电发展 一路向好.....	88
德国：重构风电版图.....	89
全球首次！为海上风电场配备电池储能系统.....	91
2018年江苏风电行业现状分析 三大规划助力海上风电快速发展.....	92
2018已过半 德国风力发电达550亿度.....	95
新增装机3年翻3倍！我国海上风电装机情况权威统计.....	95
韩国为全球海上风电增长添砖加“瓦”.....	100
2017年全球新增风电装机52吉瓦.....	101
分布式风电向欧洲学什么.....	103
丹麦将新增3座海上风电场.....	105
火星风力发电将实现 小型风力涡轮机能与登陆车结合.....	106
分散式风电启动发展元年 核准、并网预计将加速.....	106
全球漂浮式海上风电数据一览.....	110
氢能、燃料电池.....	110
可靠耐久是氢燃料电池研发关键.....	110
核能.....	112

中法核电合作：从双赢到携手走向世界 .....	112
美国国会力推价值数十亿美元的核研究堆计划 .....	113

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

## 《中国能源发展报告（2018）》在京隆重发布

近日，《中国能源发展报告 2018》在京隆重发布。该报告由历任我国能源主管部门主要领导担任顾问，由中国能源研究会领导任编委会主任，已成为各级政府部门、能源企业和相关机构从事能源科学决策和管理的重要参考和权威依据。

《报告》通过对中国能源各领域的梳理，对中国能源发展的总体状况作出客观分析与评价。2017年以来，我国经济保持稳中向好态势，新业态、新动能不断出现，经济结构持续优化，全年GDP增速达到6.9%。经济中高速增长带动能源消费大幅增加，国内能源供应稳步回升，供需形势从全面宽松转为局部、季节性偏紧，部分能源价格波动性上涨，能源行业继续朝着“清洁低碳、安全高效”的方向发展。

煤炭方面，据《报告》数据显示，2017年，煤炭行业整体形势向好，去产能持续稳步推进，但行业调控重心已由2016年的“去产能，限产量”逐渐调整为“保供应，稳煤价”。2016-2017年这两年内煤炭去产能超过5亿吨，提前完成了煤炭去产能五年任务三年“大头落地”的目标，煤炭市场严重过剩局面得到有效遏制，煤炭有效供给质量大幅提高。供给方面，原煤生产恢复性增长，全年原煤产量34.5亿吨，同比增长3.3%，是自2014年以来首次正增长。需求方面，煤炭消费38.6亿吨，较去年增长0.4%。

作为供给侧结构性改革主抓领域之一，2018年煤炭行业有望迎来深化改革的关键一年。预计2018年，煤炭需求将比2017年有所增加，占比有所下降，而供应预计有3.6%左右的增长，将有助于煤价高位回落。在全球煤炭供需紧平衡状态下，2018年煤炭进口难以继续维持高增速。

石油方面，据《报告》数据显示，2017年，中国炼油总能力达7.72亿吨，全年原油加工量达到5.68亿吨，同比增长5%。中国石油消费量达到5.9亿吨，增速为5.2%。石油消费增速回升的同时，原油产量连续两年下降达1.91亿吨，由此导致石油对外依存度进一步上升，中国原油进口量超过美国，跃居世界第一，原油进口量累计达到4.2亿吨，同比增长10%，石油对外依存度同比上升2.4个百分点至67.4%。全年成品油表观消费量3.25亿吨，同比增长3.2%，回升3.7个百分点。国际油价呈V形走势，其中WTI同比涨幅15%，布伦特同比涨幅20%。

据中能智库综合预计，2018年国际原油市场供需形势趋于平衡，国际油价将在70美元/桶左右波动，总体呈上涨趋势。国内方面，国内炼油能力及成品油消费量仍将保持增长，但原油产量增长动力不足，成品油产能过剩问题依旧突出，炼油行业迎接新变革，加速国内油品质量升级。预计2018年中国炼油能力将保持增长，预计将继续增加3700万吨，达到8.2亿吨/年。

天然气方面，据《报告》数据显示，2017年，由于我国宏观经济增速回升、环保政策推动、天然气价格竞争力回升等因素共同推动，我国天然气消费增量创历史最高，达到1474亿立方米，同比增长7.51%。我国天然气消费总量持续增长，达到2407亿立方米，较2016年增加321亿立方米，同比增长16.96%，城市燃气量迅速增长，工业燃料用气稳步增长。同时，我国天然气的消费呈现出“淡季不淡”的特征，进入冬季以来，市场需求快速增长，北方很多地区出现天然气供不应求的问题，天然气市场的供需矛盾较为突出。

预测2018年全国天然气消费量为2648亿立方米，同比增长10%，增速较2017年下降7个百分点。在政策上，国家将持续推进环保政策的落实。在城市燃气方面，预测2018年将延续快速增长态势，消费量将同比增长12.4%至995亿立方米。工业领域由于煤改气工作的推进，其用气需求较2017年增长10.8%。另外发电用气需求也将增长8.8%。而化工用气的增幅较小，受其产品市场需求抑制，化工用气预计2018年可能仅增长2.2%。

电力方面，据《报告》数据显示，2017年全年发电量62758亿千瓦时，同比增长5.7%。其中，火电发电量46115亿千瓦时，同比增长4.6%；水电发电量10819亿千瓦时，同比增长3.6%；核电发电量2481亿千瓦时，同比增长16.3%；风力发电量2695亿千瓦时，同比增长21.4%；太阳能发电量648亿千瓦时，同比增长38%。2017年全国全社会用电量6.3077万亿千瓦时，增长6.6%，增速比2016年提高1.6个百分点。第二产业、制造业用电量分别增长5.5%和5.8%，均实现较快增长，增速分别比2016年提高2.6和3.3个百分点。

展望2018年，电能替代实施力度将加大，电力需求将扩大，三产和居民生活用电量增长加快。新业态、新模式、新产业也不断涌现，高技术制造行业用电增速也将进一步加快。综合预计2018年全国全社会用电量增长7%左右。综合供电煤耗、库存、发电量等因素，预计2018年电力行业动力煤消费量增速将在2%左右，增长量约4000万吨。

可再生能源方面，据《报告》数据显示，2017年，我国可再生能源发电装机达到6.5亿千瓦，同比增长14%；其中，水电装机3.41亿千瓦、风电装机1.64亿千瓦、光伏发电装机1.3亿千瓦、生物质发电装机1488万千瓦，分别同比增长2.7%，10.5%，68.7%和22.6%。可再生能源发电装机约占全部电力装机的36.6%，同比上升2.1个百分点，可再生能源的清洁能源替代作用日益突显。

展望2018年，在火电、风电、核电投资大幅度下滑的环境下，水电已经成为我国电源投资最重要的驱动力。预计，2018年抽水蓄能电站开工将会有所提升，抽水蓄能电站投资也将进一步增长。光伏行业因部分产能过剩，整个光伏行业预计将面临严峻的洗牌形势；分布式能源系统目前虽然处于起步阶段，但作为一种重要的能源供应模式将促使现有的能源供应体系重塑，并将朝着智慧能源或者智能微网的方向发展。

中能智库 2018-07-03

## 突破极限：需求弹性助力可再生能源市场发展

随着美国燃煤发电量稳步下降，哪种能源将最终替代煤炭来满足美国电力需求的问题仍然没有答案。因过去十年开采技术不断进步而价格低廉的天然气是一个潜在候选。而技术的突破性进展和创新商业模式的出现使无论大规模还是分布式风电和太阳能电力项目的长期价格屡创新低，他们也成为了天然气发电的强劲竞争对手。

这些趋势可能并不是互相排斥的。事实上，许多电力行业参与者认为天然气和可再生能源可以携手共同发展。多年来，美国电力公司和系统运营商一直主张通过修建天然气发电装机能够有效平衡波动的可再生能源并满足峰值负荷，还指出了电网内可再生能源发电比例也许存在“上限”。此外，风能和太阳能资源丰富时会降低能源价格，这种“优先顺序效应”会降低可再生能源项目开发的投资回报率，并有可能进一步限制它们在整个发电系统中所占的比例。

但是，这一分析仅描述了供应侧的情况而忽视了需求侧的弹性。落基山研究所在最新报告《需求弹性：实现低成本低碳电网的关键》中展示了需求弹性可以成为比燃气电厂成本更低、污染更少的替代品来平衡电网中的可再生能源。我们通过模拟在大范围地理区域内调度需求弹性，将一天之中用电需求高但可再生能源供应不足时段的电力消费转移到可再生能源供应充足的时段。研究发现，与依赖于燃气发电相比，这种策略能够显著地降低用户成本，减少可再生能源弃风弃光现象，降低峰值需求和碳排放。

为什么提高可再生能源发电装机比例会限制其自身经济效益

由于运营成本低廉，新增可再生能源装机常常会替代电网中成本更高的发电装机，从而降低整体批发电力价格。系统中波动性可再生能源装机量的升高也会造成能源需求和供应之间的不匹配，因燃煤电厂和核电厂等缺乏弹性的发电装机无法在可再生能源丰富时段降低出力，迫使可再生能源降低出力，增加可再生能源弃风弃光的风险。

可再生能源供应和随时段变化的电力需求之间的不匹配，再加上缺乏弹性的火力发电装机，会

极大地降低可再生能源项目的收益，阻碍它们市场份额的增长。例如，在加利福尼亚州和美国中西部地区，可再生能源应用比例的提高、电网拥堵和其他发电设施缺乏弹性等原因正在造成可再生能源发电收益的下降。

将可再生能源与需求而不是供应相结合

落基山研究所的最新报告展示了如何通过利用控制和通信技术来管理能源消费，从而解决需求与供应不匹配，以及可再生能源“价值缩水”的问题。一般而言，需求响应技术仅注重于在高负荷时段削减负荷，而我们的研究分析了需求弹性在转移一天中电力消费时段方面起到的作用，同时保持一天中电力消费总量不变。

我们在《重塑能源》研究中重塑情景的基础上，对未来德克萨斯州高比例可再生能源电力系统每小时的电力供需情况进行模拟。分析结果显示，在 8 种家用和商用终端电力负荷中使用需求弹性技术，将电力需求转移到可再生能源丰富的时段能够平缓净负荷曲线并降低峰值负荷，极大地降低下午时段对发电量爬升的需求。与缺乏弹性需求的系统相比，需求弹性能够通过减少弃风弃光使可再生能源的价值提高 30% 以上，大幅提高开发新建可再生能源项目的吸引力。

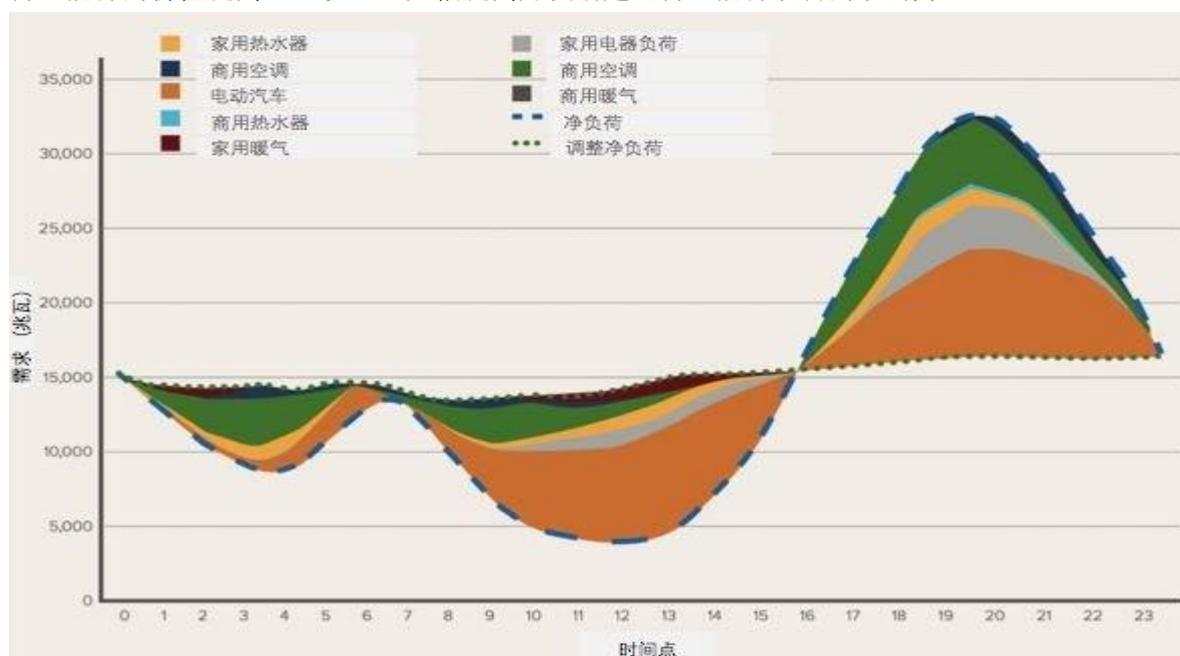


图 1：日常需求弹性净负荷与变化

需求弹性不仅可以使需求更好地匹配波动性的能源供应，还能够以比仅依靠燃气电厂综合成本更低、碳排放更少的系统来平衡可再生能源并满足峰值负荷需求。总体来看，在模拟系统中利用需求弹性能够每年避免大约 20 亿美元的发电成本，并减少 1/5 的二氧化碳排放。这一量级的弹性需求还能够减少 40% 的可再生能源弃风弃光，降低 24% 的净负荷峰值(总负荷减去可再生发电)，并减少 56% 的数小时负荷爬升(“鸭子曲线”)平均幅度。

	不具备弹性	具备完全弹性	变化量
可再生能源发电的平均能源价值	8.70美元/兆瓦时	11.82美元/兆瓦时	提高36%
年度峰值净负荷	58,441兆瓦	44,354兆瓦	下降24%
年度弃风弃光量	42,405,742兆瓦时	25,637,233兆瓦时	下降40%
平均数小时净负荷爬升幅度	3,898兆瓦	1,728兆瓦	下降56%
整个系统的年度二氧化碳排放量	3,100万吨	2,400万吨	下降23%

表 1：模型分析结果汇总

### 将需求弹性纳入系统规划

要完全实现这些效益，必须将需求弹性作为一种核心资源纳入电网和资产规划的各个阶段。如果在采购决策中没有充分考虑需求弹性，可能会造成燃气电厂或新建基础设施的过度投资，当需求弹性随着机器学习和数据分析技术的进步而变得更具经济可行性且应用更广泛时，这些投资可能会成为搁浅资产。在设定电网中可再生能源供应份额目标时，需求弹性能够通过大幅提高新建可再生能源装机的价值而进一步提高之前确定的可再生能源应用上限。将需求弹性与可再生能源项目结合还能够降低项目开发者和采购商面临不确定回报时的部分价格风险。

### 激励电力公司和电力用户投资需求弹性

一个多世纪以来，电力公司收入由服务成本决定这一监管原则都在鼓励电力公司优先考虑监管部门列出的能够纳入电费计算的资本投资，因为在传统商业模式下这样能够带来更高的收益。然而，新的监管条例开始出现，允许电力公司通过投资或采购低成本和/或第三方持有的需求弹性并将其作为电网资源来维持传统投资回报。这些对传统电力公司商业模式的调整将为扩大需求弹性在系统规划决策中的应用起到关键作用。

能源用户在购买新的弹性技术的决策过程中也将需要足够的激励。其中，价格补贴能够降低投资成本，而旨在奖励电网友好消费方式的分时电费能够改善用户投资回报。此外，非物质性激励措施，比如增加自动化和控制技术的应用来提高用户体验，能进一步鼓励用户参与电力公司的需求弹性项目。

### 气候和用户的双赢机遇

美国电网已经来到了十字路口。落基山研究所预计可能有大约半数的现存燃煤、燃气和核电厂将在今后的15年内退役，造成大量的发电装机缺口需要填补。与此同时，可再生能源价格正在以比预计更快的速度下降，造成了可再生能源应用率的加速上升。投资新建燃气电厂来替代退役电厂以及平衡波动的新建可再生能源设施会在今后的数十年中锁定大量成本和碳排放。但我们通过最新研究证明了需求弹性可以成为更清洁、更经济的替代方式，为可再生能源、电力公司和能源用户等带来新的价值。

落基山研究所北京 2018-07-06

## 能源互联网体系与应用新技术研究

能源革命从上个世纪开始就成为全球关注的议题之一，诸多国家都致力于新能源领域的开发及相关技术的攻关。革命初期，多能源转换，尤其是将化学能转化为热能乃至机械能，是领域研究的重点；到了中叶，开发可再生清洁能源在很长的周期内成为解决环境和资源短缺问题的突破点，相应的开发及储存技术也应运而生；当前，随着互联网技术的兴起，对于能源的利用已不仅停留在清洁、高效、低成本，更多的是立足于智能管理、优化控制等网络化程度更强的能源利用。因此，能源互联网这一新兴词汇便随着互联网技术中的大数据、云计算、人工智能应运而生。

### 什么是能源互联网

能源互联网是以互联网技术为基础，以电力系统为中心，将电力系统与天然气网络、供热网络以及工业、交通、建筑系统等紧密耦合，横向实现电、气、热、可再生能源等“多源互补”，纵向实现“源、网、荷、储”各环节高度协调，生产和消费双向互动，集中与分布相结合的能源服务网络。

能源互联网的特征，从物理维度上是一个以电力系统为核心，以可再生能源为主要一次能源，与天然气网络、交通网络等其他系统紧密耦合而形成的复杂多网流系统；从信息维度上是能量的开放互联与交换分享可以跟互联网信息分享一样便捷的信息物理融合系统；从市场维度上看：提供绿色能源灵活交易的平台，构建开放、自由、充分竞争的市场环境，能激发市场中各商业主体的积极性。

与智能电网相比，能源互联网的侧重点在于新能源的占比及影响的研究，更着重去探讨当可再生能源的占比到达很高的时候，现有的电力系统应该如何去支撑整个环境。同时，虽然电网作为核

心部分，但清洁可再生能源的多能转换利用决定了能源互联网需要将电网与天然气、热能网络等紧密耦合，其能量形式可以囊括电能、化学能、热能、机械能等。

### 能源互联网体系研究

能源互联网的体系由下至上可以分为能源层、网络层和应用层，如图 1 所示。

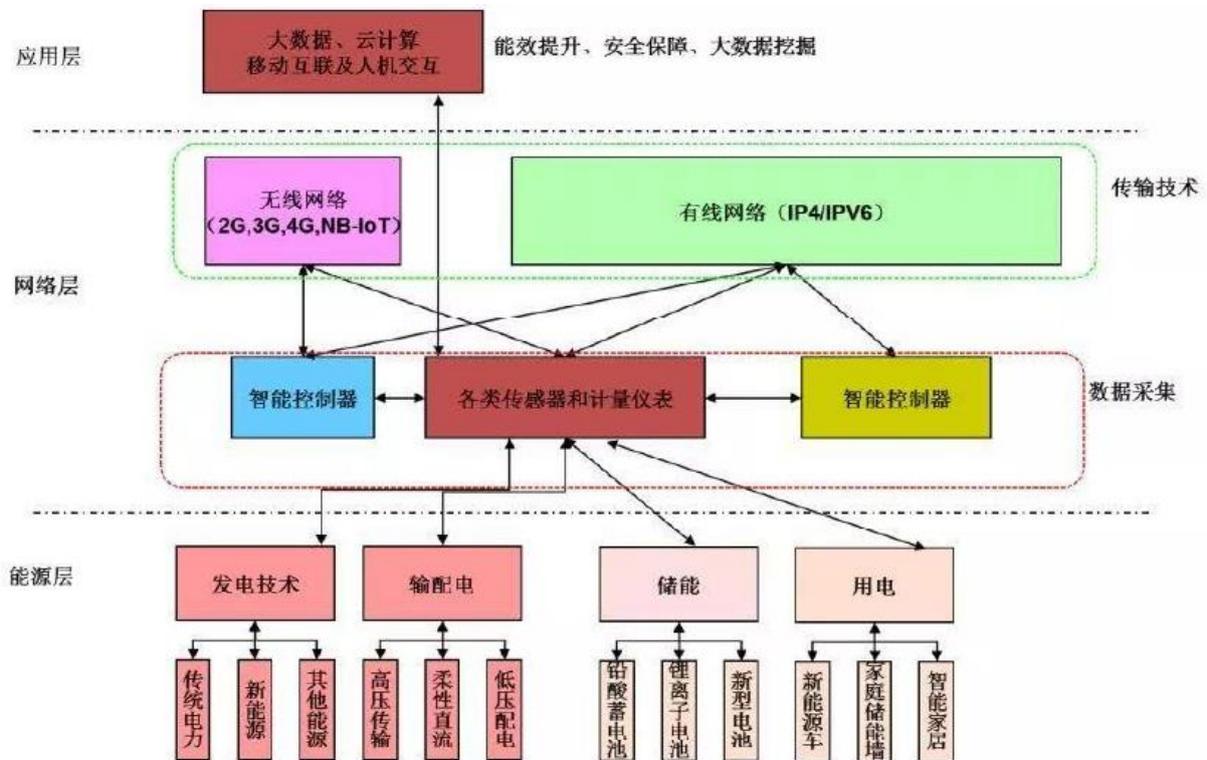


图 1 能源互联网体系架构图

其中，能源层主要是进行能源的生产、转换、传输和利用，包括化石燃料的发电、清洁可再生能源的多能转化、电力利用等；网络层主要是通过广域布局的智能传感进行能源相关数据的采集和传输，利用互联网技术，实时获取海量数据；而应用层主要是利用大数据、云计算、人工智能等技术进行能量信息的数据共享，主要包括能源设备的运行状态和各能源系统的实施运转状况等，主要实现途径是对海量数据信息进行分析 and 处理，从而搭建能源交易平台来对各种能源交易进行数据支撑，承担能源互联网的信息采集、管理方案、能源交易等方面的运行工作。

在此体系下，能源互联网可以完成多能源协调管理，根据电、气、热网领域行业的运转情况，从能源价值最大化、系统安全运行、多能源交易准则和法规的角度对多能交易及资源配置进行统一的协调管理，从而可以保障能源的高效、安全供应及能源互联网的健康发展。同时，用户可以借助平台了解需求侧的具体情况，同时借助系统控制网络实现能源储备和需求的匹配。作为需求侧主体，用户也可以参与供电供热等供给侧环节，借助能源交易平台及分布式储能系统进行在线的能源交易、转售等业务。

### 能源互联网新技术研究

能源互联网 3 层架构中所涉及的新技术主要包括大数据、云计算、智能传感、新能源发电、储能等相关技术，这些技术最终都会通过能源互联平台进行连接，成为能源互联网个性化的技术链。

#### 1 分布式能源与 ICT 融合技术

通过将光伏发电与互联网相结合打造的光伏云是分布式能源接入能源互联网的雏形。光伏云分为设备、数据处理、服务、应用端四部分。由光伏阵列和电表组成的设备部分是实现光伏发电的基础设施，数据处理环节通过前置机中的采集设备将光伏发电的发电量、电能质量等数据信息经过大数据存储和处理提供给服务端，在服务部分可以实现数据服务、安全服务、任务调度服务等多种多

样的监控、管理服务,这些服务可以在我们的手机、电脑平台查看和操作,实现光伏的应用端落地。通过着四部分的配合,能源与大数据云计算相互协调,真正实现能源的可控化和智能化。

光伏云网以客户需求为导向,以全面提升分布式光伏运营效率为目的,整合技术、信息、数据等分布式光伏全产业链资源,实现信息发布、在线交易、智能管理、金融服务、大数据分析等功能,提供集信息发布、咨询评估、方案推荐、设备采购、安装调试、并网接电、电费结算及补贴代发、金融服务、运行维护等全流程一站式服务,实现分布式光伏线上线下全业务全流程贯通。

## 2 能源转换与 ICT 融合技术

能源转换设备的主旨是一次能源向方便使用的能源的转换。它可以将太阳能、风能、热能、生物质、地热、燃气、油等能源转换为电能,也可以将电能以特定介质储存起来。电力在能源的生产、转换、传输、应用环节起到枢纽的作用。真正实现能源的互联互通。当前能源转换设备面临的三大挑战是:1、提升电能变换能力;2、系统优化设计;3、装备和系统的可靠性。面对这三大挑战行业的研究重点集中在提高能量转换效率和能量的自动择优配置方面。

等效于互联网的连接和信息传输,在能源互联网中能量的转换设备通常被称为能源路由。在能源路由器中,可以实现可再生能源控制、能源存储、能源管理,将网络层采集的数据传输到应用层分析,然后,有效控制能源的应用。

## 3 新型储能与 ICT 融合技术

能源互联网的安全、灵活可接入属性决定了必须拥有强大的储能装置满足能源的供需波动,新型储能材料作为能源互联网中削峰填谷、能源综合利用的关键,铅酸蓄电池、磷酸铁锂电池、液硫电池等多种新型储能材料作为当今的热门话题和技术前沿深受行业研究人员的追捧。

储能系统从整个电网,即发电侧、输电侧到用户侧都具备作用,在发电侧主要起到新能源发电的平滑,相当于能源的一个数据库;在输电侧主要起到调峰、调频作用;在用户侧主要是分布式发电系统合理配置方面的问题。更重要的是,储能技术利用 ICT 技术将依据不同时段的电价、电能质量等相关信息,有效地调度能源流的方向,从而达到降低运行维护费用和提升整个能源网络整体效率的目的。

## 4 智能传感技术

智能传感技术包括光纤传感、生物特征识别、无线传感、图像识别、传感网等技术。智能传感器获取能源互联网中输配电网、电气化交通网、信息通信网、天然气网运行状态数据及用户侧各类联网用能设备、分布式电源及微电网的运行状态参数,传感器数据经过处理、聚集、分析并提供改进的控制策略。通过智能传感技术体系,能源互联网支持端到端的业务,实现用户与电网之间的互动,而且可实现各种智能设备的即插即用,除了智能电能表以外,还支持其他各种非电表设备的无缝接入。

智能传感作为全球能源互联网的“神经末梢”,对于准确感知电网状态参量,保障电网安全稳定运行具有重要意义。主要包括光纤传感、生物特征识别、无线传感、图像识别、射频识别、多维感知等。智能传感技术有助于能源互联网的可感知、可控制、更智能。

## 5 大数据、云计算技术

云计算是一种能够通过网络随时随地、按需方式、便捷地获取计算资源(包括网络、服务器、存储、应用和服务等)并提高其可用性的模式,可实现随时、随地、随身的高性能计算。互联网营销技术包括实现互联网营销的电子商务平台技术和相应的营销模式;能源互联网将支持 B2B、B2C、C2C 等,利用互联网强大的互联互通能力,支持发电商(含分布式电源与微网经营者)、网络运营商、用户、批发或零售型售电公司等多种市场主体任何时间、任何地点的交易活动。

大数据是指无法在一定时间内用传统数据库软件工具对其内容进行提取、管理和处理的数据集合。能源互联网中管网安全监控、经济运行、能源交易和用户电能计量、燃气计量及分布式电源、电动汽车等新型负荷数据的接入,使得其数据量将较智能电能表数据量增大很多。从大数据的处理过程来看,大数据关键技术包括:大数据采集、大数据预处理、大数据存储及管理、大数据分析、大

数据展现和应用(大数据检索、大数据可视化、大数据应用、大数据安全等)。

结束语

能源领域的变革对工业、交通、城建等发展影响深远，是一个国家可持续发展的根本动力之一。2015年9月26日，习近平总书记在联合国发展峰会上发表重要讲话，倡议探讨构建全球能源互联网，推动以清洁和绿色方式满足全球电力需求。这是习近平总书记站在世界高度，继“一带一路”之后提出的又一重大倡议，是对传统能源发展观的历史超越和重大创新。信息通信技术与能源领域的深度融合，实现了信息流和能量流的双向智能交互，既利于国家的可持续发展，也符合了大力发展数字化、智能化产业的时代背景。《人民日报》最近发表的专家文章中指出“构建综合能源系统有助于打破能源子系统间的壁垒”、“有助于解决我国能源发展面临的挑战和难题”、“有助于推动我国能源战略转型”。而能源互联网的建设，更是在综合能源系统逐步完善的基础上，依托互联网技术实现能源全周期的智能管理、双向交易及附加服务，最终迈入全球能源互联网的发展路径中。

数据科技应用 2018-07-09

## 日本政府修订能源基本计划

7月3日，日本政府在内阁会议上通过了新修订的“能源基本计划”。新计划明确将太阳能、风能等可再生能源发电定位为“主力电源”，要在2030年实现把可再生能源发电在总发电量中所占比例提高到22%至24%的目标。此外，对于福岛核电站事故后饱受争议的核电，新计划将其定位为“基本负荷电源”，将其比例确定为20%至22%。

新计划将2030年各种电源发电量所占比例(电源构成)确定为，再生能源占22%至24%，核能发电占20%至22%，煤炭发电占26%，石油发电占3%，液化天然气发电占27%。其中，关于可再生能源发电计划指出，随着全球可再生能源发电成本迅速下降，发电成本较高的问题正在逐渐消失。日本在2012年7月实施固定价格收购制度以后，太阳能发电迅速普及。未来为降低国民使用可再生能源发电的负担，需要进行制度改革。

此外，计划还提出为实现可再生能源发电成为“主力电源”的目标，要求充分利用现有输电线路，推进可再生能源发电的并网。

关于核电，新计划表示作为削减二氧化碳排放的重要手段，当前需要把核电的发电比例维持在20%至22%。计划指出，核电站的长期停运会导致火电电费高涨，担心日本国内电费的上涨会导致企业国际竞争力下降，期待通过重启福岛核电站事故后停止运转的核电机组以维持低廉电费水平。计划还提出将减少从核电站使用后的核燃料中提取铀的持有量，对国际社会特别是美国对日本大量持有核材料的担忧作出回应。

由于为应对气候变暖的国际框架《巴黎协定》已经生效，新计划还写入了至2050年的能源构想。构想强调在强化可再生能源、核电、火力发电技术进步的同时，加大对氢气、蓄电池等新一代技术的研发。此外，至2050年的能源构想还计划每隔数年对各种电源的成本和技术开发进展情况科学评估，使其体现在政策中。

据了解，“能源基本计划”是日本中长期的能源政策指导方针。日本2003年第一次制订“能源基本计划”，此后历经多次修订，上一次修订是在2014年。

中国石油新闻中心 2018-07-05

## 热能、动力工程

### 中国社会科学院专家再发声：电力消费总量必将下降！

“我国能源需求总体已达峰，电力进一步过剩已成定局”，你信吗？面对这一问题，不少能源人士，其中不乏权威人士，普遍给出了毋庸置疑的“否定”答复，并认为“无需多加讨论”，有观点甚至认为是“胡扯”。

而这一结论正出自于中国社科院近期发布的“中国能源前景 2018—2050”报告。针对这一报告，以“我国能源需求总体已达峰，电力进一步过剩已成定局”为题报道在中国能源报官方微信一发出，即引起了广泛关注，质疑声一片，用一位业内专家的话描述为“口水与点击率并存”。

近日，带着同样的疑问，本报记者专访了报告编制单位——中国社会科学院数量经济与技术经济研究所“能源安全与新能源技术经济研究”创新工程研究项目组的牵头人、中国社科院数量经济与技术经济研究所资源技术经济研究室主任刘强博士。

“我们的预测接近实际市场需求”

中国能源报：您的项目组是基于什么样的分析撰写的这份报告？

刘强：我们有一整套模型系统，这套模型系统来自于 2011 年科技部的一个专项课题，名为《建设中国的系统能源模型系统》，这次的报告是基于这套模型发布的第三个能源展望成果，我认为基本上是越来越接近实际的。

从发达国家经验看，以美国为例，该国在 2000 年之后能源净需求就已经达峰并基本稳定，而同期年均经济增长率却达到 3% 以上。以 2017 年为例，美国 GDP 增长 2.8%，而净发电量却下降 1.5%，其中占最大份额的气电下降 7.7%，煤电下降 2.5%，其增量来自水电、风电与太阳能发电。

当然模型也还是体现了人的思想，我们在报告中也对中国经济当前及未来的发展有一些基本判断，比如我们认为未来中国的经济发展仍然是增长的态势，但人口走势却是在下降的。报告有些结论在我们内部也产生了一些争议。

比如项目的管理首席、社科院数量经济与技术研究所李平所长就认为，美国的人均电力需求是 1.2 万 KWh，日本约为 7400KWh，中国现在约为 4500KWh，从这个角度讲，未来中国的电力需求还应该会上升，正与报告得出的结论相反，为科学回答这一问题，下一步项目组会专门开展一个具体的分析论证。

我们在研究中使用的数据全部来自国家统计局，但是我们并不简单相信统计数据，还会对数据之间的关系进行分析。有时就会发现有些数据的关系出现异常。

中国能源报：如何保证这套模型的准确性？

刘强：统计数据并不像自然科学那样百分之百真实。也正因为官方统计层面为了尽可能使其接近真实性，会不时调整抽样的统计口径，比如对小型企业的统计一直主要靠估计，但小型企业又真实存在，随着对中小企业落后产能的削减，统计数据也会越来越接近真实性。

所以我们在做研究分析引用历史数据时会注意统一口径。我们是在对每一个行业的分析基础上做出的预测，而不是利用计量经济学的回归方法进行模拟，这样更接近实际的市场需求，能够反映产业的发展规律和不同产业之间相互平衡的关系。

经济预测中最重要和最难的是拐点预测。一般预测都是根据现有的趋势外推，在短期内这没问题。但是一个趋势一直外推，长期就会出现天文数字。而我们生存的环境容量和不可再生资源的存量是有极限的。这是能源预测、温室气体排放预测和经济预测的本质区别。

因此，我们的预测不仅是预测，还带有一定的价值导向和规划建议性质，实际上是根据未来要实现的“美丽中国”目标，为经济增长、资源产出率增加以及环境改善等的整体匹配提供一个优化的解决方案，其最终能否实现，还要取决于政府制定政策的价值取向。从这个角度讲，我们的预测也

并不完全真实，因为未来 40 年发展过程中面临的不确定因素太多。

我们会随时根据一些新情况和新命题来重新做分析，未来会分重点行业开展专题研究分析，在此基础上还要对模型做一些修正。

下一步，也就是明年，我们会联动国际市场开展预测。目前整体而言，不管做怎么样的调整，大趋势不会变。

城市化基本完成，能耗下降是必然

中国能源报：报告是如何得出“我国能源需求总体已达峰，并肯定电力将进一步过剩”这样的结论的？

刘强：《中国能源统计年鉴 2014》显示，在我国，工业一直是能源消费的主体，占能源消费总量的约 70%，和电力消费的 72%。过去 40 年尤其上世纪 90 年代以来，中国的经济增长主要依托于房地产的快速发展，与之关系密切的工业，即钢铁、有色、非金属（玻璃、水泥）能源消费占总能耗的 30%，算上间接消费则占到 40%。

从数据上看，从 2005—2015 年共 11 年时间里，中国的房地产累计新增住宅面积达到人均 30 平方米，按城市人口口径核算则会更多，这意味着从现有住宅总面积看满足城市刚需没有问题，所谓“缺口”是分布不均的结构性问题，并不是总量问题。

我们认为中国已经基本完成工业化和城市化建设，目前全国约 70%的人口已经实际进入城市及周边地带，这一周边地带在行政形式上可能仍属于农村，但其生产生活形态已经与城镇周边没有差异。

所以正常讲中国的房地产增速应该是下滑的，这也意味着相关的钢铁、有色、非金属合计 40% 的能源需求增速也应该是负数。从结构讲中国的能源需求总体肯定是下降的。

以常识来验证，雾霾天气与能源消费是有直接关系的。从 2016 年之后，雾霾天数的下降就应该知道能源总需求肯定是下降了。在天然气比例提高并不明显的情况下，除了能源消费减少还能有其他解释吗？北京周边关停了多少工厂，难道这不代表能源消费减少吗？虽然统计数据是去年能源消费仍有增加，但是这一点我们不能完全认同。

中国能源报：按照这个报告判断，如果能源需求下降的话，是不是也意味着碳排放已经达峰了？

刘强：可以这么说。碳排放与能源需求应该同时到达顶峰，因为碳排放一取决于能源消费总量，二取决于能源消费结构。从总量看，碳排放是基本达峰的。当然，达峰不是说不再增长，而是可能增长得慢，变化比较平稳。我们并没有就碳排放做专门预测，中国目前还没有公布碳排放数据。

从碳的来源看，一是化石能源的燃烧，二是水泥、钢铁等行业，其中水泥、钢铁本身在其消耗燃料之外，其生产过程也排出二氧化碳，这两个行业都是碳排放大户，房地产需求下降的话，与之相关的碳排放一定是下降的。

中国能源报：中国近两年在大力削减煤炭产能、同时在推进散煤锅炉的清洁替代，但从统计数据上看，有些地方的煤炭消费，仍然不降反增，或者降幅并没有达到预期目的，您认为这是什么原因？

刘强：经验来讲，在煤炭产能不变的情况下，煤价下降肯定是需求下降。近期煤价虽然在上升，但这种涨价是供给减少导致的，而不是需求增加。

煤炭去产能之前煤炭价格是下降的，价格下降其中重要的原因必然是需求下降。从统计数据看，产能和进口却在增加，并没有显示出需求是下降的。那为什么出现煤炭消费不降反增的情况。

事实上，原来煤炭统计数据是偏低的，特别是那些中小企业肯定存在少报煤产量的情况。这些中小企业的落后产能被削减后，实际产煤肯定是下降的，但相比于本来就偏低的统计数据仍存在上升情况是难免的。

实际上我们没有办法确切统计真实的煤炭产量，现在看到是煤炭增长率上升，应该是原来煤炭产量统计偏低而压产能后，煤炭产量统计更接近实际数据所致。这不是批评统计局，而是实际困难

造成的。

从我们模型预测的情况看，增长率是要比绝对数据可靠。因为统计数据本身其实是一个抽样数据，总会产生一定误差，但增长率在一定程度上可以削减这种误差，因为是一个比值关系。

发展气电还是核电是未来争议焦点

中国能源报：目前看来，大家对报告关于电力的分析预测质疑比较大，对此您如何看？

刘强：从中国与美国、日本的人均电力消费差异对比角度分析中国的未来电力需求增长，其中还要涉及煤炭的统计数据。中国以城市聚集的人口分布与能源消费状况与日本、欧洲相似，实际上仅从发达地区看，中国的人均电力消费与欧洲、日本相差并不大。

此外，我认为目前大家对我国的能源消费情况的判断是偏低的。这与前文提到的煤炭统计偏低有关。

要知道在美国、日本，总能源消费中电的消费占比很高，但中国的能源消费中煤炭的直接消费比例很高。从总能源消费力判断，中国的现在人均电力消费是美国的三分之一，而人均能源消费对美国的差距更小。

实际上如果能将中国的散煤消费统计进来，中国的能源消费应该更高，总的能源消费与发达国家相比差别应该不大。从统计数据看，2017年，中国发电量位居全球第一，是美国的1.6倍还多，是日本的近6.3倍。对中国而言，电力消费未来就是一个结构变化，各种类型的能源此消彼长。

随着电气化的普及，毫无疑问，中国居民，包括商业、交通用电仍然还将上升，但真正耗电大头在工业。前三者的增长远不能抵消工业用电的下降。

中国能源报：您能不能就未来中国的发电结构做一下预测？

刘强：这取决于政策。2017年，中国的煤电占比约占72%，水电约占18%，核电只占3.8%，风电4.5%，光伏1.5%。未来煤电占比肯定还要下降，目前对于发展哪种类型的替代电源，实际上争议的焦点在气电还是核电。

出于各地改善空气质量的迫切需求，以及电厂运营安全性的考虑，我们更支持气电，毕竟当前社会公众对核电还是有很大疑虑。我们报告规划的目标其实相当于美国的电源结构，我们认为未来，到2050年，中国的发电结构里，煤电应该占到40%，气电大于20%、水电小于20%，风光核电相加约占20%，光伏应该主要是离网应用。

可再生能源发电还有技术难关需要攻克，虽然目前成本已经大幅下降，但无疑也为继续下降增加了技术难度。在欧洲一些国家风电、光伏发电比较高是因为工业需求很小，对稳定电源的需求没有中国这么大。而且风电、光伏本身也并非零污染，如果煤电发电占比降到40%也可以是清洁的。

煤炭主要的环境影响来自开采过程，而不是发电过程。我们可以多进口优质的煤炭，这一点报告也有涉及。

气电有很大的灵活性优势，要想吸纳可再生能源入网，就必须有气电配套，核电就没有这个优势，这也是我们支持气电的原因。美国气电装机占比已达到30%以上，气电已连续3年成为美国的最大电力来源。

气电未来在中国能否发展以及天然气能否稳定供应，还要取决于中国的体制改革。

全晓波 中国能源网 2018-07-04

## 美国佛罗里达州部署储能系统作为电网资产

在佛罗里达州的监管机构允许住宅太阳能设施租赁之后，该州公用事业部门开始将智能住宅储能作为一种电网资产进行部署。

佛罗里达州可以从储能系统中获益

佛罗里达州的太阳能发电潜力位于美国第三位，再加上该州公共服务委员会最近一致通过的允许住宅太阳能设施租赁的投票结果，该州的住宅太阳能的部署可能会迎来快速增长。

分布式太阳能市场缺乏控制力和可预测性，这可能会影响佛罗里达州的传统能源结构。佛罗里达州可以从加利福尼亚州、纽约州、马萨诸塞州、夏威夷州等美国顶级住宅太阳能市场获得经验，将太阳能发电与智能储能系统相结合。这样做，公用事业部门可以主动管理住宅太阳能发电，提高其可用性和可预测性，同时确保随时获得可控和可靠的调度。

JEA 公司是佛罗里达州杰克逊维尔的公用事业公司，它引入了退税计划，并更新了净计量结构，在该州的住宅储能领域处于领先地位。该公司电力生产资源规划总监 Steven McNall 表示，这将鼓励住宅储能应用来控制落后的用户侧太阳能发电，可以在电网的夏季峰值期间最大限度地降低住宅太阳能发电的消耗。

住宅智能储能系统在提供电网规模服务并不只限于消费者特定的收益，如账单管理、太阳能自我消耗和备用电源/弹性。当在虚拟电厂内进行汇总时，这些系统可以作为公用事业资产进行协调，以提供电网服务，如削峰调峰、频率和电压调节以及需求响应。这种灵活性允许这些系统通过在几秒钟内对电网和本地负载情况作出反应，以满足和优化电网侧和用户侧的供电需求。

在今年早些时候，行业媒体指出了佛罗里达州在储能方面投资 2.3 亿美元的发展潜力，目前的重点是公用事业公司拥有的大规模储能系统将安装在电网的上游。然而，从电网规划的角度来看，位于下游的用户侧住宅储能公用事业的储能系统占据了该州电力消耗的 47%，与电网规模系统相比具有显著的优势。这些包括智能的用户侧储能控制、备用电源、馈线水平弹性，以及提高电网边缘的可视性。

#### 智能的用户侧储能控制

佛罗里达州公用事业公司可以利用住宅智能储能系统来抵消太阳能发电和高峰需求之间的时间失衡。

尽管佛罗里达州和加利福尼亚的监管和所有权结构不同，但对天然气发电的依赖度也很高，该州日间电力批发市场的能源价格在傍晚高峰期间在 2016 年至 2017 年期间上涨了 70% 以上。这些价格的上涨表明了运营绿色电网的成本也在上涨。住宅智能储能系统可以提供管理环节，以控制当地的可再生能源发电，并优化系统运行。

此外，通过佛罗里达州公用事业公司在夜间高峰时段的使用时间选择关税设计或减少住宅需求费用，客户从这些电池储能运营中受益。根据 Lakeland 电气公司的数据，一家客户的住宅智能储能系统预计每年可以节省 1,152 美元。

该用例支持一个强大的平台来启动住宅智能储能系统的采用。然而，这些系统的真正价值是通过叠加服务来实现的，以满足多种电网和消费者的需求。在佛罗里达州电力和照明领域，额外的叠加服务可能包括频率调节和柴油机应急发电。这些市场机制目前尚未开放给储能系统参与，但如果这些系统由公用事业公司利用，其运营可以提供每千瓦每年约 120 美元的额外价值。

如下图是独立电力系统运营商(IESO)地区的住宅智能储能价值叠加计划，系统运行时全天提供的消费者和公用事业价值如图所示。

#### 可靠性和弹性

佛罗里达州公用事业和州立法机构正在考虑采用储能技术来提高电网的可靠性和弹性。住宅储能系统的安装可以增加这些重要的电网属性。通过在电网侧和用户侧的工作，这些储能系统提供了额外的好处，即需要快速响应资源以协助电力馈线级弹性，同时还为客户的关键家庭负载提供电力服务。

JEA 公司客户解决方案和市场开发总监 Vicki Nichols 表示，“随着天气严重程度增加，备用电源是客户所需的顶级功能。”2017 年，伊玛飓风袭击了佛罗里达州，影响了 670 万个客户的电力应用，占该州所有客户账户的 64%。同年，佛罗里达州共有超过 1500 万人受到 79 次停电的影响。

作为备用资源，智能住宅储能系统会在停电或电网轻微中断期间立即断开站点与电网的连接，为住宅客户提供关键电源。

#### 实时可见性和预测

住宅智能储能系统为公用事业提供实时电网边缘可视性，以规划、预测和响应不断发展的分布式电网结构。

这些系统可以收集和显示精细的接近实时电网数据，其中包括能耗、电压、电流和相角，以及充电/放电、太阳能生产和其他分布式能源信息的消耗使用数据。这种粒度对于提供有效的、高分辨率和高频率的视图是必不可少的，以准确了解电网边缘正在发生的事情，这是当今智能电表所缺乏的操作必要性，允许佛罗里达公用事业公司为下一代需求制定实时计划。

随着佛罗里达州的能源格局随着太阳能的进一步采用而不断发展，住宅储能系统可以通过用户侧控制提供显著的优势。此外，这些系统在恶劣天气事件的电网中断期间提供备用服务，并增加电网边缘的可见性和预测措施。

JEA 公司的激励措施和 Lakeland 公司的住宅太阳能电能和储能试点项目突出了这样一个事实，即佛罗里达公用事业公司开始意识到这些系统作为电网资产所带来的好处。但是，只有在公用事业规模下叠加和部署消费者和电网服务时才能实现真正的价值。

中国储能网 2018-07-03

## 湖北宜昌秭归发现 4.5 亿年前页岩气

湖北省秭归县杨林桥镇西阳坪村钻获 4.5 亿年前的页岩气。近日，湖北省地质调查院对外正式宣布这一成果。

完成本次调查的钻井被称为“秭地 3 井”，于 4 月 13 日开钻。

钻探到地下 1008 米时，地质专家取出黑色页岩，放入水箱中有明显气泡。地下 1121 到 1162 米处的页岩在水箱剧烈冒泡，收集气体点燃后，火焰呈现淡蓝色。实验室数据表明，每吨页岩最高产生页岩气 1.7 立方米，含气量属于较高水平。6 月 8 日，该井钻至目标地层，完钻井深 1177.7 米。

“秭地 3 井”项目负责人张焱林说，在宜昌页岩气勘查示范区长江以南地区，这是首次获得“五峰—龙马溪组”地层（距今 4.5 亿年前）较高含气量的页岩，意味着该地层存在丰富的页岩气资源。

宜昌页岩气勘查示范区包括夷陵区、点军区、长阳县、秭归县等地。本次调查的页岩气具体资源储量有待进一步勘查。

去年 7 月，中国地质调查局发布重大成果：位于宜昌市点军区的“鄂宜页 1 井”经过测试，单井每日获得产量 6.02 万立方米的高产页岩气流。由该井参数，专家预测资源量超 5000 亿立方米，宜昌有望建成新的工业气田。

中国煤炭资源网 2018-07-03

## 我国累计页岩气探明储量超万亿立方米

自然资源部 10 日召开发布会介绍全国矿产资源储量情况。据介绍，截至今年 4 月份，我国累计页岩气探明地质储量已经超过万亿立方米，勘查新增探明地质储量超过千亿立方米的页岩气田有两个，分别为四川盆地涪陵页岩气田和威远页岩气田。

自然资源部矿产资源保护监督工作小组召集人鞠建华表示，近年来，我国实现了页岩气勘探开发重大突破。据悉，从 2014 年 9 月份开始，我国在不到 4 年的时间里，在四川盆地探明涪陵、威远、长宁、威荣 4 个整装页岩气田，页岩气累计新增探明地质储量突破万亿立方米，产能达 135 亿立方米，累计产气 225.80 亿立方米。

鞠建华表示，我国已经创新形成了适合页岩气开发特点的系列清洁生产实用技术，实现了气田勘探开发全过程清洁生产，同时形成了具有中国特色的页岩气成藏理论、核心勘探开发技术等，为我国页岩气产业快速发展奠定了重要基础。

依据资源评价结果，我国页岩气有利区的技术可采资源量达 21.8 万亿立方米，目前探明率仅

4.79%，资源潜力巨大。

据介绍，2017年我国石油、天然气和煤层气勘查新增探明地质储量呈现下降趋势。2017年石油勘查新增探明地质储量从2012年的15.22亿吨降至8.77亿吨，天然气从9610亿立方米降至5554亿立方米，煤层气从1274亿立方米降至105亿立方米。鞠建华表示，近年来，我国多数矿产查明资源储量保持增长态势，但增速放缓，这是因为我国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段，对矿产资源安全高效供应提出了新的更高要求。

2017年我国煤炭勘查新增查明资源储量有所回升。2017年煤炭勘查新增查明资源储量815亿吨，明显高于2016年的607亿吨、2015年的390亿吨。2017年全国煤炭勘查新增超过50亿吨的煤炭矿区3个，全部分布在新疆。黑色金属矿产中，2017年我国锰矿查明资源储量增长19.1%，过去5年年均增幅超过10%。

黄晓芳 中国经济网 2018-07-11

### 三沙市永兴岛智能微电网：让海岛供电可靠性媲美城市

对于远海岛屿来说，供电往往存在能源运输成本高、发电设备极易受腐蚀损坏、受面积所限不能建设大型发电厂房等技术难题，极大影响了海岛居民的正常生产生活，制约了海岛经济的发展。

近日，由柴油发电、光伏、储能等多种能源互补的三沙永兴岛智能微电网建成，成为我国首个远海岛屿智能微电网，海岛从此有了可以和城市媲美的供电可靠性。

“智能微电网未建成前，永兴岛的供电存在能源浪费、环境污染、供电可靠性低、电能质量差的问题。随着智能微电网的顺利投运，永兴岛的供电能力提高了8倍，同时，微电网也可以实现光伏等清洁能源100%的优先利用，未来还可以实现波浪能、可移动电源等多种能源的灵活接入。”南方电网三沙供电局副局长叶世锋介绍说。

目前，在我国的一些偏远山区、海岛等远离城市的地方，仍然存在着一些未通电或者供电不稳定的“电力空白区”。如果采用传统电网供电的话成本很高，因此利用当地可再生能源发电，并配置储能系统的智能微电网成为解决这些地区供电问题比较合适的方案。

永兴岛智能微电网到底“智能”在哪里？

叶世锋表示，这主要体现在3个方面：一是多级微网联合优化控制。通过对储能和分布式电源的联动调节，实现了清洁能源全额消纳；二是多能互补协调运行控制。通过微电网优化运行及能量管理技术，在不同运行工况下，实现多种能源发电、储能和负荷的优化管理及协调运行，最大限度减少石化能源发电设备运行和污染尾气排放；三是智能负荷与电网互动运行控制。通过微电网与多级可控用户负荷的智能互动技术，系统根据电力平衡情况及负荷优先级下发可控负荷切除指令，保证了电网安全稳定运行及重要负荷供电。

三沙智能微电网能量管理系统主站设立在永兴岛，可实现柴油发电机、光伏系统、储能系统、主子微网及海水淡化、充电桩等各类负荷数据的采集与监控。

为了确保可靠性，永兴岛微电网通过海底光纤与400多公里外的海南电力调度控制中心相连，在需要的时候，可以在海口来调控岛上的微电网，从而提高岛上供电的可靠性。

与普通电网相比，智能微电网有什么特点？叶世锋表示，智能微电网“麻雀虽小，五脏俱全”。与大电网不同的是，智能微电网采用的电源一般都是分布式可再生能源，比如柴油发电、波浪能发电、风力发电、光伏发电等；可以对分布式能源进行就地消化、就地平衡，同时也可以与多级微电网进行能量交换，保证系统实现节能、环保和经济运行。

“此外，智能微电网内部的控制和相关保护技术，和大电网相比有一些相应的区别。大电网主要是单向潮流、简单交互，从发电厂通过输电线路到用户，而微电网是内部的循环，所以是双向操作。用户和电网之间可以交换能量，是双向的流动，是主动交互，这是微电网和传统电网本质的区别，提高了能源使用效率。”叶世锋解释说。

三沙智能微电网能量管理系统自 2017 年试运行以来，供电可靠率、电压合格率、清洁能源消纳率都达到 100%，年节约柴油量逾 400 吨，约合人民币 200 万元。未来，南方电网计划将含波浪能、光伏、储能等分布式电源模式的供电模式推广复制到同类型各岛礁供电，改善岛上生产生活用电水平。

“这只是一个开始，下一步，我们将把这种模式复制到其他海岛上，同时加快建设波浪发电，还有利用发电余热进行制冷，更好满足海岛用能需求。”南方电网海南电网公司副总经理符永锋说。

科技日报 2018-07-04

## 储能是助力打通能源革命的任督二脉

前言：目前用于电网侧大规模储能仍以物理储能(抽水储能)为主，抽水储能具有规模大、寿命长、安全可靠、运行费用低的优点，建设规模一般在百兆瓦级以上，储能时长从几小时到几天，适用于电力系统的削峰填谷、紧急事故备用容量等应用。但这种储能技术需要特殊的地理条件和配套设施，建设的局限性较大。

从遥远太空俯视地球，城市面积逐年扩大。无论是面对着川流不息的马路还是日益智能的数码设备，人类都享受着能源所带来的便利。

“能源者，国之大事，死生之地、存亡之道，不可以不察也!”中国政府为确保能源供给安全与清洁利用，在 2014 年提出了能源革命的战略。而能源要革命，必须打通它的“任督二脉”：督脉自上而下，推行化石能源的清洁高效利用技术;任脉自下而上，提高可再生能源的接入比例。打通任督二脉，中国乃至世界的能源格局将会彻底发生变化。当然，打通任督二脉需要突破多道“玄关”，包括耳熟能详的政策法规、经济结构、大数据、人工智能、互联网等，其中储能技术是亟需突破的核心关卡。其意义在于调和能源供给与能源消费在时间和空间上存在不平衡的矛盾。例如，尽管风能、太阳能等能源十分清洁且取之不尽，但是在自然环境中，风力时大时小，天气有晴有阴，这些设备发出的电可能时有时无，这会给电网的调度带来多大难度呢?当今社会，一天停电一次都会令人抓狂，更何况随时停电的德谟克利斯之剑时刻高悬?此外，尽管化石能源火力发电的质量值得信赖，但是火电站的建设必须满足用电高峰需求，而在用电低谷期则会造大量的电力损失，化石能源的利用效率也很低。如果有了储能技术，情况将发生极大变化，一方面可以实现风能、太阳能的可控储存和输出，另一方面可以将用电低谷的电能储存起来，在用电高峰的时候使用，不但可以减少火电站建设，还可以节能减排。

上述是储能技术在发电侧和电网侧的应用举例，其储能规模可达数百至数千兆瓦时以上。而中小规模的储能技术，则有更加灵活广泛的应用需求。例如，储能可以保障政府、医院、军事指挥部等重要部门的应急电力供应，缓解用电高峰期的电网局部阻塞，保证社区、工厂、学校的用电稳定。对于远离电网的偏远地区、海岛等，储能技术可以与风能、太阳能、潮汐能等结合，形成能源自给自足的分布式供能体系，保障生活生产的需要。在实施峰谷电价的地区，储能还可以根据电价低的时候购电，在电价高的时候售电，在经济上获得实惠。更小规模的储能技术则可以应用于电动车、移动数码等领域。例如，很多城市都已大量使用电动汽车和电动公交车，可以大幅降低城市雾霾。此外，在移动数码领域，储能技术早已广泛应用，并在向小型化、轻量化、柔性化(可植入人体、可穿戴)发展。

当然，储能的市场非常广阔，储能的技术也很多，主要可分为物理储能和化学储能两大类。物理储能技术主要有抽水储能、压缩空气储能、飞轮储能、超导储能及超级电容器。化学储能技术主要有锂离子电池，铅酸电池、液流电池、钠硫电池、铅炭电池、金属空气电池等。

根据各种应用领域对储能功率和储能容量要求的不同，各种储能技术都有其适宜的应用领域。飞轮储能、超导储能和超级电容器储能适合于需要提供短时及需要较大的脉冲功率的场合，如应对电压暂降和瞬时停电、抑制电力系统低频振荡、提高系统稳定性等;而抽水储能、压缩空气储能和化

学电池(液流电池、铅炭电池及锂离子电池技术等)储能适合于电网调峰、可再生能源集中并入等大功率、大容量的应用场合。在当前国际、国内形势下,这些储能技术将获得快速发展,与其它策略一起打通我国能源革命的“任督二脉”,构建强大的能源体系。发展储能技术不仅对我国具有重要战略意义,对于其他国家也会产生重要影响。

目前用于电网侧大规模储能仍以物理储能(抽水储能)为主,抽水储能具有规模大、寿命长、安全可靠、运行费用低的优点,建设规模一般在百兆瓦级以上,储能时长从几小时到几天,适用于电力系统的削峰填谷、紧急事故备用容量等应用。但这种储能技术需要特殊的地理条件和配套设施,建设的局限性较大。

锂离子电池具有重量轻、比能量高、自放电率低、工作范围适温宽,绿色环保等优势,已广泛应用于便携式电子设备,并作为动力电池在电动交通工具领域得到应用。近几年,又开展应用于固定储能设备的研发。但要作为规模储能设备,单电池的一致性、安全性问题以及高成本问题是必须要解决的。

与锂离子电池相比,另外一种化学储能方式,液流电池是适合于大规模储能(蓄电)的装置,在规模储能方面具有独特的优势:蓄电容量大,可达百兆瓦时;容量和功率相互独立,系统设计灵活;电堆易于模块组合,蓄电容量便于调节;充放电响应速度快,电池的使用寿命长,可靠性高,可深度放电;系统选址自由,受设置场地限制小;系统封闭运行;电池的大部分部件材料可循环使用建设周期短,系统运行和维护费用低;特别是具有运行安全和环境友好的优点。目前,中科院大连化物所储能技术研究部和大连融科储能技术发展有限公司研究团队,已经在储能领域取得了突出成绩,特别在液流电池领域。在十二五期间解决了全钒液流电池关键材料、高性能电堆和大规模储能系统集成等方面的关键科学和工程问题,并取得了一系列技术突破。研究团队完成了从实验室基础研究到产业化应用的发展过程,实施了包括全球最大规模的 5MW/10MWh 在内的 30 余项商业化示范工程,形成了完整的全钒液流电池储能技术的产业链,领军国内外液流电池标准的制定,引领全球液流电池技术的发展。目前,该研究团队正在承建全球最大的 200MW/800MWh 的电化学储能电站示范工程。

鲁文静 中科院之声 2018-07-04

## 全国首个热电领域绿色工厂标准发布!

日前,山东省质量技术监督局发布了《热电联产行业绿色工厂评价规范(DB37/T3300-2018)》(以下简称《规范》),并将于 7 月 12 日正式实施。这是全国第一个热电领域的绿色工厂标准,也是全省热电行业的一件大事。

开展绿色工厂评价是贯彻工信部《绿色制造工程实施指南(2016-2020)》要求、推进我省绿色体系建设而开展的一项重要活动,目的是发挥重点领域相关企业应用示范带动作用,重点扶持绿色工厂企业,带动相关产业,使能源低碳化、用地集约化、生产洁净化、废物资源化,实现绿色发展。我省率先在全国热电行业开展这项活动,将发挥重要带动示范的作用。

《规范》起草工作由山东省热电设计院和山东省标准化研究院负责,在省政府节能办、省质监局的领导下,半年多来两个单位密切协作、相互配合,高质量完成了起草工作。为做好这项工作,省热电厂高度重视,安排技术质量部专人负责,在省标院制定的评价基本要求基础上,根据热电企业实际情况和国家的要求,与省标院协商对评价要求进行增删;协商制定了评分总分、各项分值、评分标准;制定了经济指标计算公式。

为使《规范》有针对性和适用性,2017 年 7 月 21 日,省政府节能办组织省热电设计院和省标准化院在济南南郊热电厂召开了绿色工厂评价标准座谈会,省有关部门、起草单位和二十多个有代表性的热电企业的生产副总等 40 余人参加了会议,会上各企业介绍了企业基本情况,对相关指标的制定提出意见和建议,收到良好效果。

为使《规范》立足我省实际且有可操作性,起草单位分别到华电章丘发电公司、济南北郊热电

公司、香驰控股热电厂开展深入细致的调研工作，对评价指标和计算公式进行了讨论；2017年11月23日，山东省热电设计院、山东省标准化研究院参加了由省政府节能办组织，在北京国家节能中心举行的《规范》座谈会，来自中国电机工程学会、国电龙源公司等单位的专家对《规范》初稿进行了认真的评审并提出修改建议。

2017年12月12日，省政府节能办、省质监局组织省地方标准审查会对《规范》送审稿审查，对标准涉及的内容、技术指标及格式进行严格把关，提出修改意见并原则通过了审查。12月27日形成最终报批稿报省质监局审批。

《规范》的制定符合国家绿色体系建设的需求，填补了我省热电联产行业绿色工厂评价标准的空白，对于推动行业绿色发展，促进新旧动能转换提供了规范标准和技术支撑。随着《规范》的实施，下一步将开展《规范》宣贯和绿色热电企业的评审工作。

山东省热电设计院 2018-07-04

## 发改委解读：拉大峰谷电价价差 为储能行业 and 产业发展创造条件

国家发展改革委定于2018年7月2日(周一)上午10:00，在中配楼三层大会议室召开专题新闻发布会，我委相关司局负责同志出席，介绍“创新和完善促进绿色发展价格机制”有关工作情况并回答记者提问。

孟玮：

各位媒体朋友，大家上午好，欢迎参加国家发改委专题新闻发布会。绿色发展是大家都关心的一个话题，近年来通过价格杠杆促进绿色发展，在这个方面国家发改委做了不少工作，也取得了积极的进展。但是在新的形势下，距离老百姓日益增长的对优美生态环境的需求来讲，我们还有很多工作要做。为了贯彻落实好全国生态环境保护大会的精神，近日，我委出台了《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》，《意见》中提出了两个时间节点的目标：一是到2020年基本形成有利于绿色发展的价格机制和价格政策体系；二是到2025年建立起比较完善的绿色发展价格机制。围绕上述目标要求，《意见》明确了深化资源环境价格改革的方向，也提出了一揽子的政策措施。为了方便大家了解《意见》的有关情况，今天非常高兴的邀请到我的同事，价格司司长岳修虎先生；价格司副司长牛育斌女士、周伴学先生，请他们出席发布会，介绍有关情况，并回答大家关心的问题。

岳修虎：

各位媒体的朋友，上午好。感谢大家长期以来对我们工作的关心支持和帮助，欢迎大家参加今天的新闻发布会。我先给大家介绍一下《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》出台的总体情况。

第一，《意见》的出台，是我委贯彻落实党中央、国务院关于加强生态文明建设、全面推动绿色发展决策部署的一项重要措施。

党中央、国务院高度重视运用市场化手段和价格机制促进绿色发展。习近平总书记在全国生态环境保护大会上明确指出，我国生态文明建设正处于压力叠加、负重前行的关键期，已进入提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要的攻坚期，也到了有条件有能力解决生态环境领域突出问题的窗口期；强调要充分运用市场化手段，推进生态环境保护市场化进程，完善资源环境价格机制，实现将生态环境成本纳入经济运行成本。李克强总理也强调要健全多元环保投入机制，加快制定有利于推动绿色发展的价格政策。为贯彻落实好党中央、国务院决策部署，我们迅速行动，在深入调查研究和广泛听取各方面意见的基础上，制定了这个《意见》。

岳修虎：

第二，《意见》提出的政策措施，既是对现有绿色价格政策的补充完善，更是对相关领域价格机制的改革创新。

近年来，我委在运用价格手段促进绿色发展方面开展了大量工作，受到社会各方面好评。比如

环保电价政策、工商业差别化用水用电价格政策、居民阶梯价格制度、北方地区清洁供暖价格政策、可再生能源发电价格政策、农业水价综合改革等等，指导各地完善水资源费、污水处理费、垃圾处理费政策，在减少污染排放、保护生态环境、节约能源资源、促进能源结构和产业结构调整等方面发挥了积极作用。

这次在文件起草中，我们一方面，根据形势的变化和发展的需要，对在实践中证明有效的措施进行了补充和完善，吸收到《意见》之中；另一方面，针对加强生态环境保护、推动绿色发展的新形势新要求，在总结各地探索创新的基础上，又提出了一些新的政策措施。《意见》提出的措施中，一半以上都属于政策创新。比如，建立企业污水排放差别化收费机制、完善城镇生活垃圾分类和减量化激励机制，以及推动环保产业发展的电价支持政策等等。

岳修虎：

第三，《意见》明确了深化资源环境价格改革的方向、原则和主要措施。

与打好污染防治攻坚战的需要和人民日益增长的优美生态环境需要相比，资源环境价格机制还存在一些问题。比如，资源环境价格还不能充分体现资源稀缺程度、生态价值和环境损害成本，有利于资源节约和生态环境保护的激励与约束相结合的价格机制还不健全等。为此，《意见》明确提出，要加快建立健全能够充分反映市场供求和资源稀缺程度、体现生态价值和环境损害成本的资源环境价格机制，完善有利于促进绿色发展的价格政策，将生态环境成本纳入经济运行成本，撬动更多社会资本进入生态环境保护领域，促进资源节约、生态环境保护 and 污染防治，推动形成绿色发展空间格局、产业结构、生产方式和生活方式。这是推动资源环境价格机制改革的基本取向，其中，将生态环境成本纳入经济运行成本是其核心要义。

同时，《意见》明确了创新和完善促进绿色发展价格机制应坚持的基本原则。一是坚持问题导向。

《意见》很多措施都是针对城市黑臭水体治理、农业农村污染治理、大气污染治理等生态环境领域突出问题，聚焦助力打好污染防治攻坚战。二是坚持污染者付费。就是要通过完善资源环境价格机制，实现生态环境成本内部化，让污染者、使用者付出应付的成本，让保护者、节约者得到合理的收益。三是坚持激励约束并重。通过价格机制调节利益分配，符合绿色发展要求的就有激励、违背绿色发展要求的就受约束，进一步激发全社会节约能源资源、保护生态环境的内生动力。四是坚持因地制宜施策。大家都知道，全国各地的实际差别比较大，在坚持国家提出的方向和原则的前提下，鼓励和支持地方结合本地实际制定相关政策。促进绿色发展的价格政策涉及面很广，《意见》主要从完善污水处理收费政策、健全固体废物处理收费机制、建立有利于节约用水的价格机制、健全促进节能环保的电价机制等4个方面提出了16条措施。

岳修虎：

下一步，我委将深入贯彻落实习近平生态文明思想，按照全国生态环境保护大会部署，以落实《意见》为重要抓手，督促各地加快完善有利于绿色发展的价格政策方面，努力为促进绿色发展、推进生态文明建设作出新的贡献。

记者朋友提问。

中央电视台记者：

您的发布中提到关于绿色发展已经有了好的做法、好的例子，能不能在这方面多介绍一下？

岳修虎：

谢谢你的提问。我围绕大家比较关心的大气污染治理和节水给大家举几个例子。

第一，用价格政策来促进绿色清洁发展的经典案例。就是燃煤发电机组的环保电价政策。大家都知道，我国的发电量当中有70%是燃煤发电，降低燃煤机组的二氧化硫、氮氧化物和烟粉尘等污染物排放，是促进空气质量改善的重要途径。2004年以来，我委先后出台了支持脱硫脱硝除尘、超低排放改造等环保电价政策。具体来说就是对实施脱硫脱硝除尘改造机组电价，每度电加价2.7分。对实施超低排放改造的新机组加了5厘钱，老机组加了1分钱。这个政策有力的支持了燃煤机组的改造。据环保部门统计，燃煤机组的超低排放和节能改造带来了非常好的效果，在全国主要污染物

中二氧化硫、氮氧化物和烟粉尘的排放总量分别降低了 22%、25%和 11%。二氧化硫的排放从 2005 年的每度电 6.36 克降低到 0.39 克，氮氧化物的排放从 2005 年的每度电 3.62 克/度，下降到 0.36 克/度，这个幅度非常大，所以政策效果十分显著，各方面非常认可。

第二，北方地区清洁供暖价格政策，这个政策是从去年开始实施的。大家都知道散煤取暖是造成雾霾天气的重要因素之一，去年制定政策的时候按照企业可持续、居民可承受的原则，打出了政策组合拳，包括上网侧峰谷电价的政策，也包括输配电价改革，还包括可再生能源的直接交易，还包括“煤改气”、“煤改电”的价格政策，还有供热的价格政策，实际上是为了降低北方地区清洁取暖的成本，帮助广大居民特别是农村居民用更低的成本实现了清洁的取暖，有力的支撑了北方地区清洁取暖改造。比如“煤改电”方面，各地普遍设置了一个 1 万度优惠电量额度，这 1 万度用于整个采暖季的取暖。每度电 0.35 元，不执行阶梯电价政策，和现在实行的阶梯电价一档电价比，1 万度电可以节约 2 千块钱。

第三个例子，推动农业水价综合改革，大家可能对这件事情比较熟悉，因为已经推行了好几年。农业用水占我国总用水量的 60%以上，农业的灌溉用水有效利用系数是 0.542，相比发达国家 0.7、0.8 的水平还有很大的差距。我国的农业用水节水空间还是很大的。按照国务院的决策部署，我们会同有关部门在指导地方推动农业水价综合改革，主要综合运用工程的配套、管理的创新、价格的调整、财政的奖补、结构的优化等一系列措施推进工作。从实践效果看，改革区域每亩节水 110 立方米，灌溉的周期缩短了 20%，也就是说效果还是非常明显的。目前，此项工作已经在全国推开，到去年年底全国已经有 5200 万亩实施这项改革。

每日经济新闻记者：

污水处理是大家关注的话题，现在很多城市都在推进污水处理的提标改造，污水处理也在向农村、乡镇进行推广，《意见》在支持污水处理方面有哪些政策？

牛育斌：

城镇污水处理费是按照污染者付费的原则，由排水单位和个人缴纳的专项用于城镇污水处理设施建设、运行和污泥处置的费用。应当讲，近年来我国的污水处理行业发展是比较快的。总体上看，现在城市已经全面建立起污水处理收费制度，而且绝大多数城市的污水处理收费标准已经基本能够覆盖污水处理和污泥处置的成本。但确实也存在着一些问题：

一是随着环保标准的提高，各地都在提高环保的标准，企业污水处理的成本在上升，污水处理费难以满足更高标准的需求。

二是乡镇、农村污水处理设施建设还相对滞后，污水处理收集率不高，污水处理的收费制度没有全面建立，不利于农村人居环境的治理。

三是按照现行的政策，同一地区不同企业排放的污水中污染物的浓度不同，但是执行的是同样的收费政策、收费标准。这样第一个是不利于促进企业在排污前进行污水预处理，第二个是不利于公平竞争。这就需要进一步完善污水处理收费政策。针对上述问题，《意见》坚持问题导向，提出以下五个方面的政策举措：

一是建立城镇污水处理费的动态调整机制。综合考虑绝大多数地区的实际情况，明确了制定污水处理费标准的原则是补偿污水处理和污泥处置设施运行成本，并合理盈利。但是不包含污水收集和输送管网的运营成本，清晰的界定了价格和财政对成本的分担机制。明确了建立定期评估和动态调整机制，保障污水处理企业正常的运营和良性发展。明确了具体时限要求，要求到 2020 年底前城市污水处理费标准与污水处理服务费标准大体相当。

二是建立企业污水排放差别化收费机制。针对企业污水排放浓度不同但执行同样收费标准的情况，我们推广了一些地方的做法，鼓励地方根据企业排放污水中主要污染物的种类、浓度、环保信用评级等情况进行差别化收费政策。就是实行高污染、高收费，低污染、低收费，促进企业能够进行预处理，从源头上减少污染物排放。有一个明确要求，工业园区要率先推行这一政策。

三是建立与污水处理标准相协调的收费机制。随着环保形势的严峻，各地陆续出台了更严格的

环保标准，这次《意见》明确污水处理排放标准已经提高到国家一级 A 排放标准，或者有些地方实行了更严格的地方标准，支持这些地区相应提高污水处理费标准。并且强调，长江经济带沿线的有关省份，水源地保护区、地下水易受污染地区、水污染严重地区和敏感特别，特别是劣 V 类水体以及城市黑臭水体的污染源所在地，要提出更严的要求、更高的标准。

四是探索建立污水处理农户付费制度。在已经建成污水集中处理设施的农村地区，要探索建立农户付费制度，重在强化农民环保的意识，助力农村人居环境的改善和治理。

五是健全城镇污水处理服务费市场化形成机制。刚才讲到污水处理费，现在又有污水处理服务费，现在污水处理费用实行收支两条线，排水单位和个人缴纳污水处理费，全额上交财政，财政再通过政府购买服务的方式给污水处理企业支付污水处理服务费。推动各地通过招投标等公开的市场竞争方式，形成公开、透明、合理的污水处理服务费标准，鼓励城乡不同区域、不同规模、不同盈利水平的污水处理项目打包招投标，通过抽肥补瘦的方式，促进城市、建制镇和农村污水处理均衡发展，破解当前城市项目打破头、农村项目少人问津的困局。

上述措施一方面通过市场化的方法形成污水处理服务费标准;另一方面，加快构建覆盖污水处理和污泥处置成本并合理盈利的价格机制，逐步实现城镇污水处理费覆盖服务费，从而形成能够支撑污水处理行业持续健康发展的价格形成机制。

中国经济导报记者:

接着刚才的提问问一下，刚才说到的五项措施第二条是建立企业污水排放差别化收费机制，提到了高污染、高收费，低污染、低收费，想请您介绍一下具体的差别化收费机制。另外如何设置差别化收费机制，能够通过价格杠杆来促进企业的污水减排，谢谢。

牛育斌:

对工业企业排放的污水实行差别化政策，应该讲是在总结各地经验的基础上形成并进一步完善的。主要针对的就是工业企业的污水排放精准施策，实行高污染、高收费，低污染、低收费，关键是要促进企业污水排放的预处理，从源头上减少污染物排放。具体来说，鼓励地方根据企业排放污水中的主要污染物的种类，比如污染物排放可能有 COD(化学需氧量)、总磷、氨氮等一些指标，根据污染物的种类和浓度，或环保信用评级，分类分档的制定不同的收费标准。《意见》要求各地可以因地制宜，这没有统一的要求，各地可以结合当地实际情况，因地制宜设定哪一类污染源，设定不同的标准，实行不同的分类政策。有条件的地区也可以探索，多个污染物因子共同施策的加价标准。

对企业污水排放实行差别化政策，我前面讲了，有些地方已经做了有益探索，有利于促进企业污水预处理和污染物减排，有利于改善污水处理水质，关键还能促进中水的利用。浙江嘉兴在 2003 年开始在这方面做了有益的探索和尝试，以嘉兴的例子和取得的成效给大家介绍。嘉兴为破解经济社会发展导致水环境遭到破坏的困境，2003 年下半年开始，先对 COD 进行了差别化收费政策。2012 年 10 月份开始又选择了 PH 值、悬浮物、总磷、氨氮四个污染物的因子进行了差别化政策。政策实施以来，取得了比较好的成效。

一是工业企业向管网排放的污水浓度明显下降。实行 COD 分档收费之后，工业企业排放污水的 COD 含量由最高时每升水 900 毫克降到 2008 年的 400 毫克，并稳定在这一水平。实行总磷分档的加价政策之后，2015 年污水处理厂的进水总磷浓度比 2014 年下降将近 20%，而且呈现逐年下降态势。

二是促进企业转型升级和绿色发展。这项政策实施以后，倒逼企业加大环保的投入力度，实现达标排放，推动落后产能的淘汰和企业转型升级。嘉兴原来有一家比较有名的农药厂，农业企业当年肯定是不达标排放的。实施了这项政策之后，倒逼企业进行整改，目前全面实现了清洁生产、达标排放。

三是污水处理的水质改善明显。这项政策实施以后，嘉兴污水处理后的水质完全达到国家标准，对当地水环境改善和水污染的治理起到明显作用。污水处理后的水质改善，有力的促进了中水的利用，水质达标了，可以提高中水的利用率，而且提高了整个水资源的利用效率。

四是污水处理企业正常运营得到保障。从2012年10月份这项政策实施以来,嘉兴累计收费5200多万元,有效的补偿了污水处理工程建设和污水处理企业的正常运营成本,保证了这项事业有资金的保障。

封面新闻记者:

最近经常看到有关垃圾围城的报道,大家也对固体废物处理收费政策比较关心,想请问新出台的政策在这方面有哪些亮点或者创新?

周伴学:

近年来国家发改委及相关部门制定了以城市垃圾处理、危险废物处理为重点的固体废物处理收费政策,各地积极推行,取得了较好的工作成效。在总结现有工作经验基础上,针对固体废物处理的新形势和新任务,《意见》进一步明确全国建立健全覆盖成本并合理盈利的固体废物处理收费机制,加快建立激励约束收费机制,促进垃圾分类和减量化、资源化、无害化处理,完善危险废物处置收费政策。主要有两个创新点,也就是你说的亮点:

一是为落实党中央、国务院关于推行垃圾分类制度的决策部署,《意见》提出了完善城镇生活垃圾分类和减量化激励收费机制。积极推进城镇生活垃圾处理收费方式改革,对配套设施完备、已经具备条件的用户,推行垃圾计量收费,并实行分类垃圾与混合垃圾差别化收费等政策。具体来说,就是对分类投放垃圾的,可以适当实行低一些的收费标准,对不分类投放垃圾的,实行高一些的收费标准。这样的收费制度设计,对推进垃圾分类,促进资源节约、环境保护、改善人民群众生活环境具有积极的意义。同时鼓励地方引入竞争机制,通过招投标方式,择优选择有资质的企业承担垃圾收集、运输和处理工作,鼓励探索市场化运营方式,降低垃圾处理成本,提高服务质量。

二是完善危险废物处置收费政策。危险废物是指具有腐蚀性、毒性、易燃性或者感染性等危险特征的废物,通常包括医疗危险废物、工业危险废物和社会源危险废物等。危险废物处置事关重大,处置不当可能对环境或者人体健康造成有害影响。因此,《意见》明确提出,按照补偿危险废物收集、运输、贮存和处置各环节成本并合理盈利的原则,制定和调整危险废物处置收费标准,提高危险废物处置能力。其中,对医疗废物可以按照定额收费和定量收费方式分别制定收费标准,具体的收费方式由医疗废物处置单位和医疗机构协商确定。这样一方面可以推动医疗废物应收尽收,避免医疗废物混入普通垃圾,扩大污染;另一方面,避免普通垃圾混入医疗废物,浪费医疗废物的处置资源。对于工业危险废物和社会源危险废物,还特别强调要加强处置成本调查,主动适应形势变化,合理确定并动态调整收费标准,推动危险废物的妥善处置。谢谢。

人民日报记者:

绿色发展大家都支持,但是这次《意见》涉及的水费、电费、垃圾费、污水费都和生活相关,在统筹兼顾绿色发展和民生保障之间,《意见》怎么做安排?

岳修虎:

我谈谈对这个问题的认识。习近平总书记讲过一句话,“良好生态环境是最普惠的民生福祉,发展经济是为了民生,保护生态环境同样也是为了民生”。我理解这有两个方面,一是我们要认识到保护生态环境、推动绿色发展,尤其是文件当中提到要把生态环境的成本纳入经济运行的成本,这必然需要付出一定成本和费用。但是我们不能只算经济账,还得算生态账,算综合账和长远账。也就是说推动绿色发展,保护生态环境,不仅是满足当代人更高生活质量的需要,也是子孙后代永续发展的需要。保护良好的环境,既是大家的一种期盼,同时也是大家的责任。

二是价格政策非常敏感,关系到千家万户,涉及到城乡居民切身利益。在价格政策制定和价格改革过程中,不影响民生,充分的考虑社会的承受能力,特别是要切实保障低收入群体的生活不受影响,是我们坚持的一条原则。这次《意见》当中提出了很多措施,在政策设计上我们强调的是排放污染者付出应付的成本,同步做出特殊政策安排,保障低收入群体生活不受影响。

具体一点讲,在政策当中明确提出要处理好促进绿色发展和保障群众生活的关系,要求各地的价格主管部门在推进改革中把握好两个问题,第一个问题是充分考虑社会承受能力,在政策出台时

把握好改革的时机、力度和节奏，充分考虑当地的资源环境状况、经济发展和城乡居民的收入水平，要进行非常详细的测算，要充分的估量评价政策措施对居民生活可能的影响。第二个问题是采取切实有效的措施，保障低收入群体的生活。主要是完善和执行好社会救助和保障标准与物价上涨挂钩的联动机制，及时启动、发放补贴，并且配套采取其他的有效措施，切实兜住民生底线。同时《意见》提出做好政策宣传解读，最大限度凝聚社会共识，强化全社会节约资源，保护环境和促进绿色发展的共同责任，保障价格政策的平稳出台，为改革营造良好氛围。谢谢。

央广记者：

我国水资源非常短缺，之前出台的阶梯水价一定程度上培育了大家节水意识。这次出台新的政策，不知道在节水方面有哪些创新的举措？

周伴学：

节水非常重要，水资源也非常宝贵，大家知道，以色列利用冷凝技术，耗费一定的能源将空气中的水分转化成液态水。我还看到一个报道，日本设计一种产品，把蓄水池搁在水箱上，洗过脸、洗过手、刷过牙的水，可以循环利用冲马桶。这些很小的方面都很有必要，现在一方面需要调整政策体系，另一方面是形成全民节水的意识。

如你所说，我国是一个水资源严重短缺的国家，人均水资源量只有 2100 立方米，仅为世界平均水平的 28%，就是三分之一不到。1998 年以来，国家相关部门陆续印发了《城市供水价格管理办法》、《水利工程供水价格管理办法》、《关于加快建立完善城镇居民用水阶梯价格制度的指导意见》等一系列规章、规范性文件，督促指导各地积极推进水资源价格改革。2016 年国务院办公厅印发了《关于推进农业水价综合改革的意见》，这些改革措施出台后，对保障城镇供水和农业用水、树立全民的节水意识、提高用水效率，都发挥了积极作用。

但是也必须看到，当前城镇供水价格和农业用水价格总体依然偏低，且调整周期长，价格与成本普遍倒挂，多用水、多付费的累进价格机制尚未全面建立，既不利于城镇供水行业健康发展和农田水利工程的良性运行，也难以调动用户节水积极性。此外，促进再生水利用，有利于水资源优化配置的价格机制尚不健全。针对这些问题，《意见》提出了四项政策措施：

一是深入推进农业水价综合改革，明确 2020 年底前北京、上海、江苏、浙江等省份，农田水利工程设施完善的缺水和地下水超采地区，以及新增高效节水灌溉项目区、国家现代农业产业园要率先完成改革任务。

二是完善城镇供水价格形成机制，建立动态调价机制。明确居民非居民和特种行业用水调价的原则和目标，强调逐步将居民用水价格调整至不低于成本水平，非居民用水价格调整至补偿成本并合理盈利水平。进一步拉大特种用水与非居民用水的价差，缺水地区二者比价原则上不低于 3：1。激励提升供水质量，促进节约用水。

三是全面推行城镇非居民用水超定额累进加价制度。对标先进企业，科学制定用水定额，并动态调整。特别是提出对“两高一剩”（高能耗、高污染、产能过剩）行业实行更高的价格标准，加快淘汰落后产能，促进产业结构转型升级。

四是建立有利于再生水利用的价格政策，促进再生水利用。

通过上述措施，建立健全补偿成本、合理盈利、激励提升供水质量，促进节约用水的价格形成和动态调整机制，保证供水工程和设施良性运行，促进节水减排和水资源可持续利用。谢谢。

光明网记者：

农业是用水大户，但是农业的用水效率一直不高，如何通过价格机制来提高农业用水效率？谢谢。

牛育斌：

刚才岳司长在前面回答问题的时候已经提到，农业用水占全国用水总量的 60% 以上，确实是用水大户，也是节水的潜力所在。大家都知道，因为受农民承受能力的制约，我国农业用水价格长期偏低，远远低于供水成本。党中央、国务院对农业节水和农业水价综合改革高度重视，在总结试点经验基础上，2016 年初国务院办公厅印发了《关于推进农业水价综合改革的意见》，就是我们通常说

的 2 号文件，明确了农业水价综合改革的总体要求、任务举措和保障措施，要求用十年左右的时间建立健全合理反映供水成本、有利于节水和农田水利体制机制创新与投融资体制相适应的农业水价形成机制。

这次绿色发展的文件，在总结近年来各地贯彻落实 2 号文件工作实践的基础上，提出了进一步加大农业水价综合改革力度的具体举措：

一是要求农业综合水价改革试点地区将农业水价一步或者分步提高到运行维护成本水平，有条件的地区提高到完全成本水平。同时，全面推行超定额用水累进加价制度，并且要求各地同步建立精准补贴和节水奖励机制。

二是每年国家在农田水利设施、节水设施建设上投入大量的资金，这次《意见》明确要求完成农业节水改造的地区，要充分利用节水腾出的空间，提高农业水价。一方面可以促进水资源节约，另一方面不会增加农民的负担。

三是明确提出要率先完成改革任务重点地区，要求 2020 年底前北京、上海、江苏、浙江这些省份，以及农田水利工程设施完善的缺水和地下水超采地区，还有新增的高效节水灌溉项目区、国家现代农业产业园，要率先完成农业水价综合改革的任务，以点带面，形成成熟的经验，带动全国的农业水价综合改革。

中国环境报记者：

我国各地的资源禀赋条件和经济发展水平有很大的差异，污染防治的任务包括绿色发展的任务也有不同，面对这些差异和不同，《意见》对各地有什么不同的要求？谢谢。

周伴学：

正如你所说，我国幅员辽阔，各地差异很大。这次出台《意见》，整个政策制定的一个原则就是要强调各地因地制宜、创新探索，允许各地区探索新的做法。《意见》只是制定原则性的办法，具体的政策很多都是由各地自己制定和实施的。

《意见》主要涉及污水处理、垃圾处理、节约用水、节能环保等 4 个领域的价格或收费政策，很多媒体朋友都知道，这些领域的价格管理事权大部分在地方价格主管部门，我们在制定《意见》过程中多次深入各地开展调查研究，并与地方价格主管部门座谈会，广泛听取各地的意见和建议。因此，《意见》把重点放在明确改革方向、建立和完善机制上。具体的政策措施则由各地根据《意见》确定的原则方向和总体要求，结合本地实际来制定，为地方探索创新预留了足够空间。比如在污水处理费标准方面，《意见》鼓励各地因地制宜，根据企业排放污水中的主要污染物的种类、浓度等因素，分类制定差别化的收费标准。支持各地根据污水处理标准的提高，相应提高污水处理费的标准。

《意见》还提出，鼓励各地探索建立基于单位产值能耗、污染物排放的差别电价政策，这些都对地方进行了授权。《意见》还提出，鼓励各地制定促进垃圾协同处理的综合性配套政策，支持水泥有机肥等企业参与垃圾资源化利用。

我们在调研时发现，垃圾处理和资源化利用的技术手段多种多样，需要根据本地的具体情况来选择，鼓励企业参与就需要配套的政策手段。比如，垃圾焚烧发电电价支持政策，对垃圾焚烧发电的推广就起到了很好的促进作用。为了引导其他行业的企业参与垃圾资源化利用，也需要建立起配套支持政策，运用好价格等政策支持相关垃圾资源化利用项目。

在制定《意见》时我们也深刻体会到，一个文件很难把促进绿色发展的价格政策写全，特别是目前还有很多绿色价格政策处于探索阶段。所以《意见》专门强调鼓励各地积极探索生态产品价格形成机制，碳排放权交易、可再生能源强制配额和绿证交易制度等绿色价格政策。

总之，《意见》充分考虑了各地的资源禀赋条件、污染防治形势、产业结构特点以及社会承受能力等因素，不搞“一刀切”。各地可以因地制宜，从实际出发制定出台具有本地特色的绿色发展价格政策，引导全社会节约资源，保护生态环境，做好绿色发展的大文章。谢谢。

中电传媒记者：

刚才岳司长向我们介绍了通过电价机制、电价杠杆促进绿色发展已经取得了成功经验，鉴于电

价的确是很多企业最为敏感的生产要素之一，未来电价政策将如何促进绿色发展?谢谢。

岳修虎:

正如你所说，电费是企业生产经营里的重要组成部分，所以电价对促进企业技术升级、资源配置是一个非常有效的杠杆。在这次《意见》中又创新完善一些政策，涉及到电价的有 3 条措施，这 3 条措施总的目的是让高耗能、高污染的企业付出更高的成本，对绿色环保的企业降价，这样电价的一升一降就形成了激励和约束机制，就可以促进他们节约用能，提高能效，也包括支持环保行业本身的发展，发挥它的作用。具体包括三个方面：

一是对高耗能行业，实行更严格的差别化电价政策。大家都知道，近几年国家发改委对铁合金、电石、烧碱等七个高耗能行业实行差别电价，对限制类、淘汰类的企业用电实行加价，对电解铝、水泥、钢铁三个行业实行阶梯电价，能耗越高、电价越高。从这些政策的实施效果来看，对促进行业技术进步和清洁发展发挥了比较积极的作用。比如水泥行业，在阶梯电价政策实施之前，有 20% 左右的产能，相关的生产线能耗标准达不到国家标准，实行这项政策之后，有关部门统计达不到要求的生产线一半淘汰了，另外一半通过改造升级达到了国家标准，效果非常明显。为进一步鼓励节约能源资源，促进企业技术进步和绿色发展、清洁化改造，我们在各地调研的基础上，《意见》授权地方在落实现有政策的基础上，根据自身的需要，可以扩大差别电价和阶梯电价的行业范围，因为各地的产业结构不一样，究竟什么产业对污染影响大、减排压力大，就可以自己选择这样的行业实行这样的政策。另外，可以提高加价标准，在过去的政策中国家根据不同行业有一个加价水平，现在授权地方可以根据实际需要自己来设定加价标准。这样就会让资源的浪费，包括高污染的排放行为付出更高的成本。那些主动节约、积极减排的行为，可以收到更多的收益。这样把节约能源资源和减排变成企业自觉的行为。

二是加大峰谷电价的实施力度。峰谷电价就是根据每天需求量的变化，分成了高峰、平段和低谷三个时段，不同时段用电价格不一样，也就是说高峰时段的电价高一些，低谷时段就会低一些。这个政策实施之后，也引导了用户更多的错峰用电，更多的时候使用低谷时候的低价电，减少高峰时段的高价电。对于提高电力资源的利用效率发挥了积极作用。这次《意见》中也进一步加大了峰谷电价政策执行力度，让地方结合自己的实际，可以扩大峰谷电价政策的执行范围。另一方面，可以自己确定和动态调整时段，究竟什么时候是峰，什么时候是谷，可以由各地根据自身情况来确定。而且还可以允许他们拉大高峰和低谷时段电价的价差，这样政策执行力度会进一步的加大。峰谷电价的政策给储能行业 and 产业的发展创造了条件，储能企业可以通过买低谷时的低价电，出售高价电，这样就可以实现盈利，实现良性发展。储能行业的发展不仅仅是涉及到几个企业的事情，实际上对提高整个电网系统运行效率、降低电力系统的运行成本，都具有非常重要的意义。

三是提出一些新措施和补充。降低用电成本，支持环保产业发展，也就是说我们对环保产业这些企业本身用电降低费用。目前，污水处理和港口岸电运营、海水淡化执行大工业两部制电价，现在平

均价格 0.65 元/度左右，其中容量电费折合有 9 分钱。为了支持这类企业发展，降低他们用能成本，我们提出来 2025 年底前免收相关企业的容量电费，降低这些企业的用电成本 14% 左右，也是不小的力度。

另外一个补充，2014 年的时候我委出台过支持新能源汽车发展的价格政策，也就是对集中式充换电设施的用电免收容量电费。为了进一步支持新能源汽车的推广应用，《意见》把这项政策延长到 2025 年。总体来看，在利用电价这个杠杆来促进能源节约、促进环保产业发展方面提出了不少政策措施。谢谢。

国家发改委 2018-07-02

## 2024 年全球储能市场规模将达 2960 亿美元

根据锡安市场研究(Zion Market Research)公司的一份最新的调查报告, 2017 年全球储能系统市场收入约为 1943 亿美元, 预计到 2024 年底将产生约 2960 亿美元的收入, 2018 年到 2024 年的复合年增长率约为 6.2%。

调查发现在预测期内, 预计不断增长的能源需求和对能源管理的关注将增加储能系统的应用。此外, 可持续能源发展的广泛开发活动将进一步推动储能行业的增长。

锡安公司的这项新研究包括储能系统市场的驱动因素和限制因素, 以及它们对预测期内需求的影响。

由于季节变化需求的变化, 储能系统是电力系统管理中必不可少的一部分。人们越来越担心能源节约以及从化石燃料向替代能源的转变, 预计在预测期内会增加对先进储能系统的需求。

此外, 储能系统对于电力、化学和热能是必不可少的。这些系统包括高效率和高容量、低自放电、越来越多的充放电循环、高性能、低成本, 以及不断提高的采用率。

2017 年, 北美地区储能系统贡献了巨大的收入份额。美国是全球安装太阳能发电和储能项目的主要国家。根据加利福尼亚州的自我激励计划 (SGIP), 2014 年大约有 1118 个储能项目处于开发阶段。包括太阳能光伏和风能在内的可再生能源技术预计将在美国、中国、日本、印度、德国、意大利等发达国家和发展中国家实现高速增长。预计这些因素将推动储能系统市场在预测期内的增长。

欧洲储能系统市场在 2017 年占据了可观的收入份额。其增长的原因是可再生能源的比例增加, 这导致更加灵活的选择, 以补偿通过风力涡轮机或光伏发电厂发电的波动。欧洲电力交易所现货市场 (EPEX SPOT) 是由德国、法国、奥地利、瑞士等国家构成的市场。

预计亚太地区将在预测期内实现最高增长率。其增长归因于能源需求增加, 预计未来几年将对储能市场产生积极影响。在中国, 能源行业的改革和创新预计将推动储能系统市场的增长。中国可再生能源产业协会、中国化学与物理电源行业协会储能应用分会等组织将在预测期内促进行业更快地增长。

全球储能系统市场报告基于技术分为压缩空气、抽水蓄能、锂离子电池、钠硫电池、镍镉电池、铅酸电池、氧化还原液流, 以及飞轮储能等。抽水蓄能和铅酸蓄电池是现代技术, 可以明确规定。此外, 能源需求上升的工厂的灵活运营预计将推动未来几年的细分市场增长。

最终用户部分包括非住宅储能、公用事业储能和住宅储能。2017 年, 住宅储能市场份额占据了显著的收入份额。预计在住宅建筑中对可再生能源一体化和电池储能系统 (BESS) 使用的需求不断增加, 预计将在预测期内增加对技术和驱动部门增长的需求。

中国储能网 2018-07-09

## PG&E 公司计划部署规模最大的电池储能系统取代天然气发电厂

PG&E 公司与特斯拉和 Vistra 公司合作部署大型电池储能系统, 以代替现有的天然气发电厂提高供电可靠性。

加利福尼亚州公用事业部门 PG&E 公司希望证明大型电池储能可以取代天然气发电厂, 并节省纳税人的资金。

该公司向当地监管机构申请批准建设四个储能工厂, 为南湾(SouthBay)/莫斯兰丁(MossLanding)区域提供电能。这个请求包括建设有史以来两个最大的电池储能系统: Vistra 能源公司的 300 兆瓦/1200 兆瓦时储能项目和特斯拉公司的 182.5 兆瓦/730 兆瓦时储能项目。

除了打破储能系统容量的记录之外, 这两个项目建成之后将会对加利福尼亚州努力使电网脱碳的关键问题进行测试。而目前容量最大的储能系统是特斯拉公司在澳大利亚安装部署的 100 兆瓦储能系统。

当天然气发电厂商 Calpine 公司寻求建设三个天然气发电厂来保证电网的可靠性时，加利福尼亚州公用事业委员会于今年 1 月否决了这一要求，并要求 PG&E 公司开发部署储能替代品。加利福尼亚州公用事业委员会的分析得出的结论是，采用电池储能系统对于纳税人来说比在经济上受到挑战的现有的天然气发电厂要好得多。

有人认为这一建议是一种高科技和低碳未来的预兆，也是对于电网可靠性的一种鲁莽赌博。因为只要天然气持续提供，天然气发电厂就可以持续运行，而电池储能系统则可能耗尽电量。

“如果某天需要备用电源长时间供电，而在 4 小时电池储能系统的电能释放之后，还需要供电 8 小时，那么加利福尼亚州公用事业委员可能重新考虑天然气发电厂的建设问题。”WoodMackenzie 美洲电力和可再生能源团队的研究主任 WadeSchauer 当时表示，“在此之前，这似乎是州立法机关和加利福尼亚州公用事业委员会所追求的目标。”

PG&E 公司对这些问题的回答似乎有些担忧。

Vistra 电池储能工厂的规模将是目前在美国 Fluence 公司 Alamitos 储能项目规模的三倍，将于 2020 年 12 月开通运营，运行 20 年。特斯拉公司的电池储能项目将于同一时期上线，运营 20 年。

Micronoc 公司的储能系统将于 2019 年 10 月开始运营，为期 10 年，Hummingbird 储能公司将建造一个 75 兆瓦/300 兆瓦时的系统，为期 15 年。合同从 2020 年 12 月开始。

PG&E 公司提交的文件揭示了相对于现有或新的天然气发电厂，电池储能系统将如何降低成本。规模效应有助于降低组件成本。特斯拉公司提供的电池储能系统将部署在 PG&E 公司在莫斯兰丁 (MossLanding) 变电站内。除了为公用事业公司提供电能之外，莫斯兰丁项目还将参与 CAISO 市场，为 CAISO 控制的电网提供能源、辅助服务和其他服务。”

Vistra 公司在给投资者的一份报告中回应了这些因素。该公司将电池储能系统安装在现有的天然气发电厂中来降低开发成本。

凭借与 PG&E 公司签定的 20 年合同，Vistra 公司可以使用电池储能系统在电力批发市场提供能源或辅助服务。

UPS 应用 2018-07-06

## 独立型储能电站在国内市场更具优势

独立型储能电站在国内市场更具优势

——访比亚迪股份有限公司电力科学研究院总工程师张子峰

日前，比亚迪股份有限公司(简称“比亚迪”)再次成功签约英国 1.8 万千瓦储能项目，比亚迪在海外市场的迅猛进军，对国内储能市场商业模式选择以及市场开拓提供了宝贵经验和借鉴。近日，中国电力报记者就海内外储能市场相关问题采访了比亚迪电力科学研究院总工程师张子峰。

中国电力报：比亚迪目前在海外已交付储能项目累计装机规模多大？分布在哪些国家和地区？

张子峰：目前比亚迪储能产品已经出口至美国、英国、德国、法国、日本、瑞士、意大利、加拿大、澳大利亚、土耳其、波兰、卡塔尔、南非等多个国家和地区。截至 2017 年底，比亚迪在全球已交付的储能项目规模已达到了 46.2 万千瓦/46.3 万千瓦时。

中国电力报：在您看来，国内储能市场和海外市场相比，市场成熟度是否存在差距？各有哪些发展的有利因素和不利因素？

张子峰：电储能技术在全球应用已经起步，从应用市场层面来看，欧美、澳洲、日本已经走在了前面，中国虽然是动力电池大国，但是电储能应用还是比较落后。电储能市场热度虽然在逐步提升，但是终究没有一个明确的盈利模式被行业认可。

目前国内电储能发展的不利因素主要有以下几方面。一是经济大环境影响。近几年国际国内经济形势的徘徊甚至下滑趋势，严重影响了可再生能源发展。二是电价政策不利。目前动力电池市场价格与几年前相比降了一半，可电储能项目增加并不多。由此可见，储能系统价格不是影响储能应

用的决定性因素。目前我国电价水平在全球来说比较低，绝大多数地区的峰谷差价都很小，这是影响储能发展的重要因素。

三是能源结构比例影响。我国发电装机以火电为主，新能源发电消纳不足。四是我国电力市场开放程度小。审视欧美诸多大型电池储能项目会发现，由于电力市场不断开放，在电力辅助服务方面造就了电储能的各种机会。五是储能专项扶持补贴政策未出台。近些年来，与储能相关的补贴政策迟迟没有落地，在国家态度不够明朗的情况下，大多数投资者都持观望态度。

中国电力报：比亚迪屡屡得手英国市场，这主要得益于什么原因？请您简要介绍下英国储能市场目前的状况？

张子峰：英国是继美国、德国、日本之后迅速崛起的又一新兴储能市场。英国电网侧储能当前已迎来了发展期，特别是配网侧。除了调频市场之外，英国政府计划 2018~2019 年开始渐渐推出 Capacity Mechanism（电力系统容量拍卖机制）市场，用来鼓励在欧盟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。未来 5~10 年，电网不稳定发电源逐渐增多，这在一定程度上也将刺激储能系统和可再生能源发电结合。

比亚迪从 2013 年就开始布局英国市场。营销方面，比亚迪通过与英国各大电力公司、英国多个政府部门、项目开发商的沟通游说，努力加强各方联系，随时把控政策和市场风向。研发方面，2016 年比亚迪大、中、小型功率等级的储能产品就顺利完成了进入英国市场所有需要具备的认证资质。包括系列模块化 PCS 英国分布式发电并网准则 G59 认证及系列模块化 PCS 英国低电压穿越认证等。

中国电力报：比亚迪国内储能业务情况怎样？如何看待国内市场？目前比较看好国内哪一应用领域？

张子峰：中国作为全球最大的电力应用市场，拥有很大的可再生能源发展空间，相信不久的将来，中国将会成为全球最大的电储能市场。比亚迪在国内市场也一直有布局，与电网公司合作了许多储能的示范项目，如南方电网全球首个兆瓦级储能电站（0.3 万千瓦/1.2 万千瓦时）。目前国内储能市场的爆发还需要一个明确盈利模式的出现，比亚迪在等待政策东风。

比亚迪将会重点关注我国新能源发电和电力辅助服务两大领域。目前我国的新能源发电装机容量占发电总装机的比例还很小，大概不到 7%。随着新能源发电装机比例的不断扩大，为了保障新能源发电的可靠并网和运行，一定会有大量的电池储能配套其中。

但是这种配套的形式不会是单一的光储结合或风储结合，大批独立运行的电池储能电站一定会大批出现。比起整合型储能电站，独立型储能电站更具优势，或者说更能发挥储能电站的价值。

首先，独立型储能电站的投资主体明确，产权清晰，易于接受社会资本。其次独立型储能电站可以作为电网的优质调度资源直接接受调度指令（类似于一个小型抽水蓄能电站），参与本地电网调峰调频动作。此外，独立型储能电站还有利于减轻新能源发电企业的负担，减少额外投资压力。

并且，独立型储能电站评估考核比较容易，易于政府补贴的落地实施。

邓恢平 中电新闻网 2018-07-06

## 浙江首个全电岛屿建设完成 包含储能系统实现削峰填谷

7 月 2 日，随着摘箬山岛微电网建设的完成，浙江全省首个海洋科技岛初步实现全电化建设。

全电岛屿建设是在建有生活设施的住人岛上，通过电气化改造，实现电力作为唯一能源。全电岛屿建设是今年电能替代重点工作项目，浙江舟山供电公司将在全市两县两区范围内各建设一个全电岛屿试点。

摘箬山岛位于定海环南街道，距中心城区 8 公里，面积 2.34 平方公里，居民 12 户。岛内建有摘箬山海洋实验基地，是浙江省首个海洋科技岛。摘箬山岛内电能均来自于潮汐能、风力和光伏发电，建有 60 千瓦水平轴海流能发电机组、风力发电机和光伏发电板，已实现多能源混合并网发电运行。“从理论上讲，如果风机、光伏和潮汐能发电达到最大功率，系统发电量每小时将高达 5000 千瓦时，

发电量可满足一万户居民使用”海洋实验基地相关负责人介绍，“岛内电网还备有储能系统，不仅能满足岛内使用，还能在用电高峰时释放能量，输送给舟山本岛，为电网提供削峰填谷的辅助服务。”

在摘箬山岛全电化建设中，舟山公司根据实验基地和岛上用户的配电容量，为 12 户居民编制了全电厨房改造方案，帮助岛内部分用户完成了全电厨房改造。摘箬山实验基地科研用电量较大，日常所需用电离不开发电设备供电，舟山公司组织技术人员不定期对基地内风电和潮汐能发电机组进行维护检查，并宣传合理用电安全知识，确保岛内的正常用电。摘箬山实验园区原来配有两辆柴油巡察车，在舟山公司的大力推动下，实验基地把柴油车换成了电动汽车，并在基地内安装了电动汽车充电桩，岛内实现了电动汽车的覆盖。

摘箬山岛全电化的建设，将摘箬山打造成为了一个海岛综合开发和保护的示范岛，为舟山公司推进全电岛屿建设积累了宝贵的经验，同时也为我国其他海岛开发保护提供了合理借鉴。

国网浙江省电力有限公司 2018-07-05

## 电力行业垃圾发电标准颁布实施

垃圾发电项目近年来发展势头迅猛，数量飞速增长，为促进垃圾发电项目的规范运营及安全生产，能源行业电力系统亟需建立科学、完善的垃圾发电运行评价体系以及危险源辨识及评价体系，以应对环保能源发展的新形势、新要求。作为电力行业标准管理归口单位，中国电力企业联合会提出并组织编制了体现垃圾发电特性的首批两项电力行业标准《垃圾发电厂运行指标评价规范》(DL/T1842-2018)、《垃圾发电厂危险源辨识及评价规范》(DL/T1843-2018)，日前已由国家能源局批准，于 2018 年 7 月 1 日起正式实施。

《垃圾发电厂运行指标评价规范》由中国电力发展促进会、光大环保(中国)有限公司、上海环境集团有限公司、中国环境保护集团有限公司、中国五洲工程设计集团有限公司、首钢环境产业有限公司、中国恩菲工程技术有限公司、中国锦江环境控股有限公司等单位起草。该标准规定了垃圾发电厂运行评价的原则和方法，并从安全生产、环境保护、运行管理三方面给出了具体评价指标和评价标准。评价指标的选取不仅包含了垃圾焚烧前处理、热能到电能的转化、电力的可靠性、管理效率、能效指标、经济指标等，同时重点涵盖了社会各界最关心的垃圾发电厂安全、环保和社会责任等相关指标。该标准能够为垃圾发电厂自身的运营、政府部门的监管、重要相关方的经济权责往来以及行业管理服务机构的评价提供依据。

《垃圾发电厂危险源辨识及评价规范》由中国电力发展促进会、中国环境保护集团有限公司、中国五洲工程设计集团有限公司、光大环保(中国)有限公司、上海环境集团有限公司、首钢环境产业有限公司、中国恩菲工程技术有限公司等单位起草。该标准规定了垃圾发电厂各项危险源及其控制措施、危险源评价方法及监控要求。该标准能够为垃圾发电厂危险源辨识、评价、控制以及风险应急机制的建立提供指导，可有效地规范运行操作、排查事故隐患、提升企业安全管理能力，同时也可以作为企业安全自评价及行业监管部门和相关服务机构进行安全评价的依据。

此两项标准的颁布实施填补了能源电力行业对垃圾发电运行评价和安全生产方面标准的空白，是垃圾发电标准化工作的重要里程碑，也体现了能源主管部门对垃圾发电的支持和重视。电力行业标准化工作已有 30 年的发展历史，建立了完善的管理体系并取得了丰硕的成果。2016 年中电联垃圾发电标委会的成立，标志着将垃圾发电标准纳入到能源、电力标准管理体系中，必将使之得到更加快速高效的提升。目前，除已颁布实施的两项标准外，垃圾发电标委会还有《垃圾发电厂监控系统技术规范》、《垃圾发电厂烟气净化系统技术规范》、《垃圾发电厂启动验收规程》等 11 项行业标准在编或待批准颁布。

中国环联 2018-07-11

## 垃圾发电存在的问题及对策研究

摘要：在现在社会的发展中，城市生活垃圾处理问题成为了人们关注的热点，如果不能有效解决这个问题，不但会占用大量的土地，造成地下水污染，还会影响空气的质量，传播疾病，对人们的身体健康造成一定的威胁。因此，应将垃圾运用到发电事业中，这样一来，不仅能够合理处理生活垃圾，还可以提高其利用效率。但是，在垃圾发电的过程中，必须采取相关的策略解决其中存在的问题。基于此，本文主要阐述了垃圾发电的发展情况、垃圾发电存在的主要问题、加强垃圾发电效率的策略，以供参考。

### 一、垃圾发电的发展情况

国内第一个垃圾焚烧发电厂在 1987 年投入运行，垃圾焚烧发电在“九五”期间得到一些城市特别是南方大中城市的重视，从 2013 年到 2016 年有二十多个日处理量在 900 吨以上的焚烧装置建成。垃圾焚烧发电得到了政府的大力支持，由于其社会效益和经济效益日趋明显，因此一些经济发达的城市在推广垃圾焚烧发电技术方面作了大量的工作。据专家预计，到 2020 年中国将新增垃圾发电装机容量 330 万千瓦左右，按每千瓦 4500 元的设备造价计算，中国垃圾发电市场容量为约 149 亿元人民币。

### 二、垃圾发电存在的主要问题

#### 2.1 垃圾焚烧技术不够成熟

在应用垃圾焚烧技术方面，我国起步比较晚，现在还处于起步的阶段，而很多发达地区的城市都引进了新的技术。由于我国发展存在严重的不平衡，所以，很难普及垃圾焚烧技术，而制约我国垃圾焚烧技术的主要因素有以下 3 点：①生活垃圾本身的热值比较低，焚烧垃圾得到的热量比较少；②垃圾焚烧技术还不够成熟；③建设垃圾发电厂的难度比较大，垃圾焚烧发电仅仅在一些发达城市中得到了应用。

#### 2.2 投资机制存在的问题

在建设垃圾发电厂时，采用的模式主要有 2 种：①发达国家的模式——政府拨款建设或财政补贴建设。比如德国和日本，其垃圾焚烧发电厂都是公益设施，由公务员管理发电厂，而垃圾发电的上网价格会比常规发电厂的平均电价低一些或者相差不多。②商业投资建设垃圾焚烧发电厂，政府在垃圾处置费、电价方面给予一定的支持。现在，我国很多城市在规划垃圾焚烧发电厂时都采用这种方式。采取这种方式的主要原因是政府财力比较弱，没有足够的资金建设垃圾焚烧发电厂。

#### 2.3 垃圾发电站效益相对偏低

通常情况下，该类发电厂的建设成本偏高，它的利润根本无法满足还贷需要，同时垃圾费收取也存在一定难度，因此，建设过程中往往会获得城市的补贴承诺。现阶段，该项经费可以到位，然而，数目相对偏小，无法满足需求。要是发电厂上调电价，才能够获得利润，但是，利润相对较低。我国许多垃圾发电站在运作过程中存在很大难度，部分公司在还贷上十分困难。之所以会造成该现象，是由于垃圾发电厂上网的电量相对偏少所致，同时政府并未严格执行相关补贴政策，电价相对偏低。同时，其收入包括售电、热费用与政府补贴等，然而，后面两种的比例非常小，无法满足垃圾发电站可持续发展的需求。

#### 2.4 二次污染问题严重

通过该方式进行发电过程中，环保控制环节往往很难达标。为确不对环境造成危害，我国制定了一系列苛刻的标准，然而，一些电站在焚烧过程中根本不达标。也有垃圾焚烧过程中，一些垃圾发电站已引入了世界新技术，并在实践中取得很大进展。要是治理得当，同时确保经费，是不会产生二次污染的，然而，因投资相对偏少，偷工减料或设备发生问题，这样难免对环境产生污染。因此，必须提高投资，控制好整个燃烧过程，尽可能地减小二次污染的可能性，以促进该项产业实现可持续发展。

### 三、加强垃圾发电效率的策略

### 3.1 加强垃圾发电技术的发展

要想提高我国垃圾发电水平，就必须研究发电技术。在研究技术的过程中，不但要调动企业积极参与到技术创新中，还应该利用政府的力量对其进行扶持。在此过程中，主要采取的措施包括制度创新、建立科研组织和重视成果的转化等。

### 3.2 采取 BOT 运作模式

在建设垃圾发电站时候，可以运用 BOT 运作模式。BOT 模式是一种特许经营的方式，政府采取招标或者招商的方式授予投资商建设和经营垃圾焚烧发电厂的权力。“B”是指投资商采取各种措施建设垃圾焚烧发电厂。“O”是指在项目建成之后，根据相关协议，垃圾焚烧发电厂需要帮助政府处理垃圾，并利用垃圾焚烧产生的余热发电，而政府也应该根据相关协议支付费用，并保证产生的剩余电力能够上网并销售。采取这些措施，投资者不仅可以回收自己的成本，还可以得到一定的回报。“T”是指到了特许经营时间后，投资者应该根据相关协议的规定将发电站的经营权和所有权移交给政府。

### 3.3 通过电价征收垃圾处理费

通过电价征收垃圾处理费，利用这种方式来应对政府补贴的不足。例如，每年北京用电量为 400 亿度，要是每度电提高电价 1.4 厘钱，实质上即把通过收取电价的方式来收取垃圾处理费。该模式相对简单，同时具有相对较强的可行性，然而，这同样会使电价有所提高，将对人民群众的电力消费产生影响。

### 3.4 做好监管工作，提高环保达标率

在我国垃圾焚烧发电站运行的过程中，存在环保达标率低的情况，这就要求相关部门要做好监管工作，控制二次污染。在垃圾焚烧发电厂运行的过程中，要利用驻场监管的方式，加大监管力度——如果垃圾发电厂没有达到环保要求，那么，可以向其发出警告;如果情况严重，那么，有必要对其进行一定的处罚，帮助其改进，降低二次污染出现的概率，从而推动垃圾发电产业化发展。

### 3.5 完善垃圾发电相应法律政策

各发达国家都针对各自的垃圾发电制定了相应的优惠政策，可以说，在世界范围内，没有优惠政策和各种补贴，垃圾发电难以产业化。我国应尽快完善与垃圾电站相关的法律、法规以及与之相关的设计、制造的规程、规范。只有明确了垃圾分类回收的办法并实施，才能为垃圾的无害化处理创造良好的条件。只有明确了相应的设计、制造的规范、标准和各种投资、税收、补贴等政策，垃圾发电才能走上规范化轨道。

## 四、结束语

综上所述，随着社会经济的发展，城市的生活垃圾也在不断增加，而运用垃圾焚烧发电站来处理垃圾能够将环保与能源节约结合在一起，其有很好的发展前景。因此，要想推动其产业化发展，人们必须要认识到垃圾发电是公益设施，认识到其对垃圾处理的重要性。积极采取加强垃圾发电技术的发展、采取 BOT 运作模式、通过电价征收垃圾处理费、做好监管工作，提高环保达标率、完善垃圾发电相应法律政策等策略，为我国垃圾发电今后的发展奠定良好的基础。

电力设备 2018-07-11

## “截停”锂枝晶 单层石墨烯电极可避免锂电池短路

记者 15 日获悉，军事科学院、北京大学等单位联合研究团队合成了一种完美的单层石墨烯电极，并揭示锂原子以其为基底材料进行电沉积的行为，填补了金属锂在碳原子晶格上异相成核的基础研究空白，为破解锂电池产业化遭遇的锂枝晶等难题提供理论基础。相关论文近日在线发表在《储能材料》(Energy storage materials) 杂志上。

“锂枝晶”会在液体锂电池中生长，刺穿隔膜，造成电池短路。研究团队成员军事科学院副研究员张浩介绍，近年的研究以多孔碳基材料构筑金属锂负极骨架的方法抑制锂枝晶生长，但是规律紊乱、效果有限。原因之一是学界对金属锂在碳晶格上电沉积成核的基础研究的空白。

要明确金属锂如何在碳晶格沉积，必须获得纯粹、无背景干扰的生长环境。为此，团队中的北京大学彭海琳教授课题组合成了一个完美的碳原子基面，利用化学气相沉积法在铜箔上生长出了单层石墨烯。论文第一作者、团队成员孟倩倩介绍，单层石墨烯可以用来排除多孔碳带来的一切耦合因素对锂沉积的干扰，进而实现对金属锂在碳晶格上的异相成核行为的清晰解读。

在此基础上，研究团队通过非原位扫描电镜观测等方法进行了一系列基础理论探索发现，与传统金属集流体（电池中汇集电流的组件）相比，锂在完美碳基面上的成核位垒更高、更难成核，因此以石墨烯取代金属作为集流体或对结晶产生抑制效果。

团队还观测到碳晶格上存在的位错等缺陷能够促进锂成核、在锂枝晶交汇点处锂存在二次成核等现象。这些结果将帮助对金属锂在碳原子晶格上成核、锂枝晶生长等相关机制的理解，进而产生更为有效的三维碳骨架的金属锂负极设计策略，解决锂枝晶生长的问题。

科技日报 2018-07-16

## 2018 年欧洲储能容量将增长 589 兆瓦时

根据日前发布的一份最新报告，2018 年欧洲的储能容量将增长 589 兆瓦时。

欧洲储能协会和 Delta-ee 公司合作开展的调查报告称，截至 2017 年底，欧洲总共安装部署了约 1600 兆瓦时的储能容量（其中不包括抽水蓄能）。

报告还补充说，2017 年欧洲锂离子电池储能系统占新装机容量的 90% 以上。

德国和英国是欧洲电网规模储能项目最重要市场，意大利在欧洲住宅储能市场中增长强劲。

Delta-ee 公司高级分析师 Valts Grintals 表示：“虽然 2017 年欧洲储能市场增长强劲，但实际上一些重要电网规模储能项目部署已推迟到 2018 年建设，预计下半年还有许多新电网规模项目增加。”

中国储能网 2018-07-05

## 压缩空气储能技术研发现状及应用前景

储能技术是解决可再生能源大规模接入、提高常规电力系统和区域能源系统效率、安全性和经济性的迫切需要，被称为能源革命的支撑技术。

压缩空气储能系统具有规模大、效率高、成本低、环保等优点，被认为是最具发展潜力的大规模储能技术之一。

压缩空气储能技术概述

储能技术可解决可再生能源大规模接入、提高常规电力系统和区域能源系统效率、安全性和经济性的迫切需要，被称为能源革命的支撑技术。截至 2016 年底，我国储能装机为 24.2GW，约占全国电力总装机的 1.5%，远低于世界 2.7% 的平均水平。预计到 2050 年，我国储能装机将达到 200GW 以上，占发电总量的 10%~15%，市场需求巨大而迫切。压缩空气储能系统具有规模大、效率高、成本低、环保等优点，被认为是最具发展潜力的大规模储能技术之一。

目前，全球已有两座大规模压缩空气储能电站投入了商业运行。

第一座是 1978 年投入商业运行的德国 Huntorf 电站（图 1）。机组采用两级压缩两级膨胀，压缩机功率为 60MW，膨胀机功率为 290MW（2007 年扩容至 321MW），压缩空气存储在地下 600 米的废弃矿洞中，总容积达  $3.1 \times 10^5 \text{m}^3$ ，压力最高可达 100bar。机组可连续充气 8 小时，连续发电 2 小时。机组从静止到



图1 德国Huntorf电站

满负荷需要 11 分钟，冷态启动至满负荷约需 6 分钟，电站效率为 42%。

第二座是于 1991 年投入商业运行的美国 McIntosh 电站(图 2)。其储气洞穴在地下 450 米，总容积达  $5.6 \times 10^5 \text{m}^3$ ，储气压力约为 75bar。该电站压缩机功率为 50MW，膨胀机功率为 110MW，可实现连续 41 小时充气 and 26 小时发电，机组从启动到满负荷约需 9 分钟，系统效率为 54%。另外，日本于 2001 年在北海道空知郡投运了上砂川町 2MW 压缩空气储能示范项目。其余国家如瑞士、法国、英国、意大利、俄罗斯、以色列、芬兰、南非和韩国等国家也在积极开发压缩空气储能电站。



图2 美国McIntosh电站

以上商业电站均属于传统压缩空气储能技术(图 3)。在用电低谷，压缩机将空气压缩并存储于储气室中，使电能转化为空气的内能存储起来；在用电高峰，高压空气从储气室释放，进入燃烧室同燃料一起燃烧，然后驱动透平发电。

但传统压缩空气储能系统存在三个技术瓶颈，一是依赖天然气等化石燃料提供热源，不适合我国这类“缺油少气”的国家；二是需要特殊地理条件建造大型储气室，如高气密性的岩石洞穴、盐洞、废弃矿井等；三是系统效率较低(分别为 42%、54%)，需进一步提高。



图3 传统压缩空气储能系统原理图

但传统压缩空气储能系统存在三个技术瓶颈，一是依赖天然气等化石燃料提供热源，不适合我国这类“缺油少气”的国家；二是需要特殊地理条件建造大型储气室，如高气密性的岩石洞穴、盐洞、废弃矿井等；三是系统效率较低(分别为 42%、54%)，需进一步提高。

### 新型压缩空气储能技术研发进展

为解决传统压缩空气储能的技术瓶颈问题，近年来，国内外学者开展了新型压缩空气储能技术研发工作，包括绝热压缩空气储能、蓄热式压缩空气储能及等温压缩空气储能(不使用燃料)、液态空气储能(不使用大型储气室)、超临界压缩空气储能(不使用大型储气室、不使用燃料)等。

### 绝热式压缩空气储能

绝热式压缩空气储能技术通过储热装置回收压缩热并储存，使压缩及膨胀过程近似于绝热过程，不必燃烧化石燃料，并且能保持较高的储能密度及效率。其工作原理为：储能时，通过压缩机将空气压缩至高温高压状态后，通过储热系统将压缩热储存，空气降温并储存在储气室中。释能时，将高压空气释放，利用储存的压缩热使空气升温，由高温高压空气推动膨胀机做功发电。

该系统回收了压缩热并且再利用，使系

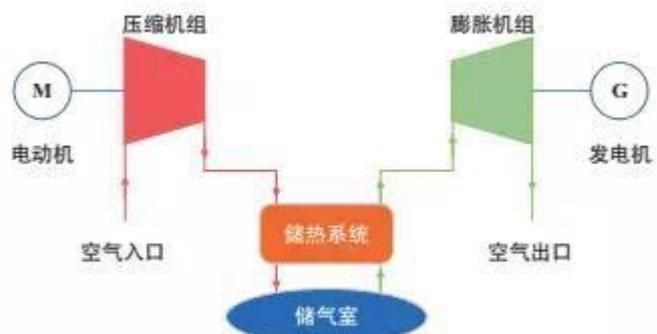


图4 绝热压缩空气储能系统原理图

统效率得到了较大提高，同时去除了燃烧室，实现了零排放。但由于压缩机级间不回收热量、冷却空气，故压缩过程能耗较高。由于压缩机出口的空气温度高，对设备材料要求高。

德国 RWE Power 公司于 2010 年启动 ADELE 项目，设计储热温度 600 °C，设计储气压力 100bar，理论设计效率可达 70%，该项目一直处于论证阶段。

#### 蓄热式压缩空气储能

蓄热式压缩空气储能又被称作先进绝热压缩空气储能，其原理同绝热压缩空气储能类似，区别在于该系统在压缩过程级间换热及储热，绝热压缩空气储能在全部分压缩过程结束后储热。相较于绝热压缩空气储能，蓄热式压缩空气储能系统的储热温度及储能密度较低，但其压缩机耗能减小，且对于

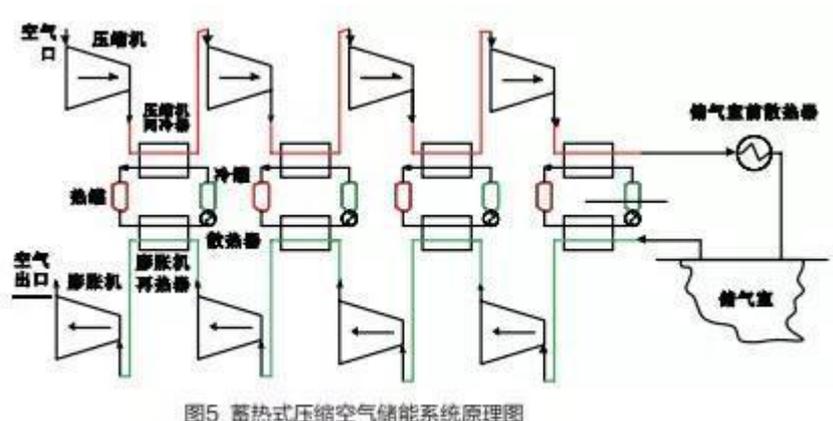


图5 蓄热式压缩空气储能系统原理图

其压缩机材料要求不高。该系统缺点在于增加了多级换热及储热，系统初投资有所增加。

中国科学院工程热物理研究所于 2013 年在廊坊建成国内首套 1.5MW 蓄热式压缩空气储能示范系统，于 2016 年在贵州毕节建成国际首套 10MW 示范系统，效率达 60.2%，是全球目前效率最高的压缩空气储能系统。

#### 等温压缩空气储能

等温压缩空气储能系统是指通过一定措施（如活塞、喷淋、底部注气等），通过比热容大的液体（水或者油）提供近似恒定的温度环境，增大气液接触面积和接触时间，使空气在

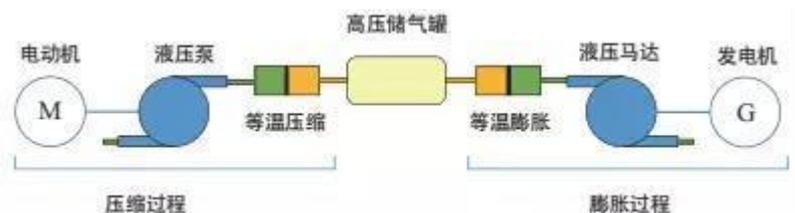


图6 等温压缩空气储能原理图

压缩和膨胀过程中无限接近于等温过程，将热损失降到最低，从而提高系统效率，其理论效率可达 70% 以上。此外，该技术不必提供外部热源，还可以减少部件的热应力。但该系统也存在一定问题，在压缩过程中，部分空气溶解于水中而没有存储到储气罐，造成部分能量损失。

美国 SustainX 公司于 2013 年在美国 New Hampshire 州建成 1.5MW/1.5MWh 的示范系统。美国 General Compression 公司于 2012 年在美国 Texas 州建成 2MW/500MWh 示范系统。目前，上述两家公司已经合并成立 GCX 能源公司，继续开展压缩空气储能技术开发工作。美国的 Lightsail 公司也开展等温压缩空气储能研发，目前正在加拿大 Nova Scotia 省建设 500kW/3MWh 示范项目。

#### 液态空气储能

液态压缩空气储能是将电能转化为液态空气的内能以实现能量存储的技术。储能时，利用富余电能驱动电动机将空气压缩、冷却、液化后注入低温储罐储存；发电时，液态空气从储罐中引出，加压后送入蓄冷装置将冷量储存并使空气升温气化，高压气态空气通过换热器进一步升温后进入膨胀机做功发电。由于液态空气的密度远大于气态空气，其储气室容积可减少约 20 倍，大幅压缩系统占地面积，综合成本有下降的空间。但由于系统增加液化冷却和气化加热过程，增加了额外损耗。

英国 Highview 储能公司于 2010 年建成 350kW/2.5MWh 液态空气储能示范系统并成功投运，目前正在开展 5MW/15MWh 示范电站建设。中科院工程热物理所于 2013 年在廊坊建成 1.5MW 液态空气储能示范系统。其余机构如中科院理化技术研究所、智能电网研究院、东南大学、昆明理工大学等也开展了相关理论及实验研究。

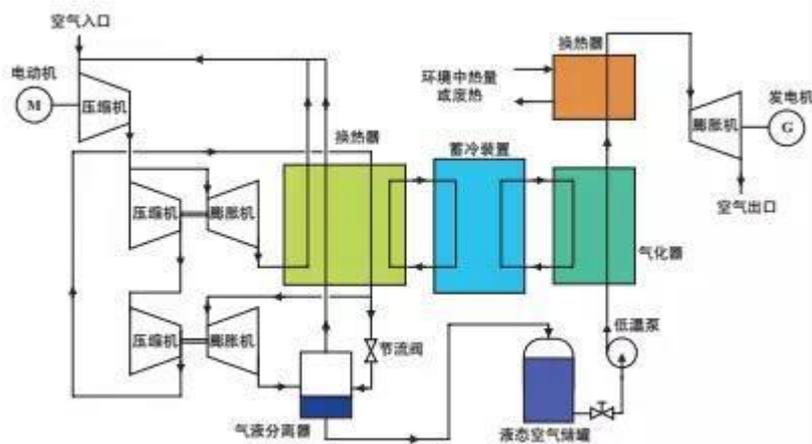


图7 液态空气储能系统原理图

### 超临界压缩空气储能

2009年，中科院工程热物理所在国际上原创性地提出超临界压缩空气储能技术。该技术利用超临界状态下的流体兼有液体和气体的双重优点，比如接近液体的较高的密度、比热容和溶解度，良好的传热传质特性；同时也具有类似气体的粘度小、扩散系数大、渗透性好、互溶性强等优点。

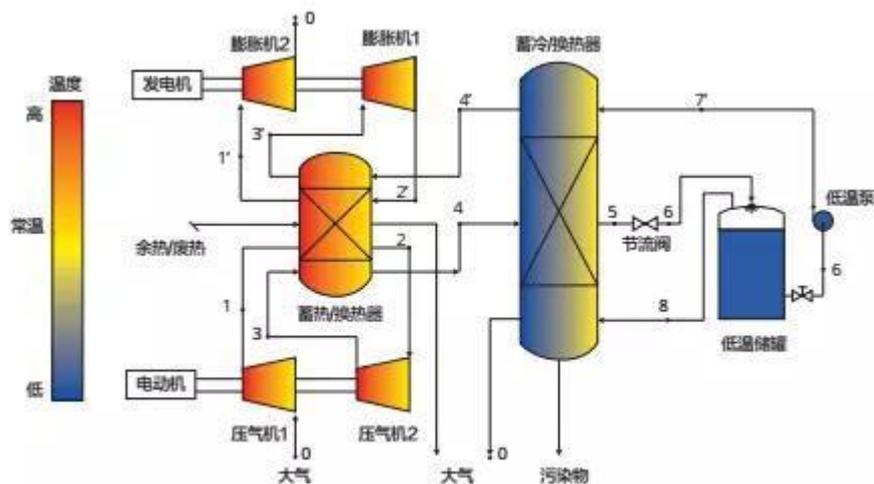


图8 超临界空气储能系统原理图

其工作原理是：1) 储能过程，利用富余电能通过压缩机将空气压缩到超临界状态，通过储热系统回收压缩热后，利用储冷系统存储的冷能将空气冷却液化，并储于低温储罐中；2) 释能过程，液态空气加压后，通过储冷系统将冷量储存，空气吸热至超临界状态，并吸收储热系统存储的压缩热使空气进一步升温，通过膨胀机驱动电机发电。

目前，该技术为中科院工程热物理所的专利技术。中科院工程热物理所于2011年在北京建成15kW原理样机，并于2013年在廊坊建成1.5MW示范系统，系统效率达52.1%。目前，10MW级示范项目正在建设中。

### 水下压缩空气储能

水下压缩空气储能属于等压压缩空气储能的一种，该技术将压缩空气存储在水下（如海底和湖底），利用水的静压特性保持储气的压力恒定，保证压缩机出口及膨胀机入口压力恒定，从而使压缩机和膨胀机始终工作在额定工况附近，不需要通过减压阀进行压力调整，减少能量损耗，提高系统效率。该系统不需要在储气空间保持一定的最小气压，使得空气压缩能可利用比率更高。此外，该系统安全性相对较高，即使发生失效事故，造成的破坏与危害也较小。

加拿大Hydrostor公司于2015年建成660kW实验系统。英国诺丁汉大学研制了1.8米和直径5米的储气包，并进行了实验研究。其余如美国加州大学、佛罗里达大学、北卡罗来纳大学、麻省理工大学、我国的中科院工程热物理所、华北电力大学都进行了理论及实验研究，目前尚无大规模示范项目建成。

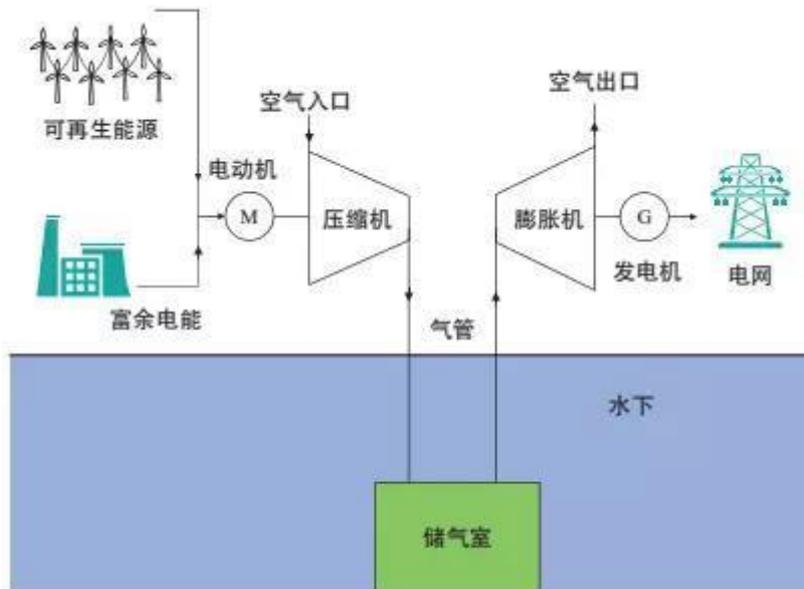


图9 水下压缩空气储能示意图

### 外部热源补热类压缩空气储能

压缩空气储能系统可以利用外界热源来提升空气做功发电能力，提高系统整体效率。其可利用的热源包括太阳能热利用，工业企业如冶金、化工、水泥、玻璃等行业的余热废热，核电等发电厂的余热，生物质制取的沼气、合成气等。

目前，应用较广泛的是太阳能补热型压缩空气储能系统，该系统是利用太阳集热装置聚光形成温度可达 500°C 以上的高温热源对压缩空气进行补热升温后，再推动透平膨胀做功，从而提高系统运行效率的储能系统。

美国普渡大学、英国华威大学、英国诺丁汉大学、伊朗德黑兰大学、中科院工程热物理所、清华大学、华南理工大学等机构也开展了相关研究。

### 主要应用领域

压缩空气储能技术最早主要用于电力系统的调峰和调频，但随着技术不断发展和微小型压缩空气储能技术的出现，其应用越来越广泛，在可再生能源、分布式能源、汽车动力系统、UPS 电源等方面都得到了应用。

### 电力系统调峰

目前，每日的用电负荷是波动变化的，且峰谷差日趋增大。为了满足要求，当前的发电装机容量与电网容量需按最大需求建设，导致用电低谷时发电机组停机或低负荷运行，以及电网容量的浪费。压缩空气储能作为大规模容量型储能技术，可将用电低谷多发出的电能储存，在用电高峰释放，实现电力系统削峰填谷，减少发电装机及电网容量，提升电力系统效率和经济性。

### 可再生能源

可再生能源如风能、太阳能均具有间歇性、不稳定性，直接发电并网对电网冲击很大，故弃风、弃光现象严重。压缩空气储能技术可将间断、不稳定、不可控的可再生能源发电储存起来，再按照需求平稳、可控的释放，具有平滑波动、跟踪调度输出、调峰调频等功能，实现可再生能源电力大规模并网，有效解决弃风、弃光问题。

### 分布式能源系统

分布式能源系统和微电网系统是未来高效、低碳、高安全性能源系统的主要发展趋势之一。但分布式能源系统相较于大电网，具有负荷波动大、系统调节能力差、故障率高等缺点。压缩空气储能可作为负荷平衡装置及备用电源，有效解决上述问题，提高系统的供电可靠性、稳定性，并可实现黑启动及孤网运行。由于压缩空气储能技术过程中产生热量，可以和制冷、制热系统相结合，实

现分布式能源系统的冷热电联产，具有很好的应用前景。

#### 电力系统调频

压缩空气储能电站可以和其他如燃气轮机电站、火电站或抽水蓄能电站一样起到电力系统调频的作用。当压缩空气储能电站与其他储能技术如超级电容、飞轮储能、化学电池等相结合时，调频速度会更快更有效。

#### 其他应用

压缩空气储能在其他领域也有较广泛的应用，可以为汽车、高尔夫球车等移动设备提供动力；也可以作为不间断电源（UPS），为数据机房、精密仪器制造、医疗设施、国防设施等关键部件提供保障性电源；系统经膨胀机做功发电后释放的空气由于温度低且经过了净化，还可用于空调系统为建筑提供新风和冷量。

#### 挑战及机遇

##### 技术性能需要进一步提升

虽然新型压缩空气储能技术发展速度较快，但各项技术性能仍需进一步提升，尚不能完全满足大规模推广的要求。目前，新型压缩空气储能最高效率为 60% 左右，距离高效电池储能技术的效率（80% 以上）还有一定差距；其系统最大规模为 10MW，尚未达到传统压缩空气储能百兆瓦规模；其系统单位成本约为 6000~10000 元/kW 暨 1500~2500 元/kWh，仍有足够的下降空间。

##### 迫切需要开展大规模系统的技术攻关

大规模化是压缩空气储能技术的发展趋势，也是其降低成本和提升性能的主要途径。现已实现应用的新型压缩空气储能技术规模偏小（1-10MW），还不能满足对储能规模和经济性的要求。因此，迫切需要启动更大规模（100MW 级）的新型压缩空气储能技术研发。

##### 研发力量尚显不足

由于压缩空气储能技术是一个多学科交叉的系统工程且单台机组规模大，其技术研发门槛较高，需要组建大规模的研发团队和大量的资金投入，故目前从事该技术研发的机构、团队相对较少；由于系统内部件繁多，需要建设大量的部件及系统实验平台以完成关键技术攻关，目前全球范围已建成的高水平研发平台较少，未给予足够的研发条件支撑。

##### 示范和应用亟需加强

新型压缩空气储能技术的示范系统数量少，规模小，不能满足技术发展的示范需求，迫切需要各国政府、企业加强政策引导、加大资金支持。目前大部分国家尚未形成系统的电价补偿和激励政策，全球商业运行的电站较少，一定程度上影响了压缩空气储能技术的推广和应用。

随着各国电价政策的逐渐完善，大规模压缩空气储能示范项目的陆续建成，压缩空气储能产业已经进入了发展的快车道。相信良好的政策环境下，在产业链上下游的大力支持下，在科研机构持续不断的技术革新下，压缩空气储能技术一定会持续健康发展，快速实现大规模应用。

高科技与产业化 2018-07-16

## 美国储能项目可通过三种方式在电力市场中获取收入

美国目前的储能容量正在激增。2017 年的储能总装机容量超过了 1000 兆瓦时，创历史新高。研究机构预计 2018 年美国新增的储能容量超过 1000 兆瓦时，容量规模将增加近一倍，2018 年所增加的储能容量相当于前四年增加的储能容量的总和。

然而，这种指数性增长主要受到在美国在有组织的电力市场之外运营的垂直一体化公用事业公司的影响，这些公司为美国三分之二的电力消费者提供服务。那么储能系统将如何进入这些市场，并获取收入呢？

储能项目可以通过三种方式在美国有组织的电力市场中获取收入：平台、产品、支付日。然而，不同的储能项目将以不同的方式利用这些潜在的收入来源，投资者需要获得那些能够驾驭复杂且不

断变化的监管和市场环境的灵活的开发人员的帮助。

特斯拉、Greensmith 和 AES 公司在四个月内部署了超过 70 兆瓦的储能系统，以防止类似阿利索峡谷天然气储存设施灾难时发生的电力中断。

以下将对越来越多上线运营的储能系统如何扰乱电力市场进行一下探讨。但首先需要介绍储能项目如何利用美国有组织的电力市场机会的三种方式。

#### (1) 平台：最佳的计划

独立系统运营商（ISO）将经历一个规划过程，以提高可靠性或市场效率。同样，需要将储能项目视为一种可靠性资产，可以作为低成本、非线缆电力传输的替代方案，以提高可靠性。

例如，电网上相对隔离的区域在高峰需求期间可能不会获得电网或本地发电机的电力。部署储能项目并不是为增加电网或本地的发电能力，而是在紧急情况为本地设施或电网输电。储能项目在建成之后为服务成本为基础的项目提供资助。

如果这个例子中储能项目与所谓的“可靠性传输扩展”的输电项目起着相同的作用，它也应该进行类似于“经济传输”的模拟，将剩余电能转移到受限区域将会为市场的买卖双方创造利益。但到目前为止，只有 PJM 公司位于巴尔的摩附近的电网部署了一个这样的项目。

独立系统运营商（ISO）迟迟不愿为这些项目提供资金的一个原因是，虽然这些具有“可靠性”的储能项目与确定如何使用电网的紧急风险有关，但“经济”的储能系统需要独立系统运营商（ISO）决定何时购买和销售电力。独立系统运营商（ISO）担心这会挑战他们的市场独立性，因为他们调度储能项目的方式总是会影响电力价格，并且可能使他们看起来像自我交易的市场参与者。

然而，独立系统运营商（ISO）已经通过输电线路调节功率，这肯定会影响电力价格。当一个新的输电项目被提议用于缓解需求高（因此价格高）的电网区域的拥塞时，当地发电机的收入将会受到影响。

在这种情况下，保持独立系统运营商（ISO）独立性的是透明的成本效益分析和具有金融输电权力的安全约束经济调度，这是一种在输电线路公平地移动电力，并从当地价格差异中分配收入的标准方法。

如果市场开始进行更多的时段调度，他们可以根据透明优化以相同的方式调度储能项目，并为任何支付储能成本的人分配财务存储权。

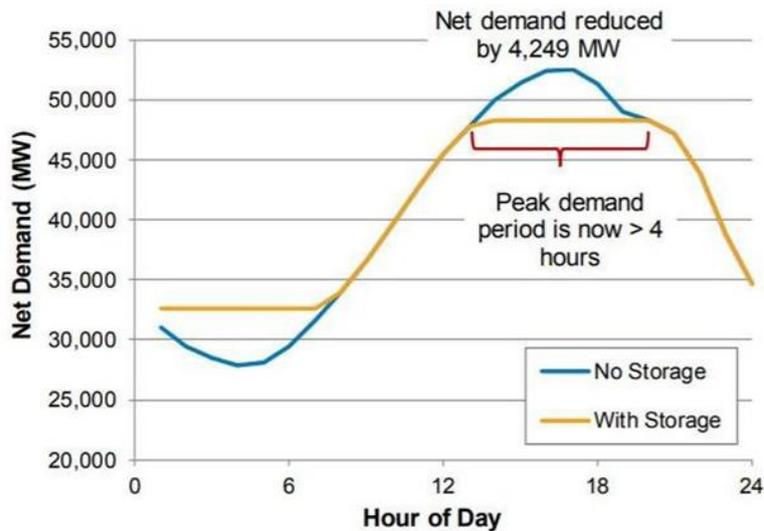
#### (2) 产品：服务费用

虽然独立系统运营商（ISO）并不愿意被动地将储能项目整合到电网，并支付费用，但他们已经接受储能项目所提供的服务，如快速频率响应、容量或监管。储能项目可以进行竞争，但以“技术中立”为基础。但是，在电池和其他清洁技术（如可再生能源）改变游戏规则之前，这些服务是由市场定义的。

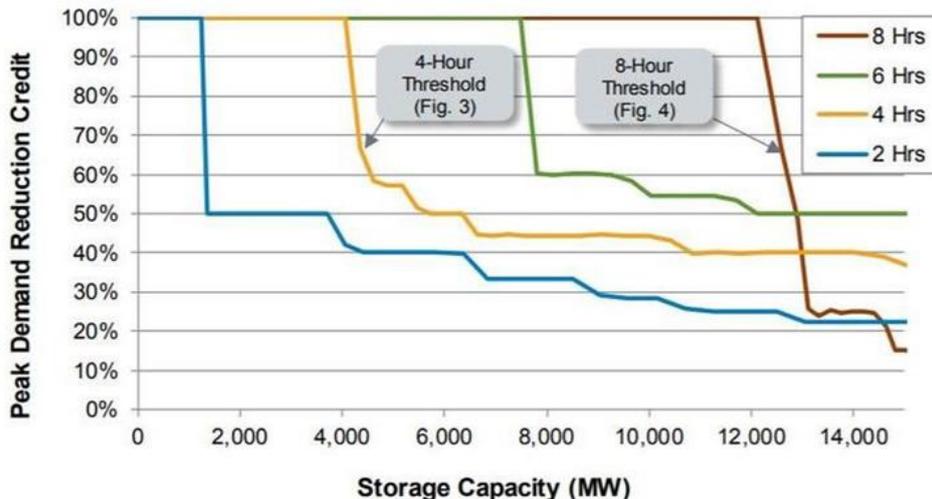
从理论上讲，将储能项目部署到这些技术中立的产品中应该很简单。但储能项目的容量是有限的，需要更多的电能进行充电，存储之后再对外释放，它们可能完全由电力电子设备控制。

这些差异意味着现有的市场产品定义往往不适合采用储能项目，虽然大多数现有参与者通常仅为其收入的一小部分提供辅助服务，专用于单一服务（例如法规）的储能项目可能具有它们的特性。通过简单的规则改变颠覆了商业模式。

储能项目还具有在市场中并不受到重视的属性，虽然它们具有快速地改变其输出，减少碳排放的能力，或者可以模块化快速部署。这些属性提供了一些优势，但需要修改电力市场规则才能得到适当评估。电池储能系统和天然气发电厂之间的标准等效似乎需要 1: 4 的功率比，即 1 兆瓦（MW）的发电和 4MWh 电池储能容量。



4 小时储能系统的调度在 2011 年高峰需求日对加利福尼亚净负荷的影响  
然而,以这种方式电池储能并不一定在经济上有效,这是因为一些峰值需求可能持续更长时间,还有一些可能更零散,并且电池的最高价值应用可能涉及不同的功率比。



增量峰值需求减少信用额度是加利福尼亚州储能容量的功能  
通过提供电网的产品来获得储能项目收入将始终取决于市场规则。作为大多数市场的新的竞争者,储能项目(尤其是电池储能)并不总是能够确保规则对其进行最佳评估。

### (3) 支付日: 如何获利?

错误地使用储能资源的一种方法是直接在电力市场上竞争。那么有什么比套利更简单: 低买高卖?

不幸的是, 如今的市场并没有以这种方式提供足够的收入。比较一下市场价格上涨最多的两个独立系统运营商(ISO)中的每日批发电价差异, 例如加利福尼亚州的 CAISO 和德克萨斯州的 ERCOT, 其中每天从低买高卖(假设没有往返损失)中粗略估计的收入达到每千瓦时为 10-20 美元, 这不足以支付这笔费用, 如 NV Energy 公司最近宣布将增加 100 兆瓦电池储能容量。

有一点很清楚: 功率比越高, 套利收入越多。例如, 在 2017 休斯顿负载区的实时市场中运行功率比为 4: 1, 并且往返损耗为 20% 的电池储能系统可能会达到每年 57 美元/千瓦时。这使其成为一项具有吸引力的投资。

这与其他独立系统运营商 (ISO) 形成鲜明对比, 并突出了能源市场的哪些投资具有最大价值的效率。

即使能源套利收入足以支持储能投资，如今的储能市场仍然存在一些障碍。并非所有独立系统运营商（ISO）都提供适当的市场“参与模式”。美国联邦能源监管委员会（FERC）最近的第 841 号命令直接解决了这个问题，储能行业急切地等待新的关税结构和参与模式作出回应。

尽管如此，市场必须面对储能项目容量有限的这一事实，这就带来了一个问题：它们应该如何发挥在市场中的作用？如今大多数储能系统都以机会成本为基础给出价格，并且会根据其充电状态从市场上购买或出售。

基于机会成本的出价可以有效地分配电池储能以获得最大系统效益，但是这种方法需要电池储能系统保留其容量的权利。随着越来越多的储能项目作为边际定价资源出现在市场中，从市场监管的角度来看，这可能成为一个问题。

机器学习改进的快速步伐意味着储能投标模式可以通过软件来确定，而对于市场监控和监管机构来说是一种无法理解的算法。

解决这些问题的一种可能途径是独立系统运营商（ISO）将在市场调度算法中增加对概率多周期优化的使用。然后，独立系统运营商（ISO）可以采用最佳方式随时间调度电池储能项目，从而降低对不透明和可能存在问题的投标模式的需求。

储能技术已经从清洁能源技术成为了当今的投资机会，但该行业的真正潜力尚未被挖掘出来。当投资者考虑储能产品时，他们应该寻求能够驾驭复杂且不断变化的监管和市场环境的灵活项目。

随着越来越多的储能项目上线运营，独立系统运营商（ISO）需要利用新的规则和市场结构进行发展，以适应技术的潜力。

中国储能网 2018-07-11

## 澳大利亚电池储能发展迅速

2017 年，在居民屋顶太阳能发展带动下，澳大利亚成为当年电池储能设施安装最多的国家。

但是，全球锂离子电池储能市场刚刚起步，未来发展空间还很大，这为澳大利亚锂矿公司提供了巨大的发展空间。从 2000 年到 2018 年，澳大利亚锂矿产量占世界份额从 13% 增至 62%。

据绿色科技传媒(Greentech Media)的报告，未来 5 年，世界电池储存能力将增长 6 倍，从 2017 年的 1.4 吉瓦增至 2022 年的 8.6 吉瓦。储能量将增长 9 倍，从 2.3 吉瓦时增至 21.4 吉瓦时。

上海有色网 2018-07-10

## 美企酝酿全球最大储能项目

以美国加州最大公用事业公司太平洋燃气电力（PG&E）为首的一批公用事业公司，正在成为储能投资大军的重要成员。日前，PG&E 向加州能源委员会提交了一份储能投资详细方案，呼吁该州加速审批 4 个总容量 567 兆瓦的电池项目。一旦成功获批，PG&E 将挤掉电动汽车巨头特斯拉成为全球最大电池项目的主导者。

加州打造全球最大电池项目

《华尔街日报》7 月 2 日报道称，PG&E 向加州能源委员会提交的 4 个总容量 567 兆瓦的电池项目方案中，容量 182.5 兆瓦建于硅谷的电池系统将由 PG&E 直接拥有并运营，特斯拉提供电池并负责建设工作；容量 300 兆瓦的电池系统将由 Vistra 能源公司拥有，并建于后者旗下 Moss Landing 燃气电站内；容量 75 兆瓦的电池系统由 Hummingbird 储能公司拥有，建于摩根山丘；10 兆瓦的自用储能电池由 Micronoc 公司拥有，建于加州南湾。

PG&E 表示，建于 Vistra 旗下 Moss Landing 燃气电站的 300 兆瓦电池系统，是同类蓄电池中蓄电量最大的，能够持续运行 4 小时，相当于一个小型燃气电站的发电量。Moss Landing 电站于 1950 年开始发电，其中两个老旧机组已于 2016 年底退役，这个电池系统将通过电网与电站相连接，可以

在电站跳闸瞬间继续完成发电工作。

而 PG&E 和特斯拉合作的 182.5 兆瓦的硅谷电池系统，预计将于 2020 年底前上线，虽然尚未估算投资成本，但 PG&E 预计运行首年需要 4120 万美元的资金。特斯拉将负责提供总输出功率 182.5 兆瓦的电池组，持续时间可达 4 小时，这意味着总容量将达到 730 兆瓦时，相当于超过 3000 套的 Powerpack 2 商用电池系统。特斯拉于 2016 年 9 月推出 Powerpack 2，其容量密度是 Powerpack 的两倍，而且适用于多个级别的电网。

虽然 PG&E 尚未估算上述 4 个电池项目的投资规模，但希望加州公用事业委员会能够加快审核进程，要求在 90 天内进行投票决议。加州能源委员会指出，1 兆瓦的电力可以满足 750 个家庭的需求。

PG&E 电网和创新副总裁 Roy Kuga 表示：“随着电池价格下跌，储能已经成为传统能源向替代能源转型必不可少的方案。”Vistra 首席执行官 Curt Morgan 则强调，未来还有更多电池系统和储能项目问世，“我们希望通过我们的努力和行动，带动更多的投资者和参与者，加速储能技术的发展”。

彭博社汇编数据显示，电池存储成本在持续下降，2010 至 2016 年间降幅达 73%，相当于每千瓦时 1000 美元减少至 273 美元，到 2025 年有望进一步下至 69.5 美元/千瓦时。

标普全球评级美国能源设施研究部主管 Michael Ferguson 表示，加州正在绘制未来几年的发展蓝图，该州阳光充沛、人口多，用电成本可以降下来，储能行业前景广阔。“过去 10 年，随着屋顶太阳能面板和发电系统的普及，加州可再生能源使用量增长了一倍，随着技术发展和成本降低，储能系统也越来越可行，特别是在‘加州计划 2030 年前将风电和光伏发电占比提高到 50%’的目标下。”

事实上，PG&E 正在加速淘汰天然气发电，加州公用事业委员会 1 月时向其发出通牒：尽快利用电池或其它非化石燃料能源发力。《旧金山纪事报》指出，加州敦促 PG&E 改变高峰期供电方式，以摆脱对后者旗下子公司 Calpine 运营的 3 座燃气电站 Feather River、Yuba 和 Metcalf 的完全依赖。为了满足美国人口最密集州的庞大用电需求，PG&E 亟待布局储能技术投资，该公司为加州中北部约 1600 万人提供能源服务。

#### 公用事业加速布局储能投资

眼下，越来越多美国公用事业公司都将目光投向储能技术，意在将电池打造为化石燃料电站的替代品，或是充当间歇性能源的发电“稳定器”。在这一点上，加州的公用事业公司走在了前面。

加州于 2010 年通过立法成为美国第一个设定储能目标的州，随后该州公用事业公司开始研究储能投资计划。除了 PG&E，圣地亚哥燃气电力公司 (SDG&E)、南加利福尼亚爱迪生电力公司、Fluence Energy 等公用事业公司都在布局自己的储能项目。

美国商业资讯消息称，SDG&E 6 月初向加州公用事业委员会申请的 5 个总计 83.5 兆瓦的储能项目提案目前已经获批。南加利福尼亚爱迪生电力公司则计划在 2020 年实现 580 兆瓦的储能目标。Fluence Energy 当前正在加州长滩投建一座 100 兆瓦的储能装置，该装置可以保证该州南部 6 万户家庭持续 4 个小时的电力需求。

亚利桑那州也不甘落后，该州 6 月初投建了该州第一个储能调峰电站，同时制订了高于美国其它州的储能部署目标——2030 年实现 3 吉瓦。相比之下，加州计划在 2024 年实现 1.35 吉瓦的储能目标，纽约州计划在 2025 年实现 1.5 吉瓦的储能目标。

据悉，亚利桑那州公共服务公司日前发起了一项提案，要求为现有太阳能电站配备电池，这是其“未来 15 年实现 500 兆瓦蓄电量”计划的一部分。NextEra 能源公司则在亚利桑那州开发一个容量 30 兆瓦的电池项目，该电池将配备给图森电力装机 100 兆瓦的太阳能阵列项目。

除此之外，美国杜克能源计划在佛罗里达州增加 50 兆瓦的电池存储；肯塔基州电力公司计划到 2025 年增加 10 兆瓦电池储量；弗吉尼亚州 Dominion Energy 公司正在就电池储存量综合资源计划进行评估。

显然，在实际需求和政策推力的共同作用下、在电力系统朝着低碳化和数字化转型的背景下，

美国各大公用事业公司都在积极扩充储能规模，储能已经成为助推可再生能源发展的重要力量。美国储能协会在一份报告中指出，美国 2017 年总计安装了 0.5 吉瓦的储能设施，预计未来 8 年至少将再增加 35 吉瓦的储能容量。

国际能源参考 2018-07-10

## 全球电力经济发展状况之电力与经济相关关系篇：典型发达国家电力消费弹性系数

1981-2015 年，由于技术进步和服务业增加值比重提高，典型发达国家电力消费弹性系数呈现下滑趋势。从 1981-1990 年间的 0.89 下滑至 2001-2015 年间的 0.27。1981-2015 年，GDP 年均增长 2.4%，用电量年均增长率为 1.5%，电力消费弹性系数为 0.66，整体波动幅度在 -1.1-1.9 之间（剔除异常值）。

（来源：中图环球能源眼）

其中：

1981-2000 年波动区间为 0.2-1.6，相对比较平稳，表明经济发展稳定

2001-2015 年波动区间扩大，为 -1.1-1.9，经济危机对经济和用电量的影响明显

2007-2010 年，电力消费弹性系数均处于 1.0 以上区间，其中 2010 年达到 1.9 的峰值

2001 年由于“911”恐怖袭击事件造成美国经济经济衰退

2002 年影响到其他发达国家，电力消费弹性系数达到 1.7 的次高值；

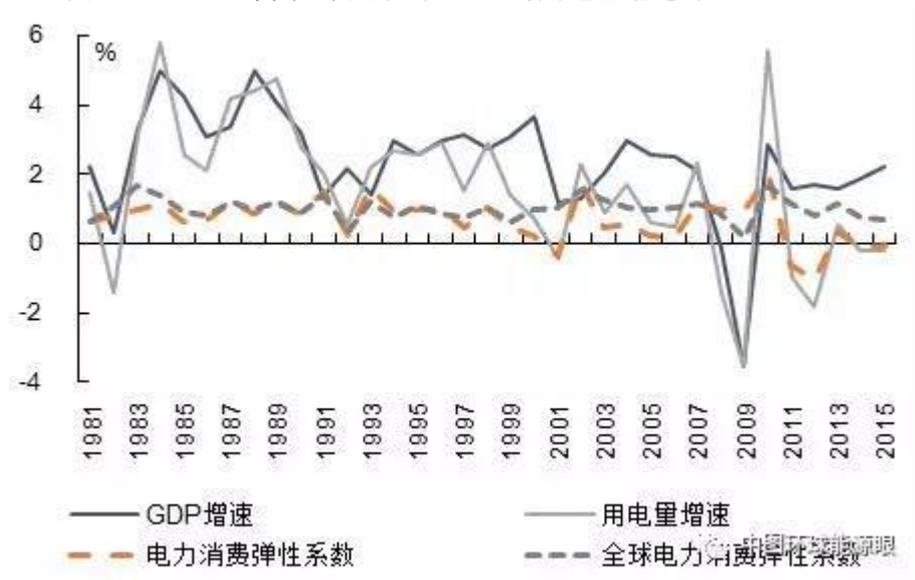
2003-2006 年电力与经济平稳发展，但用电量与经济增速开始放缓；

2007-2010 年，美国次贷危机爆发，继而影响到全球经济发展，欧洲诸国和日本受到严重影响，经济衰退明显，货币流通严重不足，工业及服务业活动受制，用电量也相应出现萎缩，电力消费弹性系数由 2006 年的 0.2 快速升至 1.0 以上的逆向发展区间，

在 2010 年，电力消费弹性系数达到 1.9 的峰值水平；

2011 年后，在一系列经济刺激政策支持下，典型发达国家经济逐步好转，GDP 重归增长区间，用电量回归平稳增长，电力消费弹性系数也逐步回落至 1.0 以下，电力与经济稳步向好。

图 11981-2015 年典型发达国家 GDP 与用电量增速对比



资料来源：中图环球研究

1981-2015 年全球电力消费弹性系数为 1.1，典型发达国家普遍优于全球水平

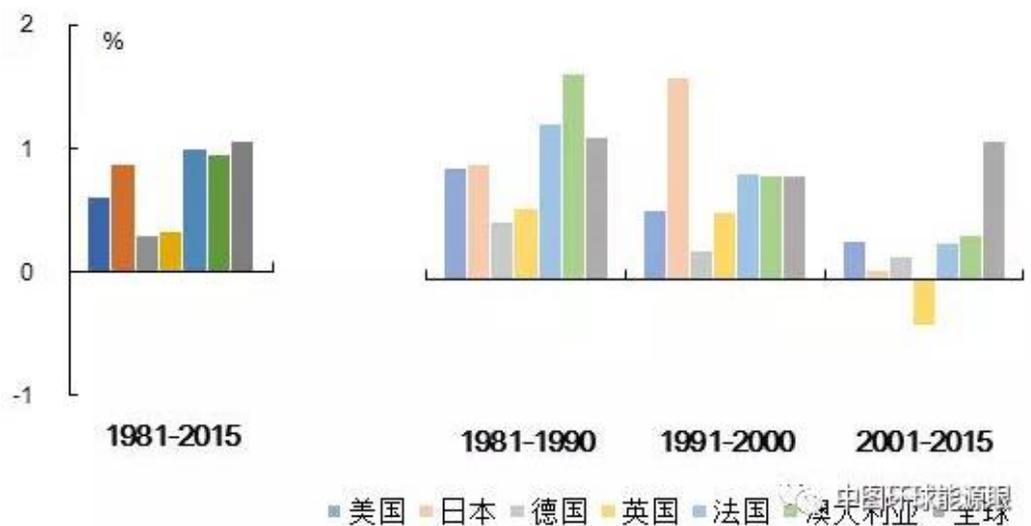
其中法国和澳大利亚相对较高，均为 1.0，日本为 0.9，美国为 0.6，德国和英国最低，只有 0.3。

分时间段来看，除日本外，其他典型发达国家电力消费弹性系数均呈降低趋势，说明技术水平和产业结构在持续优化。

日本在 1991-2000 年由于房地产泡沫破裂，经济出现明显衰退，电力消费弹性系数由 1981-1990 年的 0.9 逆势增长至 1991-2000 年的 1.7。

2000 年后，随着经济发展逐步趋稳，电力消费弹性系数重归良好区间。

图 2 不同时期典型发达国家电力消费弹性系数对比



资料来源：中图环球数据库

注：典型主要发达国家指发达国家集中的北美、欧洲和东北亚各地区 GDP 排名靠前的美国、德国、英国、法国、日本和澳大利亚六个国家。2016 年，六个典型发达国家 GDP 总额达到 33.4 万亿美元，占全球 GDP 总额的 44.0%，占发达国家 GDP 总额的 77.9%。

来源：中图环球研究

中图环球能源眼 2018-07-11

## 储能项目将实现风光发电量占到全球发电量 50%的目标

根据 BloombergNEF 公司的一项最新研究，储能项目的快速发展将有助于实现风能和太阳能的发电量占到全球发电量 50%的目标。

该公司发布的 2018 年新能源展望的调查报告表明，开发成本更低的电池可以存储和释放更多的电力，能够满足用户的电力需求。

电池的价格自 2010 年以来已经下降近 80%，并且随着电动汽车制造业近年来的持续增长而继续下降。

BloombergNEF 公司预测，到 2050 年，电池储能的市场投资为 5,480 亿美元，其中三分之二用于电网侧储能，其余用于用户侧储能。

BNEF 公司欧洲、中东和非洲地区负责人 SebHenbest 表示：“廉价电池储能系统的到来意味着越来越有可能通过风能和太阳能来提供电力，因此这些技术可以帮助满足用户的电力需求，即使在风力不足或阳光不足的时候。其结果将是可再生能源将会逐步占据现有煤炭、天然气和核能市场。”

研究报告预测，2018 年至 2050 年期间将投资约 11.5 万亿美元用于新的发电技术，其中 8.4 万亿美元用于风能和太阳能，还有 1.5 万亿美元用于水力和核能等其他零碳技术。

预计到 2050 年太阳能产能将增长 17 倍，而风力发电量将增长 6 倍。

BNEF 公司表示，预计到 2050 年太阳能发电成本将下降 71%，风电发电成本下降 58%。

而到 2050 年，欧洲 87%的电力供应来自清洁能源。美国的 55%，中国的 62%，以及印度的 75%来自可再生能源。

UPS 应用 2018-07-12

## 英国储能项目目前以短时间电池储能系统为主

日前据悉，英国的输电系统运营商 National Grid 公司重新规划了英国储能装机容量的市场目标，将在 2023 年之前的储能装机容量将达到 50GW，这可能是向持续时间更长的电池储能系统发展迈出的重要一步。

关注英国及其他地区的清洁能源行业的媒体 Current 近日报道称，National Grid 公司寻求在即将举行的 T-4 2022/23 拍卖中获得 46.3GW 的备用储能容量，并在 T-1 2019/20 拍卖中获得 4.6GW 的储能容量。这些计划刚刚获得英国能源部长 Claire Perry 的批准，随后得到 National Grid 公司和英国商业、能源和工业战略部（BEIS）的确认。

这两次拍卖都设定了每千瓦年 75 英镑（99.52 美元）的价格上限和 25 英镑/千瓦年的价格接收上限，而拍卖的目标容量可能会发生变化。拍卖活动将于 2019 年 1 月 29 日（T-1 2019/20）和 2019 年 2 月 5 日（T-4 2022/23）举行，资格预审窗口将于 7 月晚些时候开通。

虽然容量市场（CM）为电池储能项目提供了一些参与的机会，但在某些情况下有些合同超过 15 年，其规则在 2017 年 12 月发生了变化，这为电池储能项目引入了新的降级因素。这意味着持续时间不到 30 分钟的电池储能资产不会被排除参与，但其获得的收入明显低于持续时间更长的电池储能系统。这些变化是在咨询之后发现的，英国能源网络的所谓“压力事件”通常约为两小时，而且往往时间更长。

英国储能项目目前以短时间电池储能系统为主

Solar Media 市场研究公司分析师 Lauren Cook 在发布的一篇博客中写道，降级因素的变化使许多开发商的容量市场（CM）机会“脱轨”。在宣布这些变化几个月后，Solar Media 公司在伦敦举行的储能峰会上发表了自己的观点。开发商 UK Power Reserve 公司的一位代表反驳说，降级为一些开发商带来了机会，它在整体上是正确的做法。

Lauren Cook 表示，预计可能在 2018 年在英国上线运营的储能容量将达到 500MW，同时还提到技术提供商 Fluence 公司的 60MW 项目已签署了合同。Fluence 公司表示，这些项目的合同是在 2016 年签署的。

Fluence 公司市场总监 Marek Kubik 表示，其储能系统主要采用锂离子电池，并且越来越多地使用锂离子电池为美国加利福尼亚州、亚利桑那州和澳大利亚等国家和地区的容量项目提供更长时间的储能产品，他说，尽管有短期影响，电池储能系统的降级可能是技术不可知拍卖过程的一个积极举措。

“在短期内，降级规则已经成为客户追求部署储能项目中面临的一个挫折，但根据 National Grid 公司的分析，从系统安全的角度来看，大约 4 小时的电池储能项目是最好的选择。”Kubik 说。

Lauren Cook 表示，英国在其早期容量市场（如辅助服务）中总体上支持短期电池储能项目。

“英国的储能系统目前采用的主要是短期供电的电池，因为市场一直专注于提供收入来源，以提供频率响应等电网服务。根据目前的市场设计规则，许多这些服务可以采用半小时的电池储能系统。”Cook 说，这意味着开发商并没有真正的驱动力来部署持续时间更长的储能系统，不像美国地区和澳大利亚的市场得以发展。

呼吁澄清

英国少数几家公司已经在使用持续更长时间的电池储能系统，总部位于苏格兰的 redT 公司主要生产和供应钒氧化还原液流电池，该公司创建新的商业模式，并欢迎这些变化。

该公司首席执行官 Scott McGregor 说，新规则是实施基于现实的政策，寻求采用他们可以实施服务的正确技术。他强调了液流电池储能系统在一个系统中执行所有服务的灵活性。

McGregor 说，“这种多功能性可能比专门的电池技术对投资者来说好得多，因为我们认为这是短期的政策。”他补充说，容量市场（CM）是英国电网需要的关键服务，而且这种需求随着可再生能源进一步扩大而增加。

Lauren Cook 指出，尽管容量市场（CM）设计可能更倾向于使用持续更长时间的电池，但这并不意味着英国很多行业已经朝着这个方向发展。

“容量市场只是‘收入堆栈’的一部分，而降级变化肯定会导致一些开发商研究更长时间的电池，这些商业模式需要时间才能成为主流。”Cook 说。

Fluence 公司的 Kubik 同时表示，除了明确容量市场（CM）市场规则和预期结果之外，在明确如何评估并网储能项目之前，还有许多工作要做。

“该行业正在等待出现的是更明确的方向，即锚定收入流可以支持持续更长时间的电池储能项目，特别是在输电和配电基础设施的非线缆替代方案中，通常 2-4 小时的电池储能系统是企业理想的选择。”

中国储能网 2018-07-13

## CellCube 为德国智慧城市提供首套储能系统

CellCube 储能系统公司近日发布公告称，其 2018 年 4 月收购的子公司 Enerox GmbH、近日已成功向德国市政公共事业公司 Gelsenwasser 的 EnerPrax 项目运送了第一套储能系统。

EnerPrax 储能实践项目，是实现商业化概念的项目，它包含了多种存储技术(例如储电、储气、储热)，用于供应和稳定 Saerbeck 生物能源园的多个电网，这是公共事业公司 Gelsenwasser 的智慧城市试点工程项目。

在 EnerPrax 项目中，CellCube 的系统扮演了能量中心的角色，提供电储能稳定电网和时间转换，保证 8 小时基本能量传输。系统采用钒氧化还原液流电池，具有持续时间长的特点，可有效提供所需基础负荷。Enerox 公司的 CellCube 钒氧化还原液流电池将成为 EnerPrax 项目的核心储能技术。

据 BMWi(德国联邦经济事务和能源部)估计，2035 年德国电力近 60%将来自于可再生能源，到 2050 年这一数字将达到 80%。间歇性的风能和光伏发电，将是电力输送的主要来源。大量的波动性可再生能源连接到电网系统，有时会有电力供应过剩，也会有短时的缺少，这会限制可再生能源在电网的安装推广，目前是由传统发电厂来进行补偿。随着可再生能源的份额不断增加，因电网系统和电力的灵活性需求，需要使用各种方式储能来减轻发电和负载峰值。因储能具有快速反应和多功能性，储能系统明显是最佳选择。

Enerox 公司的总裁兼首席执行官 Stefan Schauss 表示很荣幸参与 Gelsenwasser 的重要项目。公司为这个示范项目提供长寿命的电池系统，符合该公司的愿景。未来将继续专注于能源基础设施解决方案，成为 CellCube 在全球部署的重要组成部分。

据此前新闻报道，德国是目前全球智慧城市建设相对先进的几个国家之一，中国华为曾与德国就智慧城市签署协议。

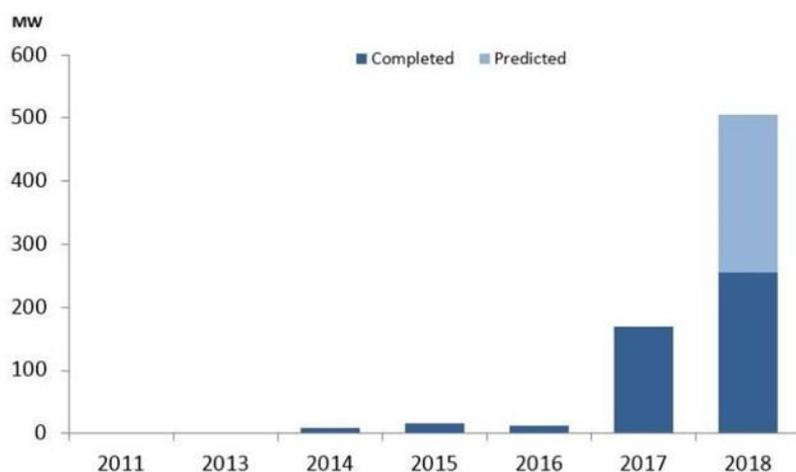
北极星储能网 2018-07-12

## 2018 年英国储能装机或将超过 500MW

2018 年，英国大规模电池储能系统的装机容量将超过 450MW，仅今年上半年就完成了约 250MW 的储能系统的部署。这都是由 1MW 以上的储能项目组成的，其中包括已经开始出现的用户侧更大的储能项目。

在过去几周，英国储能行业有了一系列积极的举动，其中包括签定供应合同、项目易手，以及正在完成的储能项目。由于 Centrica、Anesco 和 rsted 等公司的储能项目正在建设中，并且如果考虑将最近授予 Fluence 公司的储能项目包括在英国储能项目部署中时，2018 年英国安装的储能项目容量可能超过 500MW。

## UK Battery Storage Deployment



©Solar Media Ltd. 2018

Source: Solar Media Market Research, July 2018



在年初的缓慢启动之后，电网的 FFR(固定频率响应)价格已开始下降，容量市场收入变得更加难以获取，一些储能项目可能在真正开始实施之前中止。然而，能源行业永远不会停滞不前，企业如今已经开始讨论用户侧储能背后的市场机会，通过为电网所有者提供更广泛的利益，并且不容易受到外部收入流波动的影响。

过去两年的调查中，发现英国一些储能项目在 2017 年下半年就已经提交到规划中。将这两年来 FFR(固定频率响应)项目进行比较，可以清楚地看到该行业推动新项目进展的速度到底有多快。

### 不确定性从顶部继续

从政策和法规上看，该行业总是存在一定程度的不确定性。同时，可提供频率响应服务的电池项目数量的增加导致了这些服务的价格降低。

然而，英国输电系统运营商 National Grid 公司正在进行的系统需求和产品战略(SNaPS)工作抵消了其中的一部分需求。而这些信号表明通过系统需求和产品战略(SNaPS)进行的更改将会简化项目投标的过程，同时会开放以前无法采用电池储能项目的服务，因此具备一些乐观的因素。

然而，英国国家能源监管机构 Ofgem 在监管方面所做的工作也引起了行业的担心，而 TRIAD 服务即将发生的变化促使一些项目开发商进一步调整其业务模式。但是，仍然有人认为，新的变化仍然需要向大型能源用户收取使用电网电力的费用，并且用户侧储能背后的好处更广泛。

除了这些犹豫不决和政策不确定性之外，还有新的机会开始出现。挪威能源 DNO 公司开始考虑如何在英国当地采购服务，英国 UKPN 公司准备在今年第四季度启动第二轮的本地服务采购。与此同时，WPD 公司一直与 Centrica 公司一起开展一个试验性的本地能源网络，这将为用户侧储能和电网侧储能项目提供机会。

### 2018 年的储能规模如何形成

自 2017 年以来，提交的新规划申请数量逐年减少，然而，在容量市场拍卖之前提交的那一年的大量数据表明存在投机性努力。目前还不清楚这些项目中有多少在没有容量市场(CM)合同的情况下进行。

在 2018 年，已经看到超过 700MW 的新储能项目被提交到规划中，包括在筛选阶段，由 30 个站点组成，其规模较大。2018 年提交的大部分产能由 49.9MW 储能项目组成，将显示目前如何在大型用户侧储能项目之间分配，这些项目占这些容量的大部分，而在用户侧储能项目中更为常见。

有些甚至更进一步，RWE、Drax 和 EDF 等公司都提交了数百兆瓦的电池储能项目计划，而 Pivot Power 公司最近推出的计划将看到市场参与者开始提供 45 个 50MW 储能项目。

在去年提交的大型项目中，一些主要参与者出现在电网侧和用户侧项目。这些公司已经展示了他们快速开发储能项目和调整商业模式以利用最有利的收入来源的能力。

这些公司已经开发出可持续商业模式的迹象表明，他们现在正在以各种模式建设储能项目，其中包括与可再生能源和独立电池共存的电网侧和用户侧储能项目。

截至 2018 年 6 月，英国光伏电站(EPC)和集成商占储能产能的 90%以上。这些厂商都具有安装太阳能光伏等可再生能源的经验，并且随着欧洲市场波动，他们的业务已经实现多样化。目前正在建设的项目意味着他们将会在 2018 年底之前提高他们对市场的支配地位。

随着英国电池储能市场的发展和更多项目的完成，以及正在建设的项目类型，并且获得的收入越来越重要。这使人们能够了解正在提议的储能项目以及在不同细分市场中活跃的公司，以确定未来的市场发展趋势。

研究机构开展的英国电池储能项目数据库研究报告追踪了英国 500 多个电池储能项目的早期规划阶段到完成阶段的过程，这对于在英国部署电池储能项目的公司来说都是必不可少的资源。

中国储能网 2018-07-13

## 生物质能、环保工程

### 2018 垃圾焚烧发电各省上网电量排名：浙江省位列第一

6 月 28 日上午，由中国产业发展促进会生物质能产业分会举办的《2018 年中国生物质发电产业排名报告》新闻发布会在京召开。中国产业发展促进会生物质能产业分会(原中国生物质能源产业联盟)发布了《2018 年中国生物质发电产业排名报告》(下称《报告》)。《报告》对全国生物质发电产业进行了分析，据数据显示：2017 年，全国生物质发电替代化石能源约 2500 万吨标煤，减排二氧化碳约 6500 万吨。农林生物质发电共计处理农林废弃物约 5400 万吨;垃圾焚烧发电共计处理城镇生活垃圾约 10080 万吨，约占全国垃圾清运量的 37.9%。

会上并公布了全国各省农林生物质发电十强排名、垃圾焚烧发电十强排名等榜单。据报告显示：江浙地区的垃圾焚烧发电做得比较好。据垃圾焚烧发电各省上网电量排行榜显示，浙江、江苏和广东省位列前三。其中，浙江省以上网电量 53.1 亿千瓦时位列榜首。此外，浙江省在垃圾焚烧发电各省项目数量排名、垃圾焚烧发电各省装机容量排名均列第一。



数据来源：中国产业发展促进会、中商产业研究院整理

中商产业研究院 2018-07-04

## 郭云高：失去“电价补贴” 生物质和燃煤耦合生物质发电该如何发展？

2018年6月11日,《关于公布可再生能源电价附加资金补助目录(第七批)的通知》,将燃煤耦合生物质发电排除在补贴范围外,使行业对6月17日印发的《关于燃煤耦合生物质发电技改试点项目建设的通知》(以下简称《通知》)的期待热情有所减少。

有业内人士综合分析,“电价补贴”政策后,对《通知》第八条充满期待,认为“政府购买公共服务+节能低碳电力调度”将促使“燃煤发电+”模式在污染防治、建设美丽中国工作中发挥关键作用和巨大价值。

作为扶持可再生能源发电产业的“电价补贴”政策,确实是产业初期发展的“生命之舟”。“电价补贴”源于2006年,已经航行了12个年,不仅即将到达预定水域,而且挤满了乘客,甚至有超载之负。近期光伏、生物质发电领域均有因补贴退坡引发的讨论。对此,中国生物质发电产业联盟近日也建议“生物质发电行业要探索不依赖补贴的运营模式”,不再坚持“生物质能热电联产优先享受可再生能源电价补贴”的发展思路。

从种种现行补贴政策看,燃煤耦合生物质发电希望挤乘“电价补贴”之舟的希望甚微,生物质发电也感到“历史性”的紧迫感。

业内有声音认为,“电价补贴”之舟,其真正目的不是载客到岸坐享其成而是载客入海迎接挑战,终究还是要靠自己下海击水,游向彼岸。

开始于2016年的光伏和风力发电的电价补贴退坡测试、2018年5月31日光伏政策调整和燃煤耦合生物质发电项目由地方解决补贴资金等政策层面的动作,足以让生物质发电行业警惕担忧。这些年,垃圾处置费低价竞争和农林废弃物燃料高价竞购让生物质发电行业通过“环境效益”获得收益的通道越走越窄,变成一个能源产业,对“电价补贴”的依赖越来越重,电价补贴政策稍有调整都会让行业处境艰难。

无论如何,“电价补贴”是会调整还是会退出,对于产业政策而言,补贴只是暂态。电价补贴之舟行至今日,燃煤耦合生物质发电没有挤乘上船,不必大悲;生物质发电稳坐船中,不必大喜。

中华环保联合会废弃物发电专委会秘书长郭云高认为,方向与定位,是发电消纳生物质产业健康长远发展的关键,“能源”还是“环境”是个问题,事实已经证明形势已经明朗。

在《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》开宗明义地指出,组织燃煤耦合生物质发电技改试点建设,旨在发挥清洁高效煤电体系的技术领先优势,依托现役煤电高技发电系统和污染物集中治理设施,构筑城乡生态环保平台,兜底消纳农林废弃残余物、生活垃圾以及污水处理厂、水体污泥等生物质资源(属危险废物的除外),破解秸秆田间直焚、污泥垃圾围城等社会治理难题。其中,政策中“生物质发电(包括农林废弃物直接燃烧和气化发电、垃圾焚烧和垃圾填埋气发电、沼气发电)”的内容描述表明其出发点就是废弃物处理,看重的是其环境效益。

2016年10月22日,住建部、环保部等部委印发《关于进一步加强城市生活垃圾焚烧处理工作的意见》;2017年11月27日,国家能源局、环保部印发《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》,反复强调废弃物发电在处理消纳废弃物工作中的价值和作用。

因此,无论是燃煤耦合生物质发电还是生物质发电产业的收益主要来自“环境效益”(如废弃物处置费等)、“能源效益”(如电和热等)应该是辅助效益。生物质发电发展的事实证明,行业努力发展的装机规模和发电量从能源工作角度来看,都微乎其微,据统计2017年我国生物质发电(垃圾焚烧发电、农林废弃物发电、生物沼气发电)总装机约1476千瓦占可再生能源发电装机的2%,占全国总装机的0.6%,总发电量795亿千瓦,占全国总发电量约1.2%;但2017年生物质发电却消纳了约6000万吨农林废弃,约1亿吨城市生活垃圾,是环境工作的排头兵。

绿水青山就是金山银山,党和国家对生态文明建设与环境效益的重视程度前所未有并不断加强,将会催发更多的“生态环境效益”号高速列车。没买到电价补贴船票的燃煤耦合生物质发电,也许更有时间搭乘环境效益列车,这未尝不是好事。生物质发电只盯电价补贴也未必长远,最终也要依靠

其“环境效益”实现长远发展。

无论是产业定位还是发展事实都要求发电消纳生物质产业守好环境产业本分，处理和消纳好可燃废弃物。鉴于我国已处于重视发展质量阶段及党和国家对生态文明建设的重视，发电消纳生物质产业与其挤乘能源效益的小船不如搭乘环境效益的列车。

郭云高还表示，“政府购买公共服务+节能低碳电力调度”当是未来发电消纳可燃废弃物产业的标准制度设计。

《通知》第八条明确要求采用政府购买公共服务的方式向耦合生物质发电企业支付相应的废弃物处理费，以此承认耦合生物质发电企业给当地创造的“环境效益”，此举将彻底改变“当地处理生活垃圾和农林废弃物，全国人民通过可再生能源电价补贴买单”的补贴制度，进而避免农林废弃物发电行业“国家筹钱给补贴，地方拼命批项目，补贴越给越多，企业越过越难”的怪圈，相信一旦要求地方政府部分承担农林废弃物处理的费用，将很容易改变农林废弃物发电项目重复建设的现象，为发电消纳可燃废弃物的健康长远发展探索一条可行路径。

《通知》第八条还明确要求对燃煤耦合生物质发电项目执行“节能低碳电力调度”，以此承认耦合生物质发电所发电量中的绿色成分，将使耦合生物质发电项目在未来的电量上网中获得先机，优先上网对于竞争激烈的燃煤发电机组而言经济价值重大，更为重要的是耦合生物质发电对于以央企、国企为主的燃煤发电企业而言是一种社会责任、更是一种政治站位。此外，或许耦合发电技改还会成为未来机组优胜劣汰的一个加分项。

尽管行业均不愿面对现实，但“政府购买公共服务+节能低碳电力调度”或许就是电价补贴机制退出后，发电消纳可燃废弃物产业的常态化制度，一种合理可行的常态化制度。我国北上广深等一线发达城市在垃圾焚烧发电项目方面很好地履行了政府购买公共服务的义务，为垃圾处置费制定了合适的标准，才使这些城市的垃圾焚烧发电不惧电价补贴制度调整的冲击。

随着电价补贴机制的退出，“可再生能源与否”将不再是可燃废弃物处理考核的重点，燃煤耦合生物质发电的平台优势、效率优势和低排放优势会突显出来，会成为各地可燃废弃物的高效清洁处理利用平台。尤其是地方政府成为可燃废弃物处理的责任主体后，燃煤耦合生物质发电的优势将更加突出。

在“电价补贴”逐渐弱化并将退出之际，生物质发电也应该回归“环境产业”属性，通过落实政府购买公共服务的方式，争取更多的环境收益。

张世祥 新华网 2018-07-03

## 中国生物质能开发利用成果丰硕

“钻木取火”“击石取火”……对火的使用是人类文明发展的一座重要里程碑，彰显着人类在恶劣环境中迸发出的生存智慧。烧火做饭、照明取暖，人类用火焰点燃身边最司空见惯的树枝、秸秆等获得热能，支撑自己的生存和发展。在漫长的古代社会，我们今天称为生物质能的树枝、秸秆等是人类利用最早、最普遍、最重要的“古典”能源。

进入近现代社会，随着对煤炭、石油、天然气等化石能源的开发和利用，人类对生物质能的依赖程度和使用比例大幅降低。然而，以化石能源大量消耗为特征之一的传统工业化带来日益严重的环境问题，人类努力开发利用各种可再生能源，优化、“绿化”能源结构。正是在这一背景下，作为“古典”能源，具有“绿色”“环境友好”“可再生”等特征的生物质能，在现代科技的推动下重新焕发出勃勃的生机。新中国成立以来，特别是改革开放40年来，中国在生物质能开发利用领域取得了丰硕成果。今天，在中国的能源结构中，生物质能正以平稳快速发展的势头行进在复兴的道路上。

### ①总量丰富的绿色可再生能源

生物质有广义和狭义之分，广义上的生物质是指利用大气、水、土地等通过光合作用而产生的各种有机体，即一切有生命的可以生长的有机物质通称为生物质，包括所有的植物、微生物以及以

植物、微生物为食物的动物及其生产的废弃物。有代表性的生物质如农作物、农作物废弃物、木材、木材废弃物和动物粪便。

狭义上的生物质主要是指农林生产过程中除粮食、果实以外的秸秆、树木等木质纤维素、农产品加工业下脚料、农林废弃物及畜牧业生产过程中的禽畜粪便和废弃物等物质。

以生物质为载体、由生物质产生的能量便是生物质能。生物质能是太阳能以化学能形式贮存在生物中的一种能量形式，直接或间接来源于植物的光合作用。

据估算，地球上的植物进行光合作用所消耗的能量占太阳照射到地球总辐射量的 0.2%，比例虽然很低，但绝对值惊人，可以说生物质能是人类取之不尽用之不竭的能源宝库。其主要来源包括薪柴、牲畜粪便、制糖作物、城市垃圾和污水、水生植物等。

生物质能具有三大特征。一是可再生性。由于可以通过植物的光合作用而形成，生物质能与风能、太阳能等一样是可再生能源，源源不断生产，保障永续利用。二是绿色环保。一方面，由于生物质中硫含量、氮含量很低，燃烧过程中基本不会造成有害气体；另一方面，生物质燃烧排放释放的二氧化碳的量与其生长需要的二氧化碳相当，因而对大气的二氧化碳净排放量近似于零，不会加剧温室效应。三是分布广泛、总量丰富。根据生物学家的估算，陆地每年生产 1000 亿—1250 亿吨生物质；海洋年生产 500 亿吨生物质。生物质能源的年生产量远远超过全世界年能源需求总量。

## ②沼气大规模推广助力美丽乡村建设

“沼气”是生物质能的典型代表。农业农村部规划设计研究院工程师王飞介绍说，沼气作为一种方便、清洁、高品位的生物质能，是秸秆、粪便、生活污水等有机物质在一定水分、温度和厌氧条件下，经微生物发酵产生的可燃气体。由于其原料丰富、技术简单、造价低廉、环境友好的特点而受到国家的高度重视。

中国农村户用沼气的大规模建设开始于 20 世纪 50 年代末期。1979 年，国务院批转农业部等部门《关于当前农村沼气建设中几个问题的报告》，促进了农村沼气建设，并在 20 世纪 80 年代初期出现了一波建设高潮。此后，到本世纪初，农村沼气建设平稳发展。2000 年底，全国农村沼气近 850 万户。2003-2015 年，在中央投资带动下，农村沼气发展进入了快速发展新阶段。截至 2015 年底，全国户用沼气近 4200 万户，受益人口达 2 亿。

沼气的大发展为新农村建设带来了深远影响，具体来说，包括 3 个方面。

一是增强了农村能源安全保障能力。农村沼气历史性地解决了 2 亿多人口炊事用能质量提升问题，促进了农村家庭用能清洁化、便捷化。规模化沼气工程在为周边农户供气的同时，也满足了养殖场内部的用气、用热、用电等清洁用能需求。2015 年，全国沼气年生产能力达到 158 亿立方米，约为全国天然气消费量的 5%，每年可替代化石能源约 1100 万吨标准煤，对优化国家能源结构、增强国家能源安全保障能力发挥了积极作用。

二是推动了农业发展方式转变。农村沼气和上联养殖业，下促种植业，是促进生态循环农业发展的重要举措，不仅有效防止和减轻了畜禽粪便排放和化肥农药过量施用造成的面源污染，而且对提高农产品质量安全水平，促进绿色和有机农产品生产，实现农业节本增效，转变农业发展方式发挥了重要作用。据测算，农村沼气年可生产沼肥 7100 万吨，按氮素折算可减施 310 万吨化肥，每年可为农民增收节支近 500 亿元。

三是促进了农村生态文明发展。农村沼气实现了畜禽养殖粪便、秸秆、有机垃圾等农业农村有机废弃物的无害化处理、资源化利用，缓解了困扰农村环境的“脏乱差”问题。对实现农村家园、田园、水源清洁，建设美丽宜居乡村、发展农村生态文明起到了积极作用。

在沼气建设实践中，中国科学家和工程技术人员进行了一系列创新，开发出适应北方地区、南方地区和西北地区的沼气技术模式：整合沼气池、畜禽舍、厕所、日光温室，组成能源生态综合利用体系的“四位一体”模式；整合沼气池、猪舍、厕所，构成的能源生态“三位一体”模式；由沼气池、果园、暖圈、卫生厕所、蓄水窖构成的能源生态“五配套”模式。此外，在相关技术开发方面，“寒冷地区干湿耦合厌氧发酵技术”“分布式新农村资源化技术”“原生态高活性沼气菌种研制技术”等取得突破，为

沼气建设推广奠定了基础。

值得一提的是，中国沼气技术走出国门，建成了突尼斯养鸡场沼气发电示范工程、坦桑尼亚剑麻废弃物沼气发电工程、朝鲜国家科学院恩情养殖场沼气示范工程、摩尔多瓦沼气示范项目等，为国际生物质能开发利用和节能减排作出了积极贡献。

### ③发电量有望提前完成“十三五”目标

2016年末，总投资约36亿元的“上海老港再生能源利用中心二期工程”项目举行开工仪式。这场看似平常的开工仪式其实是中国生物质能利用领域中的一件大事，因为该项目于2019年完工投产后，将使上海老港再生能源利用中心总焚烧处理生活垃圾能力提升至300万吨/年，年发电能力将达到9亿千瓦时，居世界同类电厂之首。

伴随城市化进程，中国大小城市产生的生活垃圾越来越多，而在对其进行分类回收利用的基础上，对其中的各类有机可燃物也就是生物质进行焚烧发电，做到物尽其用，是很多国家通行的做法。近年来，中国在城市生活垃圾处理中，在坚持资源回收、循环利用的同时，把焚烧发电作为其无害化处理和电能生产的一种重要方式，投产了一批生物质能发电厂。据大连理工大学环境学院教授李爱民介绍，上世纪80年代后期，中国第一座工业化垃圾焚烧发电厂在深圳市建成投产，日处理城市生活垃圾300吨，装机容量3000千瓦。2000年，以国产设备为主的珠海垃圾发电厂建成，日处理垃圾600吨，装机容量6000千瓦。之后在上海、北京、重庆等地建设了一批城市生活垃圾焚烧发电厂。

在广大农村地区，玉米、小麦、水稻、高粱等脱粒后的秸秆等生物质是发电的理想原料。有关数据显示，全国农作物秸秆年产量约为7亿吨左右，每年可作为能源加以利用的秸秆总量达3.76亿吨。近年来，在相关政策支持下，一些秸秆发电项目陆续建设。2006年12月，总投资约3亿元的山东单县生物质发电项目正式投产发电，这是中国第一个竣工投产的国家级生物质直燃发电示范项目，其装机容量为2.5万千瓦。该电厂所需燃料以破碎后的棉花秸秆为主，可掺烧部分树枝、桑条、果枝等林业废弃物。每年可消耗农林废弃物15万吨-20万吨，发电量约1.6亿千瓦时。此后，在全国陆续建设了一批秸秆燃烧发电厂，以至局部地区出现秸秆燃料供不应求的局面。

根据今年初国家能源局新闻发布会上的信息，2017年，中国生物质发电794亿千瓦时，同比增长22.7%；生物质发电新增装机274万千瓦，同比增长22.6%。截至2017年底，生物质发电装机1488万千瓦。《生物质能“十三五”规划》提出的各项指标有望提前完成。

### ④为绿色出行提供可再生能源新选择

2017年11月1日，中石化上海奉贤庄行加油站和中石化浦东机场纬三加油站开始提供一类新的油品：B5生物柴油。它是由俗称的“地沟油”加工而成的生物柴油与石油柴油按照一定比例混合而成。此前，上海的公交车和环卫车已经使用B5生物柴油。实践证明，车辆在使用这种生物柴油之后，不仅发动机运行正常，而且重金属以及细颗粒物等污染气体排放降低了10%以上，氮氧化物净化效率达80%以上，此外，其销售价格比传统柴油低5%，这种油品也因此受到很多消费者欢迎。中石化相应加大了该油品的市场供应。根据中石化上海分公司拟定的相关方案，至2019年底，B5车用柴油销售网点将力争达到200座，市场供应能力达到每年40万吨。

生物柴油是动植物油脂与醇经酯交换反应得到的，与传统的石化能源相比，其硫等含量较低，具有良好的润滑性。中国生产生物柴油的主要原料与国际上有所不同，国际上主要是从油菜、大豆、棕榈等农作物上获取，中国则以“地沟油”为原料。

与生物柴油获取类似，生物航空煤油也是以动植物油脂为原料，经过加氢技术和催化等获取的，并且在中国已经投入使用。2013年4月，一架东航客机加注了国产生物航油试飞成功，中国由此成为世界上第四个掌握生物航油技术的国家。2017年11月，一架海南航空航班加注了国产生物航油，完成了跨洋商业载客飞行，标志着中国生物航油自主研发生产技术已经成熟。

近年来，中国在生物液体燃料方面取得的一大发展就是生物燃料乙醇的大规模生产与应用。生物燃料乙醇是优良的燃料，其主要生产原料是高粱、玉米、木薯、海藻等，是可再生能源。

中国生物燃料乙醇发展迅速。2001年，国家五部委颁布《陈化粮处理若干规定》，规定陈化粮主

要用于生产乙醇、饲料等，并批准建立 4 家乙醇企业。之后，年产 60 万吨和年产 30 万吨生物燃料乙醇项目分别在吉林和河南开工建设。随后，车用乙醇汽油的试用工作在一些地方展开。据中国经济网报道，2015 年，中国成为继美国、巴西之后的第三大燃料乙醇生产国和消费国。2017 年，生物燃料乙醇产量达到 260 万吨。根据《生物质能发展“十三五”规划》，到 2020 年，生物燃料乙醇年产将达到 400 万吨。2017 年 9 月下发的《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》明确提出，到 2020 年，在全国范围内推广使用车用乙醇汽油，基本实现全覆盖。这就意味着中国的生物燃料乙醇正迎来跨越式发展机遇。

张保淑 人民日报海外版 2018-07-02

## 国内首台再热垃圾发电汽轮机成功投运

近日，东方电气全新推出的国内首台再热垃圾发电汽轮机在光大环保能源(江阴)有限公司三期垃圾焚烧发电厂冲转成功，并顺利通过 72 小时+24 小时满负荷试运行，一次性并网发电。

该项目是东方汽轮机为进一步提高垃圾发电机组的经济性而推出的全新 25MW 高效汽轮机，该机组的顺利投产，标志着我国在垃圾发电汽轮机领域取得重大技术突破，奠定了东方电气在国内高端垃圾发电汽轮机市场的领跑地位，为东方电气“十三五”战略目标的实现奠定了坚实的基础，为进一步推进国家节能减排、绿色发展战略的实施作出贡献。

中国电力新闻网 2018-07-06

## 燃煤耦合生物质发电的“德博模式”

近日，国家能源局、生态环境部联合发布《关于燃煤耦合生物质发电技改试点项目建设的通知》(以下简称《通知》)，确定了 84 个技改项目试点，涉及全国 23 个省、自治区、直辖市。

燃煤耦合生物质发电是一种成熟的可再生能源发电技术，通过现役煤电机组的高效发电系统和环保集中治理平台，尽力消纳田间露天直燃秸秆，规模化协同处理污泥，实现燃料灵活性，降低存量煤电耗煤量，提升可再生能源发电量，具有投资省、见效快、排放低、可再生电能质量稳定的特点。

在上述通知的 80 多个试点项目中，从技术方案上看，“采用生物质气化炉对农林废弃残余物进行气化，产生的生物质燃气输送至燃煤机组锅炉进行燃烧、发电”这一模式达 40 多个。“气化”成为此次燃煤耦合生物质发电技巧的主要模式。

国内首套燃煤耦合生物质气化发电示范项目是由国电长源电力公司与合肥德博生物能源科技有限公司(简称德博能源)共同研发的荆门 10.8MW 工程，目前成功稳定运行近 6 年时间，为燃煤耦合生物质气化产业提供了运营样本。中国能源研究会将该项目作为国内燃煤电厂循环经济发展经典案例进行推介，受到了各界专家和能源行业资深人士的高度认可。

在此基础上，业内专家也有指出，尽管气化技术路线相比其它耦合方式优势突出，但气化灰渣的高附加值利用，是该技术路线需要改进和提高的方向。

针对这一问题，《中国电力报》记者采访了生物质资源利用领域多位资深专家，调研生物质气化领域最新进展，为生物质气化在燃煤耦合发电中应用提供新思路。

能源企业变身为能源材料综合中心

彼之砒霜，我之蜜糖。能源领域追求降低气化灰渣含碳量，减少能量损失;而从价值角度来分析，随着气化固体产物中含碳量增大，无价值灰渣转变为高价值生物炭，会大幅度提高项目收益，这正是生物质气化多联产工艺追求的。

为了气化事业发展，德博能源与相关科研单位深入合作，并投入大量资金进行技术研发。他们首先从生物质原料特性做起，建立了涵盖秸秆、稻壳、玉米芯、木块、竹屑在内的 100 多种生物质

的堆密度、流动性、元素分析、灰成分等理化特性库。他们开发出了适合不同原料的固定床和流化床气化装置，实现了对燃气和生物炭等多种产品的智能调控。他们还扩大了生物燃气的应用范围，实现了生物燃气在电力供应、热能生产、化工领域、金属冶炼等领域的全覆盖。在气化产品方面，他们实现了生物燃气的高效清洁燃烧利用，生物炭产品深加工成工业炭和活性炭用于修复退化、污染的土壤和水体，并开发了新型炭基肥、生物质液肥等产品应用于农业，减少化肥用量。他们还与合作单位一起延长产业链，将生物炭变成为价值极高的电极材料，实现了生物质向高端碳材料的转化。

已故中国工程院张齐生院士毕生致力于生物质气化多联产技术研究和产业化推广，利用生物质中挥发分和固定碳等可燃组分理化特性，在高温无氧或缺氧条件下，发生分解产生可燃气体及高品质生物炭，通过调整固定碳的氧化程度，实现高品质生物炭及燃气同时输出，提升生物质价值。

在张齐生理论指导下，合肥德博生物能源科技有限公司陆续建设并运行了一百多套生物质气化多联产项目，在我国东北地区的黑龙江和吉林，实现生物质清洁供暖同时获得高品质炭材料；在浙江安吉、丽水等地，践行“绿水青山就是金山银山”的理念，实现当地竹废料清洁高价值利用；项目辐射到缅甸、刚果金等国家，让我国的绿色能源设备帮助“一带一路”沿线国家向清洁能源转型；多联产设备更是出口到了希腊、西班牙、斯洛文尼亚等欧洲国家，实现了“中国制造”出口向“中国创造”出口的转变，并获得业主的一致好评。经过不断的技术开发，近几年创造性实现了大型流化床炭气联产技术突破和项目运行，不仅为大型燃煤电站耦合生物质气化发电提供了新的利润增长点，更为中国生态环境治理书写了新篇章。

气化多联产技术中产生的高温燃气与煤粉混燃，实现高效耦合发电，同时获得生物炭，这就构成了燃煤耦合生物质气化多联产技术路线。根据生物质原料不同，生物炭可以制作工业还原炭、活性炭、生活用炭、电容炭、炭基肥料等。燃煤电站不但能够实现电能和热能等二次能源全方位输出，而且变成生物炭材料中心。

生物炭有较大的孔隙度和比表面积，较强吸附力、抗氧化力和抗生物分解能力，可有效改善土壤结构和理化性质、增加土壤碳含量，因此被广泛应用于改良酸化土、沙化土、白浆土等低产土壤，被国际学术界誉为“黑色黄金”。

中国工程院院士、沈阳农业大学教授陈温福的研究方向一直围绕着国家粮食安全和耕地品质，“保障国家粮食安全的根本在耕地，既要守住耕地红线，也要扭转耕地质量下降的趋势。”作为我国北方超级稻研究首席科学家，陈温福这些年来把研究重心放在秸秆炭化还田即生物炭基肥上，为推进“藏粮于地”奔走。“我国生物炭研究特别是产业化应用在国际上已处于领先地位，研究人员发表的SCI论文几乎占到50%，生物炭产业化应该说已经相当成熟。”陈温福说，秸秆生物炭能够实现自循环、零排放、无污染，生物炭及其制成品“生物炭基肥”成本也降了下来，与复合肥成本大体相当。

#### 经济效益、社会效益和环境效益的三赢

随着我国经济发展和人民生活水平的提高，对空气、水体和土壤等环境的洁净程度要求也越来越高，作为吸附材料的活性炭和生物炭价值逐渐凸显。“生物炭以及生物炭制成的活性炭富含大量微孔和中孔，可以有效过滤空气、水体和土壤中的污染物。”南京林业大学周建斌教授对记者说。而随着国家对土窑烧炭等落后制炭工艺的全面关停，生物炭和活性炭价格日益高企。

“在现有燃煤机组耦合生物质气化多联产，生物炭的价值可以部分抵消生物质原料成本，生物燃气获得的绿色电力是锦上添花。”合肥德博生物能源科技有限公司董事长张守军现身说法，按照他建设运行的多套生物质气化多联产工程实际运行数据，给记者算了这样一笔账。按照每吨生物炭价格1000多元，生物质的产炭率在15%以上，燃煤电厂对生物质原料的价格耐受力可大幅提升，加上国家对燃煤电厂耦合生物质的其他优惠政策，从而做到耦合发电成本可控。

全国人大代表、农业部规划设计研究院副院长赵立欣接受记者采访时说，建议加大秸秆生物炭产业支持，促进我国生态农业可持续发展，实现经济效益、社会效益和环境效益的三赢。赵立欣指出，当前秸秆由过去的主要用于农村生活能源和牲畜饲料，已拓展到肥料化、饲料化、燃料化等领

域。另一方面，随着我国农业和农村经济的快速发展，化肥等农用化学品投入逐年增加。2016年，我国化肥使用量为5984万吨，利用率36%左右。2015年农业部曾下发通知，开展化肥“零增长”行动，以生物炭为核心的炭基肥、土壤改良剂等，可最大限度地实现秸秆中的氮磷钾和有机质的高效循环利用，提高土壤有机质、减少化肥施用量，提升农作物产量和品质，改良土壤环境。

#### 发展空间巨大

“这次耦合发电试点工作在各大煤电企业中激起了巨大反响，煤电机组将充分利用自身发电效率高和污染物集中治理超低排放的优势，参与到可再生能源的生产中。在各耦合发电技术路线中，气化耦合以计量方便、对锅炉影响小、规模灵活等优势受到了大多数煤电企业的青睐。”张守军对记者分析道。

记者注意到，上述《通知》明确，生物质能电量单独计量，由各省级发展改革委(能源局)负责认定，由电网企业全额收购。各地根据节能低碳电力调度有关原则优先安排调度序位，并按照发电序位实施差别电量制度，因地制宜制定生物质资源消纳处置补偿机制，采用政府购买公共服务等多种方式合理补偿生物质资源消纳处置成本并保障技改试点项目合理盈利。

在这次技改试点中，从省份上看，江苏省(13)燃煤耦合生物质发电技改试点项目数量最多，同时也是唯一一个试点数量超过10的省份；其次是辽宁省(7)，河北省(6)和黑龙江省(6)。从各发电企业燃煤耦合生物质发电技改试点项目数量上看，华能(14)居所有企业之首，紧随其后的是大唐(11)、华润(11)以及华电(10)。根据统计，五大发电集团共计斩获44个试点项目，占全部试点项目数量的52%。

中国工程院院士蒋剑春指出，“高值化利用是生物质资源开发利用的方向，需要物理、化学、植物学、微生物学等多个学科知识的相互渗透、交叉，更需要多种产业之间的融合”，这与张守军认为“工农能一体化”是实现生物质高值化利用最好方式的思路不谋而合。

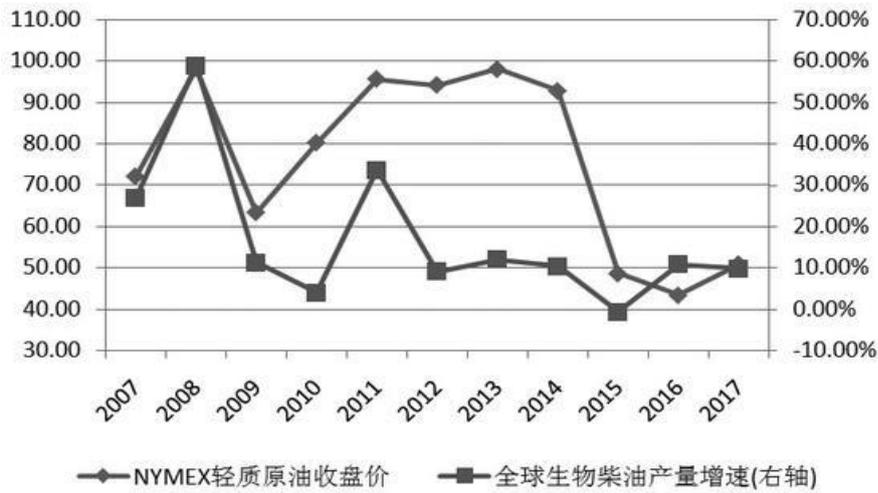
“在现有燃煤机组嫁接流化床气化多联产技术，可以大规模连续化生产生物炭和燃气，燃气送入大型燃煤锅炉耦合发电，将传统的作坊式生物炭生产带入了大工业时代，也为燃煤发电行业绿色转型提供了新方向。”浙江大学能源工程学院教授王勤辉对燃煤耦合生物质气化多联产发电带来的价值效应充满期待。

近年来，由于相关政策的鼓励，许多电厂正在积极开展将现有大型锅炉改造成生物质耦合发电的工作，减少煤炭消费，增加清洁能源使用，有助于缓解火电厂经营压力。相关专家分析，我国燃煤电厂装机容量超过10亿千瓦，如果有一半能够耦合生物质并联产生生物炭，实现生物质资源化利用和能源化利用相结合，可进一步提高生物质利用效益，提高电厂赢利能力。燃煤电厂联产的生物炭用于土壤和水体修复，生产炭基肥，减少化肥农药使用量，增加有机肥使用量，能有效提升我国的生态发展水平，在解决农林生物质无序焚烧问题同时并实现生态循环，成为良好生态环境建设、实现生态惠民的重要一环，具有广阔发展前途。

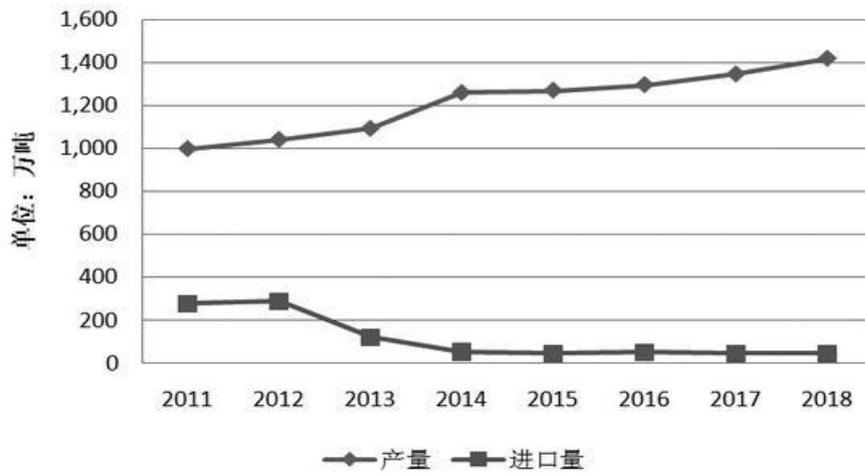
冯义军 陈元婷 中国电力新闻网 2018-07-06

## 欧盟调整生物柴油政策

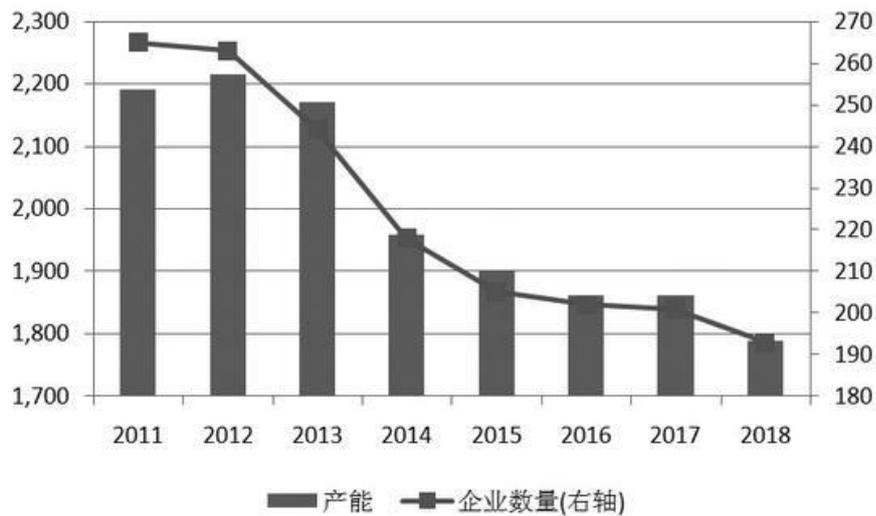
近期，原油价格上涨，生物柴油概念再次升温，进而提振油脂价格。经过分析生物柴油最主要产区也是最主要消费区——欧盟的政策与供需格局，认为欧盟将会降低生物柴油掺混上限，到2030年，可能减少近一半的生物柴油使用量。而这，相对于缩减了菜油和棕榈油的消费量。



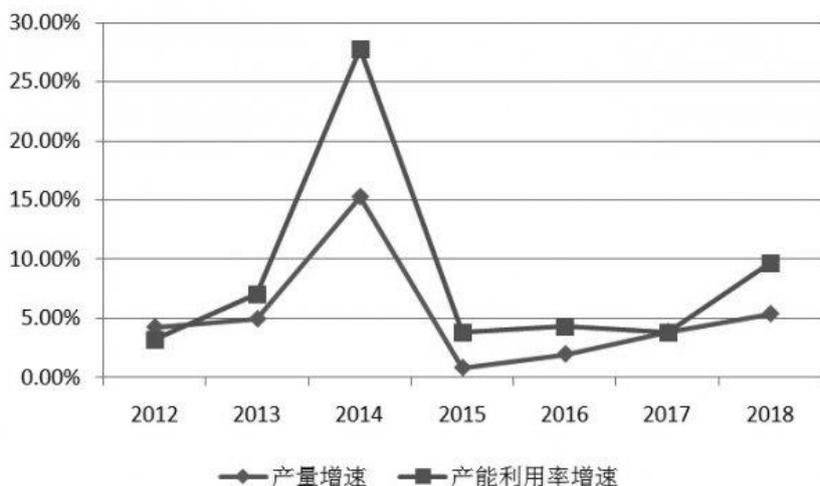
图为原油价格与全球生物柴油产量增速



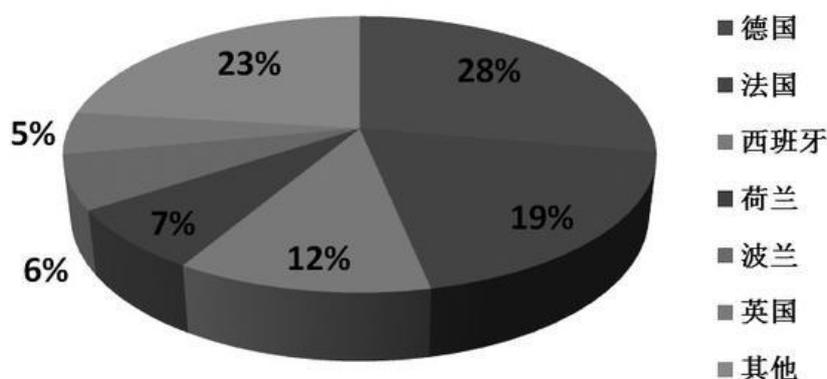
图为欧盟生物柴油产量与进口量



图为欧盟生物柴油产能与企业数量



图为欧盟生物柴油产量增速与产能利用率增速



图为欧盟成员国生物柴油消费比重

原油价格变动左右生物柴油产量增速

生物柴油指用植物油、动物油、废弃油脂等生产的一种可再生的生物质燃料。生物柴油可以部分替代石化燃料，是一种可再生的清洁能源，是生物能源产业的战略性产品之一。油脂价格与原油价格有较高的相关性，原油价格的变化主要通过影响生物柴油产量与需求来改变油脂的供需结构，最终带动油脂价格波动。油脂主产国利用其较低的原料成本发展生物柴油，如棕榈油主产国印度尼西亚和马来西亚，豆油主产国美国、巴西和阿根廷，菜油主产国加拿大。

当原油价格大幅上涨时，生物柴油产量增速加快；当原油价格大幅下跌时，生物柴油产量增幅放缓，甚至会呈现负增长。例如 2008 年与 2011 年，原油价格大幅上涨，突破 100 美元/桶的关口，2008 年更是逼近 150 美元/桶的历史高位，生物柴油利润可观，全球生物柴油产量增速在 2008 年与 2011 年分别达到 60% 与 33%。而 2015 年，原油价格大幅下跌，生物柴油利润陷入亏损，当年生物柴油产量出现 10 年间仅有的负增长。

长周期看，全球生物柴油产量逐步增加，从 2007 年的 900 万吨增加到 2018 年的 3840 万吨。其中，2007—2011 年，原油价格运行重心不断抬升，生物柴油产量增速较快，年均增速为 27%；2012—2018 年，原油价格滞涨回跌，生物柴油产量增速放缓，年均增速为 8%。

目前，生物柴油产量占全球植物油产量的 20%，生物柴油市场的变化很大程度上影响着整个油脂市场的供需结构，甚至左右油脂价格。原油价格暂时处于 80 美元/桶以下，全球生物柴油增速料维持在 10% 的平均水平。

欧盟生物柴油产量在全球的占比下降

全球生物柴油生产的主要国家和地区有美国、巴西、印尼、阿根廷和欧盟。目前，欧盟的生物柴油产量占全球产量的 37%，美国占 8%，巴西占 2%。然而，早在 2005 年，欧盟生物柴油产量占全

球产量的比重高达 85%。随着全球大豆与油棕树种植面积的扩张，豆油与棕榈油的产量在全球油脂市场中的比重不断提高，应用于生物柴油产业的数量增加，美洲和亚太地区生物柴油产量所占比重也在上升，而欧洲的市场份额处于下降态势。虽然目前欧盟仍是全球生物柴油产量最多的地区，但盛产大豆的美国、巴西和阿根廷的生物柴油产量占比合计为 32%，与欧盟相差无几。

2017 年，欧盟生物柴油消费量为 1355 万吨，预计 2018 年的消费量增加为 1427 万吨，增幅为 5.3%。2011 年以来，欧盟生物柴油消费量相对稳定，基本在 1300 万吨上下浮动。

2017 年，欧盟生物柴油产量为 1346 万吨，预计 2018 年的产量增加为 1419 万吨，增幅为 5.4%。

欧盟生物柴油生产企业的数量从 2011 年的 365 家减少到 2018 年的 193 家，有 72 家企业被挤出市场，而企业的平均产能并没有太大变化，年均产能在 9 万吨。由于大量企业退出，欧盟生物柴油产能也大幅收缩，从 2012 年的最高处 2215 万吨减少到 2018 年的 1789 万吨。

2012 年以来，随着原油价格的走低，尤其是 2014 年以来，原油价格从 100 美元/桶的高位直接跌落到 40 美元/桶之下，生物柴油生产利润下滑，企业数量减少，欧盟生物柴油产能随之收缩。

2014 年，欧盟生物柴油企业数量与产能减少幅度较大，企业减少 26 家，产能减少 212 万吨，而当年的生物柴油产量逆势增长了 15%。究其原因，正是企业产能利用率大幅提高。2014 年，欧盟生物柴油企业产能利用率为 64.31%，较 2013 年的 50.33% 提高近 14 个百分点，增速为 27.78%。2013 年开始，产能利用率增速均高于产量增速，年均高出 4 个百分点。

在欧盟企业数量与总体产能水平下滑的过程中，各企业产能利用率却在不断提高，从 2011 年的 45.56% 上升到 2018 年的 79.33%。8 年时间里，欧盟生物柴油企业产能利用率上调了 33.77 个百分点。企业通过提高产能利用率来增加生物柴油产量，以满足国内消费需求。

上调进口关税抑制生物柴油进口数量

2018 年，欧盟生物柴油进口量预计为 50 万吨。2014 年以来，欧盟生物柴油进口量基本维持在 50 万—60 万吨。而之前几年，欧盟生物柴油的进口量接近 300 万吨。2013 年，欧盟生物柴油进口量为 123 万吨，较 2012 年的 290 万吨减少 167 万吨，降幅高达 57.7%。之后，2014 年的进口量进一步下调至 56 万吨，降幅为 54.63%。

欧盟生物柴油关税政策不断调整，2008 年以前，欧盟成员国之间进出口生物柴油免关税，对从其他国家进口的生物柴油征收 6.5% 的关税。而 2008 年，欧盟委员会决定对从美国进口的生物柴油展开反倾销和反补贴两项调查；2009 年，欧盟委员会开始对美国的生物柴油征收临时性反倾销和反补贴关税；2015 年，决定把对美国生物柴油实施的反倾销及反补贴税期限延长至 2020 年。

2013 年，欧盟对印尼和阿根廷的生物柴油征收临时反倾销税，对阿根廷的生物柴油征收 6.8%—10.6% 的关税，对印尼的生物柴油征收 2.8%—9.6% 的关税。

欧盟关税政策调整导致进口的生物柴油失去性价比优势，2013 年之后，欧盟生物柴油进口量明显下降，从 2012 年的 290 万吨减少到 2017 年的 50 万吨。

调整生物燃料政策以发展可再生能源

欧盟生物柴油产量在全球市场的占比下降，主要源于其对生物燃料政策的调整。

20 世纪 90 年代以来，欧盟积极制定政策以改善国际气候。2001 年出台了有关促进可再生能源发展的指令，计划到 2010 年将可再生能源的比例提高到 12%，且 2009 年，欧洲理事会通过欧盟能源和气候变化计划，可再生能源指令是其中一部分内容，该指令的目标是确保在 2020 年所有欧盟成员国都能达到生物燃料 20% 的掺混率，同时规定了在交通运输燃料使用中 10% 的掺混目标。掺混率指在矿物燃料和生物燃料的混合油中，生物燃料在共混物中的百分比，例如 B100 表示 100% 生物燃料，B5 表示 5% 生物燃料和 95% 矿物燃料。

生物燃料分为第一代生物燃料和第二代生物燃料。第一代生物燃料指基于粮食作物或植物油生产的生物燃料，包括用植物油生产的生物柴油和用玉米及甘蔗生产的生物乙醇，欧盟生物柴油产量占第一代生物燃料产量的 70%，生物乙醇占 25%，其他占 5%。第二代生物燃料的原料主要是非粮作物，其是用动物脂肪及废弃食用油生产的生物柴油和以秸秆、枯草、木屑等废弃物生产的纤维素乙

醇。第二代生物燃料与第一代的最重要区别就在于是否以粮食作物为原料。

由于种植制造生物燃料的农作物会抢占粮食作物的耕地，推高食品价格，近期，研究单种生物燃料原料的工作证实，利用植物油做生物燃料的温室气体排放量要显著高于以淀粉或糖作为原料的生物燃料，某些生物燃料的总碳排放量可能比化石燃料还要高，而以非粮食类农作物作为原料的先进生物燃料，通常温室气体排放量很低。在一些地区，大面积的天然植被和森林已经被清除并燃烧，用以种植大豆和棕榈树，进而制造生物柴油。

欧盟委员会大力支持提高生物燃料的掺混比例，但对第一代生物燃料的掺混比例设置了上限。欧盟环保主义与生产企业就第一代生物燃料掺混率不断博弈，欧盟委员会试图通过内部协定协调二者的分歧。2012年，欧洲委员会提出，基于粮食作物的生物燃料不得高于5%的掺混比例。2013年，欧洲议会以微弱多数表决通过，将粮基生物燃料作为运输燃料的使用上限设为6%。2014年6月14日，欧盟各国达成一项临时协议，规定交通运输车辆使用第一代生物燃料的比例不得超过7%，以保护粮食作物种植面积和产量。2015年4月14日，欧洲议会环境委员会的成员们签署了一项妥协性协定，对交通部门使用的基于粮食作物的生物燃料作出了明确限制，要求欧盟成员国限制在交通部门使用第一代生物燃料的比例，到2020年降至7%。

2016年11月30日，欧洲委员会公布了一项在2021—2030年期间执行的第二个可再生能源指令，基于粮食作物的第一代生物燃料的掺混上限要从2021年的7%下降到2030年的3.8%。该指令要求2021—2025年第一代生物燃料的掺混上限要逐年减少0.3个百分点，2026—2030年要逐年0.4个百分点。同时，将第二代生物燃料的掺混下限从2021年的1.5%上调到2030年的6.8%。2020年之后，第一代生物燃料的生物柴油和生物乙醇的消费量将逐步减少，第二代生物燃料的消费量将大幅增加。

欧盟各国的生物柴油产量分化，产量排在前三的分别是德国、法国和西班牙，占比分别为28%、19%、12%。这三个国家的产量占欧盟生物柴油总产量的59%。

目前，德国用以生产生物柴油的油菜籽，种植面积已有100多万公顷，生物柴油已占德国再生能源市场份额的60%以上。德国政府积极鼓励生产和应用生物柴油，对农民种植油菜籽给予一定的补贴。另外，德国拥有1500多个生物柴油加油站，并且从2004年开始对生物柴油实行免税政策，免征生物柴油或与普通石化柴油混用的柴油消费税，混用油免税额度根据生物柴油所占比例而定。这项措施进一步推动了生物柴油在德国的生产和使用。生物柴油在德国已经替代普通柴油，作为公交车、出租车以及农业机械等使用的燃料。

法国政府从2003年开始促进生物能源的开发，鼓励生物能源的利用，具体包括：降低税收或免税；汽车发动机的设计以生物柴油发动机为主，约占法国汽车保有量的63%。

意大利是大量进口能源的国家，进口量占能源需求量的80%。目前，意大利的生物柴油原料主要是来自从法国、德国的油菜籽。

抑制生物柴油消费势必冲击油脂市场

欧盟的生物柴油原料有菜油、棕榈油、废弃食用油、动物油、豆油等。其中，菜油是欧盟生产生物柴油最主要的原料，占比为43%。然而，在2008年欧盟生物柴油的原料中，菜油占比高达72%，后来随着美洲大豆与东南亚棕榈油产量的增加，欧盟进口豆油与棕榈油的数量增加，用于生产生物柴油的菜油的比重下降。尽管如此，目前，欧盟仍是全球使用菜油生产生物柴油的最主要地区。菜油生产的生物柴油，80%在欧盟消费。

棕榈油在欧盟生物柴油生产中的使用量排第二，棕榈油主要从印尼和马来西亚进口。西班牙、荷兰、芬兰、意大利和法国主要用棕榈油生产生物柴油，德国、葡萄牙、罗马尼亚和波兰则少得多。2017年，欧盟将进口的230万吨棕榈油用于生产生物柴油，占欧盟棕榈油进口量的35%，占全球棕榈油消费量的3.71%。

印尼为了种植更多的棕榈树砍伐了大量的热带植物，破坏了生态平衡，有悖于发展生物柴油的初衷，因而欧盟将减少生物柴油中使用棕榈油的数量，2030年起，欧盟可能停止在运输燃料中使用

棕榈油。

根据欧盟可再生能源政策，基于粮食作物的第一代生物燃料的掺混上限从 2021 年的 7% 下降到 2030 年的 3.8%，生物柴油产量将减半，减少的量为 700 万吨。用于制作生物柴油的菜油与棕榈油合计占比约 62%，到 2030 年，二者使用量合计减少 430 万吨。基于欧盟的政策调整，预计到 2030 年，棕榈油在生物柴油中的使用量减少幅度要大于菜油，预计棕榈油使用量减少 230 万吨，占全球棕榈油消费量的 3%；预计菜油使用量减少 200 万吨，占全球菜油消费量的 10%。

整体来说，鉴于欧盟生物燃料政策调整，其生物柴油产量对于原油价格的边际效应减弱。未来 10 年，欧盟用于生产生物柴油的菜油与棕榈油的数量减少，油脂需求将随之下滑。

王瑞 何曙慧 张秀峰 期货日报 2018-07-06

## 燃煤耦合生物质发电迎新机

6 月 21 日，国家能源局、生态环境部联合发布《关于燃煤耦合生物质发电技改试点项目建设的通知》(以下简称《通知》)，公布了 84 个燃煤耦合生物质发电技改试点项目名单。此举的前文是，2017 年 11 月 27 日，国家能源局、原环境保护部联合发文《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》，鼓励相关企业积极申报燃煤耦合生物质发电技改试点项目。

两项重要政策用半年有余的时间完成了鼓与呼，找到了清洁燃煤发电+生物质能源的契合点，也为未来燃煤耦合生物质发电的发展留足了想象空间。

方向：燃煤耦合生物质发电有望成主流

当前，我国已建成世界最大的清洁高效燃煤发电体系。那么，这套已建成的体系，在清洁高效利用煤炭之外，还能发挥出哪些巨大潜力？2017 年 11 月 27 日发布的《关于开展燃煤耦合生物质发电技改试点工作的通知》就此给出了方向。

该文件提出，组织燃煤耦合生物质发电技改试点项目建设，重点在 13 个粮食主产省份，优先选取热电联产机组，布局一批燃煤耦合农林废弃残余物发电技改项目；重点在直辖市、省会城市、计划单列市等 36 个重点城市和垃圾、污泥产生量大，土地利用较困难或空间有限，以填埋处置为主的地区，优先选取热电联产煤电机组，布局燃煤耦合垃圾及污泥发电技改项目。

“组织开展燃煤耦合生物质发电技改试点的目的，正如文件所表述的，依托现役煤电高效发电系统和污染物集中治理设施，构筑城乡生态环保平台，兜底消纳农林废弃残余物、生活垃圾以及污水处理厂、水体污泥等生物质资源，破解秸秆田间直焚、污泥垃圾围城等社会治理难题。”国家可再生能源中心产业发展部研究员窦克军在接受本报记者采访时表示，在我国实行化石能源总量控制、节能减排的大背景下，开展燃煤耦合生物质发电技改试点，将充分发挥我国已建成的清洁高效煤电体系的价值，破除秸秆田间直焚、污泥垃圾围城等社会治理顽疾。

窦克军介绍，生物质耦合技术的前身是混燃技术，其在生物质能发展之初就已出现，但该类项目需要精准计量，带来了监管难度和监管成本的增加，其发展之路并不顺遂。“如今，燃煤耦合生物质发电主要采用以生物质气化后与燃煤混燃为主的技术路线，这类技术每单位小时内的产气量和热值都是可检测和测量的，产生的电量也是可换算的，可实现精准监管和计量。监管环节的瓶颈问题一旦得以解决，燃煤耦合生物质发电技术有望成为未来生物质发电的主流方式，也将成为推动生物质发电实现规模化增长的主力。”

亮点：多种耦合技术全面开启

从文件本身出发，《通知》所列 84 个燃煤耦合生物质发电技改试点项目，涉及全国 23 个省、自治区、直辖市。从省份上看，江苏省的试点项目最多，有 13 个，其次是辽宁省有 7 个，河北省和黑龙江省均有 6 个，排在第三位。

“从省份布局上看，此次批准的 84 个试点项目，统筹考虑了当地的资源利用状况和已有项目建设布局情况，做到了因地制宜，可以实现就地消纳生物质原料。”窦克军表示。

从项目布局上看，试点项目主要针对的是国有大型企业。其中，华能集团共有 14 个试点项目，位居首位；其次是大唐集团和华润电力，各有 11 个项目；华电集团有 10 个项目；国家电投有 7 个项目；国家能源和国投各有 2 个项目。总体而言，大型国有发电企业的项目数量共 57 个，占比超过 67%。

对此，窦克军分析，选取试点当然更愿意选择资源基础较好、风险承受能力较强的优质项目，而且国有企业的技术能力、综合能力等方面表现更优，也更有利于监管。

从项目类型上看，此次批准的 84 个试点项目，突出了以耦合农林废弃残余物发电为主，涵盖耦合污泥发电、耦合垃圾发电的特点。据记者统计，84 个试点项目共包括 88 个项目类型，其中耦合农林废弃残余物发电占 58 个，耦合污泥发电 29 个，耦合垃圾发电 1 个。

“试点项目中，多种技术全面开启，在关注农林生物质之外，加入了对污泥、垃圾发电等新尝试。这些尝试，将涉及新的行业标准的设立，不同燃料的成分、热值的分类，前期预处理等相关技术解决方案的出台，所以既是亮点也是挑战。”窦克军表示。

创新：节能低碳电力调度+政府购买公共服务

“生物质电量单独计量，由各省发展改革委(能源局)负责认定，由电网企业全额收购”、“因地制宜制定生物质资源消纳处置补偿机制，采用政府购买公共服务等多种方式合理补偿生物质资源消纳处置成本并保障技改试点项目合理盈利”……针对市场上极为关注的试点项目的盈利问题，《通知》如此表示。

在产业发展初期，对燃煤耦合生物质发电项目进行合理的适度的补贴，是维持其可持续健康发展的有效途径。不过，在燃煤耦合生物质发电项目没有列入可再生能源电价附加资金补助目录的背景下，《通知》对燃煤耦合生物质发电项目给予“节能低碳电力调度+政府购买公共服务”的补贴模式，不啻为创新之举，也给了地方政府充分的空间。

从呼吁鼓励申请试点，到试点名单出炉，两项政策用半年多的时间完成了鼓与呼，但闭环并未就此完成。接下来，是针对不同耦合技术的技术标准和规范、原料的可靠性如何保障、如何实现有效的监管和计量、地方政府如何制定补偿标准等诸多更加细致和深化的工作，并由此推动燃煤耦合生物质发电产业迸发出更大的潜力。

国家能源报道 2018-07-12

## 国内首个以农林秸秆为主要原料的生物质气化与燃煤耦合发电项目试验成功

2018 年 7 月 7 日 13:18 分，“湖北华电襄阳发电有限公司生物质气化耦合发电#6 机组项目”秸秆制气试验成功，各项参数达到设计要求，这是我国第一个利用农林秸秆为主要原料的生物质气化与燃煤耦合发电项目。

“湖北华电襄阳发电有限公司生物质气化耦合发电#6 机组项目”是中国华电集团有限公司重点科技项目，该项目由湖北华电襄阳发电有限公司(简称“襄阳电厂”)和中国华电科工集团有限公司(简称“华电科工”)共同承担。是贯彻党的十九大精神，推进能源生产和消费改革，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，坚持节约资源和保护环境，探索生物质能源综合高效利用的新方法。

在该项目试验前，国内并无秸秆气化与燃煤耦合发电应用案例，襄阳电厂、华电科工与技术支持方合肥德博生物能源科技有限公司通力合作，通过多渠道、跨行业技术咨询、调查、试验，从原料收储、加工处理、炉体设计、密封保护、耦合接入方案到灰渣利用等，每个环节都认真比选和论证，结合实际生产条件，在确保安全运行的原则下，优化设计方案和控制方式，并认真监督确保按技术要求组织实施。

项目新建一台循环流化床气化炉(负压运行)及其附属设置，燃料消耗量 8t/h，其中 50%为稻壳，50%为生物质成型燃料，年可消纳生物质原料 5.14 万吨，系统年利用小时数为 5500h。其设计发电平均电功率为 10.8MW(按热效率折算)，生物质能发电效率超过 35%，年供电量可达 5458 万度，相当于节省标煤约 2.25 万吨，减排燃煤所产生的 SO<sub>2</sub> 约 218 吨，减排温室效应气体 CO<sub>2</sub> 约 6.7 万吨。

工程于 2017 年 3 月 28 日正式开工;2018 年 2 月 4 日完成冷态试验;2018 年 4 月 27 日 100%稻壳气化成功;2018 年 7 月 7 日稻壳与秸秆比重按 1:1 成功混合制气。

项目投产后将形成“生物质-高温燃气-电-还田”的循环经济产业链，是破解秸秆田间直焚，社会治理难的一种有效途径，具有“生态环境效益”。其有效利用了大型火电企业的存量资产，发挥清洁高效煤电体系的技术领先优势，依托现役煤电高技发电系统和污染物集中治理设施，体现了以央企、国企为主的燃煤发电企业的社会责任。

该项目已纳入国家能源局、生态环境部燃煤耦合生物质发电技改试点项目，它的试验成功，也将积极推动相关示范项目的建设。

浙江大学、华北电力大学等科研院校为其提供了技术支持。

中国能源网 2018-07-09

## 中国生物质能发电的市场发展现状和前景分析

绿色能源也称清洁能源，是指不排放污染物、能够直接用于生产生活的能源。绿色能源可分为狭义和广义两种概念。狭义绿色能源仅指可再生能源，如水能、生物能、太阳能、风能、地热能和海洋能等。这些能源消耗之后可以恢复补充，很少产生污染;广义的绿色能源则包括在能源的生产、及其消费过程中，选用对生态环境低污染或无污染的能源，除了上述可再生资源外，还包括非再生资源，如核能、天然气、清洁煤等。本文所指的绿色能源为广义上的绿色能源，包含非再生资源(对生态环境低污染或无污染的)。

### 中国绿色能源产业之“生物质能”市场发展现状和前景分析

生物质是指通过光合作用而形成的各种有机体，包括所有的动植物和微生物。而生物质能就是太阳能以化学能形式贮存在生物质中的能量形式，即以生物质为载体的能量。它直接或间接地来源于绿色植物的光合作用，可转化为常规的固态、液态和气态燃料。可利用生物质的种类很多，可以从各种各样的农作物、森林的原材料直接获得，也可以从森林工业的副产品，回收利用家庭垃圾、回收利用毁坏的木材和纸张中获得。

目前，中国生物质资源转换为能源的潜力约为 4.6 亿吨标准煤，已利用量约 2200 万吨标准煤，还有约 4.4 亿吨可作为能源利用;今后随着造林面积的扩大和经济社会的发展，生物质资源转换为能源的潜力可达 10 亿吨标准煤。

2010-2017 年，我国生物质及垃圾发电装机规模呈现上升趋势，累计装机容量由 2010 年的 5.6GW 增加至 2017 年的 15.3GW，7 年间增加了 2 倍。

2010-2017 年，我国生物质能发电并网容量呈上升趋势，2016 年全国生物质能发电并网容量 1214 万千瓦，到了 2017 年年底，并网容量达到 1476.2 万千瓦，较上年增长 21.59%。

图表8：2010-2017年中国生物质及垃圾发电累计装机容量（单位：GW）



资料来源：前瞻产业研究院整理

©前瞻经济学人APP

图表9：2012-2017年中国生物质能发电并网容量  
(单位：万千瓦)



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

### 中国生物质能发电发展趋势

#### (1) 农林生物质发电突破经济性瓶颈者将享受先发优势

农林生物质直燃发电是目前最常见的一种生物质发电技术，以秸秆为例，秸秆发电是指以农作物秸秆为主要燃料的一种发电方式，将秸秆送入锅炉直接燃烧，发生化学反应，放出热量，利用这些热量再进行发电，秸秆发电是秸秆优化利用的最主要形式之一。

#### (2) 生物质燃料收储运体系成熟度不断提升

农村地区生物质资源丰富，一般而言当地可收集资源量约为生物质产业项目需求量的 10 倍以上，并不存在供给短缺问题。因此只要创新收购模式，加大精细化管理力度，生物质企业可以大大提升对燃料市场的管控能力。

#### (3) 技术进步将逐步提升生物质电厂的盈利性

生物质发电技术的提升，有效提高机组的热效率，在使用同等燃料的情况下，输出的电能更多。目前高温超高压机组已开始生物质电厂使用，转化效率提高到 30% 以上，随着 BIGCC 和热化学技术在生物质电厂的应用，未来生物质电厂转化效率有望达到 39%。燃料成本的盈亏平衡点将大大提升。

从政策发展走势和经济新常态下能源基础支撑发展的作用，以及国家在推进节能减排以兑现对入世的承诺等综合因素来看，前瞻认为，2018-2023 年间，生物智能发展产业装机规模将保持在 15%-20% 的增长率，至 2023 年中国生物质能发电装机规模将突破 40GW。

以上数据分析均来源于前瞻产业研究院发布的《2018-2023 年中国绿色能源(清洁能源)产业市场前景报告》

图表10：2018-2023年中国生物质能发电装机  
预测 (GW)



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

前瞻产业研究院 2018-07-13

## 2020 年将全面推广乙醇汽油 业内机构称供应缺口达 1300 万吨

2018 年 6 月，天津市政府公布《天津市推广使用车用乙醇汽油实施方案》，要求有序推广使用车用乙醇汽油，于 2018 年 9 月 30 日实现全市封闭运行。这是自 2017 年 9 月国家燃料乙醇和车用乙醇汽油政策出台后，第一个宣布推广落实的直辖市。

此前的 2017 年 9 月，国家发展改革委、国家能源局、财政部等 15 部委下发了《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》。方案提出，到 2020 年，在全国范围内推广使用车用乙醇汽油。

燃料乙醇是车用清洁燃料重要的发展方向。美国年消费乙醇超过 4000 万吨，巴西年消费乙醇约 1800 万吨。2017 年中国汽油表观消费量约 1.2 亿吨，按照中国目前推广的 E10 乙醇汽油（含 10%乙醇），燃料乙醇在中国市场潜力巨大。

业内机构亚化咨询预测，如果全国范围推广燃料乙醇，与目前供应量来看，2020 年将有近 1300 万吨的燃料乙醇供应缺口。如果全部补贴，将造成巨大的财税补贴压力；如果不给任何补贴，燃料乙醇的成本在市场上竞争力又会不够。同时，全面推广燃料乙醇对于现有的 MTBE 生产企业和炼化行业都将带来巨大的冲击。

中国燃料乙醇年产量仅为 200-300 万吨级规模，以粮食乙醇为主，木薯乙醇为辅，少量纤维素制乙醇。亚化咨询认为，生产燃料乙醇未来长期具有竞争力的技术主要有三类：纤维素水解发酵工艺、生物质合成气发酵工艺、合成气化学反应工艺。考虑到实际情况，煤、合成气制燃料乙醇应当成为生物燃料乙醇最具成本竞争力的补充。

在通过生物质、煤、合成气生产燃料乙醇方面，河南天冠中科院大连化物所等企业和机构取得了技术突破或商业化应用。2017 年 1 月，延长石油与大连化物所共同研发的 10 万吨/年合成气制乙醇工业示范装置打通全流程。此外，50 万吨/年合成气制乙醇项目和煤基 E10 乙醇汽油性能研究项目也在推进中。

另据了解，煤/合成气与生物燃料乙醇论坛 2018 将于 7 月 19-20 日在河南洛阳召开。来自中石化、河南天冠、中科院大连化物所等领先机构的专家将作大会报告，将探讨中国非粮燃料乙醇政策与市场趋势；煤、合成气、生物质制燃料乙醇的技术与商业化应用；不同原料路线乙醇的竞争力比较；煤制乙醇与生物乙醇的合作与竞争；燃料乙醇推广对 MTBE 和炼化行业的影响等。

陈其珏 中国证券网 2018-07-11

## 生物质能向热电联产转型发展

“实现清洁供热，是我国目前及未来的重大战略任务。在此背景下，热电联产成为了可再生能源重要组成部分之一的生物质能源的最佳发展方向。”中国产业发展促进会生物质能产业分会理事长陈小平在近日召开的“2018 中丹可再生能源清洁供热高峰论坛”上表示，生物质能清洁供热在中小型区域民用、工业供热方面具有先天优势，大力发展生物质热电联产，能够有效减少对化石、煤炭能源的依赖，为打赢蓝天保卫战作贡献。

近年来，我国生物质发电的年发电量约为 800 亿千瓦时，占我国年总发电量的 1.4%，虽然占比有限，但从环保、民生角度来看，生物质能源产业不可或缺。“建设一座 2.5 万千瓦的生物质发电厂（热电厂），每年可消耗农林剩余废弃物 30 多万吨。

按 300 元/吨收购价计算，每年可形成 9000 万元的生物质收购市场，民生、环保意义重大。”中国产业发展促进会生物质能产业分会常务副秘书长张大勇表示，毋庸置疑，我国生物质能源市场发展潜力巨大。

据统计，2018 年一季度，我国生物质发电新增装机 99 万千瓦，累计装机容量达到 1575 万千瓦，同比增长 24%；一季度生物质发电量达到 178.6 亿千瓦时，同比增长 19.1%，继续保持稳步增长势头。

“接下来，我国生物质能源产业应由单一的生物质发电向生物质能热电联产或生物质供热(冷)方向转型升级发展。在此基础上，再向综合能源服务方向升级发展，探索提供电能、热能及相关的增值服务等。例如为用户提供设施优化解决方案。”与会专家一致认为。以供热为例，当前，我国明确支持发展生物质能供热，根据相关指导意见，到 2020 年，生物质热电联产装机容量超过 1200 万千瓦，生物质能供热合计折合供暖面积约 10 亿平方米，年直接替代燃煤约 3000 万吨。

“未来，生物质能源要多供热，少发电，要向供热为主、发电为辅的运营模式发展，要大力发展生物质热电联产。”张大勇说，从自身特性，以及国外的应用实践来看，发展热电联产，实现清洁供热，是生物质能源产业最优的发展方向。在这一方面，世界上能源效率最高的国家之一丹麦，已有可借鉴经验。

目前，丹麦 63%的家庭是区域供热，约 60%的电力来自效率高达 92%的热电联产。使用热电联产发热和发电，其整体能源效率远高于分别发热、发电，效率可高达 85%~90%，与单独发热、发电相比，可节约 30%的燃料。

“区域供热和热电联产已经成为并将继续成为丹麦绿色转型的一个关键因素。”丹佛斯供热事业部中国亚太及印度区总裁、丹麦区域供热委员会中国分会主席于泳溟告诉记者，这其中就包括了大量的生物质能源项目。他还介绍，丹麦目前已经实现了按需供热、按平方米收费。

“在我国，生物质能在清洁供热、大气污染防治、精准扶贫等方面，将有新的更大的作为。生物质能源行业要加强与能源、财政、价格、生态环境等部门的沟通协调，促进生物质热电联产、生物质供热(冷)加速发展。”张大勇说，生物质能源产业涉及废气、废水排放等，国家相关部门要加强监督，行业、企业也要加强自律，保持信息透明，与周边居民良性互动，从而促进产业良性发展。

王怡然 中国电力新闻网 2018-07-09

## 太阳能

### 细菌也能作太阳能电池，光转化电流密度创纪录

据加拿大不列颠哥伦比亚大学(UBC)官网近日消息，该校研究人员开发了一种便宜且可持续的方法，利用细菌将光转化为能量来制造太阳能电池，这种新电池产生的电流密度比以前此类设备更强，且在昏暗光线下的工作效率与在明亮光线下一样。

研究人员表示，要在北欧和不列颠哥伦比亚省这样阴雨天气比较多的地方广泛采用太阳能电池，这项创新迈出了重要一步。随着技术进一步发展，这类由活体有机物制成——源于生物的(biogenic)太阳能电池效率可媲美传统太阳能电池板内使用的合成电池。

以前建造源于据加拿大不列颠哥伦比亚大学(UBC)官网近日消息，该校研究人员开发了一种便宜且可持续的方法，利用细菌将光转化为能量来制造太阳能电池，这种新电池产生的电流密度比以前此类设备更强，且在昏暗光线下的工作效率与在明亮光线下一样。

研究人员表示，要在北欧和不列颠哥伦比亚省这样阴雨天气比较多的地方广泛采用太阳能电池，这项创新迈出了重要一步。随着技术进一步发展，这类由活体有机物制成——源于生物的(biogenic)太阳能电池效率可媲美传统太阳能电池板内使用的合成电池。

以前建造源于生物的电池时，采取的方法是提取细菌光合作用所用的天然色素，但这种方法成本高且过程复杂，需要用到有毒溶剂，且可能导致色素降解。

为解决上述问题，研究人员将色素留在细菌中。他们通过基因工程改造大肠杆菌，生成了大量番茄红素。番茄红素是一种赋予番茄红色的色素，对于吸收光线并转化为能量来说特别有效。研究人员为细菌涂上了一层可以充当半导体的矿物质，然后将这种混合物涂在玻璃表面。他们采用涂膜玻璃作为电池阳极，生成的电流密度达 0.689 毫安/平方厘米，而该领域其他研究人员实现的电流密

度仅为 0.362 毫安/平方厘米。

项目负责人、UBC 化学和生物工程系教授维克拉姆帝亚·亚达夫表示：“我们记录了源自生物的太阳能电池的最高电流密度。我们正在开发的这些混合材料，使其可通过经济且可持续的方法制造，且最终效率能与传统太阳能电池相媲美。”

亚达夫相信，这一工艺会将色素的生产成本降低 10%。他们的终极梦想是找到一种不会杀死细菌的方法，从而无限地制造色素。此外，这种源于生物的材料还可广泛应用于采矿、深海勘探以及其他低光环境等领域。生物的电池时，采取的方法是提取细菌光合作用所用的天然色素，但这种方法成本高且过程复杂，需要用到有毒溶剂，且可能导致色素降解。

为解决上述问题，研究人员将色素留在细菌中。他们通过基因工程改造大肠杆菌，生成了大量番茄红素。番茄红素是一种赋予番茄红色的色素，对于吸收光线并转化为能量来说特别有效。研究人员为细菌涂上了一层可以充当半导体的矿物质，然后将这种混合物涂在玻璃表面。他们采用涂膜玻璃作为电池阳极，生成的电流密度达 0.689 毫安/平方厘米，而该领域其他研究人员实现的电流密度仅为 0.362 毫安/平方厘米。

项目负责人、UBC 化学和生物工程系教授维克拉姆帝亚·亚达夫表示：“我们记录了源自生物的太阳能电池的最高电流密度。我们正在开发的这些混合材料，使其可通过经济且可持续的方法制造，且最终效率能与传统太阳能电池相媲美。”

亚达夫相信，这一工艺会将色素的生产成本降低 10%。他们的终极梦想是找到一种不会杀死细菌的方法，从而无限地制造色素。此外，这种源于生物的材料还可广泛应用于采矿、深海勘探以及其他低光环境等领域。

刘霞 科技日报 2018-07-10

## 结合硅与钙钛矿材料 太阳能转换效率跃升至 27.2%

太阳能技术日新月异，光电转换效率纪录每隔几周又会再翻新，象是最近英国太阳能公司 Oxford PV 便透过钙钛矿-硅晶太阳能技术，将效率提高至 27.2%。

硅晶太阳能为当前产业首选技术，便宜、高效又稳定的优势让太阳光电成为最受欢迎的再生能源，但以目前已大规模商业化的技术而言，其转换效率预期很难超过 25%，因此科学家一直在寻找另一个太阳能明日之星。

钙钛矿则是太阳能领域后起之秀，光电转换效率在 9 年内增加到可与硅晶太阳能媲美的 22%，近年来科学家更为了寻求突破与新材料，纷纷将钙钛矿与硅晶太阳能相结合，让原本处于市场竞争关系的太阳能电池材料握手言和，打造新型太阳能电池。

英国 Oxford PV 便以此技术成功研发出 1 cm<sup>2</sup> 大小的高效率钙钛矿-硅晶太阳能电池，该效率除了获得德国 Fraunhofer 太阳能系统研究所(ISE)认证，也突破单一接面式(Single Junction)硅晶太阳能电池 26.7% 的纪录。

该公司并不期望能将单一太阳能材料效率最大化，反而利用钙钛矿与硅晶电池各自优缺点与不同能隙特性，试图将钙钛矿-硅晶太阳能电池转换效率跃升至 30% 以上。

理论上，由于钙钛矿与硅晶材料能隙宽度不一，两者光吸收范围并不会重叠，因此可各司其职：钙钛矿负责吸收绿光、蓝光并转换为电能，硅则用于吸收红光与近红外光，但现实往往没那么简单，能隙重叠效应(bandgap overlap effect)仍将底层硅晶太阳能电池的效率砍半，大大影响整体太阳能效率。

为研发出高效率钙钛矿-硅晶太阳能电池，该公司结合转换效率达 17% 与 22% 的钙钛矿与硅晶太阳能电池，但由于能隙重叠效应，最终转换效率比预期少 11% 左右。

不过与一般硅晶与钙钛矿电池相比，转换效率 27.2% 已算是产业大突破。Oxford PV 目前也正努力在德国生产 156mmx 156mm 商业尺寸钙钛矿-硅晶太阳能电池，并试图出售其概念。

Oxford PV 执行长 Frank Averdung 指出, 公司目前最大挑战不是在提升转换效率, 而是要稳定其性能。由甲基氨基碘化铅(MAPbI<sub>3</sub>)制成的钙钛矿遇到湿度会有衰退问题。该公司盼能逐一突破, 并希望可在 2019 年投入测试, 并于 2020 年推出产品。

Oxford PV 并非世界第一个研发钙钛矿-硅晶太阳能电池团队, 2018 年 2 月美国布朗大学与内布拉斯加大学林肯分校(UNL)已如火如荼研发该技术, 还想研发出不含铅的钙钛矿电池;瑞士洛桑联邦理工学院(EPFL)与瑞士电子和微技术中心(CSEM)组成的团队也在本月中旬将该类型电池转换效率提高到 25.2%, 或许业界与研究院未来达 30% 效率指日可待。

EnergyTrend 2018-07-03

## 我国首个大型商业化槽式光热电站并网成功

6 月 30 日, 中广核新能源德令哈 50 兆瓦光热项目一次带电并网成功。作为我国首个大型商业化槽式光热电站, 其成功并网, 不仅填补了我国在大规模槽式光热发电技术方面的空白, 也使我国正式成为世界上第 8 个拥有大规模光热电站的国家。

记者从中广核了解到, 该项目所处的德令哈市高寒缺氧, 是目前大型商业化光热电站建设地区中全球海拔最高、极端温度最低的地区。为降低极端天气对电站的影响, 中广核独创了全球光热电站导热油分步注油技术, 尽力确保电站实现 24 小时连续稳定发电, 有效提升了高寒地区的电网稳定性。

2016 年 9 月, 国家能源局正式公布首批太阳能热发电示范项目名单, 中广核新能源德令哈 50 兆瓦光热项目位列其中。作为首批示范项目中的首个并网项目, 其建成将在我国槽式光热发电系统的设计、产品技术和标准规范等方面起到重要示范作用, 推动我国太阳能光热产业发展加速。

谢文川 伍梦尧 中国电力新闻网 2018-07-02

## 英国光催化剂技术突破, 太阳光电材料钙钛矿有望成绿能制氢生力军

太阳能可说是自然界最丰富与唾手可得的能量来源, 其中光催化剂制氢技术是太阳能应用之一, 透过催化剂让太阳分解水、制造氢与氧, 最后再将氢用于燃料电池, 为备受看好的绿色制氢选项, 但实现该技术可不是容易的事情, 由于光催化剂材料难找, 该技术仍处于实验室阶段。

不过最近英国牛津大学在光催化剂研究有所突破, 有望找出新一代绿能制氢材料。根据《Applied Physics Letters》论文, 牛津大学科学家发现卤化物双钙钛矿(halide double perovskites)除了可用于太阳能电池技术, 也可能是个良好水分解材料。

牛津大学材料系教授 Feliciano Giustino 表示, 如果能提出有效的光催化剂材料, 这将是团队一项重大突破。

各国研究团队至今已测试多种光催化剂材料, 像是磷化镓、砷化镓或是二氧化钛, 但成效皆不如预期。目前科学家能透过二氧化钛来让阳光分解水, 可惜该材料无法有效吸收可见光, 光转换效率无法进一步提高, 因此还没有任何一种光催化剂材料达到商业应用。

为找出潜力材料, 牛津大学团队利用超级电脑计算 4 种卤化物双钙钛矿的量子能态, 发现双钙钛矿 Cs<sub>2</sub>BiAgCl<sub>6</sub> 与 Cs<sub>2</sub>BiAgBr<sub>6</sub> 为光催化剂生力军, 两种材料的可见光吸收能力都比二氧化钛还要好, 也可以产生电子与电洞, 拥有足够能量进行氧化还原反应, 进而达成水分解制氢与氧。

Giustino 表示, 很少有材料同时具备这些功能。虽然团队无法打包票说这个一定是多有效的材料, 但这些化合物似乎拥有光催化剂全部特性。

意外发现钙钛矿其他应用

找到这个光催化剂材料可说是个意外, Giustino 团队原本是在寻找太阳能电池材料, 结果发现这类型钙钛矿也可用在光催化剂。

近年来科学家察觉钙钛矿在太阳光电的应用潜力，其转换效率也在 9 年间提升 6 倍，目前也有不少研究团队透过串叠设计将砷与钙钛矿结合，大大提高光电转换效率。不过钙钛矿电池含有铅元素，如果大规模用于太阳能发电厂，含铅太阳能电池可能会危害环境，因此科学家于 2016 年开始运用电脑模拟寻找替代材料，进而研发出新型无铅钙钛矿。

牛津团队研究指出，这些材料除了具有良好光电转换潜力，也可以用在光催化剂。牛津大学材料系博士后研究员 George Volonakis 表示，新型双钙钛矿不仅可用于串叠型太阳能电池，在光催化领域也具有非常大的发展潜力。

不过当前分析只有理论基础，团队下一步是研究这些材料是否能如预测一般，在现实也可以发挥效用，研究员也会同时利用电脑运算技术来测试双钙钛矿材料是否能用于光传感器等应用。

EnergyTrend 2018-07-02

## Science 发表“极端光学创新研究团队”朱瑞、龚旗煌等在反式钙钛矿太阳能电池研究中的突破性成果

北京大学物理学院“极端光学创新研究团队”的朱瑞研究员、龚旗煌院士与合作者展开研究，首次采用“胍盐辅助二次生长”技术调控钙钛矿半导体特性，在提升反式结构钙钛矿太阳能电池性能方面取得了突破性成果，创下了该类太阳能电池器件效率的最高记录。相关研究于 2018 年 6 月 29 日在国际顶级学术期刊《科学》(Science)上发表(Enhanced photovoltage for inverted planar heterojunction perovskite solar cells, Science, Vol. 360, Issue 6396, pp. 1442-1446, DOI: 10.1126/science.aap9282)。

随着人类社会的不断进步，由工业生产所导致的能源和环境问题日益凸显，化石燃料(石油、煤炭、天然气等)的有限储量及其燃烧带来的全球变暖等问题促使人们不断地寻找和开发绿色可再生的新型能源。太阳能具有清洁、无污染、分布广泛且能量充分的优势，是有希望获得大规模应用的新型能源之一。太阳能电池利用光生伏特效应将太阳光能直接转化为电能，受到来自学术界和工业界的广泛关注和研究，也得到了各国政府的大力支持。

近年来，钙钛矿太阳能电池以其制备简单、成本低和效率高的优势迅速崛起成为新型光伏技术领域的新宠，其光电转换效率在短短八年内实现了跳跃式增长，目前报道的最高效率已达到商业化单晶硅太阳能电池的效率水平，表现出极大的优势和应用潜力。

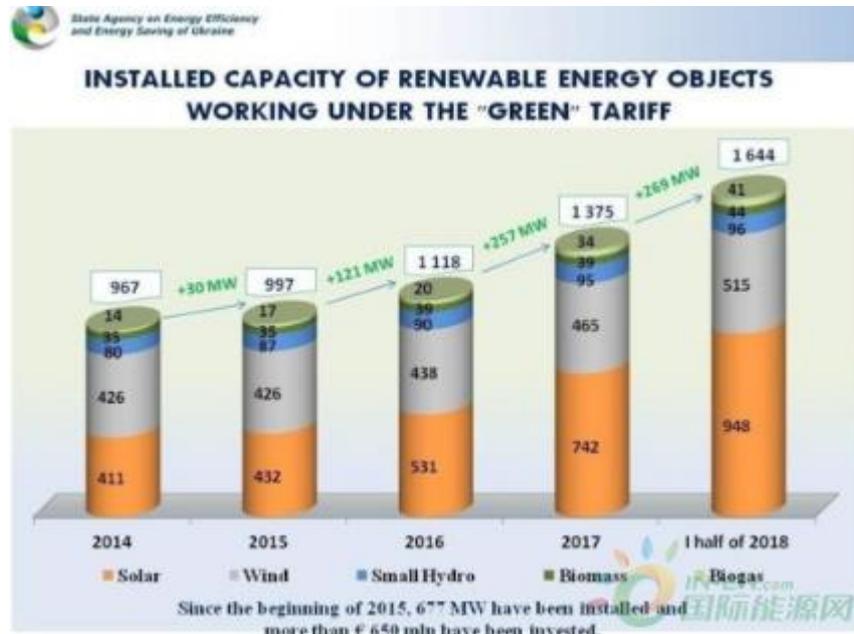
钙钛矿太阳能电池分为正式(n-i-p)和反式(p-i-n)两种器件结构。相比于正式器件，反式结构器件因制备工艺更加简单、可低温成膜、无明显回滞效应、适合与传统太阳能电池(硅基电池、铜铟镓硒等)结合制备叠层器件等优点，受到越来越多的关注。但是，反式结构器件也存在一些显著不足，例如，开路电压与理论值差距较大、光电转换效率相对偏低，这主要是由于器件中存在大量的缺陷所导致。这些缺陷主要存在于钙钛矿活性层中、钙钛矿活性层与电荷收集层界面处，造成了光生载流子的非辐射复合，进而致使能量损失严重，最终限制了开路电压的提升和光电转换效率的改善，制约了该类结构器件的发展。

针对反式结构钙钛矿太阳能电池在光电转换效率上存在的瓶颈，朱瑞研究员、龚旗煌院士与合作者展开研究，首次提出了“胍盐辅助二次生长”方法，开创性地实现了钙钛矿薄膜半导体特性的调控，显著降低了器件中非辐射复合的能量损失，在提升器件开路电压方面取得了突破，首次在反式结构器件中获得了超过 1.21 V 的高开路电压(材料带隙宽度~1.6 eV)。同时，在不损失光电流和填充因子等性能参数的情况下，显著提高了反式结构钙钛矿电池的光电转换效率——实验室最高效率达到 21.51%。经中国计量科学研究院认证，器件的光电转换效率也高达 20.90%，这是目前反式结构钙钛矿太阳能电池器件效率的最高记录。该结果为提升反式钙钛矿太阳能电池器件效率、推进该类新型光伏器件的应用化发展提供了新思路。这种制备技术也有望进一步拓展到钙钛矿叠层太阳能电池以及钙钛矿发光器件中，具有潜在的应用前景和商业价值。

北京大学 2018-07-02

## 截至 2018 年 6 月底 乌克兰光伏累计装机量近 1GW

据美国能源效率和节能部门负责人 Sergij Savchuk 表示，截至 2018 年 6 月底，乌克兰的光伏累计装机容量已达到 948MW。



目前，太阳能是乌克兰规模最大的可再生能源，其次是风力发电 5151MW，小型水力发电 96MW，生物质发电 44MW，沼气发电 41MW。

在 2018 年上半年，乌克兰全国约有 206MW 的新光伏系统并网。该结果与 2017 年登记的新增光伏项目规模相近，总计 211MW。这意味着今年可能成为乌克兰光伏新增装机量创纪录的一年，并且载未来几个月可能达到 1GW 里程碑。

这一良好表现主要归功于乌克兰政府目前授予的大型太阳能项的相关 FIT：2017 年至 2019 年期间连接到电网的地面设施为 0.1502 欧元/千瓦时。

据最近的统计数据显示，截至 2018 年 3 月底，乌克兰约有 63MW 的屋顶光伏系统并网。

刘鑫 国际能源网 2018-07-03

## 采光与隔热兼得 透明太阳能窗户迈向商业化

太阳能光伏发电可说是当前最受欢迎的再生能源技术，不少科学家为了扩大太阳能板应用范围，着手研究透明太阳能窗户，想将太阳能光伏发电与建筑物相结合、让未来的住户与大楼都变成虚拟电厂。

不过开发太阳能窗户并非易事，至今仍没有厂商跨入商业化门槛。

过去曾有材料科学家在玻璃嵌入光吸收薄膜，让窗户成功变成发电设备，但该面板仅吸收特定波长，窗户会自带红色或是棕色滤镜，无法吸引建筑师的目光。而新型太阳能窗虽然能吸收人们无法看见的紫外光与红外光以维持透明，但仍无法有效阻挡辐射并达成隔热效果。

因此为开发出可采光、隔热与发电的太阳能窗户，美国密歇根州立大学材料科学家 Richard Lunt 研发出能吸收紫外光、发电效率达 0.5% 的钙钛矿太阳能板，虽然转换效率着实不高，但他指出，该太阳能板可有效阻挡辐射，未来更有望将转换效率提升至 4%。

Lunt 团队在 2017 年也通过有机太阳能电池研发出吸收不可见光的透明玻璃，其转换效率更达 5%，将来也会把先前的钙钛矿技术与可捕获红外光的有机太阳能相结合，将效率跃升至 20%。

有机太阳能的应用相当广泛，同时具有可挠式、廉价与易制造优点，许多有机材料都可以吸收不可见光，英国太阳光电公司 polysolar 也透过有机聚合物研发出透明太阳能玻璃，并成功达小规模试用；钙钛矿也是相当有潜力的太阳能技术，短短 9 年间光电转换率已能与硅晶太阳能媲美，且由于体积小，应用比坚硬、缺乏弹性的硅晶太阳能电池更广，科学家还能通过调整化学配方来吸收不同波段的光，不管是钙钛矿还是有机太阳能，这些材料皆为透明太阳能窗户潜力军。

但太阳能窗户也不一定得是透明的，可能有些人会希望窗户能自动变色、自行调整透明度，或许为满足这些消费者，史丹佛大学研究员 Michael McGehee 2017 年研发出半透明有机太阳能窗户，该窗户不会变成奇怪的红色或是棕色色调，而是全部变黑。美国国家实验室(NREL)也在 2017 年 12 月研发出类似技术，当窗户受到太阳光照射之后就会变暗，光电转换效率则高达 11.3%。

各个科学家纷纷使出浑身解数，想让自家的技术发扬光大、迈向无补助商业化，不过 NREL 太阳能专家 Lance Wheeler 表示，目前太阳能窗户多少都参杂有毒物，玻璃碎裂后又是一大问题。如果要满足消费者需求、耐用性、法规要求，可能还有一段路要走。

EnergyTrend 2018-07-03

## 双面技术份额有望提升，N 型蚕食 P 型？

最后一届 630 在一片失落、感慨声中降下帷幕，中国下半年的光伏内需市场将由领跑者与扶贫项目接棒引导。而领跑者作为为数不多未受 531 新政影响的项目，其意义与重要性，对各家光伏公司来说不言而喻，这注定将是一场高效组件之间的角逐。

在之前已完成招标工作的第三批共 8 个应用领跑者基地中，双面组件应用量预估将有可能达 3GW，比重超过一半。鉴于双面组件受青睐程度，业内预计在接下来的第四批领跑者项目中这一趋势会继续保持，双面技术市场份额将稳步上升。

双面组件较好地弥补了常规组件背面无法吸收太阳光的缺点，在相同运行环境下，双面组件比常规组件发电量更高。基于系统设计、现场反照率、安装环境等不同因素，发电量增益可达 5%至 30%。

PV InfoLink 首席分析师林嫣容分析道：“双面工艺是高效产品发展的趋势，若双面组件能在领跑者中多获得实际应用的成功案例或可带动双面组件的市占率、消除下游对其效率提升的疑虑。我们预期明年双面组件需求会有较明显的增长。”

随着主流组件制造商相继投入双玻组件生产，我们看到组件“第二面”市场正在崛起。ITRPV 预测双面组件市场份额将于 2019 年达到 10%，在 2027 年超过 35%。

市占比上升，N 型蚕食 P 型？

在目前可量产的双面电池结构中，HJT（异质结）、PERT 及 PERC 成为眼下各具优势的热门技术路线，并成为刷新最高效率记录的常客。

“从第三批光伏发电领跑基地相关要求来看，N 型在技术领跑者中更具机会。”集邦咨询分析人士表示，由于技术领跑者鼓励多元技术，且开工时间在 2019/3/31 之前，并网期限更落在 2019/6/30，时间充裕。竞标配分最高者为先进技术指标，而上网电价不计分，这些措施都为 N 型技术提供了更多发展机会。

据了解，中来最新推出的 N 型双面透明单玻组件，搭配 TOPCON 双面电池最高正面功率可达 400W，叠加其他技术后综合最高功率达 480W 以上，远高于第三批领跑者满分功率组件。

领跑者计划	类型	电池效率	组件效率	组件瓦数	组件满分功率 (60片)
应用领跑者	单晶	20.5%	17.8%	295	310W
	多晶	19.3%	17.0%	280	295W
技术领跑者	单晶	21.58%	18.9%	310	335W
	多晶	20.3%	18.0%	295	320W
以 60-cell，组件面积 1650*992mm 计算					

表 1：第三批领跑者计划效率标准

根据彭博新能源财经对第三批领跑者中采用组件技术分类的相关统计数据显示，双面组件应用量达 2634MW，其中 N 型双面组件达到 848MW，大有追赶 P 型双面组件之势（如下图）。

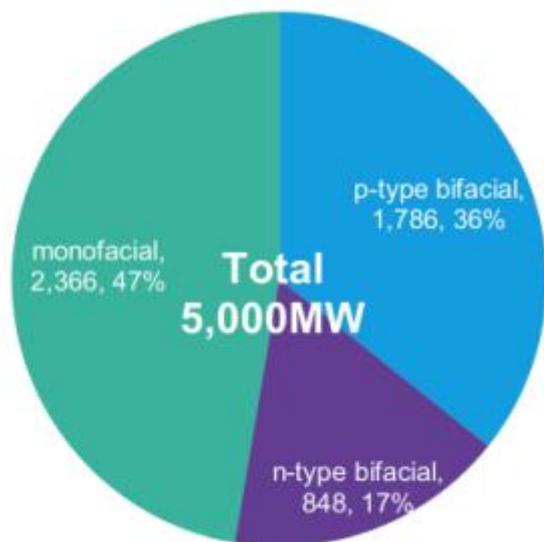


图 1:中国第三批领跑者—按估计采用的组件技术分类，来源：彭博新能源财经

相比 PERC，高双面因子成为 N 型技术夺取市场份额的一大优势，HJT、N-PERT 双面因子可高于 90%，IBC 的双面因子约为 80%，而 PERC 的双面因子最低，约为 70%。

出于对 N 型技术的看好，近两年中来、林洋、英利、天合光能为代表的 N-PERT 拥趸持续加码投入，在他们看来，N 型除了现在价格稍高一点点，没有什么技术障碍及背面效率局限性，工艺、设备、材料都已成熟。从组件功率和系统性能层面来说，N 型较低的 LCOE 终将转化为更高的 IRR，对电站开发商而言更具长远价值。

作为全球最大光伏发电开发商，国家电投对组件产品的选型有足够的发言权，近两年在其招标项目中，采用 N 型组件的比例也在逐步上升。目前在国家电投电站项目中大规模使用的中来光电 N-PERT 电池量产效率已经达到 21.7%，而 IBC 电池最高量产效率则突破了 23%。

几日前，国家电投黄河水电-中来联合创新工作室在青海成立，该工作室将致力推动 N 型 TOPCon、IBC、TBC 等双面电池的效率提升，不断优化组件封装及背面效率等方面性能，并就组件产品的可靠性及多元化应用场景等方面展开更为深入的研究。

自进入高效电池领域后，中来一直致专注于 N 型技术的发展。据了解，目前中来 N 型双面电池产能约 2.1GW，下半年至少可以有 1.4GW 产能供应领跑者项目，预计 2019 年有望达到 4.6GW，产能供给充足。

产能的提升加快了 N 型成本的下降，N 型技术为越来越多的企业和机构看好，并被视为下一代主流技术。未来，双面产能份额超越单面，N 型市场地位超越 P 型，将是行业的一个趋势。

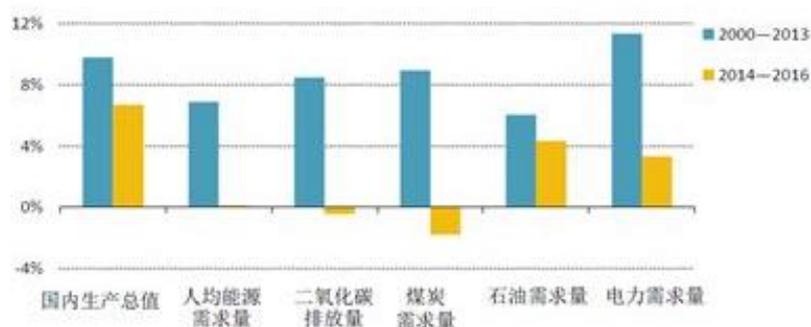
中国能源网 2018-07-04

## 国际能源署：光伏将成中国最经济发电方式

中国正处在发展变革时期，其能源前景将与过去有着天壤之别。多年来，大家对中国的能源状况的描述主要是强调中国的发展步伐有多么惊人、中国是如何成功让亿万群众摆脱贫困，以及中国对各种能源，主要是煤炭和石油是多么的渴求。这些观点现在仍然有效，但是中国正在加快发展方式的转变，向以服务为基础的经济和更清洁的能源结构迈进。与早期的能源密集型发展相比，新的发展方向对中国和世界带来的影响同样重要。

中国的经济发展和能源需求步入“新常态”

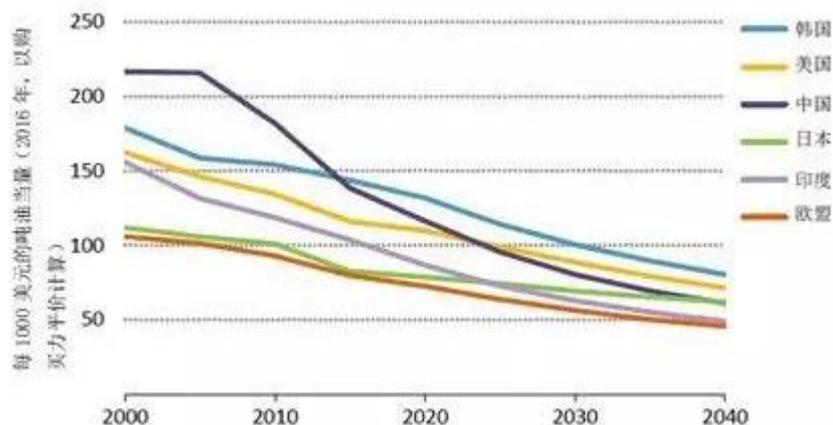
图1.1 · 中国2000—2013年与2014—2016年选定指标的年均增长率对比



关键点 · 虽然2014—2016年经济持续强劲增长，但对能源需求和二氧化碳排放量的影响较前几年大为不同

在新政策情景下，中国的能源需求增长速度下降到每年 1%左右，不到该国自 2000 年以来的年平均水平的六分之一。这是经济结构转变、强劲能源效率政策实施和人口变化所带来的综合效应。到 2040 年，能源需求总量的增长水平将与 2008 年至 2016 年这八年期间的增长水平基本持平。由于经济继续快速增长，平均增长率为每年 4.5%，相当于能源强度每年改善 3.4%，据我们预测，这是截至 2040 年世界范围内最快的改善速度。到 2040 年，中国人均能源消费量也将增长四分之一，将在 2035 年左右超越欧盟。

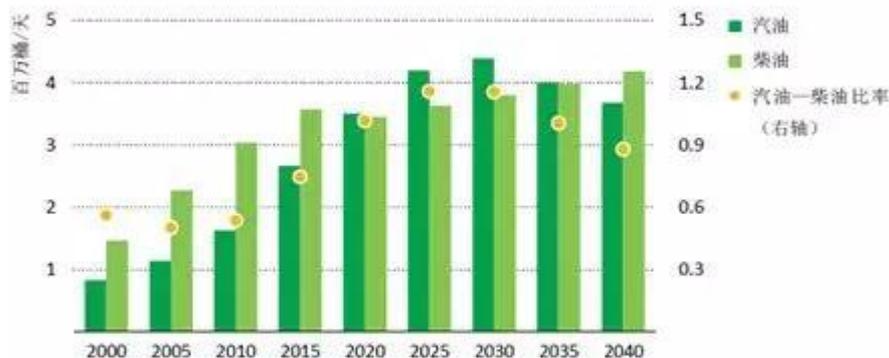
图2.1 · 新政策情景下部分地区单位国内生产总值的一次能源需求



关键点 · 中国国内生产总值的能源强度在所有国家中下降最快；到2040年，中国是世界上经济增长相关的能源强度最低的国家之一

中国日益增长的能源需求正越来越多地依赖可再生能源、天然气和电力;而煤炭需求有所回落。电力和可再生能源需求的增长与中国能源结构的多样化和清洁化密切相关。到 2040 年,煤炭在总发电量中所占份额将从 2016 年的三分之二降到 40%以下。电力和天然气需求的增长与工业和民用部门是密切相关的,因为这些能源满足了轻工业部门的能源需求又契合了人们对空气质量日益增长的要求。中国还将生物质能应用到工业中,将太阳能用于供暖以及运用生物燃料运输,从而增加终端消费行业对可再生能源的直接利用。到 2040 年,电力将在中国的终端能源消费中占据主导地位,到 21 世纪 20 年代后期超过煤炭,此后不久将会超过石油。到 2040 年,天然气需求量将上升到 6000 亿立方米以上,使中国成为仅次于美国的全球第二大天然气市场,也是全球天然气需求增长的最主要来源:在此期间,天然气在中国主要能源结构中的份额将从不到 6%上升至 12%以上。与此同时,随着燃煤发电的发电量达到峰值,以及重工业用煤和居民供热用煤出现结构性下滑,中国的煤炭需求最终将远低于 2016 年的水平。煤炭在中国一次能源结构中的份额将缩减 20 个百分点,到 2040 年约为 45%。

图3.13 · 新政策情景下中国的汽油和柴油需求

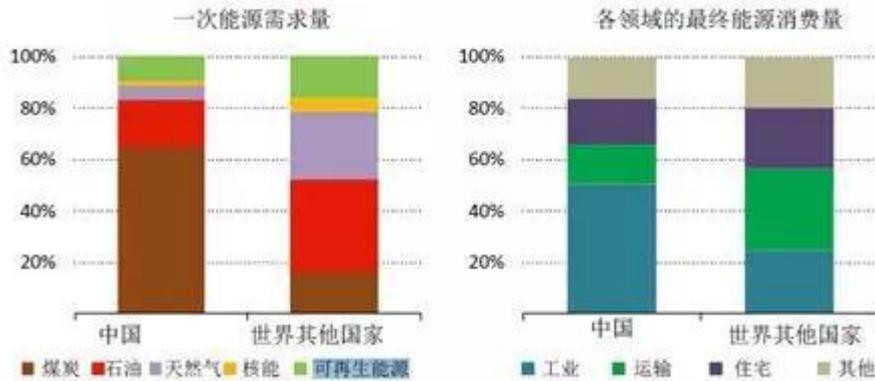


关键点 · 到2030年,汽油在中国石油需求增长中占据主导地位,柴油又再次占据主导地位

中国成为世界上最大的石油消费国,但不再是世界石油需求增长的最主要来源。中国是石油市场的主力军,2016年1150万桶的日均需求量和400万桶的日均产量之间的差距,使中国成为世界上最大的石油进口国。到2030年,运输燃料需求的持续增长意味着中国将取代美国成为世界上最大的石油消费国。到那时,中国的石油需求增长将趋于平缓,预计到2025年以后,印度将成为全球石油消费增长的主要来源。到2040年,中国的乘用车保有量的增长将减缓,四分之一的汽车将是电动车,严格的燃油经济性指标将限制其他车辆对油品的消费。预计中国的乘用车油耗将在2030年后下滑。

逐步转换到清洁发电

图1.3 · 2016年中国各类能源的一次能源需求量以及各领域的最终能源消费量与世界其他国家平均水平的比较

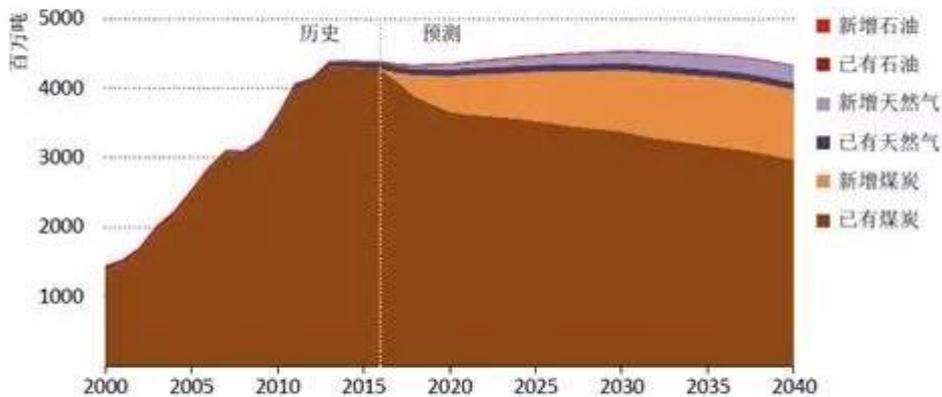


关键点 · 中国经济的迅速崛起反应了中国工业严重依赖煤炭和高碳化的体系 微信号: Energy-report

强大的执行力和有力的政策支持了可再生能源成本的持续降低，而太阳能光伏将成为中国最经济的发电方式。以水力、风能和太阳能光伏引领的低碳装机容量迅速增长，到2040年将占总装机容量的60%。到2020年前后，中国普遍的太阳能光伏项目成本将比新建和已有的燃气电厂成本更具经济性，到2030年，比新建燃煤机组和陆上风电成本更具经济性。到2040年，新的太阳能光伏发电成本也将低于已有燃煤发电厂的预计运营成本。这种传统优势的颠覆有重要意义，但也需要重大的电力市场改革和强力的电网建设措施，提高风能太阳能互补发电的市场份额。目前由于中国现有的电力系统的接纳能力不足，弃风、弃光率达到约15%。在我们的预测中，对新输电线路的一项重大投资缓解了这些制约因素，使得中国内陆的可再生能源能够为更靠近海岸线的需求中心带来价格更低廉的电力。除可再生能源外，燃气发电量也翻了三倍，但其发电份额仍低于10%。核能的地位预计也会继续增长：到2030年，中国将超过欧盟和美国，成为全球核能发电的领导者。

中国能源领域的环保措施的步伐将更加稳健

图2.24 · 新政策情景下中国电力行业二氧化碳的排放量

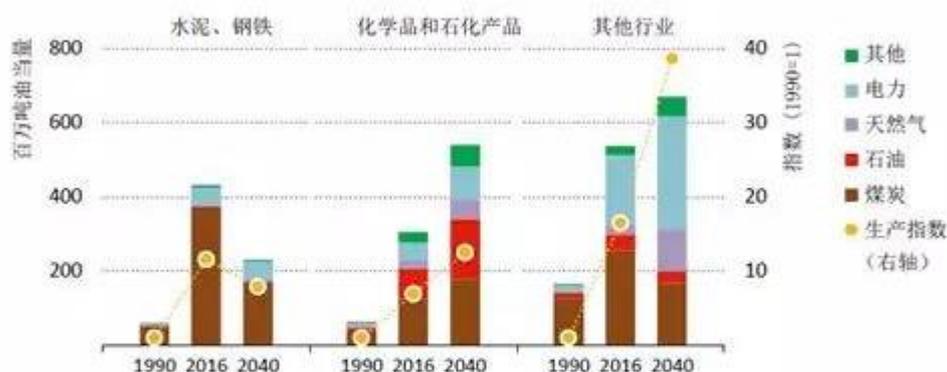


关键点 · 电力行业的二氧化碳排放量和热量持续增加，2030年开始下降 微信号: Energy-report

中国的能源转型对与能源相关的排放有重要影响，二氧化碳排放量到 2030 年将达到峰值，所有的主要空气污染物含量都将下降。中国近几十年来以煤和石油为主的消费上升，使许多主要城市的空气质量下降，对环境和公众健康产生了一定影响，尽管兑现“让天空再次变蓝”的承诺将是一条漫长的道路，但是现在这已成为政府政策的焦点。到 2040 年，中国几乎一半的人口将生活在空气质量符合《环境空气质量标准》的地区，但由于城镇化和人口老龄化加速，中国人口面对健康冲击时仍会比较脆弱。二氧化碳排放方面，只有交通运输行业的排放量在 2040 年之前还没有达到峰值，电力行业将恰好在 2030 年之后实现这一里程碑，而建筑和工业领域将更早实现。全国二氧化碳排放量峰值虽然并不明确，但在经济持续强劲增长的背景下，反映出政府所做出的触及能源领域各方面意义深远而又复杂的政策努力。

中国的前景有其他替代途径

图2.5 · 中国工业能源结构及新政策情景下相关行业产量



关键点 · 工业活动再平衡，提高了能源效率并改变了燃料结构，化学和石化化工子行业成为能源需求增长的主要产业来源

政策和技术演变的动态背景意味着中国未来的能源路径具有相当大的不确定性。我们通过替代方案和多个案例研究探讨了这种不确定性的一些关键因素。例如，一套在中国城市限制汽车保有量增长和促进机动车电动化的雄心勃勃而又合理的新政策，可能会在 2040 年将该国的石油需求量(和进口量)削减 250 万桶/天，相当于促成到 2030 年全球石油消费量达到稳定的最高水平。中国经济转型的步伐也是能源市场的一个主要不确定因素：我们的主要预测情景是以中国经济朝着服务业和高附加值加工制造业的显著转变，以及《中国制造 2025》规划为基础的。如果将这一转变延迟 10 年，减缓经济从重工业部门转移出来的速度，将使中国工业继续走在能源密集型和二氧化碳密集型的道路上。在这种情况下，中国 2040 年的煤炭需求量可能会高于我们主要情景的预测水平：8.5 亿吨标准煤(或者高 35%)，而石油需求量将比主要情景预测高出 270 万桶/天(或者高 18%)。

图2.25 · 新政策情景下中国各行业大气污染物排放量



关键点 · 由于在各个行业实行能源结构多样化和严格的空气污染标准，所有主要污染物排放量下降

注：\*包括转型行业（不包括电力和热力行业）

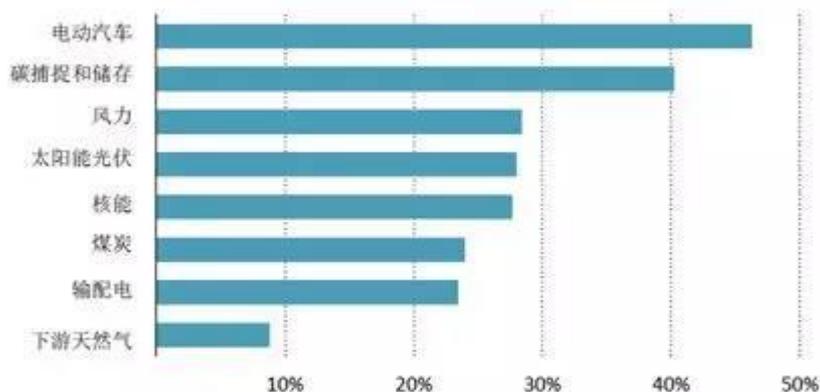
微信号: Energy-report

来源：国际能源署；国际应用系统分析研究所

我们预测的主要情景表明：中国能源转型的进程应更快地向前推进。尽管已经取得了相当大的进展，但空气质量仍然是一个重大的公共卫生问题。对进口的依赖，尤其是对石油进口的依赖，到2040年将达到每年需要耗费近五千亿美元的水平，对能源安全构成了潜在的风险。在可持续发展情景中，我们根据中国“能源革命”的战略精神，考虑变革步伐加快的假设。在这种情况下，更强大的能源效率政策推动力，更大规模的清洁能源技术部署，以及天然气在更大程度上替代煤炭(和石油)，带来了能源相关排放量的大幅度减少，进口额也相应减少。与我们预测的主要情景相比，煤炭和石油的消费量大大减少，到2040年，电力行业的低碳发电份额将达到90%以上(相比之下，在我们预测的主要情景中是50%左右)。到2040年，在可持续发展情景中，从今天的36%开始提升，几乎所有的人口都生活在空气质量符合《国家空气质量标准》的地区。

中国的变革影响世界

图4.15 · 新政策情景中中国各选定燃料和技术在全球累积投资中的比例



关键点 · 在新政策情景中，中国在全球低碳技术投资中占较高比例，体现了中国在能源转型方面所做的努力

中国走的道路将对全球市场、贸易和投资现金流、技术成本以及实现全球共同目标产生深远的

影响。到 2040 年，中国的政策选择和进口需求将对全球石油、天然气与煤炭贸易以及投资产生巨大影响：到 2040 年，在我们预测的主要情景下，中国将占据近 30% 的国际石油贸易量，同时还将占据近四分之一的天然气远程交易量。中国对解决全球气候变化的努力同样具有深刻的影响力：在我们预测的主要情景中，中国在全球清洁能源技术和应用领域占有巨大的投资份额，其中包括电动汽车、电池、碳捕获和储存、核能、太阳能和风能，每种情况下都有降低全球成本的潜力。中国的清洁能源部署、技术出口和对外投资规模使其在加速转型中更具影响力，该转型在可持续发展情景中有具体描述。

ERR 能研微讯 2018-07-04

## 中国光伏发电新增装机连续 5 年全球第一

“在国家政策支持下，中国光伏发电取得了举世瞩目的发展成绩。目前新增装机容量连续 5 年全球第一，截至 2018 年 5 月，中国并网光伏装机容量已经超过 1.4 亿千瓦，光伏发电在推动中国能源转型发展中发挥了重要的作用。”国家能源局监管总监李冶在 6 月 27 日召开的清洁能源发展光伏产业技术创新与政策研究论坛上表示。

根据国家能源局统计，今年 1 到 5 月，中国光伏发电量达 660 亿千瓦时，同比增长 61%，光伏发电利用率达到了 96%，累计弃光率为 4%，同比下降 3.5%。

“为此，中国光伏行业迎来了曙光。青海太阳能资源丰富，光伏产业链完整，具备规模化发展光伏发电项目的资源条件、技术优势和应用基础。”李冶说，近年来，青海省也凭借优势自然资源禀赋，不断推动光伏产业的发展。目前，青海光伏领跑基地建设正在有序推进中，特别是格尔木光伏领跑基地，项目最低指标电价仅为每千瓦时 0.31 元，已经低于燃煤标杆电价，对加速光伏技术进步、价格退坡具有标志性的意义。

李冶表示，近年来，中国光伏快速发展的同时，也带来了补贴需求持续扩大、部分地区弃光限电的问题，这就急需引导行业从扩大规模转向提质增效，提高核心竞争力。为此，国家能源局将大力支持青海发展光伏等清洁能源，建立清洁能源示范省实施进程监测和实施效率考核评价机制，同时积极推进青海至河南特高压输电线路建设，有效促进青海清洁能源消纳。

中国电力新闻网 2018-07-09

## 李俊峰：2018-2030 年全球光伏每年新增装机可能超过 150GW

李俊峰表示，虽然中国光伏市场预期下调幅度比较大，但是全球预计还会接近 100GW 新增装机量。在今后的，到 2030 年这 13 年时间里面，全球光伏装机量平均下来每年还是要超过 100GW，做得好可能超过 150GW。到那个时候，全球可能超过十五亿千瓦，加上中国因素，可能 15-20 亿 KW 也有可能的，所以整个光伏行业不要灰心，应该保持这样一个定力。

2018 年 7 月 8 日，2018 光伏领袖峰会·黄山光伏大会二十年纪念论坛。国家应对气候变化战略研究和国际合作中心首任主任、中国能源研究会可再生能源专业委员会主任委员李俊峰对中国光伏产业政策进行分析，并对光伏产业形势作出预测。

李俊峰：诸位早上好。刚才听了谭院士和王勃华秘书长演讲，很高兴。我曾经说过多次，当光伏行业比较火的时候，我泼冷水，比较凉的时候我给火烧一烧。我一直采用这样态度让光伏行业更加健康发展。

531 政策出来之前我们做了一些预估和判断，会出什么样问题。应该怎么去应对。所以说做了很多工作。当然，就是说就像王勃华讲的这些形式，问题出现了，但是我想给大家鼓劲，情况没有那么糟。

我讲三个方面的东西，一个远期的判断。一个中期的展望；近期的一些措施我们怎么应对。从这

三个方面看。

远期看什么?就是 2030 年以后、2035 年以后,到底会怎么样?因为中国现在进入了一个发展的新阶段,2035 年初步实现现代化,2050 年全面现代化。我们在讨论这些指标的时候,这一两年在讨论一个很重要的指标,因为我们这个指标很难衡量它。就是 GDP 到底多少,比如 2035 年我们 GDP 多少,公说公有理,婆说婆有理,大家都说不出一个准确数字来。但是有一个数字逼着你没有办法,必须得说清楚,就是 2035 年中国要初步现代化,2050 年全面现代化,有一个指标就是环境指标,环境质量。因为世界卫生组织对大气中的微小颗粒物,就是我们通常说的 PM2.5,发展中国家,起码这个要求是 35。这就是我们国家提出来的达标的要求,2035 年我们要达到 35 这样一个指标。如果到 2035 年,我们初步实现现代化的时候,那就是说你必须低于 35,有定一个目标出来。

还有一个到 2050 年,全面现代化的时候,加上一个“美丽”作为修饰词之一。美丽就是你不会变得更丑,环境不会差。不差是什么样子,欧盟的平均水平是 25,联合国世界卫生组织对发达国家要求是 10 个,现在只有美国达到,日本在 13、14、15 的样子。欧洲是 25。欧洲还要降 15 个点,这就是说除了气候变化推动之外,这一大堆事情在推动着欧洲在不断的减煤,甚至天然气要减掉,因为他人人口密度很大,不做到这一点,很难实现他的环境战略和根本好转。中国在短短的时间内,到 2035 年,我们有 17 年时间,2050 年我们还有 32 年时间,我们走完这条路,是很困难的一件事情。所以说,5 月 18 号,19 号两天,中央召开了生态环境大会,叫做打响三大攻坚战:大气、蓝天保卫战,水体保卫战和土壤保卫战,最紧迫的就是蓝天保卫战。这种情况下必须对能源提出一个要求。所以说总书记讲话的时候,把能源革命的任务,做了很简单、很明白的一种阐述,叫优化能源结构,减少煤碳消费。增加清洁能源供应,这句话落实到国家能源局和国家发改委 2030 和 2050 长远目标,做到这一点,就是为了减少我们大气污染,先不说气候变化,先说大气污染,要到 2030 年我们全国满足 PM2.5 这样的指标,我们可再生能源和核电,就是加上非化石能源电力要接近 50%左右才行。刚才谭院士说了我们现在是 25%。就是增加 25 个百分点,25 个百分点什么概念,大家算一下就知道了,我们现在还有剩下 18 年时间,平均每年增加 1.5 个百分点。1.5 个百分点是什么概念,我们去年发电量,6.4 万亿。增加 1.5 个百分点,大概就已经算出来了,新增多少发电量,增加一个点就是 600 多亿度电要增加这么一个度,增加一个点。所以要增加 1.5 个百分点,必须每年新增电量差不多在一千亿左右。我们光伏是多少呢?大家知道,我们光伏做了 30 年,包括我们 20 年之前开始做了,因为 20 年,我们是一个中间阶段,因为在这之前差不多有人做了 20 年了。我们装了 1.3 亿千瓦的装机。40 年累计一千亿度电。所以说,我们这个前景是可以看得出来的。这是第一个我们国内的环境污染的治理,我们大体上要每年新增一千亿度的清洁电力,这是第一个。第二个,就是气候变化。因为 2015 年巴黎协定达成以后,美国退出了,所有国家,我们刚刚 6 月份在国际上开了关于应对气候变化,像王勃华,在 7 月份有一个回顾展望之外,我们气候变化这帮人也是这样的,做了回顾,不幸的是让美国人看了笑话。去年全球温室气体排放 2016-2017 年的所有的气温,2017 年有反弹。反弹不是来自美国,不是来自退出巴黎协定不积极的国家,而是巴黎协定积极的国家,我们中国说坚定不移推动巴黎协定实施。但是中国的温室气体排放增加了 3%,就是增加了 1.9 亿吨。印度增加了差不多 1.5 亿吨。德国也是最坚定的巴黎协定支持者,也涨了 2 千万吨,美国反而减少了 4 千万吨。这样一个数字,对气候变化谈判进程来说,就让所有人感觉到不能叫羞愧,确实我们没有做好工作。所以,今年年底,也就是 11 月份,12 月初,每年都这个时候开每年气候变化大会的时候,大家回顾这样问题,就是检讨我们应该做什么。所以说,中国面临一个很大的难题就在这里。

十九大已经说了,并且说 5 月 18,19 号生态环境大会上再三重申一下中国要做生态文明建设的参与者,贡献者和引领者。这是摆在我们所有人的面前的一代难题。如果我们能够做到 2030 年 50% 的电力来自非化石能源的时候,我们前景非常广阔的。我们到底怎么做?全球,刚才王勃华做了,我们也做了跟踪,虽然中国下条幅度比较大,但是全球预计还会接近一亿千瓦。所以说,在今后的,到 2030 年这 13 年时间里面,全球平均下来每年还是要超过一亿千瓦。所以说,到那个时候,全球可能超过十五亿千瓦完全可能的,加上中国因素,可能 15-20 亿 KW 也有可能的,所以大家不要灰

心，应该保持这样一个定力。

像王勃华讲的，无论国家能源局，党中央，都是坚定不移支持光伏发展，是希望它健康一些。这是我讲的远期。2030年之前我们全球的新增，每年平均超过一亿千瓦，做得好可能超过1.5亿千瓦。到2030年全球发电装机可能超过15亿千瓦，甚至接近20亿KW的目标，大家要相信这么一点，这是我对长期的判断。

中期来说，2035年我们关注什么东西，我们可能关注的只是一个国家的能源转型。一个是能源，我们承诺到2020年，实现单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%-45%。2017年我们达到48%了。还有非化石能源占一次能源消费的比重可以较容易到2020达到15%的目标。我在好多年前，2013年初，我们光伏新政，光伏大部分发展的时候，我曾经说过这样的话，我说双反不怕。国内市场有没有我不怕，我怕的是我们自己企业犯错误。我一直说我们不能太快，我当时两个理由，一个理由就是要考虑到左邻右舍。我们判定2025年这段时间的时候，我们应该做好，没有像我们可能预计那么好，我说的一亿千瓦每年装机可能在2025年不会出现，但是我们可能在，像王勃华可能在3千万-7千万KW之间，我们要有这样思想准备，这是我们对中期判断。

对于近期，我们可能要注意几个问题。一个问题就是说我们不要过渡恐慌，不要逃离这个行业。那些坚定不移的跟这个行业的人应该坚持住，就像王勃华说的，我们过去依赖国际市场，后来中国市场做了坚强的支持和支撑。但是现在国际市场也开始有了一个很强的支撑面，对国内政策调整后的产业市场有一很大程度上的弥补。对于造成的影响，我说光伏行业还没有这么脆弱。过去有3次大的经历。一个是2008年的金融危机，一个是2010年-2012年之间的双反，大家应该记得08年的金融风暴是对整个金融信心的打击，它撤离了一大堆投资。比方说我们所有上市公司基本上估值下落了70-80%下跌但是没有影响他的生产和产量。那时候发电装机，光伏装机从2008-2010，还是增长，因为那时候小，有30%、40%增长。并且国外资金撤离，催生中国产业的发展，也就是2008-2012，中国行业才超过一半，这个时间是发展起来的。我们每年出一个光伏发展报告，那个时候十大品牌里面中国有一半是中国的企业。2010-2012年双反我也不是特别担心，那个时候虽然价格下降很大。税收增加了很多，但是，全球的市场还是在发展。特别是2013年中国政策出来之后，光伏继续发展得很快。虽然日子不好过，但是照样过得很好。这就是我们2013-2017年出来一个爆发式发展。并且技术进步很快，成本下降也很快。那么这一次我想也没有那么难过，原因两条，一个是我们企业规模已经很大了，我们刚才王勃华先生说了我们现在是100个GW，08年是多少？我们全球是不到10个GW，到2012年的时候，我们全球不到40GW。现在是多少？现在是100GW。现在我们就是降20%，什么概念？减少20个GW，相当于2008年全部产量，相当于2012年的时候腰斩。所以说对一个行业来说，下降20%，对所有行业来看，都是一个很正常的数字。每年，头年这一年消费量下降20%，汽车出现过，煤碳出现过，石油出现过。大家都活过来了，我给大家鼓劲：大家不要放弃。

第二个，你追求不断的成本降低，现在只有可再生能源，特别是光伏可以做到这一点，因为它的技术是不断进步的。技术是不会退步的。虽然我们没有办法做到零成本，但是是可以趋近于0的。所以说。光伏，电动汽车，储能技术，是颠覆化石能源的基石。所以我们一定要和电网搞好关系。让他承认国家要求他承担的义务，包括接入系统，包括上网承诺，而不是相悖。地方政府的发展理念也很重要。比方说，那个时候光伏比较贵。光伏一块钱一个KW/H。我说如果你把光伏一度电买下来，全部发电，对当地来说有什么好处，我当时拿内蒙做例，内蒙是3.3毛，煤碳。我说你的各种消费减少了，并且多出几毛钱是全国分摊的，和你内蒙没有关系。反过来按照黑龙江办法，你出一毛钱电价，光伏要亏了，GDP减少了，税收减少了，对大家没有任何好处，所以说，不要走所谓低价竞价上网。而是说通过这种方式，你补贴过来。比方说像内蒙，这样做的，我自备电厂7千小时减少到5千小时，把光伏全部买了，6毛多钱补给煤电企业不是更好了。为什么要降到1.7毛。做让所有人不会好的事呢。所以办法总比困难多。这是电网企业口号。所以我们光伏企业也应该想到这一点，就是办法总比问题多。我们只要找到一个办法。就可以解决我们问题。好多人，今年挑战就是明天的解决方案。我们现在光伏人有很多各种各样的解决方案了，所以我们希望光伏明天会更加美

好。

北极星太阳能光伏网 2018-07-09

## 28.9%! 汉能子公司 Alta Devices 创下砷化镓太阳能电池转换效率新记录

汉能控股集团有限公司子公司、专业砷化镓光伏制造商 Alta Devices 创下了 28.9% 的太阳能电池转换效率新记录并获得了国家可再生能源实验室的认证。

Alta Devices 一直是砷化镓太阳能电池效率的世界纪录保持者。通过使用金属有机化学气相沉积工艺以及外延剥离技术，公司制造出可用于特殊用途的柔性轻型太阳能薄电池。

Alta Devices 创始人之一、加州理工学院的 Harry Atwater 教授表示，“这类设备的新记录是一个里程碑，因为单结电池是典型的太阳能电池。Alta 打破了自己创造的记录这个事实也很重要，因为还有许多团队一直在积极尝试打破这一纪录。”

据称，创下新记录的电池是首个使用“内部发光提取”技术开发的电池，Alta 藉此创造了新纪录。发光提取是指内部光子从太阳能电池正面表面逃逸，电池背面发射降至最低以提高转换效率的技术。

PV-Tech 2018-07-06

## 光伏+储能 美国加州凯撒医院微电网示范项目

据研究分析，微电网在学校医院等场所应用市场最具前景，美国加州凯撒医院的案例包含了光伏、储能、电动汽车等多项新能源技术，具有代表意义。

据美国媒体报道，加利福尼亚里士满医疗中心的示范性可再生能源微电网项目获得了经济效益，凯撒医院正将光伏及储能技术推广至其经营的 50 多家医疗机构，未来两年数量可能还会翻倍。

2016 年 9 月 6 日加利福尼亚能源局曾召开微电网项目投资研讨会，会上公开展示了几项微电网项目计划，其中包含凯撒医院微电网的建设。2017 年公开的加利福尼亚能源局电力项目 2018~2020 三年投资计划中，明确要建造弹性的电力系统，其中就包括微电网项目，即使用当地清洁分布式能源在电网停电期间提供电力服务维持关键设施正常运转。计划中曾提到：若凯撒医院微电网项目获得成功，凯撒将把它作为示范模式推广至其他各地超 35 家医院。

加利福尼亚州的里士满凯撒医院是非盈利性医疗机构，这个项目也是加州唯一在医院开发的可再生能源微电网项目。它在停车场顶部安装了 250KW 的光伏太阳能板，重点还配备了 1MW 的电池储能系统，可为医院每年减少 36.5 万 KWh 的用电量。其中电池不仅仅可以提供 3 个小时的备用电量，还与智能控制系统连接使设施可以发挥需求响应的作用。据估算项目每年可节省约 14.1 万美元的燃料费用。

该项目是多方因素共同促成的，包含政策资金、地理位置、以及电网升级的需求等等。其中电池储能的作用功不可没，它既可以减少碳排放，又能在极端天气或自然灾害导致的意外情况下，依然保证电力供给、保障设备正常运行。项目目标就是为 50 个紧急护理病床提供关键技术支持，使其即使在电网停止供电情况下也能继续为病人服务 3 个小时。在某些情况下，这三个小时可能意味着生命。

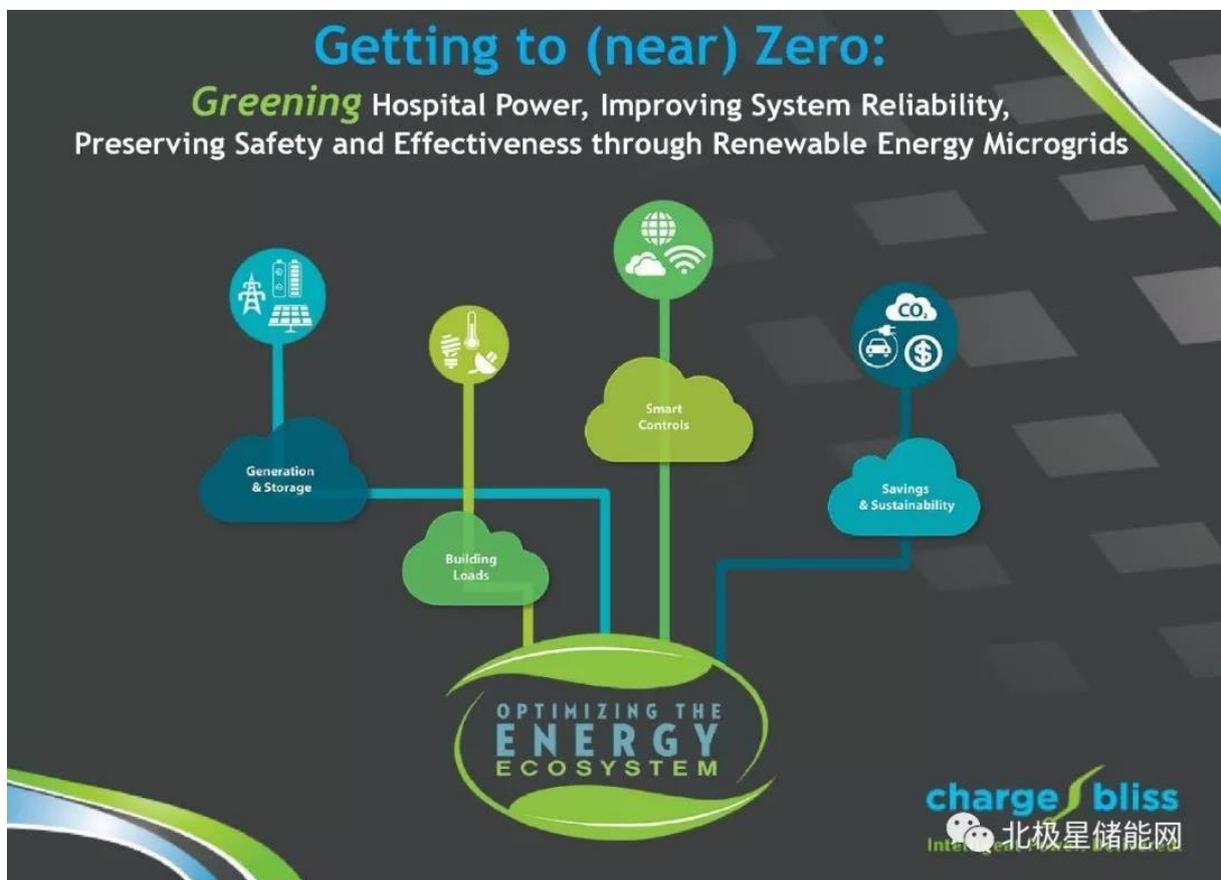
从加州能源局了解到，该项目获得加州能源局提供的 477 万美元奖励金，另外有技术供应商和普林斯顿共同出资 209 万美元，原计划将于 2018 年 12 月 28 日前完工。除了储能设施以外，凯撒还将继续增加电动汽车充电基础设施，目前凯撒已经在 37 个地点安装了 300 个充电站，未来 2018 年将继续增加 80~90 个充电站。

### 医院微电网案例

2016 年加州能源局举办的微电网研讨会上，Charge Bliss 发表的医院微电网项目报告，内含项目背景及项目设计图例等。



能源经济系统：能源发电、储能、能源与需求管理、输电网、电动汽车快充



绿色医院能源：可再生能源微电网，可改善系统稳定性、使系统更安全有效运行

系统特点：发电及储能、建筑负载、智能控制、节能减排可持续发展

项目地点位于加州里士满凯撒医院(Kaiser)，是 Contra Costa 西部唯一的医院

有重症监护室、急诊室以及公共健康等科室

医院在提供健康服务中需要消耗大量功率和能量

2008 年 EIA 的报告中提到，2007 年大型医院所消耗的电力、石油、天然气等总能量达 458 兆 Btu，占商业总用量的 5.5%

医院健康护理行业最具微电网发展前景

项目目标：

- 1.扫清设备障碍
- 2.对纳税贡献
- 3.打造商业化示范案例

## Objectives for Hospital Benefit

1. **Energy production:** 365,000kWh/year valued at \$0.15/kWh = \$54,750/year initial savings
2. **Arbitrage of power:** 900kWh/day at price differential average \$0.03/kWh (weekdays) = \$7,884/year initial savings.
3. **Demand reduction:** 100-200kW at \$25/kW = \$30,000-\$60,000/year savings
4. **Power efficiency:** Through power quality regulation, may achieve up to 20% operational efficiency. Assuming average demand = 1.5MW, savings may reach 2.63MWh = \$394,000/year

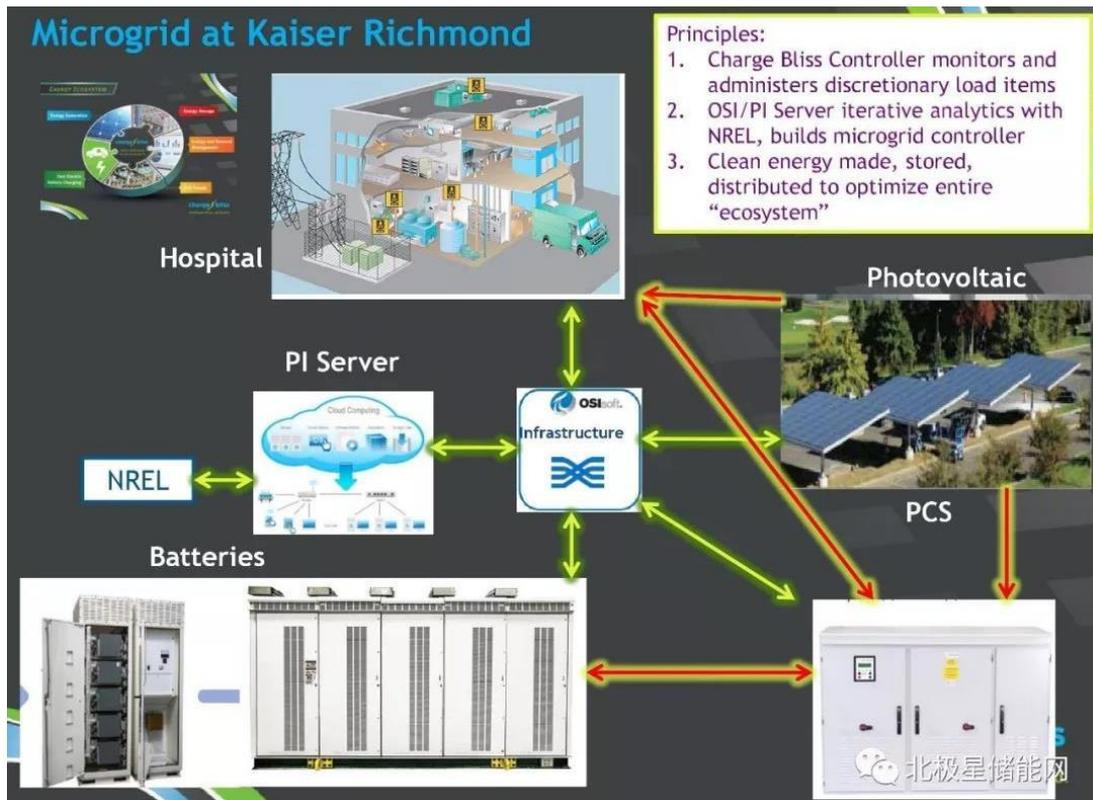
charge bliss  
北极星储能网

项目收益：

- 1.通过能源自发自用每年可节省 54750 美元
- 2.通过电价价差套利每年可得 7884 美元
- 3.需求响应每年可节省 30000~60000 美元
- 4.能效每年可节省 394000 美元
- 5.自动需求响应每年消费 40000~80000 美元
- 6.电能质量方面暂无法预估
- 7.减少备用柴油每小时可节省 750 美元

总的来说：可靠性提升、成本降低、对环境的影响也减少

降低健康护理系统运营的开销，避免关键医疗设备停止运行的风险



重点:

电力系统安全有效

寿命安全/突发状况保障

整合了相关技术、制定标准

主要挑战:

医院重视新技术和全州健康计划与发展办公室的要求

空间尺寸限制了电池

和光伏系统的架设

集装箱式逆变器/电池系统改造成砖块结构房间

电气线路的公差

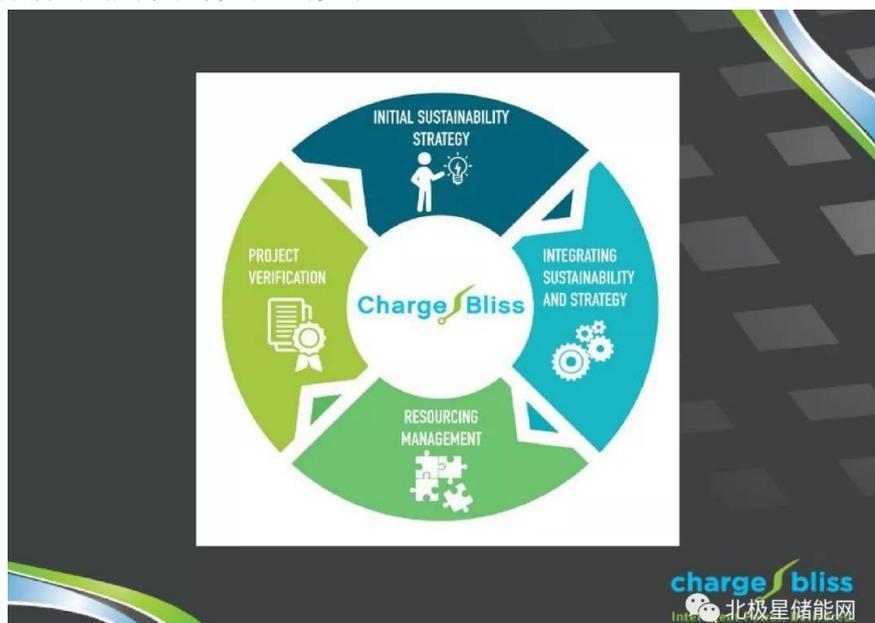
设计与施工团队的沟通

灭火系统的需求标准

室内停车场的电池室设计图

光伏排列架构

总结: 医院微电网设计具有挑战性, 但是很具有应用价值



清雅 北极星储能网 2018-07-16

## 加拿大开发出大肠杆菌太阳能电池

加拿大研究人员最近开发出一种低成本的新型生物太阳能电池，能利用大肠杆菌将光线转化为能量。这种电池产生的电流密度高于之前的同类电池，在昏暗光线下的工作效率可与在明亮光线下相媲美。

生物太阳能电池是指利用活的微生物制成的太阳能电池。此前制备生物太阳能电池，重点在于提取细菌光合作用所使用的天然色素，但这是一个复杂且昂贵的过程，需要用到有毒溶剂，并可能引起色素降解。

据加拿大不列颠哥伦比亚大学近日发布的一份新闻公报，该校研究人员选择让天然色素保留在细菌内，他们通过基因工程技术改造大肠杆菌，使其大量产生番茄红素。番茄红素是一种赋予番茄橙红色的色素，能特别有效地吸收光线并转化为能量。

大肠杆菌改造完成后，研究人员给它涂上一层可充当半导体的矿物质，然后把该混合物涂抹到玻璃表面，制成太阳能电池的阳极。实验结果显示，所制备电池产生的电流密度可达每平方米 0.686 毫安，而此前同类电池的电流密度仅达每平方米 0.362 毫安。

研究人员说，这是迄今电流密度“最高”的生物太阳能电池，而色素生产成本降低至以前的十分之一，经过优化，将来其工作效率有望与传统太阳能电池相媲美。他们认为，该成果将有助于在加拿大不列颠哥伦比亚省和北欧等多阴雨天气地区推广使用太阳能。

研究人员还表示，他们的终极目标是找到一种不杀死细菌的方法，从而无限地生产色素。

中国科学报 2018-07-16

## BIG SUN 推出双面组件水上跟踪器系统

BIG SUN Energy 公司推出了最新版双轴 iPV 跟踪器，这种跟踪器可用于双面组件或鱼塘、水库和漂浮光伏系统一类的水上项目。在国际太阳能光伏与智慧能源展上，这种 iPV 跟踪器将与两家知名供应商的高效双面组件联合展出，足以证明这种跟踪器是适应性非常强的高效发电系统。

### 问题

地球表面的三分之二都被水覆盖，扩大 iPV 跟踪器水体表面应用范围有助于提高发电效率且不影响现有土地使用。BIG SUN Energy 深入研究了多种底层表面，发现了天然地表、水泥或类似镜面反射面的反射率。草、沙或泥的反射率的发电增益为 5-10%，而白色水泥增益为 15%。当使用水或雪这种类似镜面的反射面时，增益可达到 20-30%。与使用单面组件的固定倾角系统相比，在水面上使用安装了 iPV 跟踪器的双面组件的产能增益可达 60%。

### 解决方案

BIG SUN 的 iPV 跟踪器经过了重新设计以最大限度地利用双面组件。iPV 跟踪器具有独特的 360 度作业角度、通用轴设计及由一根细电缆牵引的驱动机构。这些设计减少了体积庞大的线性驱动器和传统双轴跟踪器的回转驱动产生的阴影。为了消除组件安装框架产生的阴影，BIG SUN 重新设计了后部支架以便精确匹配所有组件的框架尺寸。据称，水上项目方案的透光率可达 60%，功率增益可达 50%。在浅水中，水上太阳能解决方案可将透光率提高到 70-80%。

### 应用

iPV 跟踪器可以是浮动式的或固定安装式的。在水上项目环境中，安装高度为 3m，间距为 2.5m。

### 平台

第二代 iPV 跟踪器使用了轮轴结构和弹簧设计。这种简化的设计可以防止钢丝绳滑动，较之前大大降低了噪音。此外，与钢链并联弹簧的升级设计令驱动机构更为可靠。

亿欧网 2018-07-13

## 我国光伏行业《太阳能光伏用自清洁玻璃》开始起草

近日，工业和信息化部公布 2018 年第一批行业标准制修订计划，由全国半导体设备和材料标准化技术委员会归口管理，北京莱恩创科新材料科技有限公司牵头起草的《太阳能光伏用自洁净玻璃》光伏行业标准纳入其中。该标准是光伏行业第一部关于光伏用自清洁玻璃的行业标准，具有重要的指导意义，预计 2019 年底制定完成。莱恩创科深耕自清洁领域多年，产品广受应用，获得了用户的信任和良好的口碑，本次负责牵头起草该标准也是光伏行业对其多年工作成绩的高度认可。

目前，在自清洁技术领域，TiO<sub>2</sub> 光催化薄膜技术以其“氧化分解能力”、“强亲水性”和“防灰尘”三大优越性能成为该领域应用范围最广，认可度最高的一项技术，并已广泛应用于国内外建筑领域，特别是在欧美日发达国家，来减少城市污染对于建筑美观的影响。我国于 2013 年颁布 JC/T2168《自洁净玻璃》规范建筑用自清洁玻璃技术发展。在光伏领域，对应用自清洁玻璃提出了更高的要求，除了具备上述性能外，还必须具有高透光率、防风沙和耐老化的能力。但是由于光伏自清洁玻璃产品没有统一的行业标准，造成市场上自清洁玻璃质量良莠不齐，并存在夸大宣传、虚假宣传、以次充好的现象。一些产品短时间使用后就出现膜层脱落、失效，甚至出现“花斑”。这不仅影响电站发电收益，还污名化了自清洁技术口碑，影响了优质自清洁玻璃在行业的推广与应用。光伏行业标准《太阳能光伏用自洁净玻璃》的制定将起到规范市场，推动光伏自清洁玻璃行业有序发展的作用。

《太阳能光伏用自洁净玻璃》标准由北京莱恩创科新材料科技有限公司主编，CTC 国检集团、天津耀皮工程玻璃、北控清洁能源、无锡尚德等企业共同参与编写。同时，欢迎关注自清洁玻璃领域的企业参与编写，共同规范市场，促进自清洁技术在光伏行业的良性发展。

SOLARZOOM 光伏亿家 2018-07-16

## 海洋能、水能

### 水电：能源领域改革开放“先行者”

改革开放以来，水电在全国建筑业领域率先探索和推动了由计划经济迈向市场经济的建设管理体制变革。期间，水电伴随着改革的步伐取得了长足发展，也经历了很多的坎坷与矛盾。

建国以来，我国水电建设管理体制总体上经历了计划经济模式、计划向市场过渡模式和市场经济模式三部曲。

计划经济时期（1979 年以前）

1979 年之前，我国电力管理体制的基本形态表现为：水电部+水电总局。水电部包括电力（电网与火电）、水利和水电等三大部分的政府与行业管理职能，其中水电部分的业务由直属的水电总局全权负责管理。

期间，我国水电建设的体制特征为：全国 15 大水电工程局按照国家计划并代表国家实行自营建设体制；同时，实行建管分离的管理模式，水电工程局负责建设电站，建成后移交电力局运行。水电工程局随着工程走，实行“大兵团作战模式”，一切按国家计划调遣和执行，国家对水电开发负无限责任。

计划向市场过渡时期

（1979-1997 年）

1978 年党的十一届三中全会确立了国家实施以经济建设为中心的发展方针，揭开了国家改革开放的序幕。我国水电伴随着国家改革开放步伐，逐步推进了建设管理体制由计划经济模式向市场经济模式的改革，主要经历了工程概算总承包责任制、项目业主责任制和项目法人责任制三个阶段。

第一个阶段改革的代表性工程为东北的红石和太平湾水电站。上世纪 80 年代初在水电部水电总

局的领导下，工程实行概算总承包制度，以不突破工程概算为目标，强化企业内部管理，首次在水电施工领域打破“大锅饭”体制，有效控制了工程造价，在生产力层面显著提高了水电工程局的整体管理水平，为后来的深化改革打下了良好的基础。

第二个阶段改革的代表性工程为鲁布革水电站。随着我国经济体制改革的不断深化，国家开放利用外资市场，鲁布革水电站于 1982 年在全国建筑业率先引用世界银行贷款，工程建设按照国际惯例实行招标投标制，首次在水电建筑业内引入竞争机制，开始打破长期以来的自营建设体制。1984 年，“鲁布革冲击波”全面揭开了水电建设体制在生产关系层面向市场化改革的序幕，水电建设的三项制度，业主责任制、建设监理制和招标投标制随之应运而生。此后，随着国家拨改贷政策的实行，以及随着当时代表国家全权行使水电建设行政管理职能的水电部水电总局职能的转变，其所属的各大水电工程局几乎一夜之间断绝“皇粮”，我国水电建筑业从此迅速进入市场，水电建设管理体制开始发生了根本性的变化。

水电建设在计划向市场过渡期间，不断完善着市场发展机制，有效推动了水电事业的发展。这一时期改革的代表作是被誉为“五朵金花”的 5 座百万千瓦级的大型水电站（水口、岩滩、五强溪、隔河岩、漫湾）。这一阶段的体制特征为指定业主责任制，由水电站所属地区的省电力局作为项目业主单位，并组建项目建设管理局，具体负责水电站的建设与运行管理。在计划的自营“大锅饭”体制基础上已经向市场化改革大大迈进了一步。

第三阶段的改革实际上是伴随着党的十四大以来建立社会主义市场经济体制的方针以及《公司法》的出台而展开的。对于水电建设来讲，就是对老项目实施公司化改制，对新项目按照《公司法》成立有限责任公司等规范化运作，推进现代企业制度建设，体制特征为项目法人责任制。这与第二阶段的业主责任制有着本质的区别，项目业主是出资方组成的董事会，换句话说，项目法人责任制是真正意义上的业主责任制。在这一阶段，清江、二滩、五凌、桂冠等公司率先进行公司化改造，之后所有水电项目全部按照《公司法》实施现代企业管理制度。新的机制保证了水电的健康发展，期间广蓄、三峡等相继建设。

水电建设管理体制通过以上三个阶段的改革，实现了由计划经济向市场经济的成功转轨。

随后，水电经历了 1997 年和 2002 年两次电力体制根本性改革，电力行业也全面进入了市场经济发展模式。

1997 年以政企分开

为基本原则的改革

1997 年以前，尽管我国电力管理的体制形式发生了多次变化，从 1982 年的电力部到水电部、1988 年的能源部、1993 年的电力部等，但这些都是电力管理体制的结构性调整，并非体制改革。真正意义上的第一次电力体制改革发生在 1997 年，以撤消电力部、电力政府职能划归国家经贸委、组建国家电力公司，行使中央电力资产的企业管理职能为标志，实现了电力政企职能分开的改革。

这次改革对于水电开发来说，客观上形成了中央水电投资主体，通过与地方电力建设投资主体联动，在发展机制上形成了中央和地方两个积极性。在国家电力公司存续期间，充分调动和发挥办电各方积极性，成功推动和形成了以“五大一小”（龙滩、小湾、公伯峡、三板溪、洪家渡和杂谷脑）为代表工程的流域性水电开发格局，水电开发迈上了一个新台阶。可以肯定地说，1997 年电力体制改革形成了水电发展的良性机制，有力推动了水电生产力的健康发展。

2002 年以厂网分开

为基本原则的改革

2002 年的电力体制改革是根本性的，以打破电力垄断为突破口，以网厂分开为原则，在我国第一次打破电力行政体系，改革撤消了国家电力公司，组建了两大电网公司和五大电力公司，加上原有中央电力投资企业，形成了中央电力投资主体的多元化格局，宏观上对加快电力市场化进程具有积极的推动意义。

这次改革以打破垄断，引入竞争为主题展开，改革的目的是和初衷是良好的，即通过竞争，加快

电力发展、保证电力供应、降低电力价格、惠及百姓与社会。但是在缺乏科学统筹发展理念和与之配套的法制建设条件下，其建立的新型电力体制在发展机制上出现了种种不协调的矛盾。这次改革在理念上有几点问题值得大家认真思考：

改革对象的性质定位。这次改革实质上是通过拆分国家电力公司，重新组建若干电网与发电公司来实现的。但是这里存在一个对国家电力公司基础性质的认识问题，实事求是地说，改革是建立在对国家电力公司性质错误定位的基础上进行的。国家电力公司的性质不是发电公司，是中央电力资产的管理公司和中央电力的投资公司。这就意味着拆分国家电力公司如同拆分一个投资公司，引入的不是电价竞争，而是“资源”与“地盘”的竞争。这也是各大电力集团不断“跑马圈地”的现象所在。

改革对象的市场定位。国家电力公司在市场中的定位应该是以创造社会效益为主的国有公司。由于国有电力公司所拥有资产的特殊性，决定了它无需通过竞争解决基本生存问题，市场化改革对电力公司不会形成生存压力，这与施工企业进入市场完全不同。因此，在缺失配套法制建设的前提下，简单地将市场经济规则引入国有大型电力投资公司的改革是形而上学的，如同“乘坐航空母舰下海”，是没有风险的自由航行，实践证明改革引入更多的是资源无序竞争，公司体量盲目攀比。改革放松了统筹规划与法制管理，改革成本难控。

改革形成的竞争局面。改革在发电市场领域形成多元化电力投资主体，市场机制极大激发了企业资源占有与开发竞赛的热情。同时，由于竞争需要，企业会相互“保密”其发展规划，公开上报能源主管部门的建设规模会小于实际规模，必然使建立在不实规划数据条件下的国家宏观调控措施难于奏效。缺乏统筹的无序竞争形成后来全国电力结构性矛盾的突出，东部火电利用小时严重下降，西部水电大量弃水，发电与电网缺乏统筹规划，系统经济性低下，建立在资源极大浪费条件下的电力繁荣是不可持续的，电力体制改革任重道远。

改革没有回头路，没有矛盾就没有发展。2002年电改实施以来，电力行业破除了独家办电的体制束缚，形成了电力市场主体多元化竞争格局，改革毫无悬念地推动了电力的高速发展，极大促进和提高了电力企业管理科学化水平，有效拉动了地方经济，满足了经济社会发展对电力的巨大需求。期间，水电装机实现历史性的快速增长，到2017年全国水电总装机已经达到3.4亿千瓦，较2002年的8600万千瓦，净增3倍。

2015年3月，新一轮电力改革启动。新电改主要还是对2002年电力体制改革既定方案的完善与深化，属于生产力层面的调整性改革，而非1997年和2002年两次生产关系层面的根本性改革。期望新电改能够建立电力的科学良性发展机制，努力化解电力发展的结构性矛盾，进一步完善电力的法规建设，助力国家电力事业健康持续发展。

#### 未来水电发展的建议

回顾改革开放以来水电改革历程，水电行业发展成就显著，问题也层出不穷，改革就是在不断解决新矛盾的过程中得以不断深化，发展方向也愈加明确。

未来水电的可持续发展，首先应认识到“西电东送与电源开发协调发展的重要性”。我国的社会发展与资源分布决定了水电与火电发展的地域不平衡性，西电东送不仅能解决资源与经济的平衡，也是电力结构调整的需要。但是受制于体制形成的电网与电源相对独立的发展格局，网与厂的发展规划不易统筹，易形成发展的相互制约与不平衡性。同时，市场条件下的企业利益机制也一定程度上阻碍了西部区域内水火互补的系统性经济优化进程。随着社会进步和水电向纵深发展，与水电相关的经济与结构性矛盾将会越来越突出。显而易见，仅仅依靠电网与发电企业难以协调这些矛盾，需要站在国家大局层面，从电力与社会发展的总体利益出发，理性思考和统筹研究西电东送与电源开发的协调问题。这样才有可能突破瓶颈，推动水电可持续发展。

另外，应意识到“宏观政策研究的重要性”。水电政策研究包括移民、环保、经济等多方面，核心是以价格代表的经济问题。我国目前实行的是以市场为基础的政策性电价体系，主要体现在电站开发成本和地区发展水平上，不同电站和地区的电力价格水平不尽相同。随着水电开发向西部发展，水电建设和输电成本将不断提高，例如西藏电力上网电价在无补贴条件下应该在6毛钱以上，如果

在现行电价形成机制下远距离东送显然没有任何竞争力。因此，针对西电东送的电价政策应从战略高度扩展考虑到其环境价值、使用价值、长期价值，以及战略价值，设法找到时间上的经济平衡点。需要在国家层面通过税收、融资以及建立在宏观利益机制下的价格优惠政策，突破西部水电短期发展瓶颈，获取水电长远运行的社会经济价值与国家利益。

水电建设管理体制的改革始终伴随着国家改革开放的步伐，1979年的改革是引入市场机制，打开窗户的改革，当前中央“一带一路”倡议可以认为是打开大门，走出去的改革，具有改革的里程碑意义。水电从鲁布革开始，必将在国家“一带一路”倡议为核心的改革道路上不断与时俱进，进一步完善水电建设从规划设计开始的全过程市场化改革，提升中国水电在国际市场上的竞争力，助推水电与清洁能源安全、环保与理性发展。

中国水力发电工程学会副秘书长 陈东平 中国能源报 2018-07-09

## 风能

### 全视角直击欧洲海上风电 2030 年市场远景

#### 一、统计海域

欧洲主要海域，大西洋、北海、波罗的海。

#### 二、场景分类

场景分类有普通场景和乐观场景。

普通场景是根据现有的政策环境、产业链发展等，预测未来；乐观场景是政策环境、产业链发展等发生了意料之外的向好，进而降低了海上风电开发成本。

以下数据都有 2 个值，分别对应普通场景和乐观场景。

#### 三、核心数据

##### 1. 2030 年欧洲海上风电潜在储量(理论)

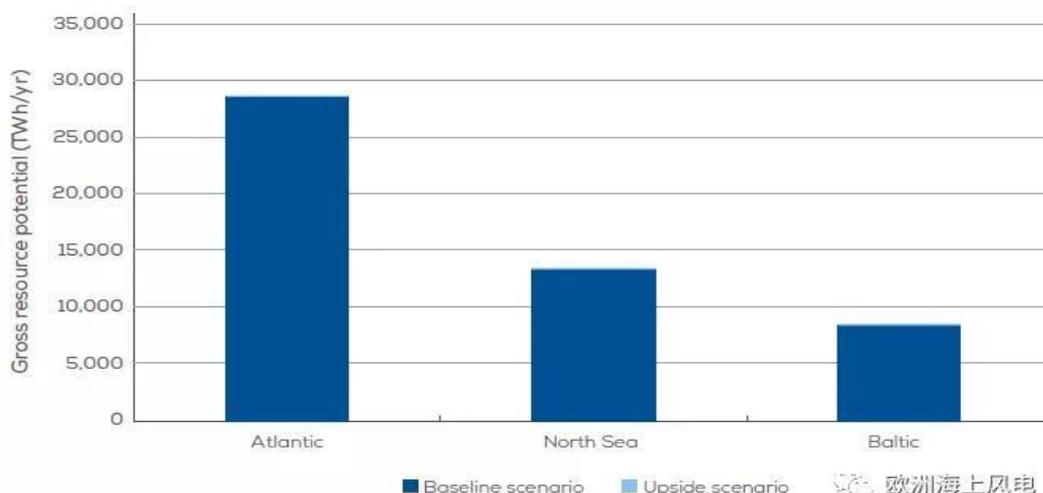
欧洲各国从离岸 5 海里到专属经济区(EEZ)的所有海域所包含的风能资源，按每平方公里 5.36MW 的密度计算。

普通场景：总量 10020GW，年发电量 50205TWh。

乐观场景：总量 10085GW，年发电量 50516TWh。

因为是理论储量，所以普通场景和乐观场景几乎没有区别。

这个数据并没有实际意义，仅可作参考。



2030 年欧洲海上风电潜在储量(理论)

## 2. 2030 年欧洲海上风电潜在储量(技术可行)

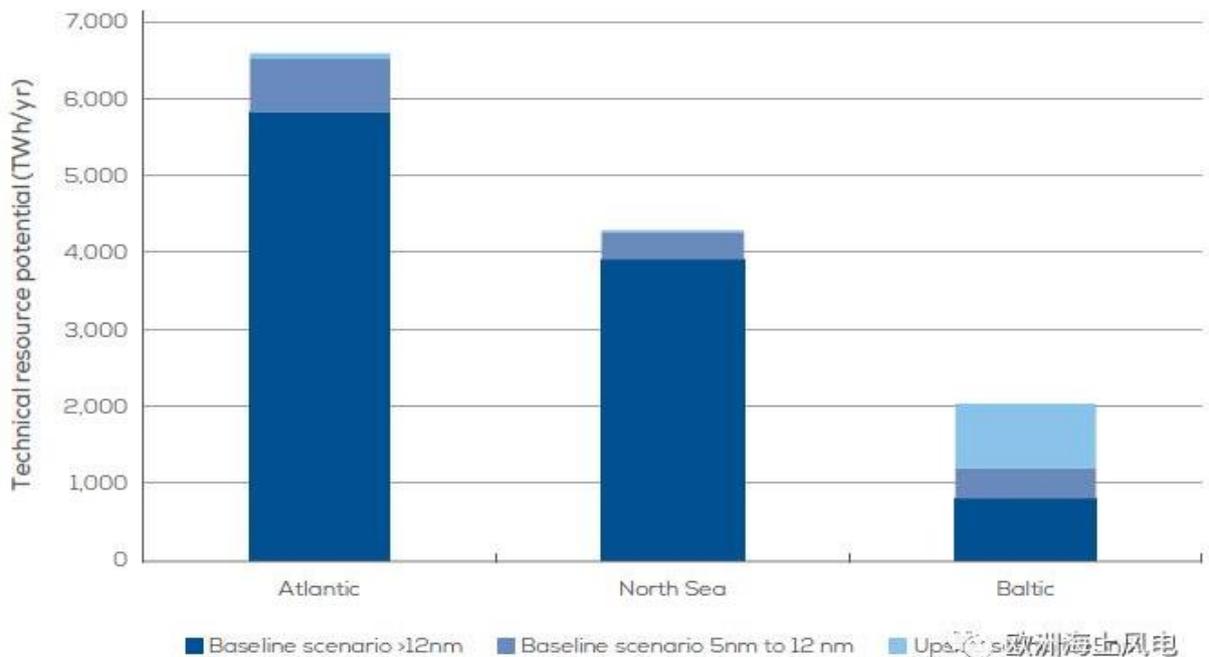
欧洲各国从离岸 5 海里到专属经济区(EEZ)的所有海域，除去已作他用的海域(如航道、渔区、军事)和环境条件不可能作为海上风场的海域所包含的风能资源，按每平方公里 5.36MW 的密度计算。

普通场景：总量 2695GW，年发电量 11968TWh。

乐观场景：总量 2919GW，年发电量 12896TWh。

普通场景和乐观场景有区别的主要原因是产业链的发展，某些区域由技术不可行发展为技术可行。

这个数据在现阶段也仅可作参考。

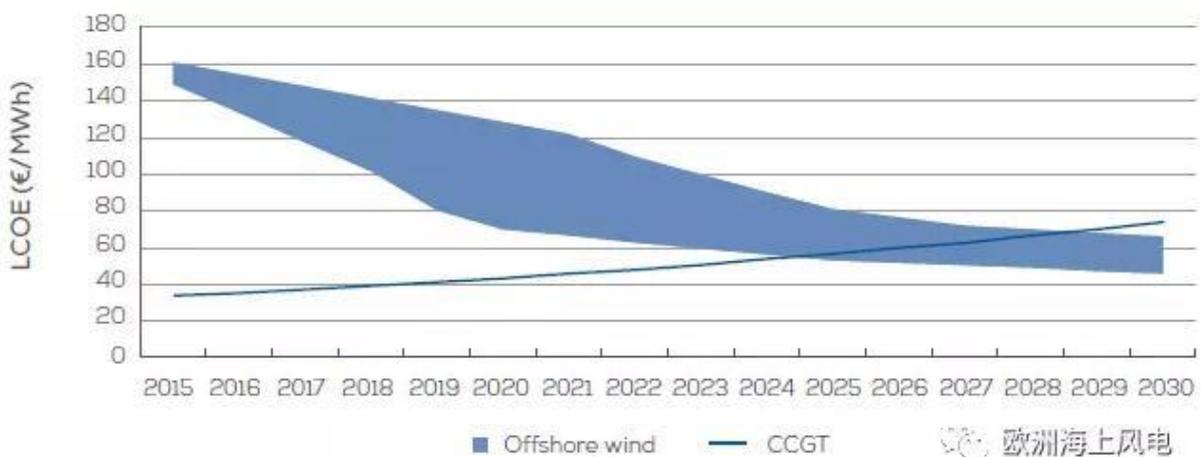


## 2030 年欧洲海上风电潜在储量(技术可行)

## 3. 2030 年欧洲海上风电潜在储量(经济可行)

经济可行是分析的重点。如果在某区域建海上风场，根据该区域的地理和资源条件，其 LCOE 不大于同期新建 CCGT(燃气轮机联合循环发电)的 LCOE，则该区域是经济可行的。

根据对 2030 年火电 LCOE 的预测(包含温室气体排放费)，认为海上风电 LCOE 在€65/MWh 以下时，是经济可行的。

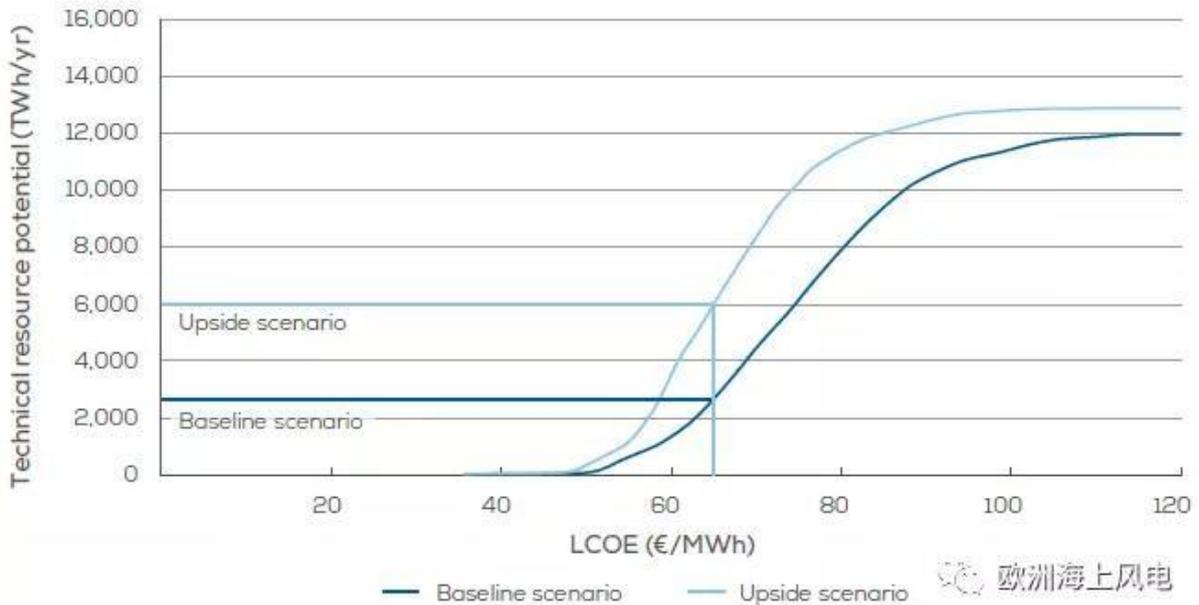


## 2015~2030 年欧洲海上风电和 CCGT 的 LCOE 趋势预测

根据以上预测，得出经济可行的潜在储量。

普通场景：总量 607GW，年发电量 2632TWh。

乐观场景：总量 1350GW，年发电量 5981TWh。

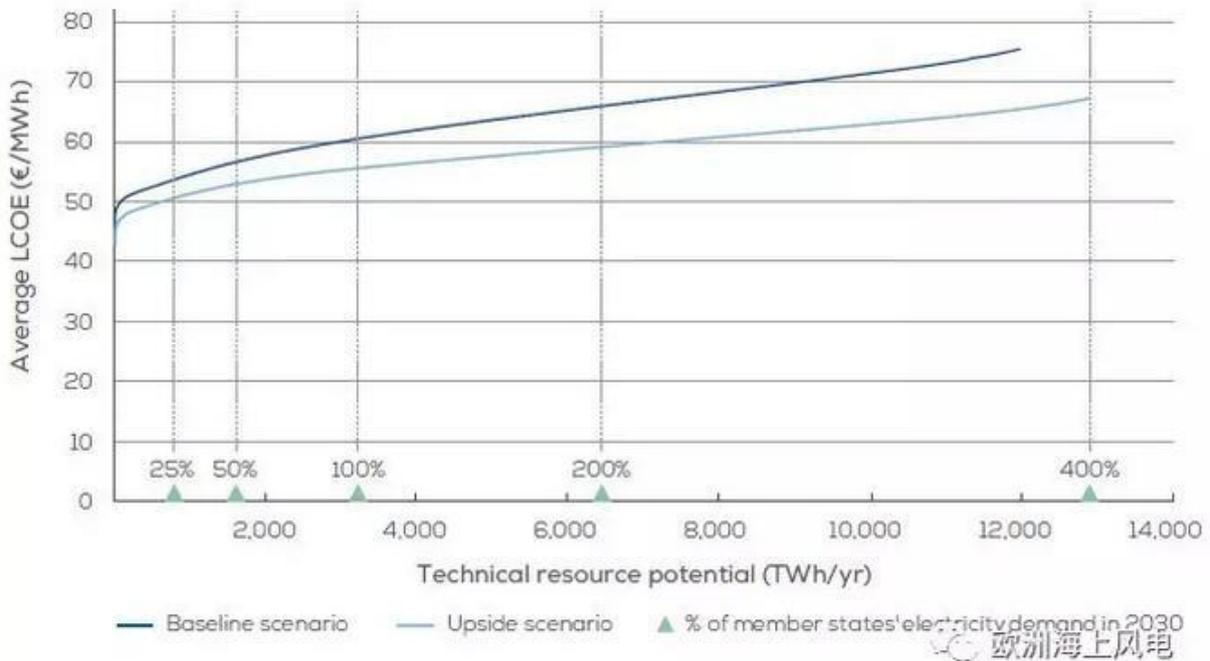


### 2030 年欧洲海上风电潜在储量(经济可行)

以上主要从开发商角度来分析，满足怎样条件的项目是可行的。

当然，通过最后一张图，输电运营商也可从中获得信息，在电价完全市场化的前提下，做出合理的购电规划。

而从政府角度，是否进一步规划远海海上风场、海上风电相对其他能源是否有竞争力、是否要继续扶持海上风电产业，通过以上的分析和数据是无法得出结论的。我们要用另一个图表来说明问题。



### 2030 年欧洲海上风电平均 LCOE 与电量总需求的关系

上图是以资源分析为基础，以低 LCOE 资源优先被开发为假设前提。(2030 年欧洲电量总需求

3225TWh/年)

普通场景：到 2030 年，如海上风电要满足欧洲电量总需求的 25%，则其平均 LCOE 为 €54/MWh;50%，€57/MWh;100%(理论计算)，€61/MWh。

乐观场景：到 2030 年，如海上风电要满足欧洲电量总需求的 25%，则其平均 LCOE 为 €51/MWh;50%，€53/MWh;100%(理论计算)，€56/MWh。

从这些数据，再结合减排目标，政府可以通过政策，平衡各能源之间的固有成本差异，如额外收取或减免温室气体排放费等。

所有数据和结论均由可再生能源咨询机构 BVG Associates 统计和预测。

逐风 欧洲海上风电 2018-07-02

## 秦海岩：科学规划支撑风电发展 一路向好

近十年来，我国风电产业保持快速发展，不仅规模稳居全球之首，技术创新能力也走在各国前列，风电已经成为我国少有的能与世界站在同一起跑线上的战略性新兴产业。进入“十三五”以来，面对新形势，国家能源主管部门科学研判，精准规划，围绕做好提质增效工作出台系列利好政策，有力推动了我国风电产业平稳、有序发展。

目前，“十三五”规划确定的“保规模、调布局、促创新”等重点任务都在有条不紊落实中。一是市场规模保持稳定增长。按照规划，到 2020 年底，风电累计并网装机确保达到 2.1 亿千瓦以上，“十三五”期间的新增并网容量将超过 8100 万千瓦。而截至 2018 年 5 月，我国风电的实际累计并网容量为 1.6964 亿千瓦，在过去的近两年半时间内新增并网装机 4030 万千瓦，与规划保持高度一致。二是产业布局持续优化。近几年，我国风电开发重心加速向中东南部转移，这很好地顺应了“十三五”规划确立的“加快开发中东部和南方地区陆上风能资源”的布局原则。在 2017 年的新增装机中，中东南部占 55%，高出“三北”地区十个百分点。而在 2014 年，后者的占比还高达 67%。三是技术水平显著提升。在整机制造和研发方面，机型日益丰富，单机容量持续扩大，2017 年新增装机的机组平均功率达到 2.1MW，同比增长 8%。与此同时，风电开发的数字化、定制化特征凸显，高塔架、长叶片、智能化等方面取得重大突破。四是“两海”市场发展速度加快。“十三五”规划要求，积极稳妥推进海上风电建设，稳步开拓国际风电市场。进入新周期后，这两方面呈加速发展之势。2017 年，我国海上风电新增装机 116 万千瓦，累计装机达到 279 万千瓦，居全球第三。新增出口装机 64.1 万千瓦，累计出口容量达到 320.5 万千瓦。五是“十三五”规划明确鼓励风电设备制造企业提高市场集中度。目前，这一特征在市场中表现得愈发明显，新增装机排名前五的整机制造企业的市场份额由 2013 年的 54.1% 增长到 2017 年的 67.1%，前十名的份额则由 2013 年的 77.8% 增至 2017 年的 89.5%。

从以上可以看出，当前，我国风电发展正沿着“十三五”规划设计的路线保持着有序发展的势头。这既充分体现了规划制定的前瞻性和精准性，也离不开国家能源主管部门在政策层面的殚精竭虑。围绕通过消除非技术成本助推平价上网早日到来、依托开发模式创新加快中东南部风电发展、通过简政放权加速海上风电开发等，国家能源局陆续出台了有关平价上网示范、减负、分散式风电和海上风电开发等方面的多项政策，这套组合拳的威力已经显现，为产业健康发展提供了强力支撑。

习近平总书记日前在主持召开中央财经委员会第一次会议时指出，要调整能源结构，减少煤炭消费，增加清洁能源使用。这就要求我们必须进一步加快开发风能等可再生能源。为此，当前我们必须坚定不移地朝着“十三五”规划指明的方向走下去，继续使产业保持平稳、健康发展。此外，业界还应着眼长远，在去补贴、促消纳上下功夫，尽快出台配额制等政策，充分调动地方政府的积极性，并借助市场化手段解决补贴资金来源和消纳问题。由此加快可再生能源由替代能源转为主体能源的进程，开创属于可再生能源的新时代。

《风能》 2018-07-05

## 德国：重构风电版图

除了制造商们在“风机变大”过程中充满野心，政府以及风电开发商也给未来海上风电描绘了更为宏伟的蓝图。

对于完成能源转型第一阶段的德国来说，下一个阶段最重要的任务就是找到提高可再生能源装机的突破口。

2017年，这一新的突破口在德国能源市场中逐渐清晰。根据德国风力工业协会（BWE）的统计，2017年德国新增海上风电1.25GW，累计装机5.3GW，德国也成为仅次于英国的第二大海上风电市场。

2017年，德国新增海上风机装机222台，总发电量占全年电量的2.7%，成为了德国可再生能源门类中发展最快的能源类型，这一数字相当于去年全球新增海上风电装机的40%。到2030年，这一比例将可能达到12.5%。2017年德国海上风电的发电量比2016年增长50%，这一电量可以满足首都柏林的用电需求。

德国风电的发展可以追溯到上世纪90年代，彼时的投资主要集中于陆上风电场。2009年，第一个海上风电场Alpha Ventus投产。虽然起步于十年前，但在过去很长的一段时间内，由于海上风电发展的规划、电网建设以及单机投资较高等各种问题层出不穷，海上风电在德国也基本处于缓慢发展的时期。

而在去年，这一情况发生了很大的转变，特别在海上风电项目拍卖中第一次出现了零补贴，这一拍卖结果震惊了全球风电行业。而在近期一次陆上风电拍卖中首次遇冷，2018年第二轮原计划招标660.16MW，结果投标容量仅有604MW。海上和陆上风电两次投标结果的反差，恰恰说明德国投资者们已经开始把视野慢慢转向海上，而德国政府对于海上风电发展也是雄心勃勃。

「令人震惊的“零补贴”」

在位于德国北部的北海海面上，时不时有直升机飞过，他们正在为那些新到来的工业存在进行检修。这些庞然大物矗立于此，伴随着强劲的海风挥动着长达100多米的翅膀。

正是这片神秘而蕴含着巨大能量的海域开始吸引越来越多投资者的目光。

2017年4月，德国电力监管机构Bundesnetzagentur公布了该国首轮海上风电竞拍的结果，共涉及4个项目，全部位于北海海域，总装机容量为1449MW。世界最大的海上风电开发企业——丹麦的东能源公司赢得了其中3个项目的开发权，分别是：OWP West（240MW）、BorkumRiffgrund West 2（240MW）、GodeWind 3（110MW），总装机590MW。从中标的报价来看，OWP West与Borkum Riffgrund West 2两个大型海上风电项目已经不再依靠政府补贴，此前行业人士预测德国市场补贴成交价格一般在8-9欧分/千瓦时之间。这一价格大大出乎业内人士的意料，而从另一方面正说明了市场对于未来海上风电前景的看好。

鉴于离岸项目的实施时间长，从第一步规划到建成投产，海上风电场需要5到10年时间才能建成。也就是说这次中标的风场投产时间可能会到2025年，而无疑开发商们对于未来几年风机成本下降以及批发电价市场充满信心。

在早期的海上风电项目中，投资者都得到了国家财政的支持。他们可以通过德国开发银行（KfW）的财务援助弥补资金缺口。据德国联邦经济能源部（BMWi）称，德国商业银行不愿意为先驱项目提供资金，因为项目金融风险很难衡量。因此，德国开发银行出台了50亿欧元计划，旨在让大胆的运营商积累经验，并挖掘降低海上风电成本的潜力。

仅仅发展10年，成本控制在德国海上风电项目中取得了重大进展。虽然第一个海上风电场Alpha Ventus于2009年完工，但超出预算约30%，而后对于项目的规划愈发成熟。研究人员发现，由于电网连接滞后，导致额外成本增加，德国海上风电场的平均成本超支约为20%。而早期的核电项目投资成本一般会超支100%。

对于海上风电发展来说，这也算是好消息。

2017年，德国开始实施可再生能源项目拍卖。这一政策转向产生了惊人的效果，特别是海上风电领域。零补贴的出现让德国成为在没有任何财政支持的情况下运营海上风电场的国家。

而这一效应也传导到了周边的其他国家。2017年底，荷兰海上风电拍卖中公共事业公司 Vattenfall 也报出了零补贴。而对他而言，更大的挑战是，此项目预计在 2022 年完工，这意味着它们将成为第一批没有补贴而实际运行的装置。

全球风能委员会（GWEC）秘书长 Steve Sawyer 在该组织的年度《全球风能报告》（Global Wind Report）中表示：“由于欧洲开拓性的努力使得海上风电技术具有成本竞争力。未来五年内完成的离岸项目价格将是过去五年的一半，而且这种趋势可能会持续下去。”

新上任的经济部长 Peter Altmaier 在上月柏林举办的能源转型大会上表示，海上风电、陆上风电以及太阳能发电成本的下降，都为结束可再生能源补贴提供了支持。他认为，到 2022 年可再生能源将成为其他传统能源形式有力的竞争者。

「宏伟的目标」

毫无疑问，德国可再生能源计划政府补贴方式的转变也给风机制造商带来了成本压力，同时也给他们带来新的机会。

合并后的 Siemens Gamesa 成为了德国最大的风机制造商。2017年，该公司的总产能达到 6.8GW，占全球产量的 15%。根据彭博新能源金融（BNEF）的统计，去年在全球风机制造商排名中名列第二，仅次于丹麦 Vestas。然而，如果只考虑海上风机制造，Siemens Gamesa 在该领域大大领先。这家合并后的公司 2017 年投产了 2.7GW 的海上风机。

在适应市场的同时，也给这些公司带来了压力。去年开始，德国风机制造商巨头 Nordex 和 Senvion 纷纷进行公司裁员。根据 IG Metall 工会的调查，重点关注离岸部门的这些工作岗位受公司紧缩计划影响较小。大多数受访者表示，海上风电的前景好于德国陆上风电行业。

现在，风机制造商们正在努力让涡轮机变得更大。虽然目前在德国水域最大涡轮机达到 8MW，但 GE 公司正在寻求新的突破，它将研发一台名为 Haliade-X 世界最高的海上风力发电机组，其顶端高度为 260 米，几乎与艾菲尔铁塔一样高。该公司表示，这台 12MW 的风力涡轮机在德国北海平均风力条件下建造，一台风机可以供应 16,000 个普通家庭用电需求。研究人员表示，在可预见的未来，涡轮机的最大装机可高达 18MW。

根据 BMWi 进行的一项研究，2013 年德国海上风机每兆瓦的平均投资成本为 420 万欧元，到 2023 年可能降至 340 万欧元。

除了制造商们在“风机变大”过程中充满了野心，政府以及风电开发商也给未来德国甚至是欧洲的海上风电描绘了更为宏伟的蓝图。来自德国北部的立法者和风力发电公司的 CEO 们，都在呼吁政府进行额外的海外拍卖和开发新的海上试验场，希望将 2035 年的目标增设为 30GW，并确保新增装机容量快速并网不受繁文缛节的阻碍。

而实现这个宏达的目标，除了风机制造商的努力外，电网的建设也不容小觑。与野心相匹配的是一条通向挪威的输电通道以及人工岛屿正在建设中。由于新建造的风机距离海岸很远，平均离海岸 74 公里，深度为 33 米，因而，为每个海上风电场建设了变电站，以减少传输的损失。电网运营商 TenneT，除了负责建设陆地到海上的电缆，也在修建一条连接挪威和德国长达 620 公里输电线路，被称为“NordLink”。这条容量 1.4GW 电缆建成后，将让挪威水电站为德国海上风电进行调峰，从而增进两国的能源供应安全，这条电缆计划于 2020 年运营。

此外，电网运营商 TenneT 还计划建设一个连接多个风电场的人工转换岛，可以进一步改善北海的电网基础设施，以造福所有邻国。通过平衡海上对各个变电站的需求，该岛可大幅降低海上风力发电设备的成本，但其建设取决于毗邻国家以及欧盟就立法、监管和资金达成一致，它可能会在 2030 年和 2050 年之间完成。

而对于这样雄心勃勃的计划而言，大规模风机“出海”带来的挑战也不容忽视。

「潜在的风险」

德国首个大规模海上风电场——装机 400MW 巴德 Bard1 号风电场的建设，证明了等待投资者的潜在风险。这个项目位于距离海岸 90 公里，水深 40 米处。除了最初遇到的电力传输问题，一起变电站的火灾导致最终成本高达 30 亿欧元。而运营商为此付出了沉重的代价，最后关门倒闭，此项目后来被德国联合抵押银行（HVB）所有。

海上的困难导致一些风机制造商不愿意离岸。高浪、风暴甚至浮冰给海上风电打造了一个具有挑战性的环境。为了防止空气中容易受到腐蚀的干扰，在深水中远离海岸的地基施工会带来长时间的停工。德国另一家陆上风机制造商 Enercon 发言人 Felix Rehwald 曾表示，由于风险太大，他们很早就放弃了海上项目。

高效的运行和维护仍然是海上风电场面临的一大挑战，这不仅仅是因为风机停机会使运营商花费巨资。定期用船舶或直升机对设备和电网进行检查占总成本的 1/4 左右，而涡轮机仅占总成本的 1/3 左右。而在陆上项目中，涡轮机成本约占总投资的 2/3，维护成本仅占总成本的几个百分点。

然而，尽管海上风电成本有下降趋势，但根据法兰克福金融学院发布的一项研究说明，该行业在 2017 年主导了欧洲可再生能源支出，总投资近 260 亿欧元，占可再生能源支出总额的 40% 以上。

在一些业内人士看来，“积极的”零补贴投标有时仅仅是为了保证产能，而不考虑盈利能力。“然而，市场价格风险仍然很大。碳价格未来走向或德国煤炭退出的速度是决定性因素。“Vattenfall 一位风电经理说。“如果你有非常不同的价格发展方案，那就必须有可靠的财务作为保障。”

未来，最大的不确定性因素就是电力价格。一些开发商认为，随着核电和燃煤发电厂的陆续退役，欧洲对可再生能源电力的需求将会持续上升，后者的价格也会上涨。

然而，分析师指出，风能和太阳能等可再生能源的快速发展，将推动电力价格的逐步下降。市场研究机构桑福德伯恩斯坦公司的分析师 Deepa Venkateswaran 则指出：“如果投标零补贴的公司对成本或者电价发展趋势的预判出现偏差，此次的报价将会使该公司付出高昂的代价。因为这个项目将持续多年，如果发展并不像预期那样，他们也无法从交易中全身而退。”

早在 2014 年，由于担心可再生能源发电成本过高，电网建设延迟，RWE、EnBW 等德国公用事业部宣布有意搁置任何进一步的海上风电项目。然而，在不到 4 年的时间里，在海上困难的条件下，风力发电已经成为一种可行甚至是比较经济的业务，因为集中和可靠的发电形式在许多方面与传统的化石或核电厂的电力生产方式相似，这一点也吸引决策者。

在一些研究人员看来，虽然海上风电存在较高风险，但发展势不可挡。自 2009 年开始大规模建设以来，德国与英国一起，通过增加产能来降低海上风电的成本。这两个国家海上风机装机约占全球装机的 64%。总而言之，截至 2018 年，世界 90% 的海上风机都位于欧洲。

对他们而言，能源转型未来必然倚重海上风机的发展。德国研究机构 Fraunhofer IWES 进行的一项研究表明，在最佳产量情景下，到 2050 年，海上风机容量将占到德国可再生能源的 1/3。如果没有海上风电的重大贡献，能源转型将不可行。

能源杂志 2018-07-06

## 全球首次！为海上风电场配备电池储能系统

近日，世界上第一个商业化漂浮式海上风场---Hywind，安装了一套 1MW 容量的电池系统，这也是全球首个真正意义上为海上风电场配套设置的电池储能系统。

英国 Hywind 漂浮式海上风场总装机 30MW，安装了 5 台 6MW 风机，风场通过 33kV 电缆连接到苏格兰 Peterhead 陆上变电站，这套电池储能系统正是安装于此。

通过测试这套名为 Batwind 的电池系统，可以掌握何时储存电力以及何时向电网供电，从而减少弃风限电的可能性并协助电网调度。

该风场运营商 Equinor(原 Statoil 挪威国家石油公司)表示，这套电池的算法基于了多种数据源，包括：天气预报，市场价格，维护计划，消费模式和电网服务等。

根据 Hywind 和 Batwind 的开发经理 Sebastian Bringsvaerd 的说法，该储能项目的意义并不在于存储容量的大小，而是可以进一步研究如何优化、控制和提供更智能的能源解决方案。

可再生能源发电的波动性在一定程度上可以由电网来管理，但为了使可再生能源更具竞争力，并在将来使电网能够接纳更多的可再生能源，就需要找到新的智能储能解决方案，以提供稳定的电力。而通过 Batwind 项目，可以知道如何以智能和创造价值的方式做到这一点。

Equinor 说，储能系统有点像能源仓库，需要选择仓库的建设地点（储能系统的位置）、仓库的规模（储能的容量）以及如何管理和调度仓库内的部件（电力）。

据项目方介绍，数字化是这套储能系统的关键驱动力，如果给 Batwind 电力管理系统提供的数据越多，它就越智能。此外，Batwind 还可用于其他可再生能源，包括太阳能和陆上风能，他们相信这套系统解决方案会应用到所有可再生能源市场。

挪威 Equinor 公司拥有 Hywind 项目 75% 股权，Masdar 持有其余 25% 股权。今年年初，两家公司签署协议，将合作分析 Batwind 电池系统的运行数据。

欧洲海上风电 2018-07-05

## 2018 年江苏风电行业现状分析 三大规划助力海上风电快速发展

江苏省风能资源丰富，全省风能资源分布自沿海向内陆递减，沿海及太湖地区风能资源较为丰富，尤其是沿海岸地区，而内陆地区风能资源相对贫乏，风能资源有明显的东、西部差异。

从已有气象资料分析，按风能大小和风频率的高低，江苏风资源分布可分为 4 个区，其中以连云港近海的西连岛地区风能资源最为丰富，属风能丰富的 I 类区域，其次为沿海地区、长江三角洲一带、淮河两岸、洪泽湖、高邮湖东部及东南部沼泽地带、太湖东部等地区，属风能较丰富的 II 类区域，西部内陆为风能丰富的 III、IV 类地区。

图表1：江苏省风能资源分布区域



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

江苏风电装机增速下滑 发电量增长超平均水平

江苏风能资源较丰富，在华东沿海地区位居前列。近年来江苏省风电建设支持力度较大，同时风电建设成本下降较快，江苏省风电建设保持着较高的发展速度。

2010-2017 年，江苏省风电装机容量不断增长，不过增速趋于下降。2017 年，我国累计风力装机增速创近年来新低，江苏省风电累计装机容量为 656 万千瓦，较上年增长 7.8%，在全国所占比重为 4%；风力发电量为 120 亿千瓦时，同比增长 22%，虽然较上年有所下降，不过高于全国风力发电量平均增速。

图表2：2010-2017年江苏风电累计装机容量（单位：万千瓦，%）



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

图表3：2013-2017年江苏风力发电量及增速（单位：亿千瓦时，%）



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

江苏海上风电装机居全国首位 2020年将达300万千瓦

风电场按区域分为陆上风电场(包括沿海滩涂风电场)、潮间带及潮下带滩涂风电场(统称潮间带风电场)、近海风电场和深海风电场。江苏沿海风电基地涉及的区域为江苏省沿海陆域滩涂、潮间带及近海海域。根据风电技术的发展水平，江苏沿海地区风电基地规划主要针对陆上风电场、潮间带风电场和近海风电场，暂不考虑深海风电场。

2018年4月，江苏省公布《2018年江苏省重大项目名单》，其中包括两个风电项目，分别为：盐城远景海上智慧风电装备(高端装备)与沿海海上风电(能源)，两大项目均为海上风电彰显江苏省风电发展重心。

2017年6月，江苏省发改委发布江苏省2017年度风电开发建设方案，方案涉及45个项目共288.014万千瓦(其中备选项目31个203.91万千瓦，分散式风电4个项目2.104万千瓦)。

截至2017年底，江苏海上风电装机规模居全国首位，达101万千瓦。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%。

图表4：2017-2020年江苏风力装机量及预测（单位：万千瓦）



资料来源：前瞻产业研究院整理

©前瞻经济学人APP

### 三大规划助力江苏海上风电快速发展

从江苏省的风电行业发展整体前景来看，江苏省近海风能资源丰富，是全国千万千瓦风电基地之一，海上风电具有广阔的发展前景。同时，在风电作为较为成熟的新能源发电技术成我国第三大能源的背景下，目前江苏所需的一次能源主要依靠省外调入和进口，因此，转变能源发展方式、优化能源结构任务紧迫而繁重。

从江苏省的地理位置和发展情况来看，截止到目前，江苏拥有 954 公里海岸线，海上风电条件很好，区别于福建、浙江的侵蚀型海岸，江苏的滩涂型海岸可以为海上风电技术储备薄弱的发展初期提供产业试水的便利。此外，江苏还是低风速的风场，对于技术、工程的开发很有帮助。

从江苏省政府制定文件来看，江苏省的风电发展规划主要来自于三个方面，分别是《江苏省“十三五”海洋经济发展规划》、《江苏省“十三五”电力发展专项规划》以及江苏省分地区的风电行业发展规划，比如《南通市“十三五”海上风电发展规划》。

图表5：江苏省海上风电相关规划

规划	重点内容
《江苏省“十三五”海洋经济发展规划》	优化海上风电开布局，积极发展离岸风电。巩固放大盐城国家海上风电产业区域集聚发展试点效应，推动海上风电设备关键技术攻关，支持盐城、南通、连云港海上风电开发，加快建设千万千瓦级风电基地。
《江苏省“十三五”电力发展专项规划》	江苏省将按照沿海规模化发展和内陆分布式应用并举的思路，积极推动连云港、盐城、南通海域海上风电开发。另一方面因地制宜，有序推进沿海陆上风电和内陆低风速风电协调发展，促进内陆低风速风电尽快形成规模。
《南通市“十三五”海上风电发展规划》	2016-2020年，南通市规划完成 1600MW（不含启东部分）风电场的建设，均为近海风电场。各项目规划容量 100~300MW，中心点离岸距离 19~50km。

资料来源：前瞻产业研究院整理

©前瞻经济学人APP

以上数据及分析均来自于前瞻产业研究院《2018-2023 年中国风电行业市场前景与投资战略规划分析报告》。

李佩娟 前瞻产业研究院 2018-07-09

## 2018 已过半 德国风力发电达 550 亿度

据能源公司意昂集团计算，德国 2018 年上半年包括风能、太阳能、水力和生物质能在内的新能源发电总量为 1040 亿千瓦时，同比增长 9%，新能源发电量首次突破半年 1000 亿千瓦时。这一总量中不包括私人光伏设备生产的直接被消耗而未并网的电量。

新能源发电主力是海上和陆地风电，发电总量达 550 亿度，同比增长 70 亿度，几乎涵盖了新能源发电的全部增量。太阳能发电量同比微增至 210 亿度，生物质能发电量维持在 200 亿度水平，水力发电量 80 亿度，同比增加了 10 亿度。

据德国主管部门 Bundesnetzagentur 数据，今年新能源并网的峰值出现在 1 月 3 日，共 11 亿度电实现并网。该日德国遭强风暴袭击，新能源电力覆盖 71.6% 的用电量。1 月 28 日，全德用电量的 81% 源自新能源发电。2017 年全年新能源占电力使用比重为 36%。意昂表示，理论上今年 1-6 月新能源发电总量已经可以满足德国所有家庭一年的用电需求(每户平均 2500 度)。过去 3 年内，新能源发电量增加了三分之一，新能源在能源供给中发挥的作用越来越重要。

商务部 2018-07-09

## 新增装机 3 年翻 3 倍！我国海上风电装机情况权威统计

中国海上风电起步晚、但凭借海上资源稳定、发电功率大、便于消纳等特点，近年来发展迅速，市场前景广阔。下面北极星风力发电网统计了中国风能协会发布的【2015—2017 年】海上风电权威装机数据。抓紧收藏！

### 2015 年海上风电装机情况

2015 年，中国海上风电新增装机 100 台，容量达到 360.5MW，同比增长 58.4%。其中，潮间带装机 58 台，容量 181.5MW，占海上风电新增装机总量的 50.35%；其余 49.65% 为近海项目，装机 42 台，容量 179MW。2015 年，上海电气的海上风电机组供应量最大，占比达到 83.2%；其次是湘电风能，海上风电吊装容量占比为 13.9%。

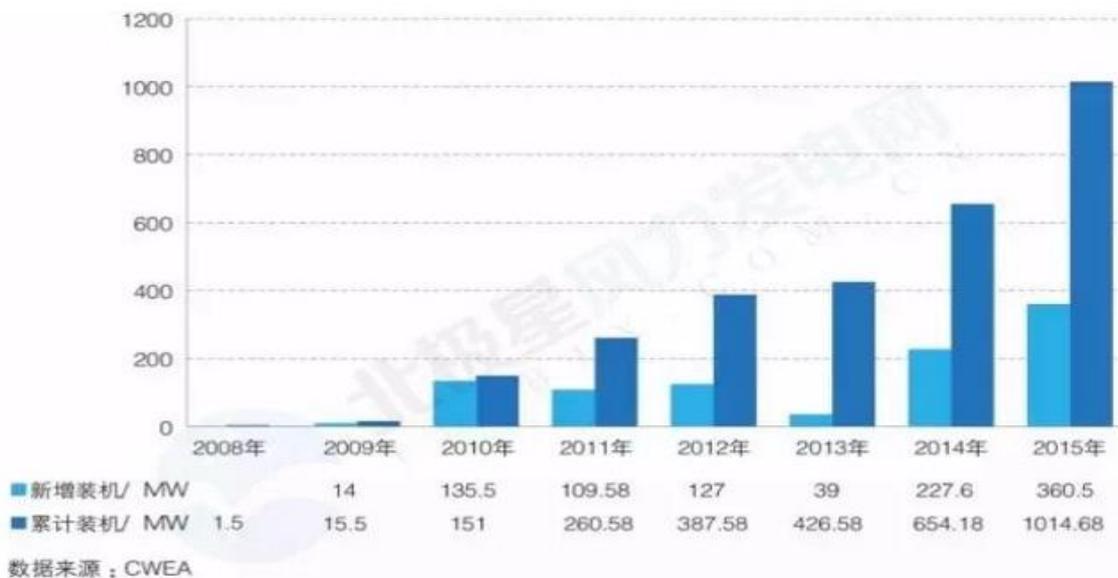


图6 2015年中国海上风电新增和累计装机容量

截至 2015 年底，中国已建成的海上风电项目装机容量共计 1014.68MW。其中，潮间带累计风电装机容量达到 611.98MW，占海上装机容量的 60.31%，近海风电装机容量 402.7MW 占 39.69%。截至 2015 年底，海上风电机组供应商共 10 家，累计装机容量达到 100MW 以上的机组制造商有上海电气、华锐风电、远景能源、金风科技，这四家企业海上风电机组装机量占海上风电装机总量的 86.6%。

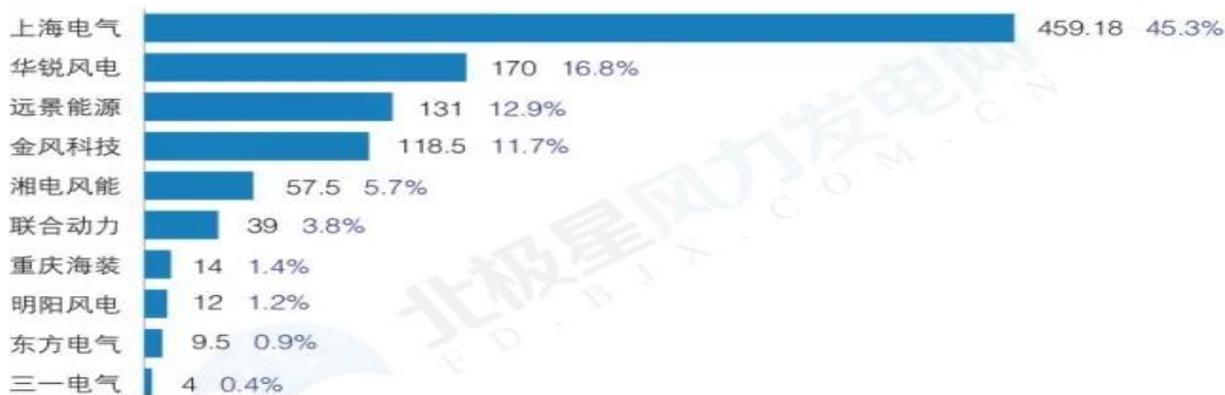
表1 2015年海上风电项目新增装机容量

省	项目名称	制造商	开发商	装机台数	装机容量/MW
福建	福建省莆田市南日岛一期 400MW 近海风电项目	上海电气	龙源	3	12
	福建省莆田市平海湾 50MW 近海风电项目	湘电风能	中闽	10	50
福建 合计				13	62
广东	华能浙江海门电厂防波堤风电场	东方电气	华能	1	1.5
广东 合计				1	1.5
江苏	江苏大丰 3MW 样机	金风科技	天润	1	3
	江苏大丰 6MW	金风科技	天润	1	6
	如东 C4#	上海电气	龙源	25	100
	江苏响水近海风电场项目	上海电气	三峡	8	32
	滨海北区 H1#	上海电气	国电投	5	20
	中广核如东海上风电场项目	上海电气	中广核	14	56
	江苏如东 10 万千瓦潮间带海上风电项目	上海电气	中水电	32	80
江苏 合计				86	297
总计				100	360.5

数据来源：CWEA

截至 2015 年底，在所有吊装的海上风电机组中，单机容量为 4MW 机组最多，累计装机容量达到 352MW，占海上装机容量的 34.69%，其次是 2.5MW 机组，装机容量占 18.48%，3MW 装机容量占比为 17.74%，其余不同功率风电机组装机容量占比均不到 10%。我国目前单机容量最大的是 6MW 机组，除了原有联合动力和明阳风电的产品，金风科技在 2015 年新增吊装一台 6MW 机组。

单位：MW



数据来源：CWEA

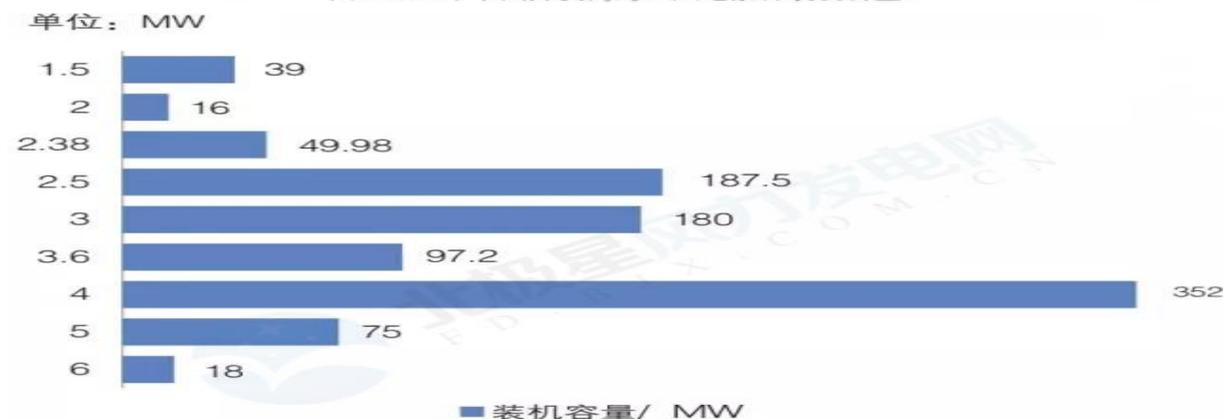
图7 2015年中国风电机组制造商海上风电累计装机容量

单位：MW



数据来源：CWEA

图8 2015年中国开发商海上风电累计装机容量



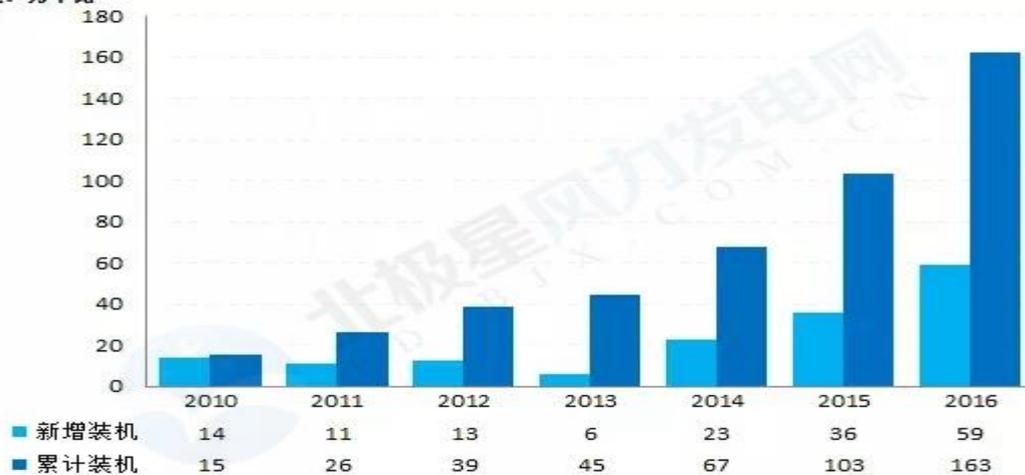
数据来源：CWEA

图9 2015年中国海上风电不同功率机组累计装机容量

### 2016年海上风电装机情况

2016年，中国海上风电新增装机154台，容量达到59万千瓦，同比增长64%。共有4家制造企业有新增吊装，其中，上海电气的海上风电机组供应量最大，占比达到82.5%；其次是远景能源、金风科技和重庆海装。

单位：万千瓦



数据来源：CWEA

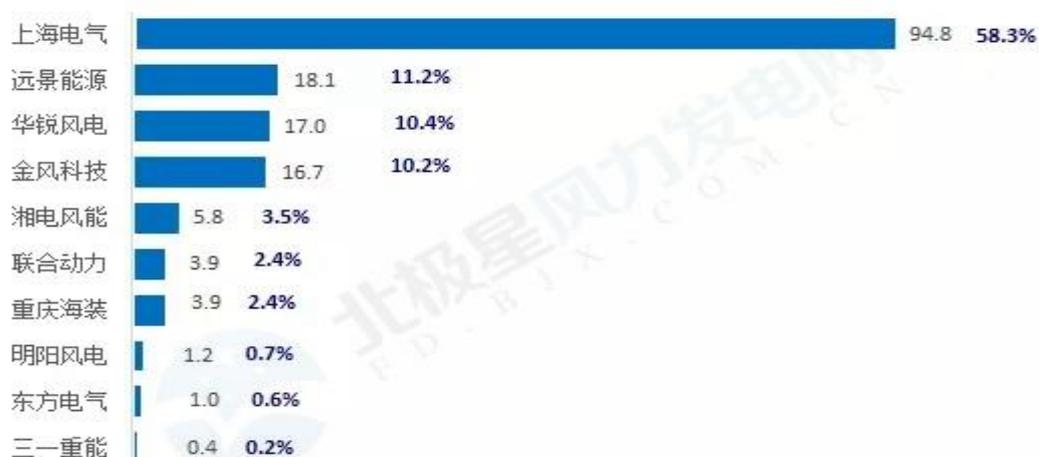
### 2016年中国海上风电新增和累计装机容量

制造企业	额定功率/kW	装机台数	装机容量/MW
上海电气	3600	28	100.8
	4000	97	388
远景能源	4200	12	50.4
金风科技	3000	16	48
重庆海装	5000	1	5
总计		154	592.2

#### 2016年中国海上风电制造商新增装机容量

截至2016年底，海上风电机组供应商共10家，其中，累计装机容量达到15万千瓦以上的机组制造商有上海电气、远景能源、华锐风电、金风科技，这4家企业海上风电机组装机量占海上风电装机总量的90.1%，上海电气以58.3%的占比拔得海上风电机组供应量头筹。

单位：万千瓦



数据来源：CWEA

#### 2016年中国海上风电制造商累计装机容量

截至2016年底，在所有吊装的海上风电机组中，单机容量为4MW机组最多，累计装机容量达到74万千瓦，占海上装机容量的45.5%，其次是3MW装机容量占比为14%

单位：MW

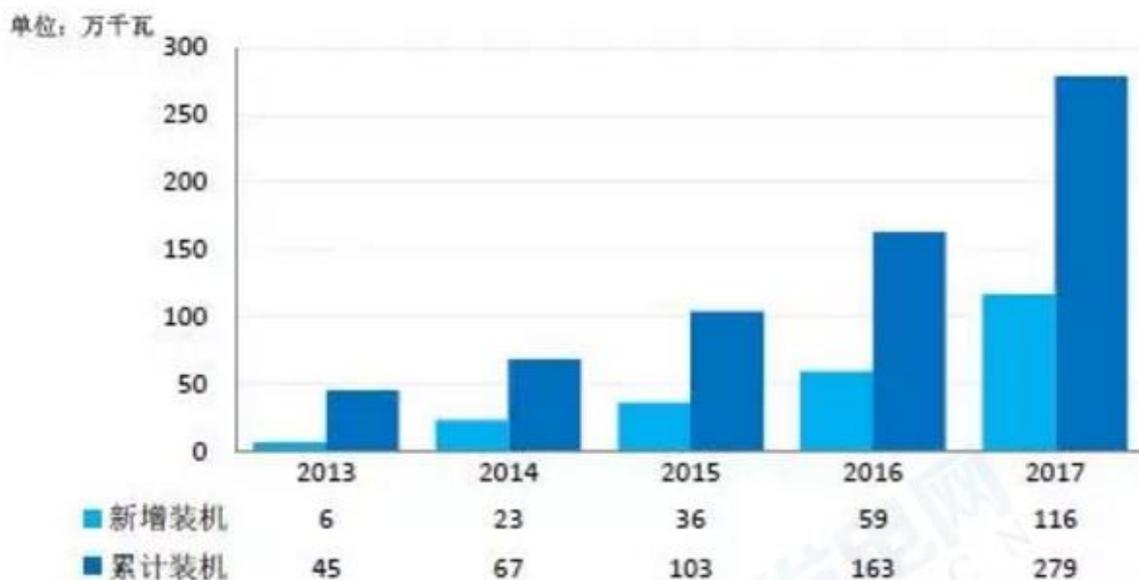


数据来源：CWEA

#### 2016年中国海上风电不同功率机组累计装机容量

### 2017年海上风电装机情况

2017年，中国海上风电取得突破进展，新增装机共319台，新增装机容量达到116万千瓦，同比增长97%；累计装机达到279万千瓦。2017年共有8家制造企业有新增装机，其中，上海电气新增装机容量最多，共吊装147台，容量为58.8万千瓦，占比达到50.5%。



数据来源：CWEA

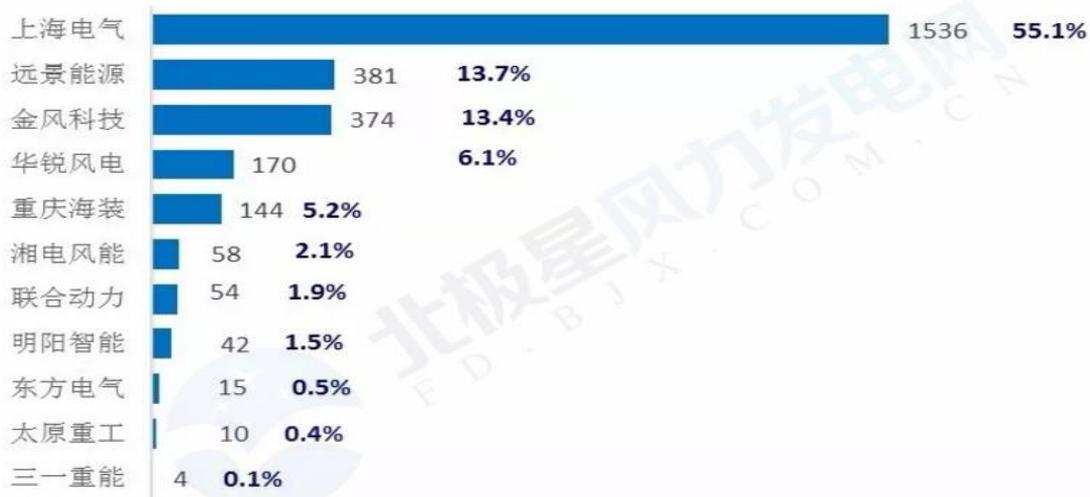
图 16 2017年中国海上风电新增和累计装机容量

表 2 2017年中国风电制造企业海上新增装机容量

制造企业	额定功率/kW	装机台数	装机容量/MW
上海电气	4000	147	588
金风科技	2500	77	192.5
	3000	5	15
	3300	1	3.3
金风科技汇总		83	210.8
远景能源	4000	50	200
重庆海装	5000	21	105
明阳智能	3000	10	30
联合动力	3000	5	15
太原重工	5000	2	10
东方电气	5000	1	5
总计		319	1163.8

截至2017年底，海上风电机组整机制造企业共11家，其中，累计装机容量达到15万千瓦以上有上海电气、远景能源、金风科技、华锐风电，这4家企业海上风电机组累计装机量占海上风电总装机容量的88%，上海电气以55%的市场份额遥遥领先。

单位：MW

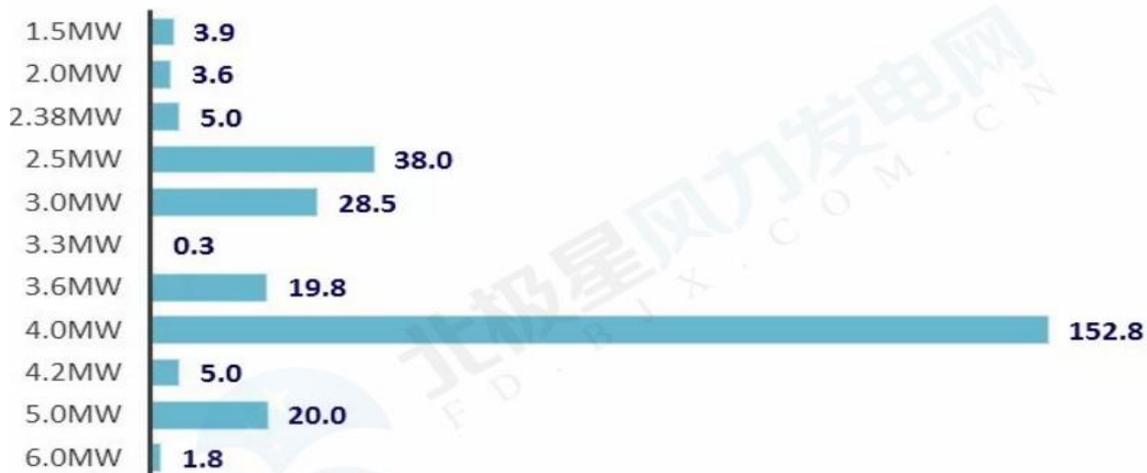


数据来源：CWEA

2017年中国风电制造企业海上累计装机容量

截至2017年底，在所有吊装的海上风电机组中，单机容量为4MW机组最多，累计装机容量达到153万千瓦，占海上装机容量的55%；5MW风电机组装机容量累计达到20万千瓦，占海上总装机容量的7%；6MW风电机组吊装的仍是样机，尚未批量吊装。

单位：万千瓦



数据来源：CWEA

2017年中国海上风电不同功率机组累计装机容量

北极星风力发电网综合 2018-07-10

## 韩国为全球海上风电增长添砖加“瓦”

“可再生能源3020实施计划”是韩国政府为实现能源转型于在2017年末提出的。其目标是到2030年，可再生能源占总能源消耗比例达到20%。为实现这一目标，在此期间需要增加4870万的可再生能源装机容量，最终达到6380万的装机规模，其中风电占比28%和太阳能占比57%。



作为该计划的重要组成部分，海上风电的进展也相当迅速(史上最优低风速功率曲线?海上风机韩国造)。近日，韩国海上风电又有新动向。韩国贸易、工业和能源部公布了韩国海上风电短期与中长期计划，这份计划是在“可再生能源 3020 实施计划”的基础上制定的。

短期计划：

建造容量不大于 500MW 的小型 and 中型海上风电场

中长期计划：

建造大型海上风电场

发展漂浮式海上风电

建立东北亚超级电网

在“可再生能源 3020 实施计划”的最终目标 48.7GW 中，海上风电占 12GW

去年 11 月，韩国第一个海上风电场，装机容量 30MW 的 Tamra 海上风电场正式投运，标志着这个海上风资源丰富的国家正式加入全球海上风电大家庭。

欧洲海上风电 2018-07-10

## 2017 年全球新增风电装机 52 吉瓦

行业政策网站 REN21 近日发布 2018 年《全球可再生能源现状报告》(以下简称《报告》)。

《报告》显示，2017 年是历史上可再生能源发电量增长最快的一年，全球新增可再生能源装机 178 吉瓦，可再生能源发电量占全球发电量净增加值的 70%。其中，2017 年全球风电新增容量达 52 吉瓦，我国风电以 19.7 吉瓦的装机容量位居第一，为全球可再生能源总装机容量增长作出了巨大贡献。

可再生能源投资额激增

2017 年是全球可再生能源蓬勃发展的一年。《报告》显示，与 2016 年相比，2017 年全球光伏发电装机总量为 98 吉瓦，同比增长了 29%。太阳能光伏发电新增装机容量大于燃煤、天然气和核电净增装机容量之和。

全球风电新增装机容量 52 吉瓦，在扩充可再生能源总装机容量上作出了巨大贡献。

可再生能源的飞速增长得益于庞大的市场投资。REN21 指出，尽管目前化石燃料发电仍得到大

量补贴，但目前全球对新增可再生能源发电的投资已经超过新增化石燃料和核电投资总和的两倍以上。由于成本竞争力不断提高，2017年可再生能源投资占电力行业总投资的比例超过三分之二，同时其在电力行业的份额正在继续上升。

与此同时，可再生能源的投资区域性正呈现进一步集中的趋势。《报告》显示，2017年，中国、欧洲和美国对可再生能源的投资占全球可再生能源投资总额的近75%。

#### 中国风电持续领跑全球

除新能源投资额激增外，风电竞争力也愈发强劲。《报告》显示，2017年在加拿大、印度和墨西哥等市场，陆上风电项目的招标价格已经接近每兆瓦时30美元左右。

海上风电项目的招标价格下降幅度也屡破纪录。2017年，德国陆上风电招标平均中标价格为每千瓦时3.8欧分，海上风电甚至出现全球首个“零补贴”项目。荷兰也开展了“零补贴”招标项目，中标项目将执行不高于零售价格的电价。2017年9月，英国海上风电投标价格已经低于每兆瓦时57.6英镑，这是其2015年水平的一半左右。

正因如此，全球发展风电的正日益高涨。《报告》显示，2017年全球风电新增装机容量达到52吉瓦，累计装机达到539吉瓦。尽管2017年我国新增风电速度有所放缓，但仍以19.7吉瓦的新增装机容量领跑全球市场。美国市场以7吉瓦的装机容量紧随其后，德国、英国和印度分别以6.1吉瓦、4.3吉瓦和4.1吉瓦的装机容量分别位列第三、第四和第五位。

与陆上风电相比，2017年海上风电在装机规模、成本降低、技术进步及市场范围扩大等方面同时取得瞩目成绩。根据《报告》，2017年全球海上风电累计装机容量达到18.8吉瓦，占据全球风电累计装机量的3.4%。其中，英国以1.7吉瓦的新增装机容量领跑全球海上风电市场。

伴随风电装机容量不断攀升而来的是整机市场蓬勃发展。《报告》显示，2017年全球排名前10的风电整机制造商所占市场份额进一步增加，市场集中度持续攀升。

具体来说，丹麦风机制造商维斯塔斯以16.7%的市场份额夺得桂冠。西门子歌美飒以16.6%的市场份额稳居第二，我国风电整机制造龙头金风科技以10.5%的市场份额位居第三。

此外，风电产业的蓬勃发展还直接拉动了从业人数的增长。2017年全球风电领域从业人数114.8万人，同比减少0.6%，主要是全球风电新增装机增速放缓所致。不过，2017年德国和美国风电就业人数创下新高，分别为16万人和10.6万人，我国风电行业从业人数51万人，仍高居全球首位。

#### 电力行业能源转型需再提速

尽管以风电为代表的可再生能源取得了可圈可点的成就，但能源转型之路仍任重道远。REN21指出，虽然由于新兴经济体的经济增长和人口增长，全球能源需求在2017年增长了2.1%，能源相关的二氧化碳排放量增加了1.4%，但是可再生能源增长带来的二氧化碳减排无法抵消不断增长的能源需求以及对化石和核能持续投资所造成的排放增量。

REN21强调，电力行业面向可再生能源的转型正在进行中，但转型的速度比原本可能的或理想的要慢得多。2015年《巴黎协定》作出的将全球气温上升限制在“远低于”工业化前水平2摄氏度的承诺，使得这一挑战更加突出。如果全球要实现巴黎协定中设定的目标，那么供热、制冷和交通领域必须依照电力行业转型的模式并以更快的速度进行能源转型。

根据《报告》，2015年可再生能源为全球供暖体系提供了10%左右的总热量。目前全球146个国家在电力行业制定了可再生能源目标，但在供暖和制冷领域，全球只有48个国家制定了相关目标。

在交通运输领域，尽管化石燃料仍占主导地位，但日益增长的交通电气化正为可再生能源的发展提供了可能性。《报告》显示，全球两轮或三轮电动车年增长超过3000万辆，2017年售出了120万辆乘用车电动车，比2016年增长了约58%。电力提供了1.3%的交通能源需求，其中约四分之一是可再生能源。生物燃料提供了2.9%的交通能源需求。

尽管如此，《报告》指出，92%的交通能源需求仍由石油满足，只有42个国家制定了交通领域的可再生能源国家目标。

为了加快这些行业的转型，各国需要建立正确的政策框架，推动落后领域的创新和可再生能源

新技术的发展。REN21 主席阿特罗斯·泽沃斯(ArthourosZervos)表示:“要实现能源转型,各国政府必须发挥政策的领导作用。例如,停止对化石燃料和核能的补贴,投资于必要的基础设施,并制定供热、制冷和交通运输领域的硬性目标和政策。没有这种引领,世界将难以履行气候或可持续发展承诺。”

国家能源报道 2018-07-12

## 分布式风电向欧洲学什么

中国能源网 | 当前风电产业正处于发展的“十字路口”,分布式风电被认为是撬动产业下一轮爆发的“蓝海”。今年以来,一系列政策红利试图带动分布式风电“换挡”进入快车道。

放眼世界,作为现代风电的故乡,丹麦风电渗透率高居全球第一,分布式风电正是其陆上风电的主力;作为能源转型的标杆,德国在向清洁能源转型过程中,大力发展包括分布式风电在内的分布式能源功不可没。这些欧洲国家在发展分布式风电过程中的经验和教训,既给我们提供了参考模板,也给我们提供了前车之鉴。

### 因地制宜发展风电

与国内集中式风电和分布式风电泾渭分明不同,在欧洲,并没有集中式风电和分布式风电的区分。

驱车行驶在丹麦的小镇公路上,三五台散落的风机会不时闯进你的视野。丹麦风能工业协会 CEO Jan Hylleberg 告诉记者,在丹麦,一般根据资源、电网、负荷条件等情况,确定风电场的开发规模,并接入合适的电压等级。风场宜大则大,宜小则小,并不会人为将其划分为集中式风电还是分布式风电。

据了解,丹麦、德国等国都有一定比例的小规模开发的风电,接入配电网就地消纳,类似于我国的分布式风电。而在西班牙,由于风资源与负荷中心分布不均衡,小规模风电开发比例较低,多采用大规模风电场开发,通过电网外送到负荷中心,类似于我国的集中式风电。

丹麦技术大学(简称“DTU”)是全球风电人才的摇篮。DTU 风能研究中心副主任 Peter Hjuler Jensen 介绍说,丹麦陆上风电机组主要并入配电网,接入 20 千伏或更低电压配电网的风电装机容量约占全国风电装机容量的八成以上。究其原因,一是丹麦风电起步较早,受当时技术制约,机组规模较小,所以一般就近接入配电网;二是在风电开发过程中注重风电机组对城市规划及自然景观的影响,使风机和风电场与周边社区融为一体。

德国与丹麦类似,陆上风电场装机规模较小,德国 90%的陆上风电场装机小于 9 台风机,大多连接到 6 千伏—36 千伏或 110 千伏电压等级的配电网,以就地消纳为主。现有的分销网络可实现包括风电、光伏和生物质能在内的分布式可再生能源生产的大规模整合。

一位工作于丹麦的风电工程师告诉记者,分布式应用是欧洲应用风电的最初形式,风机散布于机场、港口甚至社区是常态。由于距离居民较近,从一开始就采用较高的风机安全标准,对噪音、光影等有更严格的控制。

### 政策驱动分布式能源

欧洲诸国在推动包括分布式风电在内的分布式能源方面取得显著成效,一个重要因素是,制定了推动可再生能源发展的相关法律和激励政策。

丹麦、德国等欧洲国家对风电主要实施强制回购(Feed-in Tariff)、净电量结算(Net Metering)和投资补贴(Capital Subsidies)相结合的政策,并且通过建立可再生能源配额制,推动了分布式风电项目的投资。

据了解,2000 年,德国政府颁布的《可再生能源法》正式生效,规定电力运营商必须无条件以政府制定的保护价格购买绿色能源电力,其中风电按市场平均价格的 90%执行。政府则负责向运营商提供总投资额 20%-45%的补贴。在此基础上,德国还制定了《市场促进计划》,对有意进军市场的

绿色能源商提供优惠贷款，不仅利息低，而且贷款期限长。

相比之下，尽管我国出台了《可再生能源法》以及相关政策，但相关法律仍不健全，政策不完善，可再生能源特别是分布式能源的发展仍然相对缓慢，《可再生能源法》缺乏对分布式能源的保护和支持。

值得注意的是，德国在能源转型过程中，也曾出现一些偏差：比如，新能源发电量大幅增加，但传统火电发电量却未明显下降；新能源发电成本在下降，但居民用电成本反而升高等。2016年，德国政府通过《可再生能源法》改革草案进行了“纠偏”：对可再生能源项目全面引入溢价补贴机制，固定电价补贴演变为“溢价补贴+电力市场价格”。

电价机制和电网配套不可少

丹麦是连接北欧和欧洲大陆两大电力系统的枢纽，这意味着丹麦拥有强大的电网调度能力。比如，挪威的水电可以通过蓄水放水实现对丹麦风电的补充。与此同时，丹麦积极推进与邻国间国际包络线建设项目，为能够更加灵活的消纳可再生能源提供基础。

与分布式能源相对应，欧洲各国也积极开展微电网研究。其主要方向是，考虑如何更好满足用户对电能质量的多种要求以及满足整个电网的稳定和环保要求。

如果说，强大的电网是硬件基础，那么，市场化的电价机制则是保障分布式风电等可再生清洁能源兴起的软件基础。

Jan Hylleberg 表示，丹麦的可再生能源系统是多能互补的系统，除了风电外，还有水电、太阳能等清洁能源，以及储能单元。在分布式风电和分布式电源日益增长的情况下，丹麦建立了完善的电力市场交易机制，制定了合理的定价和交易规则。

据介绍，在丹麦等国，一系列电力市场规则发挥作用，电力的生产和消费平衡通过电价得以体现。价格作为信号，可以有效调节电力生产和消纳，实现电网对电力生产和消耗的平衡。这也为电网中的储电单元建设提供了价值空间。

反观我国，电网坚强程度和调度能力虽媲美欧洲，但在市场化的电价机制方面却有软肋。而分布式应用模式既是解决就地消纳和弃风限电问题的一种有效方案，也是转变电力供应方式和倒逼电力市场改革的重要手段。

有业内人士认为，我国电力市场化改革目前尚未体现分布式清洁能源的核心价值。在实际操作中，已经参与了全电量市场交易的企业，无法再购买分布式清洁能源。可再生能源分布式发电不能就近卖给有需求的用户，只能自发自用、余量或低价卖给电网或白白弃掉，不利于分布式能源的清洁利用和能效提高。

社区风电，形成利益共同体

在丹麦、德国等国，除了政策推动分布式风电发展外，风电与社区、居民形成了非常紧密的利益共同体关系。社区居民通过联合购买风场的股份，保证了社区可以受益于风力发电的投资，也显著提升了公众对于风电的接受度。

社区风电是近些年兴起的分布式风电的一种应用形式，发电主要目的为自用，多余电量并入电网，打包出售。欧洲民用电价较高，利用社会投资解决了自发自用的问题，同时还能增强民众对新能源利用及节能减排的观念。

丹麦是社区风电的先行者，丹麦 80%的分布式风电场都具有社区风电性质。丹麦市政能源机构不但购买社区风电，而且参与投资，为社区风电在丹麦的普及发挥了非常重要的作用。

在德国，75%以上的分布式风电都可以归为社区风电。社区风电的拥有者可以为当地农场主，也可以为独立公司和合作社等。独立公司一般会购入社区风电公开发行的股权，能源公司的参股也越来越广泛。

Henrik Stiesdal 号称丹麦风电“教父”，在丹麦风电界是“神”一般的人物。他告诉记者，在丹麦等国，相比把钱存入银行、投入股市，人们更乐于去投资风电。其运行稳定，投资回报较高，也是养老基金投资的一个有效途径。

“风机被分成很多股份，一股大约合 4000 丹麦克朗-4600 丹麦克朗， 丹麦平均月收入为 4 万丹麦克朗，这确保了所有的居民都有能力购买。” Henrik Stiesdal 说。

据介绍，一台风机的生命周期为 25 年，投资成本回收时间通常为 10-15 年。中间商给予风机拥有者固定的电价，这意味着投资成本收回之后，还有 10-15 年的纯盈利，股份持有者可以持续获得相应分红。

在 Jan Hylleberg 看来，社区风电要获得成功，必须让当地居民尽早并且持续地参与到社区风电项目中。在前期，把社区特有的需求和条件融入到项目中；项目建成后，在为当地政府带来税收的同时，也为当地居民带来了便宜的电力和就业的岗位。

他认为，社区风电的形式，能够显著提高可再生能源的渗透率，这将帮助中国实现可再生能源的长期目标。

实际上，没有受到当地社区接纳，没有与居民形成紧密的共同体，这正是我国分布式风电难以推广的一个重要因素。欧洲社区风电的经验不能照搬，但却值得借鉴。

张子瑞 中国能源报 2018-07-11

## 丹麦将新增 3 座海上风电场

丹麦议会于 6 月 27 日投票通过了该国的新能源协议，决定到 2030 年再新建三座海上风电场，总容量至少为 240 万千瓦。

协议还提出了丹麦新的能源发展目标，要求到 2030 年，可再生能源占能源消耗总量的 55%。对于本国陆上风电的发展，还提出了“减量增容”计划，到 2030 年将陆上风力发电机的数量从现在的 4,000 多台减少到 1,850 台。于此同时，用大容量机组替换小容量机组，所以最终将导致陆上风机数量越来越少，而总装机规模越来越大。

丹麦风能协会 CEO Jan Hylleberg 表示，该协议为丹麦设定了更高的发展目标，并得到了议会的广泛支持。该协议对于能源转型和加强丹麦在全球风能领域的地位至关重要，同时可带动 33,000 个就业岗位和数十亿欧元出口收入。



丹麦已投运、已批准或在建的海上风电场包括 406.7MW 的 Horns Rev 3、650MW 的 Kriegers Flak, 以及 Vesterhav Syd 和 Vesterhav Nord 近岸风场。

丹麦在 1992 年建设了世界上第一个海上风电场 Vindeby, 该风场已于 2017 年退役拆除。

欧洲海上风电 2018-07-13

## 火星风力发电将实现 小型风力涡轮机能与登陆车结合

最新一项研究表明, 在火星表面风力发电是可行的。研究人员在丹麦奥胡斯大学 2 号风洞模拟室演示了在模拟火星大气的条件下可以运行小型轻量级风力涡轮机。这项实验最早于 2010 年秋季开始, 近期美国科罗拉多州莱克伍德市召开的当代火星气候研讨会上发表一篇研究报告, 报道了后续研究发现以及最新研究结果。

研究负责人是波士顿大学空间物理中心的克里斯蒂娜·荷斯坦·拉斯洛(Christina Holstein-Rathlou), 她表示, 现在我们第一次肯定地讲, 是的, 人类可以在火星表面使用风能发电!

现实状况

科学家风力涡轮机实验目标是观察在现实火星大气条件下能够产生多少能量, 克里斯蒂娜和她的同事强调称, 在未来可能实现的火星极地机器人任务中, 标准电源并不适用。太阳能电池使用受限, 部分火星地区长达半年时间没有阳光照射, 无法对太阳能电池进行充电, 而放射性同位素热电机存在热量挥发效应(放射性同位素热电机曾为“好奇号”火星车和其它深太空探测器提供动力), 类似的发电设备对火星极地科学探索具有不利因素。

研究人员指出, 最新设计的火星新型发电装置是风力涡轮机结合存储电能的电池, 也可能与太阳能电池结合使用。

火星风力发电

火星风力涡轮机概念经过理论验证可适用于火星任务, 例如: 美国宇航局艾姆斯研究中心研究人员已设计 100 千瓦的风力涡轮机, 并在南极洲进行了测试, 南极洲是火星通用模拟地点。

然而, 克里斯蒂娜和同事表示, 这些早期概念模型体积较大、质量较重, 需要很大的风速才能发挥作用。这些大型设备显然不适用于未来的火星科学探索, 体积较小、质量较轻的设备更占优势。

2010 年这项风洞实验以 6 种不同风速进行, 这些数据是基于美国宇航局“凤凰号”火星车 2008 年 5 月着陆火星北部着陆点最普通的风速, 最小风速需要维持风力涡轮机旋转, 同时风力涡轮机能够承受最大风速。据了解, 火星表面风速大约每小时 7-35 公里。

对于每一种风速, 输出电压测量持续 30-120 秒。研究人员指出, 这类风力发电最佳地点位于太阳并非持续照射的区域, 只要有风就行, 例如火星极地纬度地区。

研究小组强调称, 在探测器携带风力涡轮机发火星发射之前, 还需要进行一系列科学研究。然而, 研究人员指出, 大多数设计, 无论是单个设备或者系统设备的一部分, 都将比 2010 年实验测试更加有效, 因此未来可以在一定范围内制造电能, 类似的风力发电设备可与小型着陆器结合在一起。

网易科技 2018-07-12

## 分散式风电启动发展元年 核准、并网预计将加速

政府引导+市场手段, 解决弃风弃光问题

2017 年 11 月, 国家发改委、能源局出台《解决弃水弃风弃光问题实施方案》, 通过政府引导与市场化手段相结合, 协调新能源供给与手段市场, 技术创新与体制改革相结合, 全面提升电源、电网、用电各环节消纳可再生能源电力的技术水平。

图表1：六省弃风率改善成果（单位：%）



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

2018年4月，国家能源局下发《清洁能源消纳行动计划(2018-2020年)征求意见稿》，文件明确2018弃光率低于5%、弃风率低于12%;2019弃光率低于5%，弃风率力争8%左右;2020年弃光低于5%，弃风5%左右。

图表2：《清洁能源消纳行动计划(2018-2020年)征求意见稿》对弃风率、弃光率规划



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

分散式风电起跑，核准、并网预计将加速

前瞻产业研究院指出，分散式风电将迎来快速的发展，主要原因有三。

图表3：分散式风电发展因素



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

从能源产业发展形态看，分散式风电是国内风电发展到一定规模、电力系统需要重新建立新秩序、开发企业寻求新的利润增长点、政策引导行业建立新均衡的结果。2018 年是国内分散式风电启动元年，一季度国家能源局下发《分散式风电项目开发建设暂行管理办法》，明确分散式风电并网标准、电价及补贴政策，文件是分散式风电项目启动的发号令，国内风电进入集中与分散式并重发展的新阶段，下半年分散式风电核准、并网预计将加速。

《分散式风电项目开发建设暂行管理办法》为分散式风电发展确定了基础。

(1)分散式风电项目在申请核准时可选择“自发自用、余电上网”或“全额上网”中的一种模式，项目自发自用部分电量不享受国家可再生能源发展基金补贴。

(2)分散式风电并网最高电压等级提高至 110KV。此前文件规定，分散式风电接入电压等级应为 35 千伏及以下电压等级;严禁向 110 千伏(66 千伏)及以上电压等级送电。接入电压等级扩围至 110kv，意味着分散式风电项目可以在更大范围内消纳、分散式风电装机规模政策的重要红利。

(3)简化审批流程，首次尝试“核准承诺制”，电网限时接入。国家能源局鼓励各地试行项目核准承诺制，降低项目前期成本。这是国务院及所属部委简政放权、优化审批流程的重要变化，核准承诺制是典型事后监管，从事前审批到事后监管是国内项目核准的重大进步，政府职能从管项目向做服务转变，将项目开发经营权交给企业。与核准制相比，分散式风电项目核准所需要的流程、时间将大幅缩减。

**图表4：《分散式风电项目开发建设暂行办法》  
要点**

办法要点内容
分散式风电项目在申请核准时可选择“自发自用、余电上网”或“全额上网”中的一种模式，项目自发自用部分电量不享受国家可再生能源发展基金补贴
分散式风电并网最高电压等级提高至110KV
简化审批流程，首次尝试“核准承诺制”，电网限时接入

资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

目前，国内已经有河南、河北、山西、辽宁、内蒙古、湖南、贵州、江苏等地开始布局分散式风电项目。其中，河北计划2018-2020年开发分散式接入风电4.3GW，河南“十三五”拟建2.1GW分散式风电，山西“十三五”分散式风电项目开发建设规模达987.3MW。广西、贵州等省份也早已明确将跟进编制分散式风电建设规划，各主要能源企业均在分散式风电领域开始布局，下半年分散式风电核准、并网预计将加速。

全球风电稳步发展，中国海上风电前景可观

在全球发展绿色经济主题背景下，清洁能源替代火力发电成为必然趋势，而风电与核电和太阳能发电相比，具有装机容量增长空间大、成本下降快、安全和永不枯竭等优势，有望成为未来能源主流。近年来，发达国家风电行业持续发展，新兴国家风电市场发展迅速，累计装机容量复合增长率达到20%以上，全球风电行业前景可观。

**图表5：海上风电兴起推动因素**



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

我国风电装机主要集中在华北地区和西北地区，而“弃风限电”的问题出现最严重的正是这两个地区。由于经济发展有限，用电量需求有限，陆上送电受限于地形有重重阻碍，很容易导致风电装机的浪费出现。海上风场基本都建设在沿海一两百公里处，距离用电负荷中心较近，用电需求量大，并且沿海电网基础设施建设好，所以海上风电的消纳不成问题。海上风电为我国风电行业发展提供了新出路，前景可观。

前瞻产业研究院 2018-07-11

## 全球漂浮式海上风电数据一览

全球海上风电正朝着更大、更深、更远的趋势发展。漂浮式风电被认为是全球海上风电走向深蓝的利器。目前全球首个漂浮式海上风电场已经投入商业运营，我国首个漂浮式海上风电场预计将在2019年开始建设。

如今全球漂浮式风电装机仅为20MW。那么全球各国漂浮式风电发展近况如何？又有多大市场潜力呢？WindDaily获取了一份权威数据，具体如下：

美国漂浮式风电示范项目容量为12MW，本国开发潜力在2GW以上，主要在夏威夷、加利福尼亚州。

法国漂浮式风电示范工程容量最大，达到100-150MW，市场潜力为3.5GW，将通过商业化招标实现。欧洲其他国家也有示范项目，英国装机容量是80MW，葡萄牙为25MW。

日本在漂浮式风电领域雄心勃勃，示范项目装机容量高达100MW，目标是2030年达到8GW。中国台湾和韩国示范项目容量总计将达到30MW。

新领域，新技术，新尝试。漂浮式风电各国都在积极探索研究。未来能否独当一面，成为海上风电发展“新天地”呢？我们且行且观察。

闻笛 WindDaily 2018-07-16

## 氢能、燃料电池

### 可靠耐久是氢燃料电池研发关键

中国能源网 | 当前，电动汽车行业发展一浪高过一浪，而近期最为热门的话题非氢燃料电池汽车莫属。政策支持、业界看好、资本涌入，如果说2017年被视为“氢燃料电池汽车元年”，今年则是大规模商业化的重要开端。

多重利好之下，氢燃料电池汽车距离量产还有多远？我国的技术水平相比国际先进差距何在？此外还有哪些关键环节亟待突破？潜心行业40多年，中国工程院院士、中科院大连化学物理研究所研究员衣宝廉对此有着自己的看法。

尚处商业化导入阶段

中国能源报：有人用“起个大早、赶个晚集”形容我国氢燃料电池汽车的现状，其发展究竟如何？

衣宝廉：燃料电池汽车在我国起步较早，实际上“九五”时期就已进入准备。2001年，科技部制定了“三纵三横”的新能源汽车研发布局，燃料电池汽车当时便被列为重点。

20多年来，以氢能作为主要燃料的燃料电池汽车，在我国的发展有目共睹。我国现已掌握车用氢燃料电池的核心技术，基本建立具有自主知识产权的燃料电池动力系统平台，并进行了示范运行。在寿命、可靠性、可使用性等方面，氢燃料电池均基本达到车辆使用要求，具备大规模示范的基础并趋于成熟。

不过也应看到，我国目前投入示范的车辆基本为大巴车，相关部门提出的1000辆示范，主要也

是大巴车。换句话说，氢燃料汽车尚处大规模商业化的导入阶段，要作为乘用车走进寻常百姓家依然任重道远。

中国能源报：国际的整体发展现状如何？与其相比我国存在哪些主要差距？

衣宝廉：国际上大约可分三个发展阶段，从上世纪 90 年代开始探索，证明燃料电池车可满足汽车应用性能的要求；2005-2012 年主要解决电池寿命问题，例如美国能源部要求大巴车燃料电池寿命大于 1 万小时、轿车大于 5000 小时等；目前已进入商业化初始阶段，主流车企不断推出新款燃料电池汽车，但也面临成本、加氢站配套等难题。

整体而言，氢燃料汽车暂未进入预想的大规模上升期。我认为，实现盈利还需 5 年左右时间，大幅提高则要到 2025-2030 年。

而对比国际先进水平，我认为国产整车性能并不差，但在燃料电池发动机的可靠性与耐久性方面，仍有一定差距。国外燃料电池堆在轿车上已经大于 5000 小时，客车工况下已突破 2 万小时寿命。国内新源动力，电堆运行寿命已达 5000-8000 小时，当然还需改进提高，此外在电堆的比功率方面还需向国际水平靠拢。新源动力的电堆已在国内首款商业化的燃料电池汽车上汽大通 FCV80 上得到应用。FCV80 燃料电池车已公开销售，扣除政府补贴售价 30 万，是国内燃料电池车的一个亮点。

耐久性、可靠性与经济性是瓶颈

中国能源报：“可靠性、耐久性”难题的根源何在？有何解决方向？

衣宝廉：燃料电池的发电原理是把燃料中的化学能直接转化为电能。一方面，在额定工作条件下，1 节单电池的工作电压约为 0.7 伏，车用燃料电池正是由数百节这样的单电池组成，一致性运行的难度加大，系统复杂也给可靠性带来挑战。另一方面，内燃机在燃油车中已有 100 多年应用，技术十分成熟，车用燃料电池仅有 20 余年实践，难免存在不足。

如何让燃料电池运行更久、更稳定？我认为可从系统与控制策略入手，通过调整优化，让燃料电池处于更有利的运行状况下，减少甚至避开不利条件，达到延缓衰减的目的。同时，持续加速新材料研发，当能抵抗车用苛刻工况的新材料技术发展成熟时，材料本身的机械性损伤减小，系统有望进一步简化，从而延长电池寿命。

中国能源报：除此之外，还有哪些主要制约？

衣宝廉：另一关键是成本。虽有诸多示范，但现阶段考虑更多的是技术可行性，并未过多关注成本。从整车造价看，氢燃料汽车成本仍是燃油车的 3-4 倍，是锂电池汽车的 1.5-2 倍。要走向商业化，经济性必不可少。

例如，催化剂作为氢燃料电池的核心部件，铂是其中必不可少的材料。铂就是通常所说的白金，全世界产量都很有限，价格自然就上去了。为降低成本，要么寻找替代，要么通过技术手段降低用量。目前，国际先进技术下的铂用量低至 0.2g Pt/kW，我国平均在 0.4g Pt/kW 左右。我认为，每辆车中的铂用量低至 5-10 克时，即 0.1g Pt/kW，才能真正达经济性要求，这相当于汽车尾气净化器中的铂用量。

此外，部分关键材料、零部件及配套工艺等，目前仍依赖进口。国内市场暂未形成气候，我们也未完善自己的燃料电池产业链，无形中徒增成本。

技术可行走向商业可行

中国能源报：基于上述瓶颈，氢燃料汽车如何实现进一步推广？

衣宝廉：首先应认识到，我国发展氢燃料汽车拥有先天优势。作为全球之用的用氢大户，包括煤制氢、电解水制氢在内等方式，都为燃料供应奠定充足保障。每年仅副产氢量，我国就达 1000 多万吨，再加上弃光、弃水电量年可制氢约 300 万吨，这 1300 万吨氢足可供燃料电车汽车使用。而这也是欧美、日本等地不具备的优势。

其次要想实现大规模发展，作为核心部件的燃料电池，还需跨过以下几关：一是“寿命关”，至少实现 0.5-1 万小时，才能满足车用要求。二是经济性，车辆在扣除政府补贴后，应达到与燃油车、锂电池车相近的价格水平。在此情况下，哪怕政府补贴退坡，也能继续保证氢燃料汽车商业化推广。

第三是核心部件、关键材料的国产化，既要在技术层面研发突破，也要建立燃料电池电堆、系统等批量生产线。

推广方式上，我认为可从大巴、物流车出发，再逐步向乘用车推广。一方面，我国现有已建、在建的加氢站只有 40 多座，配套设施仍待完善，而商用车对加氢站的依赖相对较低，可率先尝试。同时，或可在弃光、弃水较为严重的地区先行发展，由此缩短运输距离、降低难度。至少应保证示范车辆的出行率在 90% 以上，然后通过各角度对比完善，由技术性可行向商业化可行过渡。

中国能源报：推广中还有哪些值得注意的问题？

衣宝廉：不久前，全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会刚刚讨论通过《燃料电池电动汽车燃料电池堆安全要求》，并决定将这项填补国内空白的标准作为推荐性国家标准。为配合下一步的大规模运行，针对安全、技术等方面的行业标准应尽快跟上，从制度上规范燃料电池汽车的未来发展。

朱妍 中国能源报 2018-07-11

## 核能

### 中法核电合作：从双赢到携手走向世界

位于广东省的中国广核集团台山核电 1 号机组 29 日下午首次并网发电成功，这是全球首台实现并网发电的欧洲压水堆技术（EPR）三代核电机组。台山核电站是中法两国在能源领域的最大合作项目，业内人士认为，它的成功并网发电在中法核电合作中具有里程碑意义。

台山核电站于 2009 年开工建设，由中国广核集团、法国电力集团和粤电集团共同投资组建的台山核电合营有限公司负责建设和运营，采用的 EPR 技术是由法国电力集团和法马通公司共同开发的第三代核电技术。

法马通董事会主席兼首席执行官贝尔纳·丰塔纳接受新华社记者专访时说，台山核电站 1 号机组的成功并网，对法马通以及整个核电行业是一个历史性的时刻，台山项目不仅对法中核工业发展起到正面、积极的推动作用，“而且一定会成为全球核电工业的新标准”。

丰塔纳介绍说，台山核电站是压水堆技术第三代核电站，它有两大特征，首先是容量大，装机容量达 1750 兆瓦；其次是安全性强，三代技术区别于二代技术的最大特点是安全，可以充分防备核安全事故的发生，一旦发生，它有能力将放射性物质密封在反应堆内不外溢。

据介绍，台山核电 1 号机组于今年 4 月 10 日开始装料，6 月 6 日达到临界状态，6 月 29 日完成发电机并网前的各项试验和并网测试。目前，选择 EPR 技术的国家包括中国、法国、芬兰以及英国。芬兰与法国的 EPR 核电站分别于 2005 年和 2009 年开工，目前尚未进入装料阶段。因此，业内人士认为，台山核电站对于 EPR 技术的应用有着标杆意义，为全球核电行业树立了新的标准。

丰塔纳表示，在台山项目中，中广核与法马通分享了技术、工业、供应链、管理等领域的经验，在一个系统工程中各方力量的整合运用是项目成功的关键，“双方技术与人文相结合的合作模式，对我们来说是一个典范，日后将应用于其他项目中。”丰塔纳说，台山核电站的成功经验将被运用于英国欣克利角项目，以及随后中方占据更重要位置的其他项目中。

中法在核能领域的合作已有 30 多年的历史，大亚湾核电站开启了中法核能合作的篇章，在 30 多年的合作过程中，两国核能领域相互学习、互相启发。作为大亚湾、岭澳一直到台山核电项目的参与者，法马通见证了中国核电的国产化进程。

“法中核能合作，是两国科技、工业、经贸合作与往来的典范，也是法中传统友谊的亮点。”丰塔纳说。

谈及法中两国未来在核电领域的合作，丰塔纳表示，法马通已经与中国携手共同开拓第三方市

场，以拓展国际合作新领域，法方已从最初的供应商，成为中国核电的合作伙伴，形成了双赢合作模式，并在此基础上携手走向世界。

韩茜 经济参考报 2018-07-02

## 美国国会力推价值数十亿美元的核研究堆计划

美国一些核政策专家说，一项有争议的、价值数十亿美元的核研究堆建造计划正在快速进行。在国会的推动下，能源部已开始设计多功能快中子源，这将是自 20 世纪 70 年代以来能源部建造的第一个反应堆。该反应堆将产生高能中子，用于测试所谓快堆的材料和燃料。但是，美国的公用事业公司没有采用这种反应堆的计划。一些核扩散分析人士说，该反应堆存在风险，因为它们使用制造原子弹的钚材料。

该反应堆得到国会特别支持。2018 年 3 月，国会拨给该项目 3500 万美元，尽管能源部只申请了 1000 万美元。众议院和参议院分别通过了要求在 2025 年前完成该设施的法案，众议院法案授权能源部可以使用 20 亿美元。据推测，这笔费用最终可能达到 100 亿美元。这个项目已成为能源部常规项目。（编译自 [sciencemag.org](http://sciencemag.org) 网站|作者：王兴春 哈琳）

王兴春 哈琳 编译 中核智库 2018-07-06