

# 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  
第二期 2017年1月

## 目 录

|  |    |
|--|----|
| 总论 .....                               | 1  |
| 刘振亚:加快能源、信息、交通三网融合发展 打造实体经济增长新动能 ..... | 1  |
| 能源互联网创新北京雾霾治理模式 .....                  | 3  |
| 联合国秘书长古特雷斯会见全球能源互联网发展合作组织主席刘振亚 .....   | 6  |
| 奥巴马发文:清洁能源发展不可逆转 .....                 | 7  |
| 芬兰能源结构及新能源发展情况 .....                   | 7  |
| 纳米新材料导电性“秒杀”石墨烯 .....                  | 8  |
| 阿联首发布 2050 年能源战略 .....                 | 9  |
| 看 Google 怎样玩转可再生能源 .....               | 9  |
| 热能、动力工程 .....                          | 10 |
| “十三五”储能产业迎规模发展黄金期! .....               | 10 |
| 储能产业集群在大连迅速崛起 .....                    | 11 |
| 德国如何应对可再生能源弃电问题 .....                  | 12 |
| 中天科技金属基石墨烯复合材料研发获关键性突破 .....           | 13 |
| 石墨烯新结构形似海绵比铁硬 .....                    | 14 |
| 科学家剥离出超级电容器石墨烯复合膜 .....                | 14 |
| 西安交大研发出高库伦效率的硅负极锂电池 .....              | 15 |
| 生物质能、环保工程 .....                        | 16 |
| 一期投资 3.6 亿 光大国际平度垃圾发电项目投运 .....        | 16 |
| 我国加速推动农林废弃物资源化利用 .....                 | 16 |
| 太阳能 .....                              | 17 |
| “光热”盛宴冷思:前景可期 政策引导与扶持仍是关键 .....        | 17 |
| 太阳能或将成为最经济电力来源 .....                   | 19 |
| 中电联发布塔式光热电站设计规范征求意见稿 .....             | 20 |
| 世界光伏组件价格六年下降近 80% .....                | 21 |
| 俄科学家研发风能太阳能两用发电机 .....                 | 21 |
| 我国光伏发电平价上网有了材料基础 .....                 | 22 |
| 2025 年太阳能将取代煤成为最廉价能源 .....             | 23 |
| 海洋能、水能 .....                           | 24 |
| 斯里兰卡最大水利工程 M 坝下闸蓄水 .....               | 24 |
| 风能 .....                               | 25 |
| 全球首例:荷兰火车全部采用风力发电驱动 .....              | 25 |
| 2016 年全球海上风电投资 299 亿美元 创历史新高 .....     | 26 |
| 山东烟台 2016 年风电规模居全省首位 .....             | 26 |
| 联合动力获 2016 年度中国电力创新一等奖 .....           | 27 |
| 烟台约每十度电中就有一度来自清洁风电 .....               | 27 |

|                  |    |
|------------------|----|
| 核能 .....         | 28 |
| 美国核电站没活路了? ..... | 28 |

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

## 刘振亚:加快能源、信息、交通三网融合发展 打造实体经济增长新动能

(原标题: 加快三网融合发展 打造实体经济增长新动能)

实体经济是我国经济发展、在国际经济竞争中赢得主动的根基,解决当前经济发展面临的突出矛盾和问题,必须牢牢抓住实体经济这个根基,依靠创新把实体经济做大、做强、做实。结合近年来以特高压电网推进中国电力转型、以全球能源互联网推进世界能源转型的研究和实践,我认为,以推动能源转型为突破口,加快构建全球能源互联网,推进全球能源、信息、交通三网融合发展,对于促进实体经济创新发展具有重大意义,将为中国和世界经济转型创造新机遇、注入新动能、实现新发展。

三网融合发展是经济转型升级的必然要求

全球能源、信息、交通三网融合发展,是基于中国特高压电网和全球能源互联网的成功实践,提出的推进全球经济转型发展的理论创新。总的思路是:以世界能源转型和信息技术革命为契机,以全球基础设施互联互通为保障,发挥网络经济和规模经济优势,加快形成全球能源、信息、交通即“瓦特(Watts)、比特(Bits)、米特(Meters)”三(特)网融合发展的新格局,推动世界经济转型升级,实现高度电气化、高度智能化、高度全球化、高度人本化的发展目标。

三网融合是生产力发展的客观要求。以电力为动力、以数据为纽带,现代能源网、信息网、交通网呈现相互交叉、相互支撑、相辅相成的发展态势,这是三网融合发展的根本内因。能源、信息、交通在经济社会发展中发挥着基础保障、经济支柱和创新引擎的重要作用,这是三网融合发展的根本动力。三网的互联互通、协同发展,可以创造巨大的规模经济和网络经济效应,这是三网融合发展的价值源泉。

三网融合是技术创新的必然结果。特高压、智能电网等能源技术日趋成熟,物联网、大数据等信息技术广泛应用,电气化高速铁路、电动汽车等交通技术蓬勃兴起,推动电力光纤通信、车联网、自动驾驶等跨界融合技术不断创新,“互联网+能源”“互联网+交通”等新业态、新模式不断涌现,为三网融合发展奠定了技术基础。依靠技术创新,能源网、信息网、交通网已进入大范围互联互通的发展阶段。全球 220 千伏及以上输电线路长度超过 250 万公里,为近 60 亿人提供了电力供应;全球信息网通过 250 多条海底光缆、700 多颗通信卫星实现了互联互通,服务人口超过 35 亿人;全球铁路里程超过 130 万公里、覆盖 150 多个国家,全球高速公路超过 23 万公里、覆盖 80 多个国家,铁路网、公路网以及航空、海运基本实现了主要国家和地区的互联互通。

三网融合发展价值巨大。一是推动全球经济转型。将有力促进绿色能源、互联网经济、智能交通等领域产业创新发展,激发新的市场需求、催生新的经济业态,打造全球经济增长的新引擎。二是降低社会发展成本。有利于实现网络设施和服务的开放共享、高效利用,有利于减少资源消耗,降低发展成本,取得巨大网络规模效益。三是创造智能美好生活。以更智能、可持续的方式,让人人享有清洁绿色能源和便捷高效的信息与交通服务,将促进智慧家庭、智慧城市、智慧国家、智慧地球发展。四是促进世界共同发展。将有力推动基础设施的全球覆盖和广泛应用,缩小地区差异,促进区域协调发展,实现各国政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通,成为人类社会进步的强大动力、世界和平的重要纽带。

三网融合发展为实体经济打造强大新动能

推进三网融合,既提升能源、信息、交通基础设施水平,又发展壮大新兴产业,为实体经济发展打造新动能、释放新活力、创造新增长,将有力促进经济发展质量和效率的本质提升,对于深化供给侧结构性改革具有重大意义。

推进三网融合，能够实现“创效”“创新”巨大价值。“创效”的本质是提升现有经济发展质量，三大基础设施通过发挥各自优势，不断扩大连接范围、提升输送能力、拓展服务功能，实现通道、设施、服务的高效共享，显著降低全社会发展成本，提升能源、信息、交通要素的流通和配置效率，创造更大的社会价值；“创新”的本质是提高经济发展潜力、开拓经济发展空间，实现网络经济指数型叠加效应。通过三网融合发展，促进能源流、信息流、人流和物流相互协同、高效配置，重塑产业价值链、创造市场新需求、催生经济新业态。

推进三网融合，能够促进实体经济转型升级。推进三网融合，首先是推动能源、信息、交通从传统产业形态向绿色低碳能源、新一代信息通信、高速电气化交通产业的升级发展；同时，发挥三网互联互通和聚合效应，能够促进我国制造业创新发展，从传统机械制造向现代智能制造转型升级，实现“中国制造 2025”发展目标；能够促进全球治理体系建设，推动全球经济一体化发展；能够显著提高实体经济的电气化、信息化和清洁化水平，进入用能更清洁、生产更智能、流通更便捷的经济发展新阶段，实现我国实体经济从量到质的双提升。

推进三网融合，能够为我国在国际竞争中赢得主动和先机。加快推进三网融合是全球基础设施互联互通和全球经济一体化的重要内容。全球各国对于基础设施建设及其互联互通发展都有很强的意愿和巨大的需求，“一带一路”沿线国家基础设施投资总需求高达 6 万亿美元，将为我国实体经济转型升级拓展新空间。我国在能源、信息、交通等基础设施建设方面拥有技术优势和较强实力，特高压输电、智能电网、新一代互联网、高速铁路等技术全球领先并广泛应用。加快三网融合，有利于扩大国际产能合作空间、带动相关产业走出去，对于提高我国经济地位和国际竞争力具有战略意义。

#### 加快构建全球能源互联网，推进三网融合发展

2015 年 9 月 26 日，习近平主席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，得到了国际社会的高度赞誉和积极响应。全球能源互联网是以特高压电网为骨干网架、全球互联的坚强智能电网，是未来能源网的基本形态，是有效解决世界能源问题的中国方案。

能源网、信息网、交通网就像人的“血管系统”、“神经系统”和“四肢系统”。目前，“神经系统”“四肢系统”基本实现全球主要国家和重点城市的互联，正在向农村和边远地区发展与延伸，但“血管系统”的互联互通明显滞后，尚未形成全球互联的能源网络平台。造成这种差距，一方面是由于发展理念的落后。一些国家和地区能源发展过度依赖化石能源，电力发展长期就地平衡为主，对清洁能源开发和大范围配置的认识不足、重视不够，电力的作用没有得到充分发挥；另一方面是由于输电技术的制约。当前世界电网仍以超高压输电为主，其输送能力和输电距离有限。

推进三网融合，要抓住能源网这个关键和短板，尽快实现全球能源互联网的创新突破。当前，世界能源发展面临资源紧缺、环境污染、气候变化三大挑战，根本出路是加快构建全球能源互联网。现阶段，特高压、智能电网等关键技术日趋成熟，清洁能源发电经济性快速提升，应对气候变化已成为各国共识和共同行动，构建全球能源互联网的技术、经济、政治条件已经具备。我们要抓住机遇，推进中国倡议落地，到 2025 年基本建成我国能源互联网，到 2050 年基本建成全球能源互联网。

构建全球能源互联网，推进三网融合发展，需要凝聚各方智慧和力量，共同推动。一要加强战略规划。发挥规划统领作用，深化世界能源、信息、交通等领域重大战略问题研究，开展三网融合发展规划研究和顶层设计，发挥中国的综合优势，持续引领发展。二要推进技术创新。发挥创新驱动的关键作用，加强新技术、新设备、新材料的研发，在能源、信息、交通领域实现关键技术突破，特别要注重交叉学科、跨界融合技术的创新发展，在柔性直流输电、大容量储能、能量路由器、信息物理融合、大数据、物联网、自动驾驶、车联网等方面尽快取得一批创新成果。三是深化国际合作。推动有关国际组织、社会团体、能源企业、科研机构共同参与三网融合研究和发 展，打造跨国界、跨领域、跨专业的国际合作平台。将全球能源互联网、三网融合发展纳入“一带一路”建设和全球基础设施互联互通框架，加快推进、尽早见效。

我们将坚决贯彻落实中央经济工作会议精神，开拓创新、攻坚克难，大力推进三网融合，为推动中国和世界经济转型、实现可持续发展作出新的贡献。

刘振亚 人民日报 2017-01-10

## 能源互联网创新北京雾霾治理模式

雾霾笼罩京城时常发生，北京的雾霾治理，需要通过发展能源互联网新模式来寻找突破。治理雾霾将是一场人民战争。能源互联网将广泛发动人民群众，共同推进能源革命。

北京霾源主要来自本地

2016年7月8日，环保部环境规划院发布2015年度全国PM2.5跨省输送矩阵。2015年，北京PM2.5来源中，本地污染排放贡献66%，其中，河北输送占18%，天津、山东输送分别占4%。这个数据残酷地告诉我们，即使河北完全不向北京输送污染物，按照平均水平，北京的污染物水平也只能减少三分之一，本地产生的污染物足以造成严重的雾霾。

北京市环科院副院长潘涛曾表示，北京本地PM2.5主要来源于两类污染物，一个是氮氧化物，另一个是挥发性有机物(PM2.5的前提物)。这两类污染物排放来源占第一位的都是移动源，包括小客车、大货车、渣土车等。

北京治理雾霾需要能源革命

北京彻底治理雾霾需要能源革命，把化石能源造成的污染物排放减少到最小程度。这需要三大领域的转型，一是电力系统转型，二是建筑用能转型，三是交通用能转型。

1、电力系统转型。北京的电力系统最大程度地接纳可再生能源，北京市区域内不再有化石能源电厂。目前，北京需要提高接纳外部输入的风电光伏发电的能力，二是北京市内的风电光伏，特别是分布式光伏要大力开发。

2、建筑用能转型。城市和乡村的建筑采暖主要依赖电力和各种可再生能源供热。北京计划2017年实现城六区和通州、大兴、房山等平原地区基本“无煤化”；到2020年实现全市平原地区基本“无煤化”。农村使用散煤取暖的问题基本得到解决。四大燃气热电厂和燃气锅炉在氮氧化物排放问题的解决需要控排技术的进步，以及进一步的电能替代。

3、交通用能转型。即公交车辆和私人汽车基本替换为零排放汽车，普及电动汽车和燃料电池汽车，淘汰燃油汽车。飞机燃油替代比较困难，目前可以先在机场推广电能替代，下一步可将生物燃油作为备选技术方案。

本文提出北京市交通用能转型的行动路线图。

一、淘汰燃油汽车，加快普及电动汽车，发展燃料电池汽车。

1、建议北京2017年新增10万辆汽车牌照中燃油汽车少于2万辆，电动汽车和其它新能源汽车8万辆以上。

2、2020年北京市禁止燃油汽车上牌照。

3、2020年北京实行燃油汽车单双号限行制，并通过不断提高乘用车的尾气排放标准和环保税强制淘汰排放较高的乘用车。

4、2030年，北京基本禁止燃油车上路行驶。

二、电动汽车与分布式光伏协同发展。

1、电动汽车所使用电力的增量全部来自于分布式光伏等可再生能源。按500万辆电动汽车计算，每辆车每年用3000度电，总计150亿度电量，这需要北京有13吉瓦的光伏为电动汽车提供清洁电力。

2、一部分分布式光伏是安装在北京市，另一部分以分布式光伏或集中光伏电站形式安装在其他地区，通过绿电交易的形式为北京的电动汽车充电。

三、鼓励车辆共享和低碳出行。

1、鼓励电动汽车、低速电动汽车、电动自行车、电动踏板车均采用电子车牌，安装物联网芯片，接入互联网，鼓励车辆共享。

2、鼓励城市公共自行车分享租赁，鼓励市场化企业依托互联网技术开展自行车分时租赁业务。

3、提倡自行车和步行优先，城市道路中优先建设自行车道；

4、鼓励建设自行车光伏廊道，提供遮阳避雨并且能发电的低碳出行道路。

北京应尽快制定淘汰燃油汽车的时限。要淘汰燃油汽车，并不表示目前的替代技术已成熟，而是环境目标倒逼所必须做出的选择。

近期目标是缓解严重雾霾，中期目标是达到 PM2.5 浓度 10 微克/立方米的空气质量标准，远期目标是《巴黎协定》所确定的 2050—2100 年实现温室气体净零排放，这三大目标要求最终淘汰燃油汽车。

“APEC 蓝”和“阅兵蓝”表明单双号限行可以明显缓解雾霾，其效果已得到确认。但我们的目标并不是北京减少严重雾霾就可以了，第二阶段目标是 PM2.5 浓度达到世界卫生组织所提出的 10 微克每立方米的标准。

世界卫生组织(WHO)认为，PM2.5 浓度小于 10 微克每立方米是安全值，在这个水平之上，总死亡率，心肺疾病死亡和肺癌的死亡率会增加（95%以上可信度）。我国 PM2.5 标准采用世卫组织设定过渡期 35 微克/立方米的目標。随着经济的不断发展，人们对环境的要求越来越高，中国迟早会采取 10 微克每立方米的目標，那就要求包括燃油汽车在内的各类污染源的排放控制在极低水平。

第三阶段目标是应对全球气候变化所提出的目標，《巴黎协定》已于 2016 年 11 月 4 日正式生效，这份文件明确在本世纪下半叶温室气体排放实现净零排放。燃油汽车作为一种规模化的碳排放源，将最终被淘汰。

#### 能源互联网创新雾霾治理模式

2016 年 2 月，国家发改委等三部分联合发布的《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》，该文件将“互联网+”智慧能源简称为能源互联网，强调它是一种互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的能源产业发展新形态，具有设备智能、多能协同、信息对称、供需分散、系统扁平、交易开放等主要特征。

该文件提供的思路有两方面可以有效借鉴到北京的雾霾治理工作中。其一是发展新能源+电动汽车运行新模式。充分利用风能、太阳能等可再生能源资源，在城市、景区、高速公路等区域因地制宜建设新能源充电站等基础设施，提供电动汽车充放电、换电等业务，实现电动汽车与新能源的协同优化运行。其二是培育绿色能源灵活交易市场模式。建设基于互联网的绿色能源灵活交易平台，支持风电、光伏、水电等绿色低碳能源与电力用户之间实现直接交易。挖掘绿色能源的环保效益，打造相应的能源衍生品，面向不同用户群体提供差异化的绿色能源套餐。培育第三方运维、点对点能源服务等绿色能源生产、消费和交易新业态。

2016 年 7 月下旬，国家能源局发布国能科技[2016]200 号文件《关于组织实施“互联网+”智慧能源（能源互联网）示范项目的通知》。文件指出，能源互联网试点要“充分利用能源互联网的再生资源和通信功能，充分借鉴互联网思维”，这可以概括为三个核心要素：可再生能源、通信功能、互联网思维。文件提出了基于电动汽车、灵活性资源、智慧用能、绿色能源灵活交易、行业融合等五种能源互联网试点示范的典型创新模式。基于绿色能源灵活交易的试点示范可以包括这样一些创新：

绿色能源的灵活自主平衡交易，实现分布式能源、分布式储能主体，依托配电网和互联网交易平台，实现与个人、家庭级各类微小用能主体间的点对点实时自主交易。探索开展绿色能源认证、绿色货币、绿色证书等绿色能源新型商业模式。开展分布式光伏直供负荷试点，在商业电价较高地区，积极开展分布式电源微平衡交易试点，探索分布式光伏直供工商业或电动汽车机制，实现光伏发电“自发自用、余量交易”。

基于绿色能源灵活交易的能源互联网试点示范充分体现了可再生能源、通信和互联网思维等三

个要素，而且把以分布式光伏为主体的绿色能源灵活交易与电动汽车协同发展将是北京治理雾霾产生重大效果。

按目前计划，北京市 2020 年保有 40 万辆电动汽车，年用电量估计约 12 亿千瓦时电量。北京地区安装 100 万千瓦的光伏就可以产生这么多的电量。通过绿色能源灵活交易体系和新能源+电动汽车运行新模式，实现电动汽车所用增量电量均来自可再生能源，实现电动汽车与可再生能源协同发展，促进北京的雾霾治理。

如果在 2030 年或稍后的将来，北京市有 500 万辆电动汽车，则需要大约 1300 万千瓦的光伏为其提供电力。

#### 人人参与绿色电力直接交易

北京市可以通过绿色电力直接交易方式促进电动汽车和分布式光伏协同发展，建议发动互联网的力量，促使每个市民能够方便参与，为治理北京的雾霾做自己的贡献。建议北京市开展如下行动。

对企事业单位实行绿电配额制，根据建设用地规模和能源消费总量要求安装光伏或购买绿电。

由北京市安排权威机构，如北京市节能环保中心对北京的公共建筑的光伏装机资源进行排查统计，确定可安装光伏的资源量。

建设绿色电力开发和交易平台，组织开发公众建筑的光伏。

市民可以参与光伏众筹购买光伏。

市民可以将其光伏所发电售给电网，领取售电收入和国家补贴，也可以直接交易方式出售给其他购电方。

市民、企事业单位或其他社会组织可以向电动汽车等减排活动捐赠绿电。

#### 一、关于对重点用能单位的绿电配额制。

2016 年 12 月 16 日，北京市政府发布了《关于调整〈北京市碳排放权交易管理办法（试行）〉重点排放单位范围的通知》（京政发[2015]65 号），根据此通知要求，重点碳排放单位范围由之前的排放总量 10000 吨（含）调整为 5000 吨（含）。按目前统计，重点排放单位的数量为 947 家。本市行政区域内年综合能源消费总量 2000 吨标准煤（含）以上的单位为报告单位，需在规定的时间内按照要求向市发展改革委提交上年度碳排放报告，其数量为 582 家。

如果对这些重点排放单位设计绿电配额制，要用其所用电量在 2020 年必须有 5% 来自绿电，可以自建光伏，也可通过绿电直接交易系统购买光伏等绿电。粗略估算，仅这些单位的绿电配额将超过 30 亿千瓦度电量，可以支撑约 100 万辆电动汽车采用绿色电力。

#### 二、人人参与光伏众筹。

企事业单位可以在单位的建设用地上自行建设分布式光伏，也可以将屋顶或其他适于建设分布式光伏的屋顶等资源放到绿电交易平台上，以众筹的方式鼓励市民开发光伏。以一人购买一千瓦光伏进行测算。投资成本目前大约 7000 元，采用“自发自用，余电交易”，北京市白天 10-15 点间的工商业的峰段电价约 1.4 元，国家有 0.42 元的度电补贴，北京市对 2015 年至 2019 年间市域内并网的分布式光伏项目给予 0.3 元/千瓦时市级补助，连续补助 5 年。这对于个人来讲，其投资收益远高于目前的银行存款利率。如果分布式光伏以众筹方式向市民开放，将会成为市民的一个有保障的理财项目。由于此项行为既是有助于治理雾霾，又有较高的投资回报率，将会吸引市民积极购买。如果有 100 万人各购买一千瓦光伏，总量就是 100 万千瓦，所发电量可满足 40 万辆电动汽车用电需求。

#### 三、北京是否有足够的安装分布式光伏的资源。

据有关部门测算，全市屋顶总面积约 2 亿平方米。如果其中有一半适于安装光伏，总量即可达到一千万千瓦。

按照北京市土地利用总体规划（2006-2020 年），到 2020 年，建设用地总规模为 3817 平方公里，其中城乡建设用地总量近 2700 平方公里，交通和水利设施用地 1117 平方公里。未来随着光伏支架等技术的发展，在水利设施、道路上方建筑光伏都将可能，各类露天的停车场都可建成光伏车棚。建设光伏的土地资源是足够的。就电力系统而言，北京每年 1000 亿度的用电量，几十亿或 100

多亿度电的分布式光伏电量在其中比例很低，电力系统的消纳能力是足够的。

（作者为清华大学能源互联网创新研究院政策发展研究室主任）

何继江 中国能源报 2017-01-11

## 联合国秘书长古特雷斯会见全球能源互联网发展合作组织主席刘振亚

纽约当地时间1月9日，联合国新任秘书长安东尼奥·古特雷斯在联合国总部会见了全球能源互联网发展合作组织（以下简称合作组织）主席、中国电力企业联合会理事长刘振亚，并接受《全球能源互联网》和《特高压交直流电网》英文版赠书。双方就构建全球能源互联网、推动世界能源转型和可持续发展深入交换了意见，并形成重要共识。联合国副秘书长吴红波及联合国有关方面负责人陪同参加会见。

刘振亚首先向古特雷斯正式就任联合国秘书长表示祝贺，介绍了全球能源互联网中国倡议以及合作组织有关工作情况。刘振亚表示，2015年9月26日，中国国家主席习近平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。倡议提出后在国际社会引起广泛关注和积极响应，成为推动世界能源转型，实现绿色、清洁、可持续发展的“中国方案”。

刘振亚在介绍中指出，全球清洁能源资源丰富，开发其中的万分之五即可满足全人类的能源需求。全球能源互联网是以特高压电网为骨干网架、全球互联的坚强智能电网，是清洁能源在全球范围大规模开发、输送、使用的基础平台。实质就是“智能电网+特高压电网+清洁能源”。发展目标是：形成以清洁能源为主导、电为中心、全球配置的能源发展格局，实现人人享有可持续能源。发展方向是：实施“两个替代”，实现“一个回归”和“一个提高”。可有效应对全球资源紧张、环境污染、气候变化等挑战，解决12亿无电人口用电等问题。刘振亚从技术、经济、政治等方面对构建全球能源互联网的可行性进行了分析阐述，结合中国在特高压输电方面的实践经验，认为构建全球能源互联网的条件已经具备。

刘振亚表示，构建全球能源互联网是造福全人类的共同事业，对于实现联合国《2030年可持续发展议程》目标，落实《巴黎气候协定》，促进南南合作，减少贫困，保障“人人享有可持续能源”具有重要意义。合作组织将在联合国的支持和帮助下，发挥综合优势和平台作用，推动全球能源互联网倡议的推广传播和形成共识，为推动世界能源转型，实现人人享有可持续能源，服务人类社会可持续发展做出积极贡献。刘振亚还向古特雷斯介绍了构建全球能源互联网，推动能源、信息、交通即瓦特、比特、米特“三（特）网融合”，促进世界经济转型升级的发展思路。

古特雷斯对刘振亚一行的到来表示欢迎，高度赞扬全球能源互联网中国倡议和中国在推动世界可持续发展方面所做的巨大贡献。全球能源互联网以经济、绿色、高效的方式实现世界各地电网的互联，将促进清洁能源开发利用，形成最优的能源消费模式，对于推动世界能源转型、实现人人享有可持续能源等2030年发展目标具有重要意义。古特雷斯充分肯定中葡两国在葡萄牙电网公司（REN）等项目上的务实合作，认为中国在特高压输电等领域的成功经验值得世界各国学习和借鉴。全球能源互联网作为解决气候变化等问题的“中国方案”应纳入联合国《2030年可持续发展议程》，引导各成员国共同参与和推动全球联网。古特雷斯现场指派联合国经济与社会事务部（DESA）作为牵头部门与合作组织进行沟通对接，研究并进一步推动全球能源互联网发展。

当日，刘振亚还分别与联合国副秘书长吉安钱德拉·阿查里亚、马吉德·阿卜杜拉齐兹和吴红波举行了会谈，结合其各自分管领域就构建全球能源互联网、推动世界能源转型和可持续发展进行了深入探讨，就下一步共同推动全球能源互联网发展取得广泛共识和初步成果。

路郑 中国能源网 2017-01-11



## 奥巴马发文：清洁能源发展不可逆转

即将离任的美国总统奥巴马9日撰文说，发展清洁能源经济的趋势“不可逆转”，并警告候任总统特朗普勿退出联合国应对气候变化的《巴黎协定》。

奥巴马当天在美国《科学》杂志发表题为《不可逆转的清洁能源势头》的长文，指出“大量科学记录”表明气候变化是“真实的、不可忽视”，如果放任不管，温室气体排放继续增加将导致全球气温在本世纪末上升4摄氏度以上，全球经济每年将损失约4%，其中美国每年损失3400亿至6900亿美元。

奥巴马说，尽管我们对气候变化影响的认识“令人不安地日益清晰”，但对美国应该采取什么样的政策还存在争论，这在当前总统过渡期表现得很明显。但他相信，“把近期内的政治放在一旁”，“在他总统任期内出现的发展清洁能源经济的趋势将会继续下去”。

奥巴马列出了4个原因，首先是2008年至2015年间，美国经济增幅超过10%，而来自能源领域的二氧化碳排放则下降9.5%，这一结果“应该否定了这样的观点，即与气候变化做斗争需要接受经济增速减缓与生活标准降低。”

另3个原因是：美国企业在清洁能源方面的投资增加；美国风力和太阳能电力成本显著下降，正经历从以煤为主到以天然气为主的生产转型；全球出现了发展清洁能源经济的竞赛势头。

奥巴马说，特朗普并不一定要遵循他的气候政策，但如果美国退出《巴黎协定》，那么美国将会“丢掉在谈判桌上(要求他国采取措施)的座位。”他认为，在应对气候变化方面，特朗普应听从科学家与经济家的建议与指导。

应对气候变化是奥巴马希望留下的政治遗产之一。但候任总统特朗普曾称气候变化是骗局，并在选举期间威胁要退出《巴黎协定》。当选后，特朗普曾改口称对是否退出《巴黎协定》持“开放态度”，但他挑选的环境保护局和能源部负责人都是气候变化怀疑论者，主管外交的国务卿人选也来自石油公司，这让许多人担忧美国的气候政策将会发生大倒退。

世纪新能源网 2017-01-11

## 芬兰能源结构及新能源发展情况

2014年芬兰能源总消费1340PJ，人均245GJ，其中电力消费83.3TWh，人均1526kwh。在能源总消费中新能源占比约50%，其中核能占比18%，可再生能源占比约32%。地处北欧的芬兰无油无煤，国内能源资源非常匮乏，能源消费依赖进口。若将核能计算为国内能源，2000-2009年，芬兰能源自给自足率仅为48%，2010-2013年自给自足率为53%；若不将核能计算为国内能源，2000-2009年，芬兰能源自给自足率仅为31%，2010-2013年自给自足率为35%。而芬兰传统的支柱产业--森林工业和冶金工业都是耗能大户，加之地理条件导致芬兰冬季供暖期漫长，其能源的供求矛盾显得十分突出。为解决这一问题，芬兰一方面致力于提高能源使用效率，一方面大力开发以可再生能源为主要形式的新能源。

芬兰是欧盟国家中可再生能源利用率最高的国家之一。目前，芬兰的可再生能源已占其整体能源消耗的32%。2008年11月，芬兰政府制定了气候和能源战略：到2020年，将以生物能源、水电、风能、地热等可再生能源在全国能源消耗中所占的比例提高到38%，在运输燃料方面，可再生能源占比达到20%。可再生能源因此成为芬兰当前能源开发的重要发展方向。

在芬兰目前各种可再生能源利用中，生物能源所占比例最大，占可再生能源的近90%。其中，以芬兰丰富的森林资源和发达的森林工业为依托的“木基燃料”尤为突出。除木基燃料外，芬兰在其他生物燃料的开发利用上也走在世界前列。芬欧汇川(UPM)公司利用非食品原材料如伐木残料、木屑、木桩、树皮及其他工业副产品生产生物燃料。芬欧汇川的生物燃料生产概念使温室气体排放量明显减少，与化石燃料相比，用于交通运输的基于木材原料生产的高级生物柴油在整个价值链中

产生的排放量减少 85% 以上。芬欧汇川的长期目标是在欧洲成为可再生优质高级生物燃料生产领域的主要生产商。生物燃料与芬欧汇川当前的业务非常契合，芬欧汇川在森林生物质领域的丰富经验和广泛资源可有效地用于开发生物燃料业务。芬兰大型能源企业耐斯特石油公司(Neste Oil)最新开发的新一代生物柴油是一种利用可再生原料生产的高品质燃料，使用新一代生物燃料产生的二氧化碳排放量仅为传统柴油的 16%到 40%，尾气微粒排放量可降低 30%左右。与第一代生物燃料技术相比，新产品的生产成本更低，污染更少，可单独与其他燃料混合使用。此外，芬兰另一家主要能源企业 St1 公司所致力研发的从食品垃圾等有机废物中提取生物柴油技术也已初见成果。如果投入规模化生产，可在很大程度避免传统生物柴油生产导致的与人争粮的问题。

为了保证经济的可持续发展，使能源利用多样化，芬兰还十分重视风能、太阳能、水电、核能等能源的开发利用。芬兰通过国家技术研究中心(VTT)和国家技术创新局(Tekes)等机构为许多企业提供新能源研发所需的技术和资金支持。

商务部 2017-01-12

## 纳米新材料导电性“秒杀”石墨烯

据物理学家组织网 1 月 11 日报道，美国研究人员首次合成出层状 2D 结构的电子晶体，从而将这一新兴材料带入纳米材料“阵营”。研究人员表示，合成层状电子晶体导电性能甚至优于石墨烯，有望用于研制透明导体、电池电极、电子发射装置以及化学催化剂等诸多领域。新研究发表在最新一期《美国化学会志》上。

电子晶体属于由正负离子组成的离子化合物，但其负电“离子”完全由电子取代，这些电子质量很小且不会呆在某个固定位置，而是到处游离，偶尔与其他电子交换位置，行为表现更像电子气体。这种特性赋予电子晶体高度电子移动和快速导电等性能。但科学家们通过理论推测认为，2D 电子晶体容易与空气和水发生化学反应，只能在真空中才能稳定存在并保持其强导电性，因此很难在实验室合成。

在新研究中，北卡罗莱纳大学教堂山分校应用物理和化学副教授斯科特·沃伦带领团队，用氯化二钙分子合成出只有几个纳米薄的 2D 单层电子晶体，还利用液体剥离技术设法让大量纳米单层电子晶体悬浮在溶液中，其中一种溶剂甚至能让氯化二钙纳米单层稳定悬浮一个月之久仍能维持很好的电学特性。“我们克服了电子晶体从多层结构过渡到单层结构的技术难点，证明在合适的化学环境下，2D 电子晶体能长时间保持结构和性能稳定。”沃伦解释说。

沃伦团队还通过实验证明，新 2D 纳米单层电子晶体具有与金属铝相当的导电性;透明度也很高，10 纳米厚氯化二钙薄膜的透光率达到 97%;其表面结也达到现有电子晶体中最高值。研究人员表示，这些特性将导致新材料在诸多领域的应用，比如开发高透明性导电薄膜;沃伦还在与本田公司合作，用这类新材料研制高级电池。

沃伦表示，他们会继续开发电子晶体的应用潜力，并解决实用过程中的各种挑战，比如寻找合适涂层，让电子晶体在空气中也能保持稳定。

总编辑圈点

电子晶体自带特殊“光环”，如果能制备出二维片层材料，将具有金属特性和光响应性等诸多特点。2013 年，日本科学家就预测氯化二钙二维材料即将问世，不过一直没能合成出来。现今，这种带着极高的透光率和极低的电阻的材料终于出现，其既是物理学领域的卓越成就，也彰显出了化学的力量。

聂翠蓉 科技日报 2017-01-13

## 阿联酋发布 2050 年能源战略

阿联酋《联合报》1月11日迪拜报道，阿联酋副总统兼总理、迪拜酋长穆罕默德·本·拉希德1月10日公布阿联酋2050年能源战略。根据这一战略，到2050年阿联酋能源结构中44%为可再生能源、38%为天然气、12%为清洁化石能源、6%为核能，总投资预计达6000亿迪拉姆。

该战略预计未来30年阿联酋能源需求年均增长6%，清洁能源在能源结构比例从目前的25%提高至50%，减少发电碳排放量70%，整体能源使用效率提升40%，为阿联酋节省开支约7000亿迪拉姆。

商务部 2017-01-13

## 看 Google 怎样玩转可再生能源

当前，国际社会对保障能源安全、保护生态环境和应对气候变化等问题的重视程度正日益加大，加快开发利用可再生能源已经成为全球各国的普遍共识和一致行动，有业内人士断言，属于可再生能源“唱主角”的“巴黎时代”已悄然而至。

正因如此，近些年来已经有越来越多的知名企业把应对气候变化融入重要的业务决策中。如果以 Google 为参照物，对比其他企业新能源转型的进程，不难发现，这家公司似乎看得更远一些。

### 数据

2015 年 Google 一家公司的能源消耗堪比旧金山市

近期环保组织——绿色和平(Greenpeace)发布的一份评估报告对美国、韩国和中国在内的共计15家科技公司的能源使用情况进行了评估排名，Google、APPLE 和 Facebook 进入了为数不多的 A 级行列。不仅如此，Google 公司还于近日表示，正紧锣密鼓地购买足够的可再生能源，以涵盖公司今年的全球电力消费。

据悉，仅2015年Google一家公司所消耗的能源就堪比整个旧金山市。Google 预计，其所购买的风能和太阳能发电量将足以供应2017年全球范围内数据中心和办事处的电力消耗。

不过这并非意味着 Google 除了风能和太阳能外不消耗任何其他能源。和其他公司一样，Google 也从能源公司获取能源，而能源公司则拥有一张由几种能源所支撑的能源网，其中包括水电、天然气、煤炭和风能。

“我们是世界上最大的可再生能源购买企业。这对经济、商业和我们的股东来说都是好事。与传统化石能源不同，风能的供应价格不会波动，这使得 Google 可以更好地制定计划。此外，Google 购买的可再生能源越多，获得这些能源的单价就越低。”Google 高级副总裁乔·卡瓦表示，目前可再生能源在全球许多国家都树立了具有竞争力的主流能源地位。如今在30多个国家中，太阳能、风能与化石燃料价格相同或更便宜。日前，智利2021年起每年124亿千瓦时的供电需求招标开标，光伏发电公司 SunEdison 以2.91美分/千瓦时报出全球光伏史上最低价，赢得部分供电标段。

在业内人士看来，Google 究竟是不是可再生能源的最大买家很难证实，因为很多产业在能源消耗方面的信息并不透明。不过，毫无疑问，Google 的大型电脑与亚马逊、微软的全球业务类似，都是世界上增长最快的新电能消耗品。

### 探索

与可再生能源企业的合作从未停歇

近年来，Google 与可再生能源企业的合作从未停歇过，公司希望与大型风电场合作成功。比如位于俄克拉荷马州明科，占地50,000英亩的风能设施为 Google 在俄克拉荷马州普赖尔的大型数据中心供应能源。Google 从丹麦风机制造商 Vestas Wind Systems 手中购买肯尼亚图尔卡纳湖风力发电项目12.5%的股份。此外，拥有风电场的 NextEra 能源公司，在美国和加拿大拥有约115个风电场，也与 Google 有合作。

在美国约 25% 的电能用于商业贸易，如今像 Google 这样的公司就占据了其中的 2%。达明威州电力公司(Dominion Virginia Power)位于可能是全球数据中心最为集中的州。Dominion 的数据显示，去年，客户需求量增加了 9%，而总需求量则与前年持平。

Google 对新能源领域的探索远不止于此。2007 年，Google 提出海浪供电流动数据中心的想法，这在当时是前所未有的。虽然并非空想，也已经尝试了获取地热能或用大型风筝在平流层捕捉高速风的方案，但直到现在也未做出什么成果。不过这还是让 Google 数据中心在能源效率上感到自豪。

评论家们指出，当 Google 有可能在世界能源网注入风能与太阳能这两种新元素时，仍然依靠着化石能源，毕竟太阳能和风能间歇性强并不稳定。

能源研究协会通讯部副主席克里斯·沃伦说：“在我看来，这就是一个公关噱头。如果他们认为自己真的可以完全依靠风能和太阳能板，他们就应该把这些设施直接连到他们的数据中心上。”值得注意的是，这一扮演着华盛顿智囊团角色的研究协会，在很大程度上是受到化石燃料行业的个人和企业的资助。

对此，卡瓦表示，Google 不仅今年目标的 95% 将会凭借其在全球的风机来实现，而且对风电行业的支持将有助于风能价格的持续下降，尤其是与煤炭这样的不可再生能源相比，这一优势会更加明显。

目前 Google 经营着八项业务，包括互联网搜索引擎、YouTube 视频网站和谷歌邮箱。每种业务都拥有超过 10 亿的客户。这些全部在拥有 13 个大型数据中心的全球网络上运行，每个都是众多建筑物所组成的复合体，涵盖几十万台计算机。斯坦福大学地球、能源和环境科学学院的讲师乔纳森·库梅说，Google 在 2015 年所消耗的 5.7 太瓦时的电能相当于两个 500 兆瓦的煤电厂的年发电量，这些电能足够两个 140 万人口的乡镇使用。

中国电力报 2017-01-16

## 热能、动力工程

### “十三五”储能产业迎规模发展黄金期！

在近日召开的第六届“储能国际峰会暨展览会 2017”新闻发布会上，与会专家表示，我国能源革命的推进为储能产业带来发展空间。随着储能技术的发展，产业正由示范阶段走向商业化初级阶段，“十三五”期间储能产业将迎来黄金发展期。

据中关村储能产业技术联盟高级研究经理李岱昕介绍，储能的应用领域包括电力输配、电力需求侧管理、电动汽车、分布式发电和微网、电力辅助服务、可再生能源发电等。目前，北美、亚欧、亚太市场为储能主要应用市场，英国、澳大利亚和印度市场日益活跃。

与会专家认为，随着我国能源革命的推进以及储能技术的不断成熟，“十三五”期间储能行业将得到快速发展。

从改革方向看，《电力发展“十三五”规划》《关于推进售电侧改革的实施意见》《有序放开配电网业务管理办法》等文件显示，发电侧与用电侧直接进行电力交易是电力体制改革的方向。《推进新能源微电网示范项目建设的指导意见》等文件显示，微电网将是电网配售侧向社会主体放开的重要方式；可再生能源电力的发、输、储、用一体化的局域电力系统是未来电力能源服务的重要商业模式。储能将广泛应用于新能源微网、竞争性售电和增量配网改造等领域。

《可再生能源发展“十三五”规划》等文件明确，推动储能技术示范应用是主要任务之一，同时致力于解决“弃风限电”问题，保证实现到 2020 年非化石能源占一次能源消费比重达到 15% 的目标。从我国西部“窝电”问题严重，短期难以解决的实际情况出发，发展储能是保证新能源装机持续增长，新能源制造业稳定、良性发展的重要途径。储能将应用于可再生能源就近消纳等领域。

此外,《电动汽车充电基础设施发展指南(2015-2020年)》等文件显示,新能源汽车是未来发展的重要产业。这将为广泛应用于车电互联和电动汽车充电站领域的储能产业带来广阔的发展空间。

随着能源革命的推进,一些地方政府也将储能作为重点发展产业之一。比如大连市政府2016年5月发布《关于促进储能产业发展的实施意见》,提出加快推进储能技术与装备的产业化和推广应用;青海省省长郝鹏在此前召开的“锂产业—新生态”国际高峰论坛上说,力争到2020年把青海打造成在全国有影响力的千亿元锂电产业基地。

记者了解到,江山控股等新能源发电企业及部分新能源制造企业也已经着手发展储能业务。

截至2015年底,我国储能项目累计装机规模达到141.1兆瓦。据中关村储能产业技术联盟保守预计,到2020年底,我国储能项目累计装机规模将达到14.5吉瓦。

董雅俊 丁雅雯 新华社 2017-01-11

## 储能产业集群在大连迅速崛起

“汽车如果在低挡运行或怠速状态下油耗非常高,对汽车的损耗是非常大的,我们生产的启停电池能够解决这个问题,跳过怠速状态,直接进入行驶状态。”1月4日,谈起储能产业的前景,大连博融新材料公司研发部经理宋明明信心满满。

作为储能产业链中的上游企业,大连博融新材料公司是国内首家工业化量产钒电解液的企业,凭借雄厚的研发实力,陆续攻克钒材料提纯和溶解等关键技术,30多项关键指标达到国际领先水平,成为行业标准的制定者。2016年前三季度,企业销售收入超过5亿元,同比增长超过20%,其中超过80%的产品出口美、日、德等十多个国家和地区。

储能产业是当前全球快速发展的新能源产业,也是大连市重点发展的战略性新兴产业。着眼于发挥在全钒液流电池储能技术和装备领域的国际领先优势的基础上,大连市专门出台《促进储能产业发展的实施意见》,加大对储能产业化项目的财政、金融支持力度,着重提升全钒液流电池储能技术和装备研发的能力及水平,推动储能技术和装备在发电侧、输电侧、配电侧及用户侧的示范应用,建设国内重要的锂离子动力电池研发和制造基地。

在产业政策的扶持下,在以大连博融新材料公司为代表的产业急先锋引领下,短时间内,大连储能产业集群迅速崛起。

近日,大连比克动力电池二期项目主体厂房竣工,进入设备安装阶段。项目投入使用后,锂离子动力电池的制造能力可翻一番,日产电池50万颗。随着生产能力的增强和铁锂电池等新产品的问世,企业的客户群体也将从东风、奇瑞、北汽等国内汽车厂商扩展到海外厂商。与此同时,中科派思锂硫电池一期中试项目、融科储能全钒液流电池储能装备产业基地等储能产业项目正在加速建设当中。在储能产业链的下游,借助全钒液流电池储能技术和装备的领先优势,日前启动的“大连液流电池储能调峰电站国家示范项目”,总投资35亿元,建成后将成为全球最大的化学储能电站。

按照发展目标,到2020年,大连市储能产业创新中心主体将初步形成,储能技术日趋完善;产业化基地基本建成,产业知名度显著提高;全钒液流电池储能系统能量转化效率提高到75%以上,电池系统成本降低到2500元/kwh以下。到2025年,大连有望形成全产业链的储能产业体系和综合实力较强的产业集群,储能及相关产业实现产值500亿元,成为全市战略性新兴产业重要的增长点和支撑点。

王刚 辽宁日报 2017-01-11

## 德国如何应对可再生能源弃电问题

国网能源研究院日前发布的一份报告显示，随着可再生能源的迅速发展，德国也开始面临可再生能源弃电问题。德国的弃电程度如何，又是怎样解决问题的呢？

可再生能源弃电问题加剧

一些地区弃风率达 8%

德国是全球范围内可再生能源开发和并网运行的典范。从 2000 年开始，德国可再生能源在电源结构中的占比逐步提高，给德国电网安全运行、电力市场运营带来了一系列技术和经济挑战。

根据欧盟法律，在保障电网安全前提下，德国可再生能源享有优先上网的权利。但是，有些时段为保障电网安全运行，并不是所有包括风电、光伏发电等具有优先上网等级的电源都能够全额接纳。因而当电网安全面临威胁时，可再生能源弃电是不可避免的。

可再生能源弃电受德国联邦网络局监管。德国联邦网络局公布的 2015 年电网监管报告显示，2014 年德国可再生能源弃电率达到 1.16%，创历史最高纪录，这一数值虽然仍处于低水平，但比 2013 年的 0.44% 已提高 3 倍，而 2009 年的数值仅为 0.1%。与其他国家一致，德国的弃电主要是风电，其次是光伏发电、生物质发电等。

德国可再生能源弃电产生的主要原因是电源和负荷分布的不一致性。在德国，风电主要分布在人烟相对稀少的北部和东部地区，而德国电力负荷中心分布在人口较稠密的南部地区。据德国弗劳恩霍夫研究院披露，在德国北部地区，弃风问题愈演愈烈，一些地区的弃风率已高达 8%。德国可再生能源弃电主要发生在配电网。2012 年，德国可再生能源弃电 98% 发生在配电网，仅 2% 发生在输电网。各地弃电的程度有所差异，有可能被限制为所能够发电量的 60% 和 30%，甚至 100% 完全弃电。

德国可再生能源法规定，可再生能源弃电将由配电网运营商和输电网运营商进行赔偿。2014 年，德国可再生能源弃电所造成的损失达到了 8270 万欧元。对于可再生能源弃电的补偿，德国要求至少补偿弃电量的 95%。

电网侧重点发力做好三方面工作

为应对可再生能源弃电问题，德国进行了多方面探索。其中，在电网侧，德国做了大量工作。

第一，优化电网规划、运行和建设，积极发挥电网消纳作用。在解决可再生能源发电与电力负荷分布不一致问题上，德国规定 4 家输电网运营商应当共同协商并承担德国电网未来 10~20 年的优化运行和网络扩建工作；电源和负荷分布差异较大，并且就地消纳较难的地区，需要扩建长距离输电线路；推动配电网的智能优化升级改造，以促进可再生能源就地消纳；推广应用最先进技术，保障可再生能源大规模接入时，不大幅增加电网投资。

第二，在规划中考虑了额外的弃电裕度，极大地降低了电网消纳可再生能源发电的成本。德国联邦经济事务和能源部发布的《适应德国能源转型的电力市场》白皮书和德国相关法律，规定可以在电力系统规划设计中留取 3% 的弃电量，即考虑可再生能源能够弃电 3%，因为要求电网消纳“最后 1 千瓦时的电量”并不具有最好的经济性。在实施过程中，3% 弃电比例，极大降低了电网消纳可再生能源的成本，使得电网能够在降低运行扩建成本与促进可再生能源消纳之间找到一个合适的平衡点。相关研究报告指出，3% 弃电比例将降低配电网 40% 的扩展投资，未来能降低配电网运营相关成本 15% 左右。

第三，减少电网运行的备用容量需求，挖掘和发挥系统的灵活调节潜力。降低保证系统稳定运行所需的传统机组备用容量，寻找其他灵活性资源来源，发挥可再生能源和储能提供辅助服务的能力，已经成为德国能源电力行业人士讨论的重要议题。

德国电网监控和调度技术的进步，使得电网调度运行人员能够在更精细的时间尺度下安排发电计划，计算和配置系统备用，降低了电网运行的备用容量需求。同时，德国目前带基荷运行的常规电源比例还比较高，正考虑逐步退出核电机组。

根据德国能源研究机构 Agora Energiewende 的一份研究表明，弃电不仅是可再生能源出力超过需求造成的，系统灵活性资源缺失也已经成为阻碍德国可再生能源消纳的一个重要因素。这些灵活性资源包括储能和需求侧管理。德国政府公布的一项研究结果表明：加强工业、零售、商业和民用电的需求侧管理，充分利用电动汽车、热泵、电锅炉和氢能，将是德国电网灵活性资源的主要来源。

科学设计电力市场对可再生能源消纳意义重大

德国电力市场的成功表明，建立在德国以及全欧洲的灵活电力批发市场、零售市场，对于提升系统运行效率和可再生能源消纳非常重要。特别是，短期市场对于优化调整电源发电计划至关重要。德国的相关经验主要有：

确保电力市场自由的定价机制。电力市场中，电价在反映供电成本和实现资源配置方面起着决定性作用。在德国电力市场 2.0 中，继续保持自由定价机制，以加强价格信号对于市场主体的激励作用。

在欧洲统一电力市场的环境下发展电力市场。德国联邦经济事务和能源部发布的《适应德国能源转型的电力市场》白皮书中提到，德国将会继续在欧洲统一电力市场的环境下发展电力市场。欧洲互联电力市场在一定程度上能够抵消可再生能源电力供应的波动性，从而削减系统总费用，提高运行效率。电力市场互联环境下所产生的跨国电力交易也提高了供电的灵活性。

允许更多电力供应商进入平衡市场。德国允许并鼓励更多的电力供应商进入平衡市场并参与竞争，从而确保德国电能供应的可靠性和质优价廉。德国联邦网络局还计划启动程序来规定拍卖规则，从而确保任何新的、灵活可靠的供应商都能够参与平衡市场的竞争。

明确聚集灵活电力用户的规则。德国计划修订电网接入条例的相关规则，以确保中小型灵活电力用户可以参与二次调频。

评估最小发电量。德国联邦网络局还将定期对热电站最小技术出力进行评估，最大限度地减小火电机组最小技术出力，以增加火电机组的调峰能力，并每两年发布评估报告。第一份评估报告预计将会在今年 3 月 31 日发布。

王俊 中国电力报 2017-01-13

## 中天科技金属基石墨烯复合材料研发获关键性突破

中国能源网讯 | 日前，由江苏中天科技股份有限公司牵头，联合中国科学院过程工程研究所共同研制的金属（铝）基石墨烯复合材料（下称复合材料）取得突破性进展。该复合材料在保证实现实验室性能数据的前提下，已在工业化连铸连轧生产线上成功试生产，在石墨烯应用于金属领域的发展道路上迈出了关键一步。

石墨烯及其相关应用技术是目前全球关注的热点，其具有独特的二维结构、高强度、高导电性能和高导热性能等超强的力学和功能特性，被认为是最理想的复合材料增强相，相关课题的研究也成为复合材料领域的热点方向。由中天科技和中科院过程所共同开展的金属基石墨烯复合材料项目，瞄准中天现有主营产业——铝及铝合金架空导线领域的关键瓶颈，即抗拉强度与导电率的矛盾关系进行研究，目标是在相对于传统材料导电率不降或微降的前提下，大幅度提升材料抗拉强度。该项目成果将为我国电力系统建设提供全新的、革命性的导线产品选项，衍生出的新型导线品种将在节能降耗、抗重冰、大跨越等多个领域予以突破。

该项目在全球范围内首次成功使用工业化连铸连轧方法批量制备出了铝基石墨烯复合材料杆材，相对于此前的批次化生产，将具有更高的产能、更低的成本，对该复合材料未来的产业化推广进程具有重要意义。项目实施过程中，采用针对性工艺研制的复合材料，其抗拉强度提升范围 25%~50%，该数值与实验室研究阶段以及批次化中试阶段获得的数据基本一致，达到国内外同类研究成果中的先进水平。

该项目开发的独特石墨烯添加工艺，不仅有效解决了石墨烯与铝之间难以浸润的问题，还实现

了石墨烯在连铸连轧过程中的在线添加。该技术的掌握，将不仅为石墨烯在架空导线用铝材领域的应用提供支撑，更可在大多数铝及铝合金材料领域应用，结合其它工艺调配，使新型复合材料获得针对性更高的性能。例如在交通载具的轻量化发展过程中，“以铝代钢”已成为主要趋势，在石墨烯的助力下，铝材用量可以进一步减少，实现更大程度的轻量化，其经济和社会效益十分显著。

目前中天科技已针对该项目技术成果进行产业布局，依托旗下主营架空导线的子公司——上海中天铝线有限公司实施，总投资 3 亿元。届时该先进技术将率先应用于铝及铝合金架空导线产品，之后向多种金属制品领域拓展，可形成企业新的产业增长点，引领中国高端的石墨烯复合材料技术发展，带来良好的经济和社会效益。

刘浩 中国能源报 2017-01-06

## 石墨烯新结构形似海绵比铁硬

据英国《独立报》8 日报道，美国麻省理工学院(MIT)的科学家通过按压并熔化石烯薄片，制造出迄今最轻质坚固的材料之一——一种多孔的三维石墨烯结构，其形状类似海绵，密度仅为铁的 5%，但坚固程度为铁的 10 倍多。

石墨烯在二维形式时被认为是最坚固的材料，但研究人员一直很难将其二维形式下的坚固强度，转化到有用的三维材料内。在最新研究中，研究团队通过施加热和压力，将石墨烯小薄片按压在一起，制造出一种复杂稳定类似珊瑚和硅藻类生物的结构。新结构名为“螺旋二十四面体”，其表面积相对体积来说很大，但非常坚固。

研究团队负责人、MIT 土木和环境工程系主任马库斯·比勒解释说：“石墨烯这种二维材料仅一个原子厚，拥有独特的坚固程度和电学属性，但由于太纤薄，很难制成三维材料。不过，我们的最新研究做到了这一点。”

比勒指出：“石墨烯在热和压力作用下自然形成的这一几何形状非常复杂，用传统方法不可能制造出来。”在实验中，研究人员用 3D 打印机制造出扩大数千倍的结构，并对其进行测试，得到了上述结果。

这项近日发表在《科学进步》杂志上的新研究表明，新结构的优异性能更大程度源于这一独特的构造而非材料本身。这意味着，科学家可以将其他材料制成同样的几何形状，来获得同样强度的轻质材料。

研究人员认为，同样的几何形状甚至能应用于更大块头的结构材料。比如，制造桥梁的水泥可制成同样的多孔几何形状，在降低重量的同时获得同样的坚固程度。此外，由于这一形状内充满了细小的孔隙，因此，有望用于过滤水或化学物质。

总编辑圈点

巧妙的结构设计再加上 3D 技术的“加持”，按压在一起的石墨烯小薄片兼具了“轻”和“硬”的特性。新结构的优异性源于结构，这就意味着普通材料同样可以拥有与之比肩的性能。已有专家指出，材料科学研究正从宏观向纳米尺度转变，从传统的材料加工工艺向原子结构构建研究转变。材料“设计师”们搭建出不同结构，让材料就此华丽变身。

刘霞 科技日报 2017-01-11

## 科学家剥离出超级电容器石墨烯复合膜

近年来，柔性、微型能源储存装置由于其柔韧和轻便等特点，在可穿戴电子设备、智能皮肤和便携式智能手机等方面展现出巨大的应用前景。其中，柔性的全固态超级电容器具有结构简单、制作方便、功率密度高、充放电快速、以及循环寿命长等优点，成为了能源储存器件的研究重点。

目前，全固态超级电容器主要包含两种结构：传统的三明治结构的固态超级电容器和平面结构



的微型超级电容器。而高性能的超级电容器的电极材料需要有较好的电化学稳定性、较高的电导率和优异的电容性能。

作为一种新型的过渡金属碳化物（一个过渡金属和一个第三或第四族的元素（如 Al, Ge, Si 等）以及碳或氮元素组成的化合物），MXene（如  $Ti_3C_2Tx$ ）因其特有的二维层状结构、较高的导电性以及化学稳定性和热稳定性，广泛地应用在锂离子电池、超级电容器和电催化反应中。然而研究发现，MXene 的尺寸（ $\approx 200\text{ nm}$ ）相对较小，不利于构建高性能、柔性的大面积薄膜型全固态超级电容器电极。

德累斯顿工业大学冯新亮教授，庄小东博士和中国科学院长春应用化学研究所牛利研究员（共同通讯作者）以此为着眼点，合作制备了基于 MXene 和电化学剥离的石墨烯纳米复合物薄膜电极，并将其应用到传统的固态超级电容器和平面的微型超级电容器中。

该复合膜具有两方面的优势：其一，电化学剥离的高质量的石墨烯层可以作为整个膜电极的机械支架，进一步的增强膜电极整体的柔性、稳定性和长程导电性；其二，MXene 纳米片穿插在石墨烯片层之间，可以提供大量的层间距，有利于充放电过程中离子的快速嵌入和脱嵌。

得到的膜电极在组装成传统对称柔性超级电容器后，在  $0.1\text{ A cm}^{-3}$  的电流密度时，其体积电容高达  $216\text{ F cm}^{-3}$ ，同时在 2500 次充、放电循环后，比容量仍能保持 85.2%。另外，通过掩膜版喷涂溶液相的 MXene/电化学剥离石墨烯墨水制备的叉指状微型超级电容器，在  $5\text{ mV s}^{-1}$  的循环伏安扫描速度下，其面积电容和体积电容分别高达  $3.26\text{ mF cm}^{-2}$  和  $33\text{ F cm}^{-3}$ ，这些性能指标高于目前大部分同类文献所报道的数值。

随后，对此微超级电容器进行弯折的柔性状态下进行循环测试，在 2500 次循环充放电之后，其电容性能依然可以保持 82%。值得关注的是，在该工作中，我们利用自制的电化学剥离装置制备出的电剥离石墨烯具有高产率，高碳氧比和高分散性等特点。

该工作通过电极结构的优化设计，利用简单的方法制备了高性能的超级电容器电极材料，这为制备低成本、高效率的柔性储能器件开辟了一条新思路。

中国储能网新闻中心 2017-01-11

## 西安交大研发出高库伦效率的硅负极锂电池

近日，西安交大电气学院教授郑晓泉课题组与美国斯坦福大学材料学院教授崔屹、麻省理工学院核工系教授李巨课题组共同合作，通过一种特殊方法，在纳米硅负极外表面包覆一层人工的二氧化钛纳米层，合成出高机械强度的  $Si@TiO_2\text{yolk-shell}$  结构负极，制备出具有高压实密度的  $Si@TiO_2$  结构硅负极全电池，实现了较传统石墨负极 2 倍的体积比容量和 2 倍的质量比容量。

目前商业化的锂离子电池只用于低阶电源需求，而硅因其理论比容量是传统石墨负极的 10 倍以上，被认为有望成为下一代锂离子电池大容量负极材料。然而，硅负极在充放电过程中的库伦效率低这一难题一直未被攻克。

经过实验测试，该新成果的二氧化钛外壳的机械强度是无定形碳的 5 倍，可以使稳定的库伦效率达到 99.9% 以上，满足工业化的应用标准，将有效推动硅主体负极在电池工业中的商业应用。该项成果于近日发表在《能源与环境科学》上。

张行勇 中国科学报 2017-01-11

## 生物质能、环保工程

### 一期投资 3.6 亿 光大国际平度垃圾发电项目投运

光大国际 11 日宣布，旗下山东平度生活垃圾发电项目一期建成投运。

据介绍，平度项目一期于 2015 年 12 月开工建设，2017 年 1 月 4 日顺利通过“72+24 小时”试运行，建设工程曾获“2016 年中央预算内投资计划”资金补助人民币 3200 万元。项目采用 BOT（建设-运营-移交）模式建设，投资约为人民币 3.6 亿元，设计规模为日处理生活垃圾 600 吨，年均提供绿色电力 70000000 千瓦时，烟气排放全面执行欧盟 2010 标准。

光大国际行政总裁陈小平表示：“平度项目一期建成投运实现了光大国际 2017 年的开门红。过去一年，项目团队秉承了集团精益求精的业务作风，稳步推进项目建设，为项目当地提供了环保、高效的垃圾处理解决方案。”

张枕河 中证网 2017-01-12

### 我国加速推动农林废弃物资源化利用

在日前于南宁举行的中国农林废弃物资源化利用高峰论坛现场，来自河南、湖北、湖南和广西的 4 个县集中签约，计划引进农林废弃物发电项目。

近年来，随着环境污染形势严峻，如何将农林废弃物进行资源化利用，正越来越受到重视，多名专家认为，这一产业在我国正迎来加速发展期。

中华环保联合会调查显示，目前我国农林废弃物发电产业年处理量约 9000 万吨，已投运和在建的农林废弃物发电项目 302 个。

尽管如此，每年仍有大量农林废弃物被滥烧乱弃。国务院发展研究中心资源与环境政策研究所副所长常纪文认为，每年有 1.8 亿吨农林废弃物需要资源化利用，且其总量将呈逐年增长之势。

“我国每年 9 亿多吨的农林废弃物，如果随意处理，将不可避免加剧我国空气、水和土壤污染。”中华环保联合会副主席孙晓华说，通过发电等资源化利用，可年处理农林废弃物约 9000 万吨，年产出环保电力 500 亿千瓦时，节约标准煤 2000 万吨/年，减排二氧化碳 5000 万吨/年，将产生较大环保效益。

“除环保功能外，利用农林废弃物发电还能为农民直接增收，通过上下游产业链和就业带动，为项目区农民带来收入。”浙江大学能源工程学院院长骆仲泱说。

一名专家指出，大规模滥烧秸秆等农林废弃物，是雾霾形成的因素之一，而把这些废弃物集中利用发电，将对中国雾霾治理带来好处。

在此次高峰论坛上，多名专家对这一行业发展前景进行了探讨，专家们普遍看好行业发展前景。“生态文明建设正越来越受重视，党和国家领导人曾多次强调‘绿水青山就是金山银山’的理念，中国许多地区对环保产业越来越重视。”孙晓华说。

尽管社会效益较为明显，但不少企业很难获得经济效益，部分农林废弃物发电企业陷入“燃料贵亏死、污染大冤死、维护难累死、发电少拖死”的怪圈。

“受燃料收集、技术手段、税收政策等因素制约，加上‘惠农’成本连年增长，中国农林废弃物发电产业生存和发展面临一系列问题。”一名专家说。

常纪文认为，从长远看，应鼓励农林废弃物的科技研发，并适度产业化，可明确农林废弃物发电产业为“环保”产业，根据处理农林废弃物、燃料收购及惠农等特点，及时发放电价补贴并支付农林废弃物处理费用。

上海证券交易所原首席经济学家胡汝银认为，要让农林废弃物发电产业摆脱困境，中国应进行

相关政策扶持，可保持全额收购和电价补贴政策的稳定和持续，目前中国东中部的山东、安徽等地都相继出台了对于秸秆收集处理的补贴标准，各地可总结经验后推广，以降低农林废弃物发电产业的成本。

“更重要的是加大科研力度，增强这一产业的造血功能，走出一条自我革新、自我提高和自我循环的良性发展之路。”广西科学院研究员黎贞崇说。

夏军 经济参考报 2017-01-16

## 太阳能

### “光热”盛宴冷思：前景可期 政策引导与扶持仍是关键

国家发改委 2016 年 9 月份公布光热电价后，紧随其后，国家能源局公布了 20 个总计装机容量为 134.9 万千瓦的光热发电示范项目，一时间，沉寂多年的光热行业开始引发业内高度关注。

#### 光热发电进入商业化示范关键期

全国工商联新能源商会专业副会长曾少军曾表示，示范电价的出台，将能更好地引导企业采用先进技术、开发优质光热资源，有利于对光热发电产业的经济性进行探索和试验，若能顺势推动光热发电替代火电为风、光等新能源提供调峰电源，将极大地推动我国新能源整体健康发展。

虽然有业内人士认为，光热发电的上网电价即使是与相对较高的光伏上网电价以及陆上风电上网电价相比毫无优势可言，更不用提成本更低的火电。这或将阻碍光热产业的发展速度，但也有专家指出，随着行业的不断升温，这个问题的情况将逐渐好转。光热发电有蓄热储能功能，在西北地区可以和现有风电、光伏打捆输送，形成较稳定出力，光热发电机组可以根据电网用电负荷的需要，快速调节汽轮发电机组的出力，即参与电网一次调频和二次调频。稳定的电力输出和良好的调节性能，适合集中大规模建设太阳能发电基地，可替代燃煤机组作为电力系统中的主力机组。

国家太阳能热发电示范项目建设企业、中阳张家口察北能源有限公司董事长杨玉荣在接受新华网采访时表示，风电、光伏发电只是辅助能源。光热发电是在有太阳时，将太阳热能储存在介质熔融盐里，用介质放热的技术可实现昼夜 24 小时稳定发电。目前国外已有成熟的技术和 32 年的电站运行经验。同时，太阳能热发电不消耗石化能源，不产生任何污染，零排放，发电持续稳定，可调控，与电网完全相容，是电网最好的调峰电站，可更好地优化电网系统供电功能，使电网系统整体受益。

北京天瑞星光热技术有限公司总经理陈步亮则直接认为，在现有新能源中，相对于光伏、风电来说，光热能源能够成为发电的主体而非补充。

“当前，中国光热发电进入商业化示范的关键时期。”深圳市爱能森科技有限公司董事长陈明丽表示。

浙江中控太阳能技术有限公司董事长金建祥对新华网分析道，光热发电产业有利于高端制造业升级并实现过剩产能库存。光热发电产业链更偏重于我国的传统优势产业，可以缓解我国钢铁、水泥、玻璃等产能过剩的困局。发展光热发电产业对于消化现有的产能过剩、去库存的推动作用很大。同时光热产业的发展和技术的进步有利于为上述产业的技术创新和转型升级提供动力；同时也能够带动精密机械、电子、自动化、化工、热能等相关高端制造业滚动发展。随着国家能源局 1.35GW 示范项目的推进，即可消化或带动 400 个亿产值；仅以“十三五”期间规划的 5GW 规模光热项目来计，将带动上千亿产值。

#### 挑战犹存

有业内人士表示，“十三五”将是光热发展的关键时期，基本任务是产业升级、降本增效，实现不依赖于国家补贴的市场化自我持续发展之路。

“‘十三五’时期，光热发电产业对国内经济产值的贡献将突破 6000 亿元，并同时带动高端制造、新材料等产业的发展。不过，光热发电产业化目前仍面临资源不足、初始投资成本居高不下以及运营经验缺乏等诸多挑战。”上述业内人士表示。

北京首航艾启威节能技术股份有限公司副董事长黄文博在接受新华网采访时表示，光热发电是一个人才密集型、技术密集型、资金密集型的行业，是一项多学科、多专业、多系统集成的技术，有比较高的准入门槛。而在首批示范项目申报中，一夜之间冒出一百多个申报项目，这表明了在风电、光伏等其他可再生能源有较大电价下调预期的情况下，资本和地方政府的青睐光热发电项目以期分享政策红利;但另一方面，技术厂商获得资本注资、并购的案例则相对较少，从投资层面呈现一种项目热、技术冷的态势，这也反应行业层面仍然相对浮躁，可能埋下因技术投入不足而导致项目投资损失的风险，并在行业起步各参与方在认识不足、参差不齐的情况下，仅通过单一的价格竞争机制进行集成商和供应商的筛选，最终“劣币驱逐良币”，从而导致多输的局面，示范阶段的中国光热产业应该采取措施避免上述情况的发生。

陈步亮也分析称，国内由于没有成熟的商业运行案例，所以现阶段系统集成技术还有待完善，关键部件也有待系统实际运行的检验，此时就需要国家支持关键部件的国产化，使得关键部件能够拥有更多的机会对自身性能进行验证。

毫无疑问，光热产业未来的发展潜力很大。但同时，光热产业发展还应避免扎堆过热，很多投资的风向标给出非理性的信号，一定要做好对全局的分析，光热产业竞争的格局，光热产业本身发展的特性，以及地方资源的禀赋自然优势，选好项目和技术路线，避免投资风险。在这方面，光伏产业之前已经有了前车之鉴，最后导致产能过剩、许多企业遭受重大损失。

对此，国家太阳能热利用技术创新战略联盟专家委员会副主任、北京工业大学教授马重芳、北京工业大学传热强化与过程节能教育部重点实验室主任吴玉庭、云南省科学技术院院长龙江曾联合署名向国家能源局写信建议，我国目前申报的示范工程几乎均位于青海，内蒙，甘肃，张家口等高寒地区。由于国外太阳能热电站技术均没有在高寒地区极低温(零下二十至三十度以下)，恶劣风暴与沙尘的严酷环境中进行运行考验，认为即使将西方国家已经开发出的全部太阳能热发电技术全部引进，如不进行深度开发，恐怕也不能适应我国西北部的严酷气候环境。为此，建议在南方诸省也适当补充一些太阳能热发电示范工程进行战略布局，以减少我国太阳能热发电初期发展阶段的失败风险。

中信张北新能源开发有限公司副总经理刘少波也表示，由于光照较好地区均在西部偏远地带，因此用水问题、电力送出问题也是很大难题。

#### 业内呼吁加大政策力度

中投亿星新能源投资有限公司董事长李亚斌认为，光热发电作为新兴产业，面临产业链不完善、不成熟的局面短时间内或许无法改变。在政府大力扶持下，光热发电产业发展的势头却是良好的。预计在“十三五”期间，会有更多企业布局抢夺这个万亿蓝海市场。

黄山睿基新能源股份有限公司总裁孙海涛表示，光热发电前期投资大，国家需要有步骤、有标准、有持续型的产业规划，才能推动光热行业发展。

启迪清洁能源集团董事长兼总裁文辉在接受新华网采访时表示，光热发电是既可做基础负荷，又可调峰的可再生能源发电模型。但是当前发展过程中，目前国家对光热发电的产业扶植力度有待加强，否则会直接影响到产业链产品质量和产量。

杨玉荣也认为，当前，国家相关部门，应该给示范项目吃“偏饭”，在扶持政策上不能太吝啬，让投资方可以拿到与投资其他好项目同样的投资回报。

金建祥则直接建议，应尽快推进第二批示范项目的建设，并出台光热标杆上网电价。为促进光热产业健康发展，光热电价下降的速度不宜过快，以免打击投资人的投资积极性，不利于规模快速扩大和成本快速下降。光热上网电价的制定应根据其电力品质的特点以及产业发展的情况，科学合理制定，以实现降低光热成本的目标。同时，应加大对光热金融市场的扶持，尤其针对光热民营企业

业，放宽各类发展银行的融资条件，给予低息贷款政策，降低光热项目的融资门槛和财务成本。

黄文博认为，当前光热电价和首批示范项目名单已经出台，但在土地、税费等具体层面的执行政策更多是参照光伏、风电等其他可再生能源既有政策来实施。从产业发展程度发展阶段而言，光热属于起步阶段，光伏、风电则步入成熟阶段，直接参照执行不一定全部合适，我们也希望国家发改委、能源局、科技部、财政部、工信部、税务部门等政府相关部门能够协同制定相应细则，以引导光热发电产业更好发展。

中海阳创始人薛黎明在接受新华网采访时表示，建议国家相关部门在大力推进现有示范项目过程中，根据项目建设情况灵活应对，尽可能增加项目储备，在新增项目审批、核定电价等方面予以特别考虑，确保在先有示范项目结束后，能够尽快开展新增项目的建设，确保完成“十三五”规划目标，为我国光热发电行业的规模化发展打好基础。

金建祥也建议，国家应该鼓励多能互补和混合发电技术，对于光热与传统化石能源或光热与光伏、风电等新能源的混合发电给予特殊政策和电价补贴。

薛黎明还表示，目前，国家主管部门给出的 1.15 元/千瓦时的电价水平，也希望光热发展步伐能够更稳健一些，不要出现光伏发展过程中的问题，比如在很多细节上的杂乱无序等。光热发电行业要想规避这些问题，就必须通过价格手段进行合理引导，价格不能过高，要从起跑线上筛掉一部分，否则就会让整个行业泥沙俱下。

对此，陈明丽则认为，对于光热发电这一技术高度密集型项目，不能回避发展过程中出现的各种问题，但投资方、业主方等多方参与主体要引起高度重视。同时，核心储热材料、关键储热热备、储能系统控制及设计、施工、运维等各个储能相关环节要高标准、严要求，确保储能系统从材料、设备到系统控制、设计、施工、运维等各个环节都应有良好设计及操作规范，提供品质过关、安全可靠、综合性价比高的产品及服务，而非低质拼价，抱侥幸心理。

张世祥 新华网 2017-01-11

## 太阳能或将成为最经济电力来源

随着技术的进步，太阳能发电在全球许多地方正变得越来越经济。彭博社日前撰文指出，预计太阳能电力在 10 年内有望超过燃煤发电，成为全球成本最低的发电选择。

综合 2016 年数据，太阳能发电在全球多个国家都打破历史最低价格纪录，平均达到燃煤发电成本的一半左右。其中，智利在 8 月的太阳能电力拍卖中，报出了 2.91 美分/千瓦时的低价；9 月，阿联酋又拍出了 2.42 美分/千瓦时的新低价。

据彭博社报道，如今，沙特、约旦和墨西哥已经开始计划今年的太阳能电力招标，并希望能够进一步降低价格。另有包括意大利 Enel 和爱尔兰 Mainstream Renewable Power 在内的一些欧洲公司，凭借此前积累的大量，开始将目光投向了全球其他地区的新兴市场。

资料显示，2009 年以来，基于供应链各个环节成本的下降，全球太阳能发电的平均价格已经下降了 62%。彭博新能源财经预计，到 2025 年，太阳能在全球的平均发电成本可能将比燃煤发电还低。

国际可再生能源机构总干事阿南·阿明表示：“每次太阳能装机量的翻倍，都能带动电力价格降低 20% 左右。这对电力市场而言，将是改变游戏规则的变化。”

彭博社认为，技术的进步是推动太阳能产业快速前进的关键因素。此外，规模经济效应和经验的不断丰富，也使得太阳能电力的市场竞争力与日俱增。据彭博新能源财经的太阳能分析主管 Jenny Chase 介绍，目前平均每增加 1 兆瓦地面太阳能系统装机，发电成本大约为 1.14 美元/瓦；但是预计到 2025 年，这一数字将降至 73 美分/瓦，下降幅度达到 36%。

市场调研公司 GTM Research 的分析师 MJShiao 以美国为例指出，目前美国西南部分地区太阳能电力的价格接近 1 美元/瓦，到 2021 年就可能降至 75 美分/瓦。不过，美国能源部旗下的国家可再

生能源实验室的预测略保守一些。该实验室高级项目负责人 DonaldChung 表示，到 2020 年太阳能发电的成本可能降至 1 美元/瓦，但他同时认为，这一下降趋势将保持至 2030 年。

阿布扎比太阳能开发商 Enviromena Power Systems 的创始人兼首席执行官 SamiKhoreibi 表示，太阳能发电事实上已经开启了“薄利多销”模式，价格下降将是未来的一种“常态”。

据国际能源署预计，公用事业规模的太阳能发电成本，在未来 5 年内平均就能下降 25%。国际可再生能源机构则预计，到 2025 年，太阳能发电成本将下降 43%到 65%，相比 2009 年的水平累计下降幅度将高达 84%。

不过，彭博社同时指出，虽然平均而言太阳能发电的成本将持续下降，但在全球各个国家和地区，下降幅度可能并不相同。比如欧洲和巴西，由于进口煤炭、实行碳税政策，预计到 2020 年左右太阳能发电价格有望低于燃煤发电；而诸如印度这样自身拥有大量煤炭储量的国家，太阳能电力价格降至低于燃煤发电可能需要更长时间。

面对业界对太阳能发电的乐观态度，作为“参照对象”的燃煤发电业却并不“气馁”。

世界煤炭协会首席执行官 Benjamin Sporton 提出，可再生能源发电成本计算往往没有考虑到备用电力供应部分的花费，一旦这部分开支也计算在内，燃煤发电的经济优势即便到了 2035 年都仍将十分明显。

“所有经济体在快速发展过程中，需要的都是全天候的电力供应保障。” Sporton 说，“但是，风电、太阳能发电都是间歇性供电。因此，尽管部分可再生能源发电近年来成本出现显著降低，但谈及电力成本还是要从整个供电系统的花费来考虑。”

不过，即便如此，业界人士仍然认为，太阳能电力的价格已经具备了参与市场竞争的“实力”。根据彭博新能源财经的预测，作为全球最大太阳能市场的中国，到 2030 年就能实现太阳能发电成本低于燃煤发电。此外，日照条件相对较好的国家和地区，未来可能在降低发电成本方面处于领先地位。

“我们已经看到了新的市场现实。”Khoreibi 说，“即太阳能未来可能将是成本最低的电力来源。可以预见，随着技术的发展，太阳能发电成本将持续下降。”

国际能源参考 2017-01-11

## 中电联发布塔式光热电站设计规范征求意见稿

近日，中国电力企业联合会发布了《塔式太阳能光热发电站设计规范》(以下简称《规范》)征求意见稿，面向各单位征求意见，要求于 2017 年 2 月 20 日前，将意见以信函或邮件方式反馈至标准编制组，最终的标准定稿将报送住房城乡建设部后正式发布。

《规范》的编制工作由中国电力企业联合会组织、中国能源建设集团有限公司工程研究院担任主编单位。该规范在编制过程中，规范编制组先后完成或将完成规范大纲编制、规范大纲审查、专题研究报告编制、规范征求意见稿编制、向社会征求意见、规范送审稿编制等各阶段的工作，最后经审查定稿。

《规范》的主要参编单位包括中国电力工程顾问集团有限公司、中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、浙江中控太阳能技术有限公司、中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司、黄河上游水电开发有限责任公司、国核电力规划设计研究院、河北省电力勘测设计研究院、上海电力设计院、内蒙古电力勘测设计院、东方电气集团东方锅炉股份有限公司。

本《规范》适用于采用蒸汽轮发电机组的新建、扩建和改建塔式太阳能光热发电站的工程设计。规范编制目的是为了规范塔式太阳能光热发电站设计，满足安全可靠、技术先进、经济合理的要求；规范塔式太阳能热发电站设计行为，促进塔式太阳能热发电站的建设健康、有序发展。

本规范主要技术内容包括：总则，术语，基本规定，电力系统要求，太阳能资源评估，站址选择，总体规划，集热场布置，发电区布置，集热系统及设备，传热、储热及换热系统及设备，汽轮机

设备及系统, 水处理设备及系统, 信息系统, 仪表及控制, 电气设备及系统, 水工设施及系统, 辅助系统及附属设施, 建筑与结构, 供暖通风与空气调节, 环境保护与水土保持, 职业安全和职业卫生, 消防等。

《规范》的编制工作早在 2015 年 4 月 17 日就已启动, 分别于 2016 年的 3 月、10 月和 12 月份举行了三次统稿会议, 目前的征求意见稿已经几易其稿, 对《规范》的细节内容进行再次修订和进一步完善。征求意见完成后, 将形成送审稿报批后正式发布。

中国电力网 2017-01-13

## 世界光伏组件价格六年下降近 80%

国网能源研究院日前发布《中国新能源发电分析报告 2016》(以下简称《报告》), 对全球光伏发电发展现状及前景作了分析。

《报告》引用的 BNEF(彭博新能源财经)数据显示, 2010~2015 年, 世界光伏组件价格累计下降了 75%~80%。2015 年, 世界光伏组件平均价格为 0.611 美元/瓦, 中国晶硅组件平均价格约为 0.599 美元/瓦。

2015 年, 全球大型光伏电站单位投资成本为 1000~3460 美元/千瓦。2014~2015 年, 中国光伏电站项目平均造价为 8225 元/千瓦, 较 2013 年降低约 1000 元/千瓦。其中, 设备及安装工程费用所占总投资份额最大, 约为 80%, 包括发电场设备安装、升压变电站设备安装、控制保护设备安装、其他设备安装费用四部分;其次是建筑工程费用, 约占总投资的 12%, 包括发电场工程、升压变电站工程、房屋建筑工程、交通工程、其他工程费用五部分。

据悉, 中国光伏电站项目造价降低的主要原因是电池组件价格的降低, 近两年组件价格(含运费)较 2013 年降幅约 6%。

《报告》显示, 2015 年, 全球大型光伏电站度电成本(LCOE)约为 0.126 美元, 中国大型光伏电站 LCOE 约为 0.109 美元, 印度大型光伏电站 LCOE 约为 0.096 美元。与印度相比, 中国的大型光伏电站 LCOE 低于上网电价, 而印度大型光伏电站 LCOE 与其上网电价基本持平。

《报告》引用 BNEF 数据指出, 2020~2030 年, 世界不同国家和地区光伏发电成本将有不同程度的下降。

在美洲地区, 美国和巴西光伏平准化发电成本到 2020 年将分别下降到 0.07、0.06 美元/千瓦时, 到 2030 年将分别下降到 0.04、0.04 美元/千瓦时。

在欧洲、中东及非洲地区, 到 2020 年英国、法国等光伏平准化发电成本将分别下降到 0.11、0.09、0.08 美元/千瓦时;到 2030 年将分别下降到 0.07、0.06、0.06 美元/千瓦时。

在泛太平洋亚洲及日本地区, 到 2020 年, 中国光伏平准化发电成本将下降到 0.07 美元/千瓦时, 日本、印度将分别下降到 0.11、0.07 美元/千瓦时;到 2030 年, 中国光伏平准化发电成本将下降到 0.05 美元/千瓦时, 日本、印度将分别下降到 0.07、0.05 美元/千瓦时。

根据中国资源综合利用协会可再生能源专委会发布的《中国光伏发电平价上网路线图》, 到 2020 年, 中国光伏发电平准化发电成本可降至 0.6~0.8 元/千瓦时, 到 2030 年可降至 0.6 元/千瓦时以下。

王俊 中电新闻网 2017-01-16

## 俄科学家研发风能太阳能两用发电机

俄罗斯卫星网报道, 俄罗斯科学家研制出适用于恶劣气候的风能太阳能两用发电装置。

身为研发者之一的莫斯科理工大学副教授瓦列里·佩列瓦洛夫表指出, 这一新技术的原型机展示出高达 40% 的能量转换率, 且运转时几乎完全无声。该装置的发电成本仅为常规发电成本的 30-40% 左右。





俄罗斯的气候特点决定了在其境内发展替代能源有其特殊性。俄罗斯的平均风速、风力和日照强度均显著低于欧洲国家。然而，该新装置在恶劣的气候条件下也可高效发电。俄罗斯大部分地区都有风季，强阵风可吹到树木，摧毁老建筑，普通风电塔很难屹立不倒。

佩列瓦洛夫说：“我们的装置很结实，能抗风速在每秒 80 米以内的阵风。”

专为此装置设计的电路可将风能发电和太阳能发电得到的电力几乎没有损耗地汇总起来。该发电装置计划于 2017 年年底实现量产。佩列瓦洛夫表示，该装置目前在俄罗斯国内和中国、韩国和比利时等国都已有潜在客户。

新浪财经 2017-01-16

## 我国光伏发电平价上网有了材料基础

中天科技自主研发的“超耐候聚偏氟乙烯（PVDF）光伏背膜”项目日前通过国家工业和信息化部科技成果鉴定，专家认定，该产品可实现进口大规模替代，达到国际先进、国内领先水平，并建议进行大规模推广使用。

聚偏氟乙烯（PVDF）薄膜是太阳能光伏背板复合用的一种关键原材料，是《中国制造 2025》明确列出的要重点发展的十大新材料中氟硅材料之一，由于其具有优异的耐紫外老化、耐化学腐蚀、耐磨损等性能，可保护光伏背板 25 年的寿命。

据了解，全球光伏发电新增装机容量为以每年 15% 左右的增速迅速增长，预计 2030 年前全球每年平均新增装机容量将达到 100GW 以上，以此计算，需要 PVDF 薄膜 13 亿平方米（单价约 5-7 元/平方米），每年近百亿元的市场，总量超千亿元。然而，中国作为全球最大的光伏组件制造国，目前光伏组件用 PVDF 薄膜主要为法国、韩国、日本等国外化工巨头所垄断，大部分依赖进口。

专家指出，中天科技所生产的 PVDF 薄膜相比于国内外同行而言，具有多个明显优势，一是在国际上首次实现了双层共挤吹塑 PVDF 薄膜的量产，所研发的 PVDF 薄膜具有独特的双层结构，产品合格率高达 98% 以上，具有明显的成本优势；二是自主开发了一套 PVDF 薄膜专用生产设备，该生产设备全封闭、高度的自动化，并且具有优异的自动反馈调节机制，有效地实现了吹膜产能、流延品质（流延法产能低、厚薄好）；三是为保证 PVDF 薄膜的外观品质，建成了全球唯一的 PVDF 薄



膜十万级净化车间，并配合 PVDF 薄膜专用工艺与自动化设备，所生产的 PVDF 薄膜成品晶点数量 <150 个/3000 米，达到行业最高水平。

中国光伏协会秘书长王勃华表示，中天该项目实现了大批量高品质低成本 PVDF 薄膜的量产，既满足我们光伏组件的寿命要求，又符合光伏组件降本的大趋势，应当大规模推广使用。

中天科技自 2008 年进入新能源领域后，即着手对新能源领域中的关键新材料进行研发与产业化，继 2012 年完成光伏背板的研发与产业化后，2013 年即投入 8000 万元进行 PVDF 薄膜的研发与产业化，组建了以王同心博士为核心的“同心事业部”对该项目进行重点攻关，经过三年多的努力，实现 PVDF 薄膜配方、工艺的研制，于 2015 年 10 月实现 PVDF 薄膜的大批量生产。中天开发的 PVDF 薄膜型号为 ZTT-JMF 是全球首家通过德国 TUV 莱茵、德国 TUV 南德认证的氟膜厂家，并被天合光能(TSL)、晶澳太阳能(JASO)、阿特斯电力(CSIQ)、协鑫集成(002506)、英利太阳能(YGE)等多个全球著名光伏巨头的严格测试与大批量使用。目前，中天科技已经具备了年产 6000 万平方米 PVDF 薄膜的生产规模，在未来的 3 年时间里，中天科技将建成至少 2 亿平米 PVDF 薄膜产能，发展成为 PVDF 薄膜的全球领导者。

中天科技 PVDF 薄膜项目系江苏中天科技股份有限公司旗下的中天科技精密材料有限公司投资建设，这是精密材料继光纤预制棒后的又一个自主研发产业化成功的新材料项目。该项目的成功研发，完善了我国光伏产业链，实现急需配套材料的完全国产化。

专家表示，中天 PVDF 薄膜产业化的成功，是中天科技积极践行《中国制造 2025》与《太阳能发展十三五规划》的典型体现，为我国光伏行业的发展提供了坚实的产业基础，为我国光伏发电平价上网提供了材料基础。

中国能源网 2017-01-16

## 2025 年太阳能将取代煤成为最廉价能源

2016 年可说是全球太阳能大型标案价格破盘年，从智利到迪拜，每度电不到 3 美分的得标价新低成为常态，《彭博新能源财经》更大胆预言，这种比全球燃煤发电均价还低的太阳能价格，不会只限于中东或智利，而将会是全球多数地区的常态。

2016 年的大型招标案低价风潮，2017 年很快会由接下来沙特阿拉伯、约旦、墨西哥的招标案继续下去，甚至进一步出现得标价新低，而这也为欧洲能源开发商带来新商机，例如意大利的意电(Enel)以及爱尔兰的主流可再生能源(mainstream renewable power)，目前在欧洲本土市场受到补贴减少的冲击，可在这些新大型标案中开辟新市场。

2009 年以来太阳能价格大降 62%，整体太阳能供应链的每一个环节都在快速压低成本，而总成本减少也降低了银行贷款衡量的风险，而能取得更低的资金成本。科技进步是太阳能产业压低成本的强力后盾，从钻石线切割硅晶圆提升生产效率，到太阳能电池转换率的一再提升，以及整个制造链的规模与制造经验提升，在在降低成本，而大型太阳能计划采用招标方式更有利于压低最终价格，一方面，太阳能计划规模每增大一倍，价格就能下降 20%，一方面招标竞价方式不断逼迫投标商提出更低价。

目前百万瓦出头规模的太阳能计划，平均每瓦总安装成本为 1.14 美元，《彭博新能源财经》预期至 2025 年，将降至 0.73 美元，下降 36%，这样的估计与其他市调单位的估算大体上符合：GTMResearch 预期美国西南部如今太阳能每瓦安装成本为 1 美元，2021 年将降至 0.75 美元；美国能源部国家可再生能源实验室则预期美国平均太阳能安装成本从目前每瓦 1.2 美元，至 2020 年将降至 1 美元；国际能源总署预期电网级太阳能计划的安装成本在未来 5 年内将下跌 25%；国际可再生能源协会则预期到 2025 年，太阳能还会再降价 43%至 65%。

《彭博新能源财经》表示，低于 3 美分的得标价是改变市场游戏规则的关键低价，而这种价格在越来越多市场将成为很普通的状况，太阳能供应链已经深深体会大规模出货但是毛利却极低的“沃

尔玛效应”，在这样的趋势下，《彭博新能源财经》预期，2025 年，太阳能全球均价将低于燃煤发电，让太阳能面对化石燃料更有竞争力。

加上考量碳税政策的因素，有课征碳税的国家如欧洲国家与巴西，将在 2020 年代以前，就出现太阳能比燃煤便宜的现象；另一方面，本土具有大量煤矿蕴藏的国家，如中国、印度，则需要较长时间才会发生太阳能与燃煤逆转，但是中国当前也已经是最大太阳能市场，预期中国在 2030 年太阳能发电成本就会低于燃煤发电。

打败燃煤只是太阳能的第一小步，太阳能降低成本的脚步毫不停歇，也看不到停止的迹象，过去太阳能是最昂贵的能源种类之一，但我们可能很快就会面对新的事实：太阳能成为成本最低的能源来源。

蓝弋丰 科技新报 2017-01-13

## 海洋能、水能

### 斯里兰卡最大水利工程 M 坝下闸蓄水

1 月 11 日，集团承建的斯里兰卡莫罗嘎·哈勒达水库枢纽工程（简称 M 坝）下闸蓄水，工程发挥功效。斯里兰卡总统西里塞纳、中国驻斯里兰卡大使易先良以及各界人士 200 余人出席仪式。

上午 9 时 20 分，伴随着僧侣悠扬的诵经声和欢快的鼓点声，下闸蓄水仪式在施工现场举行。总统和大使共同按下启动按钮，导流底孔闸门缓缓降落，水库枢纽工程下闸成功。

仪式上，西里塞纳对 M 坝如期下闸蓄水表示充分肯定和热烈祝贺。西里塞纳表示，M 坝项目对斯里兰卡经济发展具有重要意义，他代表斯里兰卡政府和人民对中国政府及项目建设者表示感谢，希望中国企业今后为促进斯里兰卡经济和社会发展作出更大贡献。

易先良表示，M 坝项目对斯里兰卡中北部民众生活和经济发展至关重要，是中国企业在斯承建的重大民生项目之一。目前，中斯关系正迎来新的发展机遇期，未来会有更多中企前来投资兴业，中国愿全力帮助斯里兰卡推动社会 and 经济发展。

该水库枢纽是集团在斯里兰卡以 EPC 模式承建的集灌溉、供水、发电于一体的大型水利工程，也是斯里兰卡目前最大规模的水利枢纽工程，其蓄水能力为 6 亿立方米，发电装机容量 25 兆瓦。项目合同总价 2.52 亿美元，工期 48 个月。2012 年 7 月开工建设，2015 年 3 月实现河道截流。预计今年 3 月中旬首台机组投产发电，5 月底工程项目完工。下闸蓄水标志着工程开始发挥功效。

开工伊始的 2012 年，时逢斯里兰卡遭遇百年不遇特大洪水，大部地区农田受灾，房屋及公路损毁。项目部按照防洪度汛方案要求，对工区内所有项目进行了防护，但仍然遭受损失，贝雷桥及部分小型施工设备被洪水冲走，来不及撤离的大型设备也被洪水浸泡。灾难激励员工攻坚克难、高效履约。项目部在生产自救的过程中，树立担当意识，心系当地灾民，捐款捐物。在工程建设中，实施“属地化”管理，把工作机会带到当地民众的家门口，培训当地技术工人，使他们逐步学习和掌握生产技术技能。项目部用实际行动推动“走出去、走得稳、站得住”战略落地。

2013 年，在 1 号副坝坝基开挖过程中，河床中段存在较厚的顺河向缓倾角互层状岩层，岩层整体倾向下游，存在顺层面滑动的可能，影响坝基岩体深层抗滑稳定。项目部多次组织专家会诊，研究方案，解决重大技术难题。为抢回因地质缺陷处理延误的近 1 年工期，项目部一边确保安全、质量、环保的可控，一边加快施工进度。为保证按期履约，后方抽调技术骨干常驻工地，加强与业主代表、咨询专家的联系沟通，最终用 4 年半时间完成了 5 年的计划任务。

M 坝建设，所使用的技术规范与施工理念来自中国。1 号副坝工程是斯里兰卡的第一座 RCC 大坝，RCC 是现行碾压混凝土坝体施工的一种工艺，即全断面碾压法，采用类似土石坝填筑的施工技术，将干硬性混凝土快速地分层振动压实。VC 值，是中国进行 RCC 施工的一个重要指标，而西方

则使用 VB 值，斯方对 VC 值持有怀疑态度。

为了用事实证明 VC 值的科学可靠，项目部在 RCC 施工前进行了配合比设计、拌和楼复核、优化配合比复核碾压等系列试验，每次试验都要进行多次现场实际碾压对比。通过反复测试，他们将 VC 值从最初的推荐值 3~7s，精确调整到 4~5s；将 NK 引气剂掺量从 0.09% 调整至最佳值 0.03%。精益求精的作风、科学严谨的数据，最终获得了斯方对中国规范和标准的首肯，真正实现了中国标准在当地“落地生根”。

作为以灌溉和供水为主要开发任务的民生工程，M 坝水库一直受到斯里兰卡政府的高度关注。项目部紧抓发展机遇不懈努力，使“中国电建”品牌得到该国政府部门、业主及各界人士的广泛认可，M 坝项目成为 2015 年 1 月西里塞纳当选总统后，首次实地考察的工程项目，为中资企业实施“一带一路”之“海上丝路”、积极推进相关合作营造了良好的氛围。

赵江铭 李新才 中国电力网 2017-01-12

## 风能

### 全球首例：荷兰火车全部采用风力发电驱动

据外媒报道，电气化火车是能源消耗较少的交通工具，不过从新一年开始，荷兰的火车将会变得更加环保。荷兰最大的国营电路公司 NS 日前宣布，该国所有火车自元旦日起，已经全部采用风力发电驱动，荷兰因此成为全球首个达成此目标的国家。



资料图：风力发电风车

荷兰素有“风车之国”之称，风力发电是当地主要电力来源之一。NS 于 2015 年与能源公司 Eneco 签订 10 年合约，希望减低火车用电的碳排放量，目标是在 2018 年 1 月前，将全国火车改用风力发电推动。截至去年，全荷兰 75% 的火车已经改用风力发电，加上荷兰、比利时和芬兰的风力发电站提早落成，提供更多电力，令两家公司提前 1 年于本月 1 日达成：“100% 风电”的目标。

目前，荷兰全国火车每年大约使用 12 亿千瓦时电力，约等于首都阿姆斯特丹所有家庭全年用电量。

虽然荷兰的风力发电系统每年能够产生 74 亿千瓦时的电量，但经常供不应求，例如去年的风力发电用电量便高达 125 亿千瓦时，因此需要向邻近国家购买风力能源。

随着荷兰近年致力投资发展可再生能源，此次全国火车全面使用风力发电，将有助大大减低该国交通产生的碳足印。一些支持可再生能源的人士也期望，荷兰的例子能够鼓励美国等国家增加使用风力发电的列车。

NS 及 Eneco 在共同营运的网站表示，他们下一个目标是于 2020 年前，将乘客人均耗电量自 2005 年水平降低 35%。

中国新闻网 2017-01-13

## 2016 年全球海上风电投资 299 亿美元 创历史新高

根据彭博社新能源财经最新发布的清洁能源投资报告透露，2016 年，全球海上风电投资总额达到 299 亿美元，同比增长 40%，创下历史新高。

其中单笔投资金额最大的是丹麦东能源公司在英国海域研发的 1.2 吉瓦海上风电场项目，达到 57 亿美元。此外，东能源公司还在德国、比利时、丹麦等其它水域也同样开发了 14 个海上风电场，装机规模均超过 100 兆瓦，投资规模在 3.91 亿美元至 39 亿美元之间。

彭博社新能源财经首席执行官 Jon Moore 评论说：“2016 年海上风电投资创下新纪录表明，这种技术在成本效益以及证明其可靠性和性能方面取得了巨大进步。”

从区域来看，2016 年，欧洲依然是最大的海上风电投资区域市场，达到 258 亿美元，占全球总量的 86% 以上。中国海上风电投资也达到 41 亿美元。另外，北美和台湾地区等新兴海上风电市场也正在开放。

报告中称，2016 年，全球清洁能源投资总额达到 2875 亿美元，同比下降 18%。但清洁能源装机规模却大幅增长。预计，2016 年，全球新增太阳能装机容量达 70GW，较之 2015 年的 56GW 有明显增长，新增风电装机容量 565GW，去年同期为 63GW。

此外，2016 年，全球太阳能投资总额下降 32% 至 1160 亿美元，这主要是由于太阳能发电成本大幅下降；风电投资累计达到 1103 亿美元，同比下降 11%；智慧能源技术投资总额达到 416 亿美元，同比增长 29%；生物质能投资基本与上一年度持平达到 67 亿美元，生物燃料下降 37% 至 22 亿美元；小型水电下降 1% 至 34 亿美元；低碳服务增长 5% 至 43 亿美元；地热能投资增长 17% 至 27 亿美元；海洋能源投资下降 7% 至 1.94 亿美元。

太阳能新闻网 2017-01-13

## 山东烟台 2016 年风电规模居全省首位

1 月 4 日，烟台供电公司电力调控中心管理人员完成对烟台招远市阜山国电风电场验收，投运后将进一步提高招远地区的清洁能源占比。统计显示，2016 年，烟台供电公司累计完成 8 座风电场并网验收，新增风电装机容量 369 兆瓦，并网风电场已达 40 座，其中 220 千伏并网风电场达 13 座，并网总容量占全省容量的 27.5%，风电规模居全省首位。风电上网电量达 37.4 亿千瓦时，大约每十度电中就有一度来自清洁风电。

2016 年，烟台并网 40 座风电场

烟台电网新能源发电主要包括风电、太阳能光伏发电等，其中风力发电在新能源发电中占比最大，2016 年烟台并网 40 座风电场，并网容量 2274.95 兆瓦，同比增长 20.1%，占全省总容量的 27.5%，位居全省首位。并网光伏电站 4 座，并网容量 84.8 兆瓦，同比增长 765.3%，占全省总容量的 2.78%。

近年来，烟台地区风电发展迅猛，风电在为烟台社会经济发展源源不断提供清洁能源的同时，也给电网调度运行管理带来较大困难。烟台供电公司总结出以场网联调为导向的半岛电网风电无功电压管理方法，建设 220 千伏风电汇集站、风电场互相级联等方式，以风电场汇入变电站为区中心，对风电场群及其并网站进行分区，各风电场参与电网调压的闭环优化联调，将电网与风电场的独立

调压模式转变为电网与风电场的联动调压模式，充分发挥风电场调压能力，改善电网的整体电压水平，保障电网的安全稳定。建立快速审查绿色通道，支持具备并网条件的风电项目早日并网发电。风电并网运行后，通过全过程、精益化的风电调度管理，建立风电调度服务全过程管理体系，综合提升电网的风电接纳能力，确保风电项目早运行、多发电。

2016 年底，全市光伏并网项目 1955 个

针对分布式光伏发电项目装机容量相对比较小、项目地址分散、项目业主要求不同等特点，烟台供电公司可将分布式电源接入系统纳入配电网总体规划，提高配电网清洁能源接纳能力。

分布式电源并网以后，与用户签订协议，定期对光伏发电设备进行安全检查和电费清算。设立部门专责，建立回访制度，为光伏项目提供政策指导、技术咨询、业务受理、并网发电“一条龙”服务，分布式电源项目全部实现“零缺陷”、“零风险”并网。同时积极服务烟台市光伏扶贫三年行动计划，涉及牟平、招远、栖霞、海阳、莱阳的 130 个贫困村，预计年发电量达 6 万千瓦时，每个项目每年可为贫困村实现增收 6 万余元。

截至 2016 年底，全市分布式光伏并网项目累计 1955 个，累计并网容量达 7.55 万千瓦，全年累计发电量 2528 万千瓦时，累计上网电量 1429 万千瓦时。

胶东在线 2017-01-09

## 联合动力获 2016 年度中国电力创新一等奖

中国能源网：1 月 6 日获悉，由联合动力自主研发的《低风速兆瓦级风电机组关键技术与机组研发项目》荣获中国电力创新一等奖，这是国电集团系统内企业首次荣获该奖项一等奖。

《低风速兆瓦级风电机组关键技术与机组研发项目》于 2014 年正式启动，该项目攻克了超低风速风电开发核心技术难题，实现了关键技术创新，成为业界引领。依托该项目而研发的 UP2000-115 和 UP2000-121 机型成为联合动力开拓低风速市场的主力机型，为客户带来了更高的投资成本和更低的度电成本，为中国风电产业发展起到强有力的支撑。近年来，联合动力深入实施创新发展战略，在技术研发和在产品自主攻关和科技创新方面持续发力，采用平台化研发模式，缩短产品研发周期，提高企业快速研发能力，不断推出紧贴行业发展需求的新产品，同时以市场为导向，持续优化产品性能，满足客户个性化需求。

中国电力创新奖旨在推动电力技术和管理创新，鼓励电力工程技术、电力行业管理等领域涌现突出成果，其评审专家来自中国工程院、国家或行业专业委员会、研究机构及高校院所等，代表了行业专业研究的最高水平。此次参选项目共 50 余个，获得一等奖的 5 个项目均在电力行业关键技术、系统集成或管理等方面有显著创新，创造了显著的经济和社会效益，对电力工业科学发展和技术进步有显著影响。联合动力本次在电力行业众多发电集团和电网公司中脱颖而出，是持续提升自主创新能力和核心竞争力的重要体现。

于天笑 黄惠 中国能源网 2017-01-13

## 烟台约每十度电中就有一度来自清洁风电

烟台供电公司积极协调多种发电方式齐头并进，发展清洁能源，保护生态环境。

风力发电方面，烟台供电公司围绕“保网安全，促源发展、风电与电网协调发展”的理念，开展风电调度管理工作，积极应对风电快速发展形势，确保风电大规模并网后电网运行安全。2016 年，烟台电网累计完成 8 座风电场并网验收，新增风电装机容量 369 兆瓦，并网风电场已达 40 座，并网总容量 2274.95 兆瓦，占全省容量的 27.5%，风电规模居全省首位。风电上网电量达 32 亿千瓦时，大约每十度电中就有一度来自清洁风电。

针对分布式光伏发电项目装机容量相对比较小、项目地址分散、项目业主要求不同等特点，烟



台供电公司积极开辟绿色通道，为客户提供并网发电、上网表计安装指导等“一站式”服务。烟台供电公司副总工程师郝英勤说：“制订多套简化系统接入方案模板，压缩方案制定时间，细化、优化分布式光伏发电项目的并网流程，推动光伏项目快速落地。烟台市光伏扶贫三年行动计划涉及牟平、招远、栖霞、海阳、莱阳的 130 个贫困村，预计年发电量达 6 万千瓦时，每个项目每年可为贫困村实现增收 6 万元。截至 2016 年底，全市分布式光伏并网项目累计 1955 个，累计并网容量达 7.55 万千瓦。”

与此同时，烟台供电公司积极响应国家大气污染防治和环境治理工作要求，不断提高电能占终端能源消费比重，形成清洁、安全、智能的新型能源消费方式。郝英勤说：“分领域、分行业开展调研、摸底，掌握数据。主动对接储备项目，开辟绿色通道，优先安排电能替代配套电网工程建设，提供从项目申请、立项到接火送电的‘一条龙’服务。”

烟台供电公司还因地制宜，实施典型示范项目。在以电代煤领域，烟台开发区八角村利用电能替代燃煤、木材加工海参，降低了成本，提高了效率，目前总产值达 1 亿多元，形成了良好的示范效应。在以电代油领域，与烟台港、烟台东方科技公司签订烟台港变频岸基电源系统项目合作协议，目前已经建成烟台港芝罘湾第一期港口岸电项目，实现了船舶在港期间的“零排放”。

胶东在线 国际金融报 2017-01-16

## 核能

### 美国核电站没活路了？

据华尔街日报报道，位于曼哈顿以北大约 56 公里的纽约 Indian Point 似乎成为最新一座即将关闭的核电站。这座核电站是纽约及其周边郊区的一个主要电力来源。



据知情人士透露，预计拥有该核电站的 Entergy Corp. (ETR)和纽约州州长科莫(Andrew Cuomo)本周将宣布达成协议关闭这一核电站。长期以来科莫一直批评该核电站是安全隐患。

“因此，在面对更廉价电力资源的竞争和来自批评人士的政治压力，公用事业公司不得已关闭在美国的核电站，”上述知情人称。

由此到 2025 年计划关闭的核电站数量达到四座，包括 PG&E Corp. (PCG)位于加州的 Diablo Canyon 核电站以及 Entergy 位于密歇根州的 Palisades 核电站。过去四年中有另外四座核电站已经关

闭，包括 Dominion Resources Inc.位于威斯康星州的 Kewaunee 核电站。

这也意味着到 2025 年美国在运营的核电站为 61 座，包括两座正在建设新反应堆的核电站。过去也曾有少量的核电站因为安全或者维修费用昂贵而关闭。但获得牌照并且正在运营的核电站关闭数量是之前所不曾见到的，在激烈的市场竞争下这些核电站无法再实现盈利。

从经济角度看，各地的核电站都面临一个强有力的对手：水力压裂法(fracking)。这种提取技术开采出大量天然气资源，来自这一能源的电力成本要低得多，从而推动全美电力价格下跌。

联邦能源数据显示，过去 12 个月中，核电站满足了美国 20%的电力需求，天然气和煤炭发电占比分别为 35%和 30%。其余为水力发电、风电和太阳能发电，占比分别为 7%、6%和 1%。

据悉，Entergy Corp.最新消息显示，在与纽约州监管部门达成一项协议后，已同意关闭 Indian Point 核电站。

中金网 2017-01-11