

# 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  
第二十三期 2016年12月

## 目 录

总论 .....	1
我国能源互联网技术和应用发展迅速 .....	1
江苏常州投资 8 亿元建设“互联网+”智慧能源区 .....	1
清洁能源发电占比较高 难消纳壁垒仍待解决 .....	3
在非洲农业适应倡议的努力下农业首次成为气候谈判核心 .....	4
山西：煤炭大省“移情”新能源 .....	5
西北新能源发电 有效促进节能减排 .....	6
山西风电光电新能源装机突破千万千瓦 .....	7
在澳门召开的「第五届国际清洁能源论坛」，有哪些精彩看点？ .....	7
热能、动力工程 .....	9
微软签最大规模风电协议 造“无碳”数据中心 .....	9
2030 年我国非化石能源占消费总量比例达到 20% .....	9
地热将成为我国非化石能源增量主力 .....	11
上海市冬夏季节商用楼宇需求响应潜力后续分析报告发布 .....	13
碳减排交易显著提高光伏项目收益率 .....	14
“固态氨”技术有望脱颖而出 .....	17
储能列入国家电力示范项目申报 业内呼吁专门政策支持 .....	18
美 UET 向变电站交付 4 套全钒液流储能系统 .....	19
壮大储能产业规模 大连市储能产业快速发展 .....	19
我国科学家研发甲醇替代柴油 .....	20
德国最大的电池储能项目投运 .....	20
报告：引领美国储能发展的德克萨斯州储能市场 .....	20
颠覆性的储能技术 抢占能源发展制高点 .....	24
从储能补贴之辩看新技术政策需求 .....	26
美国“加快普及电动汽车”计划及其启示 .....	27
安徽宁国发现 5 亿吨页岩油储量 .....	29
国产超级电容储能装置在广州运行 可回收制动能量 .....	29
地热能 .....	30
“十三五”地热能重点工程落户京津冀 .....	30
我国启动地热能开发利用十三五规划编制工作 .....	31
我国地热直接利用居世界首位 .....	33
地热能开发需规范先行 .....	33
呼包平原地热勘查获突破 毕克齐地区探出高产热水 .....	34
冰岛发现“超临界蒸汽”能源可提升 10 倍热能 .....	34
能源局：成立能源行业地热能专业标准化技术委员会的批复 .....	34
中石化将打造 20 个地热取暖城市 .....	35

深层地热“燃”起来.....	35
2016 中国地热国际论坛在北京召开.....	37
地热能否复制风电光伏的加速跑.....	37
地热能：“十三五”的风往哪儿吹.....	39
生物质能、环保工程.....	41
发展生物质能源将成为我国产业政策的重点支持方向.....	41
2016 年我国生物质发电现状及发展前景分析.....	42
日本最大生物质发电站将从海外引进椰子壳发电.....	51
生物质成型燃料缘何徘徊难行.....	52
巴中市 2016 年沼气工程全面竣工.....	53
贵州省首个沼气集中供气新型材料示范项目在玉屏试运行.....	54
推动生物质能发展提速，未来有哪五项重要工作.....	54
美国生物柴油产量预计最高达到 650 万吨.....	55
生物质能源占全球总能耗第四 发展潜力巨大.....	55
太阳能.....	56
光伏行业清洁生产评价体系发布 高耗能争议将终结.....	56
BTI 报告：2016 年印度太阳能行业将增长 137%.....	57
国内首个鱼腹式光伏索桁架并网成功.....	57
阿达尼计划在澳开发 1.5 吉瓦可再生能源项目.....	58
马里的 25 个村庄安装光储系统.....	59
海洋能、水能.....	59
我国海洋新能源产业发展趋势分析及前景预测.....	59
欧委会：2050 年潮汐能能够满足欧盟 10% 的能源需求.....	61
风能.....	61
国家能源局印发《风电发展“十三五”规划》.....	61
专家解读：“风电‘十三五’规划”稳定规模、优化布局、根治弃风、健全市场.....	62
十三五风电投资 7000 亿元 发展中东部和南方地区.....	81
丹麦 DONG 能源宣布将在台湾沿海建新风电场.....	83
新疆 122 万平方米风电供暖项目将全部投运.....	83
山东烟台电网风电出力再创历史新高.....	84
福建大练海上风电场获省发改委核准.....	84
核能.....	84
关闭 Diablo Canyon 核电站既经济又减排.....	84
核电出口达成 日印走得更近.....	85
发展风电光热光伏还是核电?南非该如何选择.....	86

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

## 我国能源互联网技术和应用发展迅速

我国能源互联网技术和应用发展迅速，政府推动试点示范力度不断加大。日前，浙江首条能源互联网大通道——溪洛渡左岸-浙江金华特高压直流输电工程迎来安全稳定运行 24000 小时。该工程已累计为浙江输送四川清洁水电 870 亿千瓦时。

“互联网+”智慧能源(能源互联网)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，对提高可再生能源比重，促进化石能源清洁高效利用，推动能源市场开放和产业升级具有重要意义。

近年来，国家电网在特高压、智能电网和清洁能源技术方面不断实现创新。以全球能源互联网的“骨架”支撑——特高压为例，国网目前在运在建 18 项特高压工程线路长度达到 3 万公里，累计送电超过 5500 亿千瓦时。

国网金华供电公司有关负责人表示，能源互联网以特高压电网为骨干通道源，能够将千里之外的水能、风能、太阳能等可再生能源输送到供电用户。溪洛渡左岸-浙江金华特高压直流输电工程自 2014 年投运以来，输送的清洁水电相当于全省半年的用电总量。每年为浙江节省标煤 2500 万吨，减排二氧化碳 7000 万吨。

今年 2 月，国家发展改革委、国家能源局、工业和信息化部联合印发了《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》，明确了 10 大重点任务，提出能源互联网建设分为两个阶段推进：2016-2018 年，着力推进能源互联网试点示范工作，建成一批不同类型、不同规模的试点示范项目。2019-2025 年，着力推进能源互联网多元化、规模化发展，初步建成能源互联网产业体系，形成较为完备的技术及标准体系并推动实现国际化。

陆紫薇 齐中熙 新华社 2016-11-21

## 江苏常州投资 8 亿元建设“互联网+”智慧能源区

今年，国网江苏省电力公司选择常州市武进区作为江苏省“互联网+”智慧能源试点先行区之一。常州供电公司积极落实示范区建设要求，选择武进区湖塘镇和高新区作为重点建设区域，预计总投资超 8 亿元，在智能电网、智能用电、智慧能源等方面加大建设力度。

实现“光、储、充”

11 月 14 日，常州市凤林路电动汽车充电站竣工建成，该站是江苏省首座“不停电”的电动汽车智能充电站。

“我家住溪湖小镇，离这挺近的，这个充电站挺大，还有光伏发电板在屋顶上面，感觉挺新奇。”充电站建成首日，武进区一位电动汽车车主庄新颜女士来到该站参观，听到工作人员介绍这座充电站永远都不会停电时，庄女士感觉很诧异。

新建成的凤林路充电站占地面积约 2708 平方米，站内建有装机容量为 50 千瓦的分布式光伏电站、电池容量为 200 千瓦时的储能系统、8 台 100 千瓦的直流充电机和 4 个 5 千瓦的交流充电桩。相比其他充电站，站内的光伏电站、储能系统与充电站形成了良好的智能互动关系。正常情况下，光伏电站白天发的电均上送至国家电网，储能系统晚上吸收低价谷电，在白天用电高峰时释放电能，具有明显的经济效益。特殊情况下，白天若配电网停电，光伏电站所发的电可为电动汽车充电提供电能；晚上若配电网停电，储能系统也可为电动汽车提供所需电能，可以说该站是座“不停电”的智能充电站。

“太神奇了，以后我再也不用担心我的车子没地方充电了。更何况太阳能发电也是这里的供应电源之一，让我觉得自己离环保更近了一步呢！”庄女士喜笑颜开。

常州供电公司运检部专职吴鸿飞介绍说，凤林路充电站兼具柔性与智能的特点。所谓柔性，是指光伏、储能与充电桩等所有设备与配电网直接接口为模块式规范化设计，具备“即插即用”的特性，当其中任一元件需更新、更换时，都可随时进行而不影响其他设备，储能系统在特殊情况下可作为应急电源为他处提供电力支援。其智能体现在该站能量管理系统可对站内各项数据进行监测、分析，并控制光伏电站、储能系统在不同时间段的工作状态，以达到分布式电源最大化利用和储能最优化利用的效果。

“凤林路充电站其实是配电网无缝衔接新能源微网的一个‘光、储、充’示范样本。”常州供电公司营销部负责人说，“在没有条件建设配电网的地区，建设这样的可离网运行的充电站是可行方案之一。今后的大型电动汽车充电站该如何智能化建设、经济化运行，凤林路充电站跨出了探索的第一步。”

充电站建设是常州市武进区智能电网工程的一部分，充分体现了新能源与配电网之间的友好互动。为了让电网供电可靠性更高、电能质量更好，常州供电公司还在武进区开展了配网自动化建设。至2017年6月，该区工程竣工投运后，届时区内供电可靠性将从99.946%提升至99.999%，达到北京、上海等一线城市中心区水平，户均停电时间不超过5分钟。

#### 建设供需友好体系

#### 引领智能用电新潮流

随着常州供电公司实施多表集抄、推广智能用电设备，用户侧的用电智能化水平不断提升，供需友好体系逐步形成。

“以前时不时就有人敲门，说是抄水表的或者抄燃气的，既不方便又没安全感。这个多表集抄就方便多了，现在的供电服务还是蛮走心的。”11月22日，家住升仙弄的居民王女士说。当她听说供电公司利用集抄平台，还能实时监控家中各种用能表计的跑冒滴漏情况时，感觉智能生活离自己越来越近了。

今年，常州建成了全国首个三表全有线集抄的示范小区，并创新采用图像识别采集技术，采集成功率和数据准确率达99%以上。目前，常州地区多表集抄客户已将近5万户。

“我们开展了供需友好互动系统一期建设工作，完成了中天钢铁、东方特钢等重点企业网荷互动终端的接入，以及常州红阳家居生活广场、新城物业等40户非工空调负荷的调控改造。”常州供电公司营销部负责人毛青介绍说，“这样就使电网与客户的联系更加密切了，可以为客户提供更为便捷的数据共享和能效管理服务，同时探索能源消费新模式，降低电网运行成本和客户综合能源费用的支出，使电网企业与客户互惠共赢。”

“原以为能从微信上及时了解用电量等已经很牛了，没想到还有更好用的软件、更智能的家居服务。”11月初，到武进招商花园城看房的李先生感慨万分。他在小区智能样板房里进行了窗帘分合、摄像头换向、电水壶的开关等遥控操作，并通过手机“智能用电”APP查看了每一路插座、每一处负荷的用电情况，表示这么便捷舒适又智能的家居生活，他非常愿意尝试。

随着智能插座、智能用电终端、智能摄像头、智能电表和电力光纤等高科技终端智能设备逐步走入居民家中，智能家居、智能小区也雏形渐显。在示范区的招商花园城，168套智能终端已经安装到位，配合住宅内的智能设备，居民对家中的能耗可进行实时查看、管理。“不仅让安全用能、节约用能有保障，更是构建了低碳舒适、便捷智能的智慧家庭系统。”常州供电公司智慧能源办负责人杜健说，“未来在居民小区，我们将建设智能社区平台系统，小区的新能源、充电桩、能效系统全部接入平台，实现客户与供电公司之间的信息互动。我们还将提供社区智能卡和APP服务，实现社区智能互动操作。”

要智慧更要绿色。常州供电公司不断加大电能替代和分布式光伏发电的并网力度，提高绿色电能终端市场占有率。截至11月15日，示范区内分布式光伏电站并网168个，并网容量6.21万千瓦。

电能替代不断推进中，武进区湖塘镇已成为该市首个“无燃煤”区。该公司还和示范区内的绿建区签订了智慧园区合作协议，将共同建设能源管控平台，集成配电监控、多表集采、新能源、智能楼宇和建筑节能等系统，实现园区能源管理智能化和利用最优化。

“我们还将探索线上线下服务，建设智能营业厅，借助微信、电 e 宝等渠道，实现业务线上办理、人员上门服务、解决方案一揽子提供的 O2O 服务。”杜健说，“最终实现能源供应清洁化、能源配置智能化、能源服务共享化的目标。”

国家电网报 2016-11-29

## 清洁能源发电占比较高 难消纳壁垒仍待解决

近年来，随着经济增长速度的放缓和经济结构的大幅调整，我国整体用电需求下降，电力供需矛盾由短缺向相对过剩转变，尤其是煤电生产面临巨大压力，电力新常态特征明显。不过用电结构向轻型化转变，发电结构也向非化石能源增多的方向改变。

近日，由相关数据显示，我国电力行业发电量同比增长继续加快。其中，非化石能源发电占比较高，显示我国电力能源结构进一步优化。

### 非化石能源占比提升

近年来，随着经济增长速度的放缓和经济结构的大幅调整，我国整体用电需求下降，电力供需矛盾由短缺向相对过剩转变，尤其是煤电生产面临巨大压力，电力新常态特征明显。不过用电结构向轻型化转变，发电结构也向非化石能源增多的方向改变。

报告显示，经初步季节调整，三季度发电量为 1.6 万亿千瓦时，同比增长 6.0%，同比增速比上季度加快 4.7 个百分点。数据显示，2016 年 1 月至 8 月份全国规模以上太阳能发电量同比增长 28.9%；核电发电量同比增长 23.7%；风电发电量同比增长 16.3%；水电发电量同比增长 12.0%；火电发电量同比下降 0.5%。在此影响下，电力生产结构继续优化，水电、风电等清洁能源发电量比重为 25.5%，比上半年提高 0.7 个百分点。

当前，环保已成为电力发展的硬约束。我国政府提出到 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰，到 2030 年非化石能源占一次能源比重提高到 20%。在用电量增速大幅放缓的常态下，要顺利达成这一目标，唯有大力保障清洁能源消纳，加强火电控制。

并网风电、太阳能装机大幅上升，则带来了相关发电量快速增长。数据显示，受 2016 年初风电上网电价调整预期影响，2015 年基建新增并网风电装机再创新高，年底全国并网风电装机容量 1.3 亿千瓦。近几年国家密集出台了一系列扶持政策，极大促进了太阳能发电规模化发展，东部地区分布式光伏在加快增长，西北地区光伏大基地呈规模化增加。

在清洁能源装机攀升的同时，随着新电改的推进，清洁能源的消纳问题也得到一定缓解。以北京电力交易中心为例，“截至今年 7 月，北京电力交易中心组织开展各类跨区跨省市场化交易 25 笔，成交电量 358 亿千瓦时，其中清洁能源 271 亿千瓦时，占比超过 75%，促进了清洁能源更大范围消纳。”北京电力交易中心副主任胡卫东介绍说。

### 严控煤电开工规模

“未来 2 年至 3 年内，需求中低速增长，发电装机容量受建设周期影响还将延续高中速增长，电力供需将延续相对过剩。”中国电力企业联合会专职副理事长王志轩表示，相关政府部门要密切关注煤电规划建设风险预警提示，科学确定和有效控制煤电新开工规模，逐步缓解煤电产能过剩现状。

报告显示，1 月至 8 月份规模以上工业发电量同比增长 3.0%，比上半年加快 2.0 个百分点，其中火电发电量同比下降 0.5%，降幅比上半年收窄 2.6 个百分点，是拉动总体发电量增长加快的主要因素。但与此同时，全国火电设备平均利用小时 2727 小时，同比减少 228 小时，产能利用率不到一半。上述数据表明火电产能仍存在过剩现象，抑制不具备核建条件的新增产能、淘汰落后产能和关停“僵尸企业”等各项举措刻不容缓。

事实上，相关部门已经在不断加大煤电控制力度。为化解煤电潜在过剩风险，9月23日，国家能源局发布了《关于取消一批不具备核准建设条件煤电项目的通知》，取消了15项、共计1240万千瓦不具备核准建设条件的煤电项目。这是继今年4月份国家发展改革委、国家能源局联合下发《关于进一步做好煤电行业淘汰落后产能的通知》《关于促进我国煤电有序发展的通知》和《关于建立煤电规划建设风险预警机制暨发布2019年煤电规划建设风险预警的通知》等3份文件后，又一次针对煤电结构调整、淘汰落后产能发布的重要文件。

国家能源局有关负责人透露，上述文件下发后，取得了一定成效，但是“十三五”期间煤电过剩风险日益显现，各地违规建设煤电项目情况仍然存在。

在煤电受控的情况下保证电力行业健康发展，报告建议，加快煤电联营和煤电一体化步伐，降低煤炭企业和火力发电企业二者受市场冲击的风险，保障国家能源安全。三季度国内动力煤价格快速上涨，“市场煤”和“计划电”之间的矛盾进一步加剧，“一体化”改革迫在眉睫。

消纳难题依然待解

虽然清洁能源发电占比不断提升，但是消纳不足的问题依然严重，风机、光伏电站“晒太阳”的现象屡见不鲜。

据国家发展改革委能源研究所可再生能源发展中心主任王仲颖透露：“今年上半年全国弃风弃光共371亿千瓦时，这半年的弃风弃光量已经相当于去年全年的弃风弃光量，超过了2015年全年全社会新增用电量。”

对此，王志轩认为，除了控制煤电，同样要适当控制具有明显随机性、间歇性、波动性的风电和光伏发电的开发节奏，以避免过快发展造成发电能力过剩加剧、行业资产利用效率下降、国家财政补贴能力不足加剧和可再生能源电价附加上调压力加剧。

据中电联从我国主要电力集团公司电源投资统计中分析，非化石能源发电投资在近几年远大于火电投资。2006年至2013年火电投资增速连续9年持续下降，火电投资占电源投资比重从2005年的70.3%下降到2014年的26.1%，锐减了44.2个百分点。相应火电发电量的比重由81.5%下降到75.4%。

要从根本上解决消纳问题，必须建立起不同能源品种的价值认同和能源企业间利益分配认同的标尺，回归能源的商品属性。王志轩表示，非化石能源在与化石能源竞争中最终取得优势，必须是在能源生产及消费的生命周期内社会总成本上体现出优势。在可再生能源发电发展初期，政府给予必要扶持是必须的，但扶持的目的是为了尽快使其有能力参与到与化石能源的竞争中，并能够在竞争中取得最终胜利。

经济日报 2016-11-23

## 在非洲农业适应倡议的努力下农业首次成为气候谈判核心

非洲农业适应倡议(AAA)是由28个国家组成的联盟。在11月7日至18日于摩洛哥马拉喀什举行的全球气候大会(COP22)上，AAA努力将非洲农业置于会议讨论和谈判的最前沿。

非洲农业适应，是本届气候峰会中最优先和重要的议题。

非洲农业适应倡议由众多科学家及28个非洲国家联盟共同提出，穆罕默德六世国王陛下也指出此倡议是COP22讨论的重点。2016年11月15日，穆罕默德六世国王陛下在其演讲中宣布：“我们初步计划了一系列在巴黎协定框架内可实施的倡议，特别考虑到相应的资金和可行性，包括非洲农业适应倡议”。

联合国秘书长潘基文强调了为适应而做出努力的重要性，特别是在非洲大陆上。“适应不是奢侈品，它是对我们未来的慎重投资。”潘基文秘书长亦在11月17日的演讲中指出，“AAA倡议将有助于在非洲大陆上创建能抵抗当地恶劣条件的有效食物系统，并推进可持续发展目标(SDG)”。

从气候谈判到采取行动，一次历史性的农业主题篇章

农业和适应第一次成为气候谈判的核心。因此，农业在《马拉喀什行动宣言》里被重点提及，并在 11 月 17 号的气候大会上得到了所有出席缔约方赞成通过。这一宣言即呼吁各方“支持和加大力度努力消除贫穷、确保粮食安全，并采取严厉行动，以应对气候变化对农业带来的挑战”。

例如，为了采取行动，摩洛哥渔业和农业部与“土地退化中立 (LDN) 基金”在 11 月 17 日签署了一项协议书。作为 AAA 倡议的一部分。此协议书将由联合国防治荒漠化公约和 Mirova 投资公司联合启动。此协议旨在帮助非洲的小农户复原防止非洲肥沃土壤的进一步退化，将使 LDN 基金在未来通过 AAA 倡议发现潜在投资。

摩洛哥渔业和农业部部长阿赫努什先生宣布：“我为 AAA 倡议的提出感到自豪，它在气候谈判中致力将农业放在了一个新的历史维度。我们现在必须专注于这份倡议的持续性，并通过 COP22 帮助更多国家采纳，它将一直被摩洛哥关注并推进实施，直到下一届气候峰会即 COP23。我邀请所有非洲和欧洲的部长们，继续支持这一行动，以确保给予非洲人民巨大的生活改变和福祉。”

#### AAA 倡议 -- COP22 的核心

在马拉喀什 COP 会议开展期间，社交媒体上成千上万的民众，以及许多知名人士均表示了他们对 AAA 倡议的支持，比如 联合国粮农组织总干事格拉齐亚诺 (Graziano Da Silva)、法国农业部长勒费尔 (Stephane Le Foll)、FNH 基金会创办人尼古拉·于勒 (Nicolas Hulot)，及欧洲委员会环境专员维拉 (Karmenu Vella)。

为了满足 COP22 参观者的需求，AAA 倡议在 COP22 期间筹办了宏大的展示活动空间，吸引了超过 8,000 名参观者。世界各地的网友都能够通过 #WeAAAre 在社交媒体上的互动墙来深入参与与支持。与此同时，解答 AAA 其他议题的会议也在 COP22 期间举行。在 11 月 16 日农业主题日，AAA 与高级别小组一起在蓝色区域内展开了系列边会。

美通社 2016-11-23

## 山西：煤炭大省“移情”新能源

山西省电力公司最新数据显示，截至 11 月 20 日，山西新能源发电装机容量已突破千万千瓦大关。其中，风电装机 724.53 万千瓦，光伏装机 290.93 万千瓦。21 日，山西电网风电、光伏发电达到 610 万千瓦，占当时全省用电的 28.4%，创历史新高。煤炭大省“移情”新能源。

风电：连续五年翻番

右玉县杀虎口旁边的山峰上，33 座“大风车”在冬日湛蓝的天空下不停地旋转。这些投资近 5 亿元的“大风车”属于山西福光风电有限公司，每年实际发电量达 8000 万到 1 亿千瓦时。目前该县已成为全省最大的风力发电基地。

山西风能资源丰富，电网分布均匀，发展风电的基础和条件得天独厚。然而，在 2008 年以前，山西并无一座风电场，风力发电为零。2008 年 7 月 28 日，山西首座风电场正式并网，揭开了这个能源大省的转型序幕。

在随后的五年中，山西风电装机容量连年翻番，2012 年跃升为全国风电百万装机容量大省。截至目前，山西风电装机容量已达 724.53 万千瓦，占全省装机容量的 10%，成为除火电之外的第二大发电板块。

为帮助各风电企业能尽早投产并网，山西省电力公司积极开展优先调度、优先消纳等工作，为风力发电开辟了绿色通道，极大地促进了全省风电发展，也保证了风电发电量与装机容量同比增长、且发电量增速高于装机容量增速，机组平均年利用小时数增速高于火电年平均利用小时数增速，即“双增两高”。

山西省力争到 2020 年风电装机达到 1800 万千瓦，积极推进晋西北、吕梁、中条山风电场项目建设，打造以晋北千万千瓦级风力发电基地建设。为保证新能源发电的有效利用，山西省电力公司加强配套电网建设，2016 年将投资 178.35 亿元，建成 110 千伏以上变电容量 454.8 万千瓦安、线路

719.83 公里，确保全省电网用电需求和新建风电及时并网。

山西风电就地消纳能力十分有限，需依靠坚强电网以“风火打捆”的形式外送外省，而特高压建设就为风电外送提供了难得机遇。山西省电力公司相关负责人介绍，今明两年，山西将建设 1000 千伏晋北-天津南、晋东南-豫北等 4 项特高压交流工程和 800 千伏晋北-江苏等 5 项特高压直流工程，投资额达到 415 亿元，预计 2 年至 3 年内全部建成投运。这将为山西的电力外送开辟广阔天地。

光伏：走在全国前列

随着正泰光伏、澳能光伏等光伏电站启动送电，7 月初，大同采煤沉陷区“国家先进技术光伏示范基地”13 个光伏发电项目正式并网发电，山西省光伏发电装机容量也随之超过水电装机容量，成为省内继火电、风电之后的第三大发电板块。

大同采煤沉陷区“国家先进技术光伏示范基地”是全国首个 100 万千瓦光伏“领跑者”示范基地，旨在提升我国光伏发电技术、推动区域经济转型，对光伏产业发展和资源整合优化具有指导意义。

目前山西省除了晋能集团，同煤集团、焦煤集团等能源企业也都纷纷试水光伏产业。除了集中式大型光伏电站如火如荼建设之外，分布式光伏发电也是山西主推的扶贫项目。从 2014 年 10 月起，临汾、大同两市的 5 个贫困县就作为试点县在 50 个村建设了 50 座村级分布式光伏扶贫电站。

今年山西省政府发布《关于开展光伏扶贫工作指导意见》，其中明确规定，2016 年全省光伏扶贫工程要惠及 1000 个以上建档立卡贫困村、7 万个建档立卡贫困户，保障建档立卡无劳动能力贫困户每年每户增收 3000 元，并适当增加村集体经济收入，其他光照条件好的贫困地区也可因地制宜推进实施。

山西省电力公司将根据电网运行工况及时调整火电等机组开机方式和计划出力，实现各类发电优化调度，充分利用“太阳能+沉陷区治理”“太阳能+扶贫”“太阳能+农业生产”等模式，发展壮大光伏产业。

科技日报 2016-11-24

## 西北新能源发电 有效促进节能减排

11 月 24 日，记者从西北分部西北电力调控分中心了解到，截至 11 月 20 日，西北新能源年累计发电量首次突破 700 亿千瓦时大关，新能源作为西北电网的主力电源，在满足电网供需平衡、促进节能减排、带动经济社会发展等方面起着不可替代的重要作用。

据了解，西北新能源发展具有以下特点：一是装机保持高速增长，2009 年以来，新能源装机年均增速 72%，截至目前，新能源装机达到 6900 万千瓦(其中风电 4027 万千瓦，光伏 2873 万千瓦)，成为占电网统调总装机容量 32.3%的第二大电源类型，西北电网用了 8 年的时间，实现了新能源从 100 万千瓦到近 7000 万千瓦的跨越，西北已成为国网公司系统内风电、光伏装机最大的区域。二是新能源发电量逐年提升。2009 年以来，西北新能源发电量年均增速 61%，截至目前，新能源发电量 708.81 亿千瓦时(其中风电 452.46 亿千瓦时，光伏 256.35 亿千瓦时)，同比增长 32.12%，占全网总用电量的 11.34%，即，西北地区每用 10 度电就有超过 1 度是新能源。此外，新能源发电量屡创新高，今年以来新能源单日发电量创新高达 19 次(风电 22 次，光伏 19 次)。三是高占比运行成为常态。截至目前，西北新能源最大电力达到 2107 万千瓦，占用电负荷的最大比例为 30.85%;新能源单日最大发电量 3.43 亿千瓦时，占当日全网用电量的 21.78%。新能源占比越大，电网运行的不确定因素越大，而目前西北电网新能源电力电量高占比运行已经成为常态。

针对高比例新能源接入和运行，西北电力调控分中心围绕安全、消纳和专业管理三个主题开展了大量的工作，确保新能源安全运行和优先消纳。一是提升新能源安全管控能力。针对严重故障下风机高、低压脱网风险，组织开展哈密、酒泉风电机组故障穿越能力整改;针对多回直流同时故障下的系统高频问题，研究提升新能源高频耐受能力至 51.5Hz，并组织开展新能源机组参与电网频率快



速响应的试验及工程应用;在全网推进新能源机组 AGC 系统建设,提升新能源调节性能,试点建设利用新能源机组自身无功调节能力的 AVC 系统,提升局部电网电压控制水平。

二是促进新能源充分消纳。通过组织开展全网火电调峰能力核查,提升新能源接纳能力近 200 万千瓦;促进新能源跨省跨区消纳,今年以来跨省跨区消纳新能源 132.2 亿千瓦时,同比增长 56.25%;建立了跨省日前、实时电力交易机制,今年以来完成日前、实时交易电量 17.2 亿千瓦时;组织签署了《青海、陕西电网调峰互济框架协议》,通过开展调峰互济工作,今年以来共计增加光伏消纳电量 19 亿千瓦时;开展甘肃与主控区的电量置换工作,今年以来累计增加新能源发电量 15.3 亿千瓦时。

三是加强新能源调度运行专业管理。组织各省调梳理形成新能源并网、运行、分析共三大类 200 余项基础指标,完善新能源基础数据平台;推动新能源超短期功率预测实用化,创新提出相似度、合格率等评价指标,常态化开展预测分析并逐步减小预测偏差;组织开展新能源理论发电功率上传工作,编制印发《西北电网新能源理论发电功率及受阻电量统计评价细则》,明确了理论发电功率和受阻电量的计算方法和评价指标,为新能源消纳分析、资源评估和预测评价等工作奠定基础。

目前,西北新能源消纳发展仍面临着安全和消纳等挑战,但随着跨省跨区输电能力的提高、新能源参与大用户直供及替代交易试点的开展、新能源现货交易规则的出台,以及辅助服务激励机制的健全,全社会消纳新能源的合力正在逐步形成。西北电力调控分中心将积极适应新形势,坚持以电网安全运行和新能源优先消纳为己任,做好新能源调度运行相关工作,为促进国家节能减排,服务经济社会发展做出更大的贡献。

陕西传媒网 2016-11-25

## 山西风电光电新能源装机突破千万千瓦

山西省电力公司最新数据显示,截止 11 月 20 日,山西新能源发电装机容量已突破千万千瓦大关。其中,风电装机 724.53 万千瓦,光伏装机 290.93 万千瓦,累计达到 1015.46 万千瓦。11 月 21 日,山西电网风电、光伏发电达到 610 万千瓦,占当时全省用电的 28.4%,创历史新高。为保证新能源发电的有效利用,山西省电力公司克服风电并网规模大、建设周期短、投产集中等多方面困难,加强配套电网建设,2016 年将投资 178.35 亿元,建成 110 千伏以上变电容量 454.8 万千伏安、线路 719.83 公里,确保全省电网用电需求和新建风电及时并网。光伏:走在全国前列随着正泰光伏、澳能光伏等光伏电站启动送电,7 月初,大同采煤沉陷区“国家先进技术光伏示范基地”13 个光伏发电项目正式并网发电,山西省光伏发电装机容量也随之超过水电装机容量,成为省内继火电、风电之后的第三大发电板块。

PVnews 2016-11-24

## 在澳门召开的「第五届国际清洁能源论坛」,有哪些精彩看点?

11 月 29 日,国际清洁能源论坛(澳门)联合中国经济发展研究会、中国能源报社共同举办的第五届国际清洁能源论坛在澳门开幕。

本届论坛以“清洁低碳、高效节能”为主题,邀请了来自海内外的近二百名政府官员、专家学者及产业界人士汇聚一堂,就清洁能源产业发展的热点、难点问题进行为期两天的深入交流与探讨。

出席论坛开幕式的主礼嘉宾哪些?

全国政协副主席何厚铨,全国政协常委、港澳台侨委员会原主任、中国经济社会理事会副主席杨崇汇,中央人民政府驻澳门特别行政区联络办公室副主任姚坚,中华人民共和国外交部驻澳门特别行政区副特派员潘云东,联合国助理秘书长 Thomas Gass,全国政协委员、国际清洁能源论坛(澳门)理事长、葡萄牙驻香港名誉领事、澳门博彩控股有限公司行政总裁苏树辉,国际清洁能源论坛(澳门)常务副理事长、中国长江三峡集团公司原副总经理袁国林,全国政协委员、国际清洁能源论坛(澳门)顾问、澳门中华总商会会长马有礼,全国政协委员、澳门基金会行政委员会委员黎振

强，澳门特别行政区政府能源业发展办公室副主任卢深昌，澳门特别行政区政府环境保护局环境规划评估厅厅长冯咏阡。

#### 亮点多多

开幕式上主礼嘉宾共同登台，为象征着低碳绿色发展的苗木浇水，拉开了论坛序幕。

为了践行“清洁低碳、高效节能”的主题，本届论坛还特别举行了“碳中和”仪式，邀请国家林业局的绿色碳汇基金会核算了整个会议的碳排放量，并通过植树造林吸纳抵消二氧化碳排放，将论坛打造为一个真正的“绿色会议”，并借此呼吁全社会关注节能减排问题。

同时本届论坛上还举行了

第五届国际清洁能源论坛主题峰会、

2016《清洁能源蓝皮书》发布会、

2016国际清洁能源学术与产业发展研讨会、

2016中国能源集团500强发布会和2016国际能源新技术新产品推介及市场发展研讨会等活动。

同期出版了两本清洁能源蓝皮书：《温室气体减排与碳市场发展报告（2016）》和《清洁供热与建筑节能发展报告（2016）》。

#### 现场部分发言

国际清洁能源论坛（澳门）理事长苏树辉在开幕式上致辞表示，国际清洁能源论坛是一个“官产学研”交流平台，是一个“智库型”的国际平台，还是一个“产学研”的合作平台。

澳门特区政府历来高度重视环境保护问题，确定了构建低碳城市，推动环保事业的可持续发展目标，绿色低碳、节能环保是未来可持续发展的必然方向。

“今年是中国‘十三五’规划的开局之年，是联合国2030年全球可持续发展议程启动之年，也是中国成功举办G20峰会之年，更是巴黎气候协议的批准生效之年。”他说，“在此背景下，我们将‘清洁低碳、高效节能’确定为今年论坛的主题。并将本次论坛办成一场绿色会议，以切实行动加入节能减排的行列。节能减排不仅仅是国家和政府的责任，需要全民族的共识，需要全社会的行动。”

中国经济社会理事会副主席杨崇汇指出，能源转型不仅仅是经济和市场问题，更是政治和战略问题，当前世界各国普遍加强对能源转型的战略引领。2016年是与能源转型密切相关、意义重大的关键之年。中国为应对气候变化作出了重要贡献并发挥了领导性作用。

杨崇汇建议为切实推动我国清洁低碳、安全高效现代能源体系建设，需要着力做好以下几个方面工作，以实现“能源转型，创新联动，合作共赢”：

一是战略定位要清晰，以“不断提高非化石能源和天然气等清洁能源在能源消费中的比重”作为总的战略取向，并制定具体可行的中长期目标和短期目标；

二是政策实施要严格，充分结合国际国内能源发展计划和供给侧结构性改革，进一步制定相关实施政策，加快完善监督管理机制，充分发挥政府、企业、用户、行业协会等多方作用，确保相关政策严格缜密落实；

三是技术研发要创新，建立“产学研”一体化的能源技术研发与推广平台，加快能源生产消费全产业链的优质技术设备的市场推广与普及；

四是产能合作要共赢，充分结合“一带一路”和“走出去”等国际产能合作规划，加强与相关国家和地区能源合作项目建设，积极参与全球能源治理。

联合国助理秘书长 Thomas Gass 则分享了联合国2030可持续发展议程。

他表示，联合国2030可持续发展议程最重要的是要根据各国国情把17个可持续发展目标贯彻实施，这些目标其实涉及很多国家，不管是就业或者是扩大社会公平、降低自然灾害、减少气候变化、增加生物多样性等等，这些挑战都是针对每一个人的，而且是可以超越国境，这要求全球共同承担责任，以实现共同的愿景。

他还特别指出，中国在这方面发挥了典范作用，通过产业和农业政策来实现中国对于可持续发展目标的承诺。”节能减排的行动对于可持续发展是至关重要的，一个清洁的能源经济可以提升全人

类的生活水平，而且也能够提升食品、水和能源安全。希望通过可持续发展凝聚各代人，共同打造一个美好的未来。”

最受关注的颁奖

另外，本届论坛上还分别举行了 2016 国际清洁能源年度人物/企业，第四届中国能源装备优秀人物/企业的颁奖仪式。

其中，2016 国际清洁能源年度人物由全国政协委员、协鑫集团控股有限公司创始人、全球太阳能理事会主席朱共山获得；中国长江三峡集团公司则荣获 2016 国际清洁能源年度企业。

中国工程院院士、中国石油化工集团公司原副董事长、总裁王基铭当选本届中国能源装备终身成就人物；南瑞集团公司总经理（国网电力科学研究院院长）奚国富获选本届中国能源装备领军人物；获得本届中国能源装备杰出企业的是神华宁夏煤业集团有限责任公司。

本文论坛图片均由中国能源报记者刘浩 / 摄

李慧 中国能源报 2016-11-30

## 热能、动力工程

### 微软签最大规模风电协议 造“无碳”数据中心

北京时间 11 月 14 日晚间消息，微软宣布，已签署两笔风力发电项目协议，总计将购买 237 兆瓦的风电，使得微软在美国风电项目上的投资规模超过 500 兆瓦。

微软称，已与堪萨斯州 Bloom Wind 风力发电厂签署协议，购买 178 兆瓦的风电。此外，微软还与 Black Hills Energy 能源公司签署协议，从其 Happy Jack 和 Silver Sage 风力发电项目购买 59 兆瓦的风电。

新购买的这些风电将足以为微软位于怀俄明州夏延(Cheyenne)地区的“零碳排放”数据中心提供清洁能源。这也是到目前为止，微软签署的最大规模的风电购买协议。

在此之前，微软已签署协议在伊利诺斯州购买 75 兆瓦、在德州购买外 110 兆瓦的风电。

微软总裁兼首席法务官布拉德·史密斯(Brad Smith)称：“微软已承诺将打造一项负责任的云业务。新签署的这些协议表明，在完善微软数据中心能源组合的进程中，我们正在取得进展。”

新浪科技 2016-11-15

### 2030 年我国非化石能源占消费总量比例达到 20%

风电、光伏等可再生能源与煤电等传统能源相比，电价上并无优势，这也成为限制我国可再生能源进一步扩大规模的关键因素。国家发展和改革委员会近日发布《关于调整新能源标杆上网电价的通知（征求意见稿）》，提出将适当降低保障性收购范围内 2018 年新建陆上风电和 2017 年新建光伏发电等新能源标杆上网电价，引发业界热议。

专家表示，可再生能源若想不断扩大市场占比，必须正视与成本低廉的火电等传统能源的竞争，如果要按期完成我国向国际社会承诺的 2030 年非化石能源占能源消费总量比例达到 20% 的目标，必须加快可再生能源平价上网步伐。

上网电价持续下调

电价补贴几乎是所有国家在新能源发展初期采取的鼓励措施之一，可谓是新能源产业的“风向标”，电价变动对产业影响巨大。拿光伏行业来说，电价每到一个下调的截止时间点，之前都必将发生一段时间的“抢装潮”。

记者获悉，在最新的征求意见稿中，变化最大的是光伏电价，其中光伏上网电价三类地区分别

从每千瓦时 0.98 元、0.88 元、0.80 元下调至 0.75 元、0.65 元、0.55 元，而屋顶分布式“自发自用余量上网”和“全部自发自用”的补贴由目前执行的 0.42 元，下调至一类地区 0.2 元，二类地区 0.25 元，三类地区 0.3 元。两种类型的电价最高降幅分别达到 31.2% 和 52.4%。此外，2018 年陆上风电电价比原计划再降 0.03 元，海上风电电价也将下调 0.05 元。

工信部电子信息司电子基础处处长王威伟透露，随着产业规模的扩大，投资成本持续降低，比如，从“十二五”初期到现在，光伏发电的硬件成本下降了 70%。

此前，华电、昌盛日电更以每千瓦时 0.52 元的上网电价成功中标包头光伏领跑者基地项目，与一类风能资源区标杆上网电价仅差 0.01 元。

除了成本大幅下降，财政补贴资金缺口较大是电价下调的直接原因。国家能源局副局长李仰哲坦言：“截至今年上半年，可再生能源补贴缺口累计达到 550 亿元，原有的补贴模式难以为继。”

世界上没有任何一个行业是可以依靠补贴持续发展下去的。光伏、风电、光热等新能源，未来谁的成本下降更快，谁就会占有更多的市场份额，一个背负巨额补贴的行业不可能成为一个国家电力供应的主要能源。

“为实现国家确定的非化石能源中长期发展目标，每年必须保持一定的可再生能源新增规模；但同时，我们也不希望行业过快发展，透支市场的接纳能力，否则不仅是投资的巨大浪费，更会影响整个产业的平稳发展，我们必须避免行业大起大落现象的发生。”国家能源局新能源与可再生能源司司长朱明也表明了电价调整的思路。

#### 光伏风电态度不一

由于光伏成本不断下降，而且速度较快，光伏行业对此次调价普遍持有较为积极的态度。“补贴下调，对光伏企业肯定是有影响的，但这个影响的大小需要看企业接下来的应对措施。”东方日升总裁王洪告诉记者，补贴下调，会促使光伏行业的技术进步与成本降低，光伏企业优胜劣汰，整个行业会健康发展。

一些拥有先进技术、高效组件的企业愿意看到电价的下调。正信光电运营总裁王传邦说，电价下调后，公司的利润不会降低，光伏项目内部投资回报率基本上会保持在合理程度，核心竞争力会更强。面对补贴下降，集中式电站收益率降低，正信光电已提前布局并进一步扩大业务区域，农业光伏项目和家庭分布式光伏电站则是今后业务的重点。

一些企业虽然也认可电价下调不可避免，但认为下调的幅度有待商榷。晋能科技总经理杨立友说：“此次征求意见稿中的光伏上网电价下调幅度过大，光伏电站的投资回报率将明显下降”。

近年来，尽管我国风电的新增装机和累计装机都超过光伏，但光伏上网电价的下降速度却远超风电，受制于成本问题，风电尤其是成本较高的海上风电对于电价下调还存在一定压力。

“当前三北地区弃风限电严重，迫使我国风电开发往南方往内地往沿海地区转移，但是这个投资成本比三北地区高出很多。”浙江运达风电股份有限公司副总经理叶杭治说，虽然风电设备成本已经降了很多，但风电总的投资成本并没有明显降低，因为风电开发的难度加大了，在内地山区开发要修建道路、拆迁、绿化补偿，成本很难下来。“现在这个状况下，降电价不利于进一步开发风电。”

隆基股份董事长、乐叶光伏执行董事钟宝申建议，既不能让产业靠国家政策的支持来维持暴利，也不能一棒子打死，使产业失去应有的发展动力，应该是行业最优秀的前 30% 的企业有利可图，10% 的企业盈亏平衡，以这样的方式来定扶持政策，才能使产业可持续发展。

#### 建设有利发展的市场体系

当前，我国新能源产业迎来大好发展机遇，但同样面临着许多困难和挑战，高成本仍是新能源发电发展的主要障碍。

技术持续进步和市场规模的不断扩大，已经成为我国新能源产业降低成本的主要路径，但是适合新能源产业健康发展的市场体系远不成熟。朱明表示，“十三五”将是我国新能源产业发展的关键时期，我们在“十三五”时期的主要任务就是通过市场竞争的方式配置资源，推进建设有利于可再生能源发展的市场体系，不断推动新能源发电成本的下降和技术水平的上升，早日实现不依赖国家

补贴的自我持续发展。

利用市场手段促进可再生能源发展，必须让市场配置资源的决定性作用发挥出来。在发达国家，美国各州通过法案建立了可再生能源市场份额制度和绿色证书制体系，德国也通过不断修订《可再生能源法》建立了明确的补贴制度。根据我国的国情、非化石能源消费比重目标和可再生能源开发利用目标的要求，政府也提出要建立全国统一的可再生能源绿色证书交易机制，从而更多发挥市场力量，推动能源的市场化走向。

“为了加快补贴的退出，我们最近也在深入研究国际上比较普遍采用的可再生能源发电配额考核和绿色证书交易制度，希望采取市场化的方式来确定补贴的额度，同时逐步减少对财政直接补贴资金的需求。”朱明透露。

除此之外，还需要通过微电网、新能源示范城市等示范工作大力推动分布式能源的发展。只有这样，才能确保新能源产业成为实现 2020 年和 2030 年非化石能源分别占一次能源消费比重 15% 和 20% 目标的重要支撑力量。

“一方面，巴黎气候协定带来了很好的市场前景，另一方面，我国发电成本快速下降，为市场的推广奠定了基础。再加上将来的市场还会演变向多元化发展，我们的市场前景是没有问题的。”中国光伏行业协会秘书长王勃华说。

王轶辰 经济日报 2016-11-16

## 地热将成为我国非化石能源增量主力

11 月 17-18 日，“第 240 场中国工程科技论坛、2016 年中国地热国际论坛”在北京举办。论坛透露，我国已建立较完善的地热资源开发利用技术体系，地热直接利用居世界首位。到 2020 年，我国非化石能源将在一次能源消费中占比从 12% 提高到 15%，其中，地热资源是增量主力。届时，我国地热供暖、制冷面积将达 16 亿平方米，累计实现地热发电装机容量 53 万千瓦时，可实现替代标煤 7210 万吨，减排二氧化碳 1.77 亿吨，对我国调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义。

本届论坛是继 2014 年成功举办首届中国地热论坛，首次借助中国工程科技论坛的平台，举行的又一次重要论坛。论坛的主题是“合作、创新、绿色、跨越”。参会院士专家将研讨地热产业发展现状、趋势及挑战，地热产业开发利用规划、战略布局、支持政策，以及相关的关键技术、核心装备的筹划等，助推全球特别是中国地热能高效利用和可持续发展。

中国工程院院士，十届全国政协副主席，中国工程院主席团名誉主席徐匡迪，国际地热协会主席亚历山大·里克特出席论坛开幕式。国家能源局副局长李仰哲，河北省副省长张杰辉，中国工程院院士、工程管理学部主任孙永福，中国石化集团公司总经理戴厚良为论坛致辞。中国工程院院士、国家地热能中心指导委员会主任曹耀峰报告了论坛筹备有关情况。国家能源局、科技部、国土资源部、环境保护部、住建部等部委，汪集旸、朱高峰、多吉、马永生、李根生等 29 位中国工程院、中国科学院院士，北京、天津、河北等 17 个相关省市，澳大利亚、冰岛、德国、韩国等 4 个国家的专家学者，以及中石化、中石油、中海油和高校、社会研究机构、地热行业相关企业等共 700 余人参加本届论坛，共同探讨解决地热能源开发利用领域内的前瞻性、突破性技术和实践问题。

发展地热对我国调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义。地热能是一种清洁可再生能源。我国地热资源丰富，资源量约占全球地热资源的六分之一。其中，浅层地热能资源量相当于 95 亿吨标煤；中低温地热资源资源量 13700 亿吨标准煤；干热岩(3-10 公里内)资源量 860 万亿吨标煤，开发利用潜力巨大。发展地热产业不仅对于调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义，而且对于国家培育新兴产业、促进以人为本的新型城镇化建设、带动相关装备制造国产化和工程技术业务发展，以及对增加就业均具有明显的拉动效应，是建设生态文明、实现绿色发展的重要举措。

国家能源局副局长李仰哲表示，全球能源转型进一步提速，新一轮能源革命正在孕育成长，可再生能源在全球能源体系中的作用发挥越来越大。中国政府高度重视并致力于推动能源转型变革，

确立了能源绿色低碳发展目标：到 2020 年，非化石能源占一次能源消费总量的比重达到 15% 左右；到 2030 年，非化石能源占一次能源消费总量的比重达到 20% 左右。地热是一种具有重要竞争力和独特优势的再生清洁能源。我国地热资源丰富，2016 年我国首次编制了地热产业发展规划，即《国家“十三五”地热能发展规划》，必将促进地热资源的优质高效开发，在我国能源结构转型中发挥不可替代的作用。

河北省副省长张杰辉表示，河北省与中国石化携手打造了“雄县模式”，建成了我国首座“无烟城”，得到了社会各界广泛认可。预计河北省 2017 年能源消费总量将达到 3.5 亿吨，积极开发利用地热等可再生能源，对缓解传统化石能源消耗压力、减少温室气体排放、治理大气雾霾等都具有十分重要的意义。河北省地热可开采资源量达 50 亿吨标准煤，总量居全国第二位。河北省将认真贯彻党中央、国务院的战略决策，继续完善地热能开发利用的政策措施和市场环境，创新开发利用模式，建设匹配的社会化、市场化、专业化服务体系，推动河北省新能源开发利用的全面提速，为绿色低碳发展作出应有贡献。

中国工程院院士、工程管理学部主任孙永福表示，我国作为世界上最大的能源生产国和消费国，面对经济增速换挡、资源环境约束趋紧的新常态，必须着力改变以煤炭为主的传统能源利用方式，大力发展绿色清洁能源，逐步摆脱对化石能源的依赖，推动人类社会文明实现持续稳步发展。地热作为非化石能源的重要资源之一，具有储量大、分布广、稳定性好、用途广泛、可循环利用等特点，且不受季节、气候、昼夜变化等外界因素干扰，开发利用前景广阔，大有可为。目前，中国地热开发利用形成了较为完备的系列技术，整体处于世界先进水平，还培育涌现出了以中国石化为代表的一大批技术领先、实力过硬的地热开发利用企业。希望这次第 240 场中国工程科技论坛能成为一次学术界、产业界充分交流的平台，一次促进能源转型、推动能源发展的思想盛宴，未雨绸缪、集智攻关、集体会诊，将地热工程技术领域问题深化细化具体化，推动地热产业技术创新、产业创新和商业模式创新，为地热产业的科学、清洁、高效、可持续利用做出新的更大的贡献。

中国石化集团公司总经理戴厚良表示，绿色低碳、节能环保已成为时代潮流，优化能源结构、发展可再生能源已成为各界共识。中国石化积极践行绿色发展战略，经过多年努力，在地热资源开发利用方面取得了长足进展，形成了地热开发利用的成套核心技术体系，创建了全球第一个地热供暖 CDM 方法学，注册了全球首个地热供暖咸阳 CDM 项目，实现了地热产业的快速发展。目前，我国地热开发利用尚处于起步阶段，作为国内地热资源开发利用的最大企业，中国石化将以此为契机，交流创新，碰撞智慧，为推进中国地热产业的健康发展，促进我国能源结构调整，建设美丽中国做出积极贡献。

目前我国地热直接利用居世界首位。截止“十二五”末，全国浅层地热能供暖、制冷面积达到 3.92 亿平方米，中深层地热供暖面积达到 1.02 亿平方米，年可实现替代标煤 2000 万吨，减排二氧化碳 4920 万吨，地热已成为我国可再生能源家族中的重要一员。在地热直接利用中，浅层地热供暖占 58%，中深层地热供暖占 19%，温泉洗浴仅占 18%。意味着中国地热开发的能源性、技术性更加突出。

我国已建立较完善的地热开发利用技术体系。地热资源开发利用技术是一门多学科的综合技术，已形成资源勘查与评价、钻井成井工艺、尾水回灌、梯级利用、高效运营、保温与换热、防腐防垢、热泵和发电等较为完善的技术体系。目前，国家地热能中心、中科院等多家科研机构和石油大学、地质大学、清华大学等高校，开展了地热资源开发利用技术研发，形成了与资源特点相适应的地热开发利用技术体系，很好地指导了我国地热资源勘查开发利用实践。

地热在我国能源发展中具有“三大突出贡献”。在能源结构调整方面，到 2020 年我国地热供暖/制冷、发电、种植、养殖、洗浴等，共可实现替代标煤 7210 万吨。按照 2020 年能源消费总量 48 亿吨标煤测算，届时地热占比将达到 1.5%，比目前的 0.5%，提高 1 个百分点，也就是说在非化石能源今后五年的 3 个百分点增幅中，地热“三分天下有其一”。说明地热在未来能源结构调整中的贡献十分巨大；在应对气候变化方面，对应十三五规划中地热实现替代标煤 7210 万吨，将减排二氧化碳 1.77

亿吨。这对于降低我国碳排放总量和碳强度都具有十分重要的意义。因此，地热在我国应对气候变化中的贡献突出；在雾霾治理方面，根据燃煤供暖锅炉《锅炉大气污染物排放标准》测算，采暖锅炉二氧化硫、氮氧化物和粉尘分别是电厂锅炉的4倍、4倍和2.5倍，散煤直燃的污染排放量是工业燃煤的十几倍。相对于太阳能发电、风电等，替代的是燃煤电厂排放的污染物，地热供暖替代的是供暖锅炉的燃煤和直燃的散煤所产生的污染物，对于大气污染治理的意义更加突出。

京津冀地区将成为“十三五”期间我国发展地热的主阵地。该地区每年可开发利用的地热热量折合标准煤3.43亿吨，相当于京津冀2014年燃煤消耗总量的94%，每年可减排二氧化碳8.18亿吨。截至2015年底，该地区已形成年利用地热供暖制冷面积13000万平方米，实现年替代标煤380万吨，减排二氧化碳980万吨。培育了中国石化新星公司、北京地矿局、天津地热院等一批有实力的地热勘察开发利用企业，形成了较为完备的地热勘察开发利用技术体系，具备了加快发展的基础。根据国家《地热产业发展“十三五”规划》（征求意见稿），该地区将新增地热供暖制冷面积3.1亿平方米，到2020年，累计实现地热供暖制冷面积4.4亿平方米，年可替代标煤1280万吨，减排二氧化碳3460万吨。

中国石化领跑全国常规地热开发。中国石化已成为国内最大常规地热资源开发利用企业。近年来，中国石化积极实践绿色低碳发展战略，把发展地热产业提升到战略层面来规划和推进，形成了多井集输、梯级换热、综合利用、尾水净化和采灌结合等地热资源开发应用技术体系，创建了世界上第一个地热供暖CDM方法学，实现了地热产业的快速发展。

中国石化“十三五”期间将在全国再造20座无烟城。目前，中国石化地热产业已遍布全国16个省市，地热供暖能力达4000万平方米，占全国常规地热供暖的40%，年可替代标煤116万吨，减排二氧化碳300万吨，成功打造了地热资源开发利用的“雄县模式”。截至目前，雄县已建成供暖能力450万平方米，成为我国第一个“无烟城”，并以“雄县模式”为引领，已在河北省15个市（县）区发展地热供暖面积1500万平方米。“十三五”期间，中国石化地热开发将打造“20座无烟城”，实现新增供暖、制冷面积1亿平方米。

中石化新闻中心 2016-11-17

## 上海市冬夏季节商用楼宇需求响应潜力后续分析报告发布

本报讯 11月17日，自然资源保护协会（NRDC）与牛津大学环境变化研究所（ECI）在京发布了最新合作成果《上海市冬夏季节商用楼宇需求响应潜力后续分析报告》。报告发现，到2030年，商用楼宇可在夏季削减高峰负荷达到379MW（可削减负荷项目和直接负荷控制项目），约占2014年上海夏季最高用电负荷1.4%；冬季峰荷削减规模可达到189MW（可削减负荷项目），占2014年上海冬季最高用电负荷的1%。

近年来，随着城镇化进程的不断深入和商业活动的迅速发展，广州、上海、北京、成都等人口密集城市的电网峰荷记录连创新高；大功率电器尤其是夏季空调的负荷导致电网设备过载风险上升，对电网平稳运行的威胁日渐显著。传统上，缓解这种威胁的手段需依靠发电侧增加高峰发电能力，也就是“调峰”，但目前调峰发电能力主要来自于燃煤机组，不仅运行成本非常高昂，也会带来严重的温室气体与空气污染物排放。因此，电力体系管理需要转变思路，不再一味被动增加发电能力，而要直接在负荷来源——需求侧下功夫，通过资金奖励或电费优惠等行为激励，实现用户自愿降低高峰时刻的用电负荷，也就是参加需求响应项目（Demand Response，即DR）。在一次DR参与过程中，商业楼宇可采取的主要办法包括调高空调温度、降低照明亮度等，在不明显影响用户舒适度的前提下，降低楼宇用电负荷。从其实质上讲，推广DR就是用经济、灵活、低碳的需求侧资源替代昂贵、高碳的传统供给侧电能资源（如燃煤调峰机组）以满足未来城市的电力需求，对构建坚强电网形成有力支持，是我国能源规划部门需要提前部署和积极应对的课题。

作为全国经济中心、金融中心和商业中心，上海的城市用电量和电网日峰谷差都很高。上海市

自 2014 年成为我国首个开展需求响应试点工作的城市以来,不断探索创新机制,并取得了良好效果。在此基础上,NRDC 与牛津大学 ECI 于 2015 年 7 月发布了《上海市需求响应市场潜力及效益评估》,估算上海市 2030 年需求响应共可降荷 250 万千瓦,占高峰负荷总量 4%;并创造总效益 8.1 亿人民币。本次发布的报告是 2015 年报告的后续专项研究,基于腾天公司在上海黄浦区的部分商用楼宇开展的第二轮 DR 试点工作成果,对商用楼宇这部分用电大户在 2020 年-2030 年执行冬夏季需求响应的潜力进行了评估。

按商用楼宇类别来看,在冬夏两季,金融、地产、商业和服务业楼宇比零售、酒店和餐饮业楼宇的削减负荷潜力更大,部分原因是前一类用户总用电量远超出后一类用户,且前一类用户的负荷曲线更加“陡峭”。按用电终端来看,空调是商用楼宇在夏季实施 DR 的主力军:空调削减负荷的潜力占上海 2030 夏季 DR 总潜力的 70%。在冬季,照明和插座负荷占比较高。然而,相比于暖通空调系统,这两类负荷灵活性较低,削减负荷的潜力或许有限——能效提升或许是这类终端用电实现负荷削减的更佳途径。此外,未来要研究各个负荷之间相互的作用关系,例如,照明、插座负荷产生的废热或许是空调负荷升高的一个原因。因此需要综合考虑终端电器的工作特征,才能在实际中更好地设计 DR 项目。

展望“十三五”,需求响应在国内面临前所未有的发展机遇。我国对电力体系的灵活性和清洁低碳发展愈发重视,其中售电主体创新服务内容和商业模式得到电力“十三五”规划的直接鼓励;上海市近期颁布的电改试点文件中更明确提及要继续研究该市需求侧响应试点工作。NRDC 需求侧管理与能效项目研究员金亨美表示,中国在推动电力体制改革的大环境下,需求侧资源整合利用的重要性越来越突出,在“十三五”电力规划里已明确需求侧管理的发展方向,今后的工作重点应是实际落实。牛津大学 ECI 刘英琪博士表示,DR 作为一种灵活性的需求侧资源,有很大的市场潜力,并可以媲美发电侧资源,在夏季和冬季均发挥调峰作用,同时具有更高的环保和经济效益。更好地利用这些资源需要各方在电力体制和市场开发方面共同合作,使其在削减负荷、促进新能源和电动汽车并网以及提高电力系统经济效率方面价值得以实现。

高天健 中国能源报 2016-11-22

## 碳减排交易显著提高光伏项目收益率

随着国务院下发《关于印发“十三五”控制温室气体排放工作方案的通知》(国发〔2016〕61号)(下文简称“控制温室气体方案”),标志着全国性的碳排放权交易市场将正式启动运行。

以北京市为例,光伏项目参与碳减排交易,预计每度电将获得 4.5 分左右的收益,项目的全投资收益就会增加 1%以上,资本金收益会增加 3~4%。

### 1、国内的碳减排市场

早在 2013 年,北京、上海、天津、重庆、湖北、广东和深圳等七省市就开展了碳交易试点。在此基础上,2015 年 12 月中国明确提出计划于 2017 年启动全国碳排放交易体系,第一阶段将涵盖石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、电力、航空等重点排放企业。

以北京市为例,2017 年重点监测的排放单位 947 家,二氧化碳排放量约占全市二氧化碳排放总量的 45%,核发重点排放单位既有设施配额约 4600 万吨。如果超标排放,将面临市场交易价 3 倍的罚金。

据了解,目前全国已有 9 家交易机构,还有更多地方表示要建立交易机构。由于目前是示范阶段,各地的交易规则相差很大,且地区保护性强。因此,各地的碳交易价格差异非常大。下图为最近一个交易日,7 个碳交易市场的交易价格。



国内碳市场(二级市场)					
试点地区	当日成交量(吨)	当日成交额(元)	成交均价	累计成交量(吨)	累计成交额(元)
湖北	70,254	1,255,298.08	--	288,718,512	6,846,264,142.45
深圳(2013)	--	--	--	2,456,886	9,062,728.33
深圳(2014)	--	--	--	4,491,170	165,902,481.85
深圳(2015)	7,001	166,489.09	23.78	9,190,846	380,438,822.04
深圳(2016)	15,013	346,686.09	23.09	481,836	11,864,237.14
上海	24,509	289,206.20	11.80	16,401,007	187,979,878.40
北京	58	2,946.40	50.80	4,944,602	229,205,997.70
广东	29,850	302,452.00	10.13	40,667,479	1,171,904,119.81
天津	--	--	--	2,363,967	39,196,281.20
重庆	--	--	--	416,189	7,463,113.02

全国性的碳减排交易市场建立起来，价格将逐步统一。而且，“控制温室气体方案”将形成碳减排量的硬性需求，提高碳减排指标的价格。根据国家发改委的初步估计，从长期来看，每吨 CO<sub>2</sub> 当量的价格 300 元的碳价是真正能够发挥低碳绿色引导作用的价格标准。

## 2、碳减排市场有多大

根据国家统计局数据，2015 年全国 GDP 为 67.67 万亿元;根据《BP 能源统计年鉴 2016》，中国 2015 年全国的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放总量为 915389.68 万吨，即 91.54 亿吨。因此，万元 GDP 碳排放为 1.35 吨。

根据“控制温室气体方案”，到 2020 年，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2015 年下降 18%，即下降到万元 GDP1.11 吨。

假设“十三五”期间 GDP 的年增长率为 6%，到 2020 年 GDP 将达到 86.37 万亿元;与目前的排放水平相比，要减排 22.05 亿吨。企业在现有条件下的减排潜力十分有限，预计大部分减排量要通过“碳排放交易”的形式开展。

如果按照北京市目前的碳交易价格——50 元/吨，则整个减排市场交易总额将达到 1102 亿元。

## 3、碳减排交易对光伏项目的影响

### 1) 度电收益

以乌海市 50MW 的光伏项目为例，按照目前 50 元/吨 CO<sub>2</sub>e 的市场行情，则项目年碳减排收入为：

年发电量：50MW×1532h=76600MWh

年减排量：76600MWh×0.9t/MWh=68994t

年碳减排收入：68994t×50 元/t=345 万元

度电碳补贴：345 万元÷76600MWh=0.045 元/kWh

可见，乌海一个 50MW 项目的碳减排量如果能全部出售，即使按照现在的市场价格，每度电相当于获得 4.5 分钱的电价补贴，每年可以增加 345 万元的收入。

之前曾经测算过，在现有造价下，电价增加 4.5 分钱，项目的全投资收益就会增加 1% 以上，资本金收益会增加 3~4%。

2)可再生能源电力需求

1kWh 的电量约减排 0.9kg,

全国到 2020 年的碳减排总量在 22.05 亿吨以上,

如果这些减排量全部通过可再生能源实现,则需要 24500 亿 kWh 的电量,折合每年 6125 亿 kWh。(2015 年全国的总用电量为 55500 亿 kWh)

4、哪些企业需要碳减排指标

1)碳减排地区要求

根据“控制温室气体方案”,国家对不同省份下达了不同的减排约束指标,具体如下表所示。

省份	数量	碳减排强度
北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、山东、广东	8	-20.50%
福建、江西、河南、湖北、重庆、四川	6	-19.50%
山西、辽宁、吉林、安徽、湖南、贵州、云南、陕西	8	-18%
内蒙古、黑龙江、广西、甘肃、宁夏	5	-17%
海南、西藏、青海、新疆	4	-12%
合计	31	-18%

北上广、津冀、江浙鲁这些经济最发达的省份,能耗大、排放量高,加上减排力度最大,需求会比较旺盛。而这些地方的可再生能源(碳减排量指标产生量)并不多。

2)电力企业的碳减排

根据“控制温室气体方案”,大型发电集团单位供电二氧化碳排放控制在 550gCO<sub>2</sub>/kWh 以内。

根据国家发改委气候中心公布最新的《2015 中国区域电网基准线排放因子》,各个区域的“电量边际排放因子 EFOM”和“容量边际排放因子 EFBM”如下表所示。

表:最新的基准线减排因子

区域	EFOM (gCO <sub>2</sub> /kWh)	EFBM (gCO <sub>2</sub> /kWh)	EF (gCO <sub>2</sub> /kWh)
华北区域电网	1041.6	478	900.7
东北区域电网	1129.1	431.5	954.7
华东区域电网	811.2	594.5	757.025
华中区域电网	951.5	350	801.125
西北区域电网	945.7	316.2	788.325
南方区域电网	895.9	364.8	763.125
全国平均值	962.5	422.5	827.5

EFOM 代表现有发电机组的平均水平;

EFBM 代表最先机的几个机组的平均水平。

可见,大型发电集团要把排放控制在 550 克二氧化碳/千瓦时以内,不依靠可再生能源是不可能的,而且清洁能源(水电、风电、光伏、核电等)的发电量比例大概要在 40%左右才能达到该水平。

表 2:五大发电集团的装机量统计(单位:万 kW)

项目	华能	大唐	华电	国电	国电投	合计/平均
总装机	16063	12717	13476	13500	10740	66496
清洁能源装机	4619	3878	≈5000	4037	≈4300	21834
比例	28.8%	30.5%	37.1%	29.9%	40.0%	32.8%

数据来源：五大发电集团 2015 年社会责任报告。华电、国家电投清洁能源装机容量由计算得出。

从上表可以看出，除华电、国电投的清洁能源装机比例略高一些外，其他三家都远低于 40%；由于火电的年利用小时数最高，所以清洁能源的发电量会比装机量更低。可见，五大发电集团，尤其是华能，碳减排压力十分大！因此各集团对碳减排工作都格外重视。

目前国内五大电力、部分地方电力、石油石化、新能源企业很多已经开展了系统工作，如大唐、华能、国电投成立了专门的碳资产管理有限公司，华电近日在中央企业里首家启动编制碳排放专项规划。

智汇光伏 2016-11-24

## “固态氨”技术有望脱颖而出

中国能源网 | 为解决日益严峻的大气污染问题，环保部近日发布征求意见稿，再次加码交通领域排放标准升级力度，拟在 2020 年实施“国六”排放标准。

无论业内如何争议上述征求意见稿提出的“国六”排放时间表，可以肯定的是，排放法规日趋严苛的趋势不可阻挡，目前更加现实的问题是，我国迫切需要提升当前在运行车辆的污染排放控制水平，尤其需降低商用柴油车的氮氧化物排放。而这已经成为全行业共同努力的目标。

在不久前刚刚举办的江苏昆山“2016 中国国际商用车及零部件展览会”上，尾气排放控制技术领先的法国企业——佛吉亚集团展出的自主研发的柴油车尾气排放控制技术——固态氨存储与输送系统（ASDS）备受推崇。

通过在伦敦、哥本哈根等国际城市展开的一系列真实驾驶环境测试，ASDS 在氮氧化物减排方面的显著成效已被证实。在中国日益严苛的排放法规要求下，固态氨技术将有望成为汽车领域国六排放的领先技术。

业内权威专家指出，固态氨技术的出现打破了传统 SCR 系统（选择性催化还原技术，针对柴油车尾气排放中氮氧化物的一项处理工艺）使用车用尿素低温结晶、转换率低、维护费用高等的制约瓶颈，尤其在降低尿素消耗、减少塑料污染、有效减排 NOX 等方面，具有革命性突破意义。

据介绍，ASDS 系统尤其在低温状况下可发挥优势，当发动机启动时，ASDS 单元即受电加热，最快 2 分钟之内，开始按需定量释放气态氨（同时需配合低温分子筛 SCR 催化剂），所以开始控制 Nox 排放的时间远早于传统装备 SCR 系统使用液体车用尿素（约需 10—15 分钟等待排气温度升高到 185 摄氏度以上）的车辆。不仅如此，ASDS 系统具有相同体积下氨的储存密度是车用尿素溶液的两倍以上，由于储存密度大，更换储罐频率也显著低于车用尿素补充溶液的频率。随着 SCR 选择性催化还原系统的使用效率大幅提高，分解 NO 和 NO2 的能力显著增强，经实操验证，在排放量相同的情况下，装备 ASDS 的车辆行驶的里程数是装备 SCR 系统车辆的 1.4 倍。

有数据显示，我国每年消耗 1.91 亿吨柴油，其中约 1.4—1.5 亿吨用作车用，每年约需加注 300 万吨尿素水溶液（消耗 205 万吨去离子水），不仅需要庞大的车用尿素罐装体系，且因为一次性充装，每年因此产生的塑料桶污染巨大，也造成了巨大的石油资源浪费。

“我们认为 ASDS 固态氨技术是满足未来国六排放标准最好的方法。”佛吉亚排放控制系统中国区总裁江永玮说。他进一步指出，虽然针对传统的车用尿素技术低温启动效率低、容易结晶堵塞

等问题，也有对应的方法解决，但不可避免会导致使用成本增加。“ASDS 固态氨技术的系统结构不会比车用尿素系统更复杂，一旦产业化量产之后，我们预期其与车用尿素系统价格会持平。”

事实上，中国内燃机工业协会早于多年前就看好固态氨技术在降低商用车 NOX 排放的应用前景。在其提交的“十二五”规划、“十三五”规划政策建议中，都提到了该项技术。2013 年，该协会起草的国务院办公厅 13 号文件，在建言加强内燃机工业节能减排的意见中也提到了固态氨技术。

中国内燃机工业协会副秘书长魏安力对于该项技术给予很高评价，他指出，欧美虽然多年来不断健全车用液体尿素技术体系，现在也在讨论下一步出路。在满足国六标准氮氧化物排放标准上，固态氨技术具有革命性优势，中国一定要在这方面有所作为。他坚信，随着国六排放法规来临，固态氨技术会很快受到青睐。并希望有关部门下一步能加快推进固态氨技术规范标准制定、社会化保障体系建设方面的工作。以降低成本，提高效率。

展会期间佛吉亚中国公司——江铃汽车集团公司联合推广应用固态氨技术之战略合作签约仪式同步举行。江永玮在随后召开的答记者问新闻发布会上指出，“希望借助于和江铃集团的合作，使得固态氨技术在中国进行推广应用，为下一步中国汽车行业排放标准升级提供新的解决方案。”

稍早前，佛吉亚还宣布将与浙江银轮机械股份有限公司旗下全资子公司山东银轮热交换系统有限公司（以下简称“山东银轮”）建立合资公司——佛吉亚银轮排气控制技术(潍坊)有限公司（以下简称“佛吉亚银轮”）。佛吉亚银轮投资总额达 1 亿人民币，将重点开发适应国六及以上排放法规要求的汽车尾气后处理产品，也将专注于为中国市场提供汽车排放控制系统，涵盖生产、装配和销售各个环节。

“我们的市场机会首先是驾程较短的市内交通和轻型商用车，再有就是重型卡车和长途商用车。此外，固态氨技术还可应用于船舶行业。而城市市内交通市场是我们最大的市场。对于 ASDS 技术来说最大的竞争对手不是车用尿素，而是电动汽车，我们认为在市内交通市场，我们可以得到 50% 的市场份额。”佛吉亚排放控制系统亚太区总裁马思棋在接受记者采访时说。

据介绍，佛吉亚已在在哥本哈根、伦敦、巴黎等城市启动了城市交通领域 ASDS 技术的试点应用，在中国，佛吉亚也已在北京环卫、上海嘉定公交开始了试点应用，同步也在中国推进若干城市的再用车改造项目，并致力于引入互联网手段，借助 APP 来帮助提升网络化之后的服务效率。其中在哥本哈根已经实现了 APP 辅助服务，在马思棋向记者现场展示的手机 APP 上显示，哥本哈根试点自运营以来，将 300 辆 14 米公交（哥本哈根公交总量的 50%）车已减少了 218 吨氮氧化物排放，并进行了 2 万余次储罐的加注与日常更换。

全晓波 中国能源网 2016-11-21

## 储能列入国家电力示范项目申报 业内呼吁专门政策扶持

国家能源局近日发布《国家电力示范项目管理暂行办法》(以下简称《办法》)，《办法》提出，电力示范项目将单独纳入国家电力建设规划，并对示范项目的申请、评估与优选、审批等都做了明确规定。其中，系统储能项目也包含在申报范围之内。

近年来随着我国可再生能源行业的扩张，储能作为调节可再生能源稳定性的重要手段，越来越受到重视。

今年 4 月份，国家发改委、国家能源局印发了《能源技术革命创新行动计划(2016-2030 年)》，其中“先进储能技术创新”被列为中国未来 15 年的 15 项关键创新任务之一。

而我国储能行业正处在发展初期，还没有定型的扶持或补贴政策。

中国能源网首席信息官韩晓平对记者表示，储能项目列入到示范项目申报范围，表明国家对于储能给予高度的重视。通过示范项目的建设，可以为未来扶持政策的制定和推广提供基于实践的指导。“没有项目之前不知道怎么扶持，有了示范项目以后，才能知道需要用什么样的政策来支持它。”韩晓平称。

国网能源研究院首席专家冯庆东对记者表示，储能行业目前最需要的是在创新、研发方面的激励和扶持政策，“等研发成功了，有突破了，技术成熟了，再在推广建设上给予扶持。”冯庆东称。

《办法》称，示范项目单独纳入国家电力建设规划，并享有《国家能源局关于印发国家能源科技重大示范工程管理办法的通知》(国能科技[2012]130号)所明确的支持政策，其中就包括“示范工程相关的核心技术研发纳入《国家能源应用技术研究及工程示范科研项目》专项，关键装备自主化纳入能源技术装备中央预算内投资计划，酌情给予必要的资金支持。”等等在研发创新方面给予支持的条款。

今年6月时，国家能源局印发《关于同意大连液流电池储能调峰电站国家示范项目建设的复函》，批复同意大连市建设国家化学储能调峰电站示范项目，确定项目建设规模为20万千瓦/80万千瓦时。这也是国家能源局首次批准建设国家级大型化学储能示范项目。

厦门大学中国能源经济研究中心主任林伯强认为，对于储能行业来说，仅靠示范项目申报的话，支持力度还不够，储能行业发展需要专门的扶持政策。

中国网财经 2016-11-25

## 美 UET 向变电站交付 4 套全钒液流储能系统

日前，美国华盛顿州埃弗里特市变电站正在进行一个新的尝试，力图把可再生能源发出的电力存储到巨型电池里，以节省消费者的能源支出。

该变电站使用的这些巨型全钒液流电池全部由美国 UET 公司提供，每个电池单元被建造在一个 20 英尺长的海运集装箱里。每套电池有 4 个容器，分别装载着液相电解液和其他设备。每个集装箱配置了计算机控制中枢，包括电池管理系统以及在充放电之间能快速切换的设备等。

埃弗里特市变电站总共安装了 4 套全钒液流储能电池。UET 表示这些电池有望服役 20 年，仅需偶尔的少量维护。这将是到目前为止世界上最大的集装箱式液流电池储能系统。“这些全钒液流电池可以提供长时间的存储能力，无论是在充电端还是在放电端。”UET 公司副总裁 Weed 说。

据悉，此次交付的 4 套全钒液流电池系统所用的电解液全部来自中国的大连博融新材料有限公司。

中国能源报 2016-11-30

## 壮大储能产业规模 大连市储能产业快速发展

储能产业是大连市重点发展的战略性新兴产业之一。大连市充分发挥储能技术创新和产业化基础优势，横向做大产业规模，纵向延伸产业链条，力争在储能产业发展的黄金期奠定国内领先地位。

大连比克动力电池二期项目主体厂房日前竣工，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。生产能力的增强，再加上铁锂电池等新产品的问世，企业在汽车电池供应领域的领先优势得以巩固，客户群体也从东风、奇瑞、北汽等国内汽车厂商，扩展到海外厂商。

目前，大连市重点建设的储能产业项目还包括，位于金普新区的中科派思锂硫电池一期中试项目，位于金普新区的融科储能全钒液流电池储能装备产业基地和位于花园口经济区的融科储能全钒液流电池功能材料产业化基地。其中，依托花园口国家级新材料产业基地优势，融科储能将建设电解液、离子膜、电极、双极板等关键材料的国产化、规模化生产。

储能产业规模的快速壮大，有效带动产业链多点开花。在产业链上游，从事储能产业主要原料-钒生产的大连博融新材料公司，连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，已成为国内最大的工业化量产钒电解液的企业，产品远销美国、德国等十几个国家和地区。

在产业链下游，借助全钒液流电池储能技术和装备的领先优势，大连市积极实施科研成果本地转化，推动储能技术向应用领域推广。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。

大连市还将加大对储能产业项目的政策、资金支持力度，助力储能技术和装备本地示范应用，加快储能及配套产业基地和专业化园区建设，使储能产业成为引领大连市新兴产业发展的重要动力。

大连新闻 2016-11-28

## 我国科学家研发甲醇替代柴油

随着我国商品燃油的需求量不断增加，石油进口的对外依存度逐年攀升，研发石油替代燃料对提升我国能源安全具有重要战略意义。天津大学机械学院教授姚春德带领研发团队研发的柴油甲醇组合燃烧技术突破了甲醇难以压燃的应用障碍，用生产原料丰富的甲醇替代柴油，替代率达到 45% 以上。该技术近日在机械工业科技大会上荣获 2016 年度中国机械工业科学技术奖一等奖。

姚春德团队开发了整套甲醇喷射系统的关键部件，建立了完整的自主开发体系。其研发的技术通过自主研制的电控系统，在发动机达到一定温度后，通过安装在进气总管的甲醇喷嘴向进气道喷射甲醇，使甲醇与空气形成均质混合气后在气缸内和柴油共燃。该技术同时降低了氮氧化物和碳烟颗粒物的排放量，不需要尿素辅助就可以满足国四、国五排放要求。

姚春德介绍，该技术与柴油机现有发动机生产体系兼容，安装简便、可靠性高，只需要在进气总管安装甲醇喷嘴、在底盘安装甲醇油箱以及电控系统就可以完成改装。一辆车的改装成本在两万元左右。根据目前 12 个省市 100 多辆重型车的运行情况统计，按照现在柴油和甲醇的价格计算，使用柴油甲醇组合燃烧技术的重型车可节约 20%~25% 的燃料成本。

光明日报 2016-11-30

## 德国最大的电池储能项目投运

电池储能项目业主为德国主要的公共事业公司 Steag，项目总投资 1 亿美元(不含任何补贴)，去年 5 月开始动工，去年 11 月，Steag 委任 Nidec ASI 安装储能系统，储能容量 90MW/140MWh(LG Chem 提供)，包含 6 套 15MW 的锂电系统分布在六个地方(Saarland 的 Bexbach，Völklingen-Fenne, Weiher, 和北莱茵-威斯特伐利亚的 Lünen, Herne, Duisburg-Walsum)。储能系统主要用于调频，稳定电网运行，保障电网运行安全，减少化石燃料的使用。

中关村储能产业技术联盟 2016-11-30

## 报告：引领美国储能发展的德克萨斯州储能市场

德克萨斯州是美国主要的储能市场之一，积累了较为丰富的经验，与加州、纽约州、夏威夷等一道引领美国储能发展的浪潮。

### 驱动因素

一方面，德州是美国南部最大的州，工业基础雄厚，电力生产和消耗位居美国各州之首，特别是电能消耗，高出加州 30%，而人口却比加州少近 30%，使得德州的人均电能消耗非常高。但是，德州的备用容量却一直存在长期短缺的问题，造成这种现象的部分原因是持续提升的夏季用电需求，随着这种高峰需求不断增大和备用容量长期短缺的不对等矛盾持续发酵升级后，造成了电力用户高峰电价的不断攀升(从 2011 年的 2.5 美元/kWh 升至 2015 年的 9 美元/kWh)，储能作为一种很好的降低高峰负荷、提升能效的手段，已经受到州政府、监管机构、公共事业公司、能源公司等关注。

### Projected Load Growth, Reserve Margin Target, and Capacity Additions

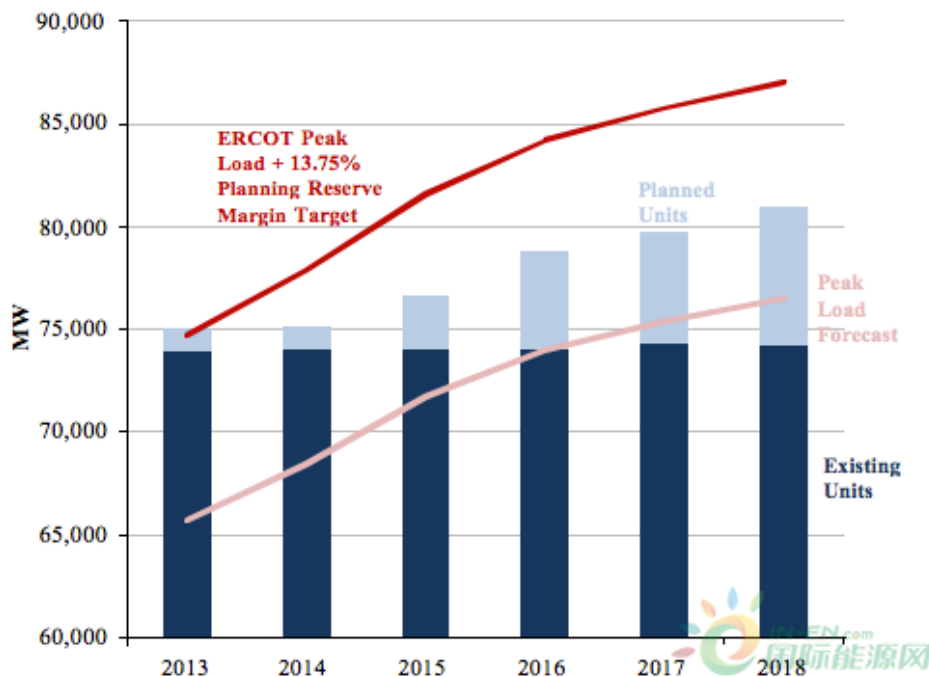
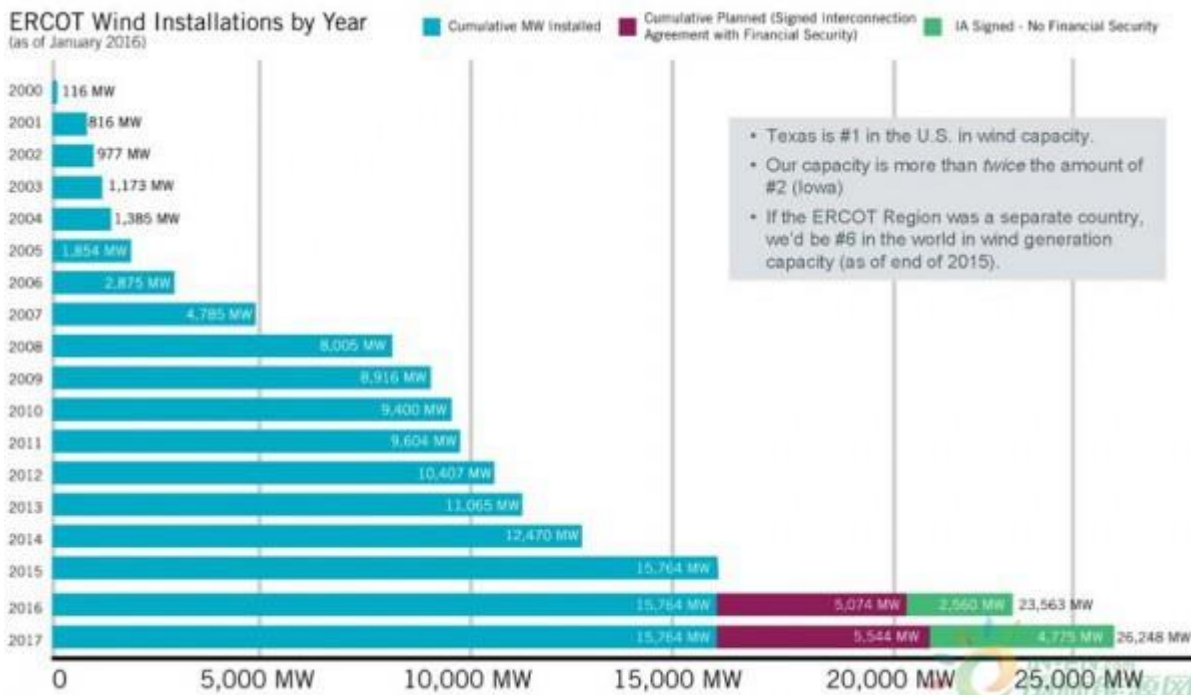


图 1 德州夏季高峰需求及备用容量预测(2013-2018 年)

图片来源: Brattle 集团和德克萨斯能源基金会

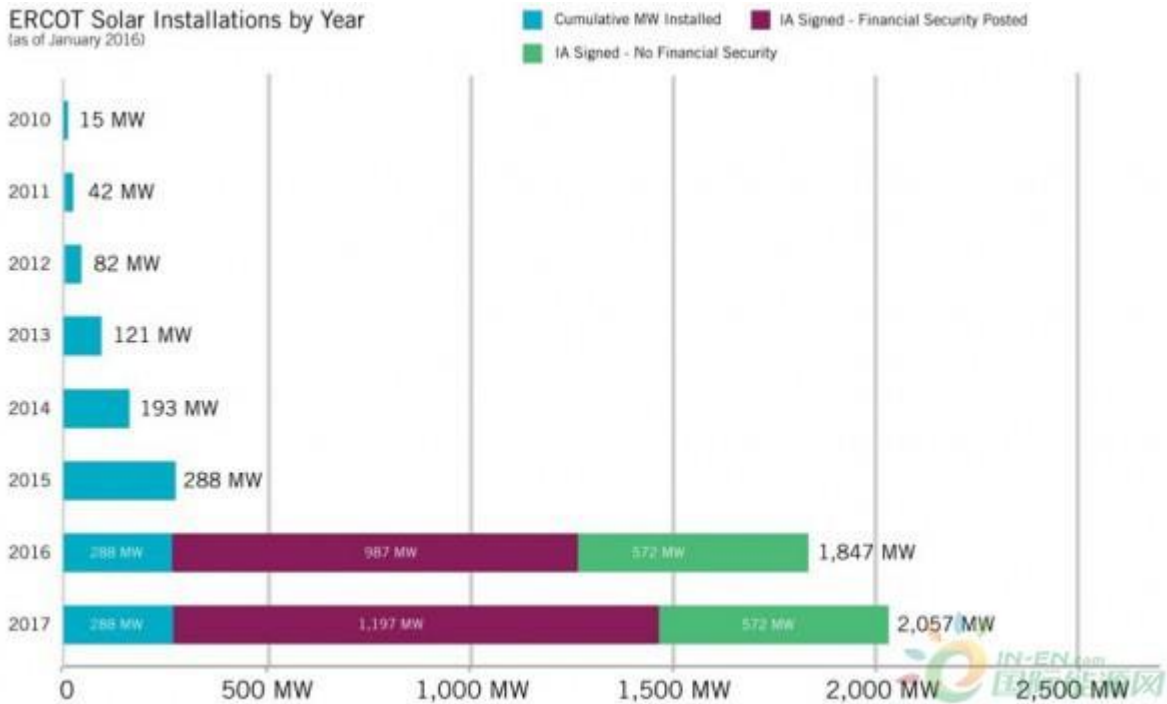
另一方面,德州拥有丰富风能资源,风电装机规模稳居全美各州之首,根据美国风能协会(AWEA)2016年三季度市场报告数据显示,德州风电装机总规模超过18000MW,风电发电量占美国风电总发电量的25%。自2000年起,风电装机呈现出指数增长态势。在风电大规模发展的同时,近两年,德州的太阳能发电也得到了快速发展,特别是在2016年迎来了爆发式增长。高比例的可再生能源接入电网势必会对电网的安全、稳定运行带来一定冲击,而储能促进可再生能源并网方面的优势,更是受到相关利益方的关注。

图 2: 德州风电装机规模(2000-2017 年)



图片来源：德州电力可靠性委员会(ERCOT)

图 3：德州太阳能装机规模(2000-2017 年)



图片来源：德州电力可靠性委员会(ERCOT)

与储能相关的政策、法规

德州电力市场的发电、输电、配电、用电环节都是相对独立的，储能既可以作为一种发电设备，又可以作为一种负荷，还能提供多种服务。德州电力市场的现行规则是：

容量 $\geq$ 10MW，并入 ERCOT 的储能项目，需要签署一份互联协议(Interconnection Agreement, IA)，由 ERCOT 设立。合作社及市级公共事业公司可以不遵循 ERCOT 的 IA 协议，但必须遵守公共事业委员会(PUC)关于分布式发电资源的规则。

容量 $<$ 10MW 的储能项目，如果需要并入公共事业公司的电网，储能供应商必须与公共事业公司签署一份 IA。

此外，PUC 还曾颁布过一些利于储能发展的政策、法规，如下表所示。

政策名	与储能相关内容
实质性规则 25.501(m)	针对储能使用节点价格（而不是区域价格）；储能可从批发电力市场购电；储能可以获得批发负荷对待；储能可免收零售负荷相关费用；储能可不受 4CP 传输分配限制（此限制适用于其他负荷）
SB 943	储能可选择参与批发电力市场，并在互联和传输接入方面，享受和发电机一样的权利。
实质性规则 25.192	补充 SB 943。明晰储能参与 ERCOT 能源或辅助服务市场时，在电力互联和传输方面的权利
HB 2712	在环保不达标地区，储能项目被明确为“污染控制资产”。
SB 385	允许市政当局针对储能、分布式发电等能效设备进行融资，投资通过当地税收实体偿还，并捆绑资产，而不是设施拥有者。
NPRR No. 461 (2012)	允许电池、飞轮储能、压缩空气储能、抽水蓄能和超级电容器参与大规模储能负荷供给

资料来源：CNESA 收集整理



此外，为了响应 FERC 755 法令，ERCOT 还实施了快速响应管理服务试点(FRRS)。该试点是 ERCOT 整合储能资源的一大重点，目的是为了将独立系统运营商的收益最大化。NREL 研究表明，储能的很多价值都被电网所有，很难用货币衡量，并且不容易被独立的储能设施所有者获得。因此，FRRS 试点项目希望可以促成相关政策或机制，为其他电力市场提供借鉴。

另外，ERCOT 在促成相关法规、政策方面也做了很多努力与工作。今年，ERCOT 基本完成了储能相关法案的起草工作，并未对某一种或几种储能技术表现出明显的倾向性。同时，还开展了对快速调频辅助服务进行评估、开展多种辅助服务、推进与分布式储能相关规则的建立、评估储能作为未来替代老旧电站的可行性等工作。

#### 典型储能项目

德州的储能项目主要分为公共事业级和微网级两大类，应用类型多样，包括调频、平滑可再生能源电力输出、电费管理等，应用的技术种类繁多，包括锂电池、铅酸电池、压缩空气储能、飞轮储能、储热等。德州典型的储能项目如下表所示。

项目名称	业主	项目地点	储能技术	储能规模/供应商	应用
美国最大的公共事业级电池储能项目	杜克能源	Goldsmith	铅酸电池(2016年被锂电全部替代)	36MW(三星SDI)	平滑风电输出
德州首个投运的公共事业级电池储能项目	德州电力传输子公司与 AEP 的合资公司	Presidio	钠硫电池	4MW(NGK)	备用电源
Younicos 电池储能项目	SPEC	Lubbock	锂电池	1MW/1MWh(三星SDI)	降低夏季高峰负荷; 旋转备用、调频
德州首个社区储能项目	Oncor	达拉斯	锂电池	250kW	备用电源, 保障电网弹性
Fort Bliss 微网项目		Fort Bliss	铅酸电池	300kW	调频
唯一投运的压缩空气储能项目	TCEQ	Seminole	压缩空气储能	2MW	旋转备用, 电压支持
最大的储热项目	Brazos Electric Coop	Jacksboro	冷却水储热	90MW	调峰, 节省需量电费
飞轮储能项目	Austin Energy	Austin	飞轮储能	4800kW	增强备用可靠性

资料来源: CNESA 收集整理

#### 小结

德州已经成为美国储能一个比较典型的市场，应用类型涉及应急备用电源、电网强化、减少输电成本、分时电费管理、平衡电力波动、以及其他辅助服务。各个领域的储能项目为未来储能在德州的发展均提供了宝贵的经验和数据，包括：

ERCOT 快速响应调频服务试点经验，以及后续市场试点项目的实施经验，展示了大型和小型电池系统均可以满足它的技术要求。

结合现有工业需求响应系统，大规模的储能项目可以提供所需的负荷响应需求以保持峰值时段

的电网平衡，例如之前提到的 36MW 电池项目，317MW 和 270MW 的压缩空气储能项目，这些储能项目中的公司、风电场、光伏电站都可以帮助 ERCOT 更好地控制电网平衡。

市级所有的公共事业公司和合作社更愿意参与多重应用的储能项目，而不是只作为 ERCOT 市场中的实体企业而存在，还可以灵活的尝试不同的技术，就像前面介绍到的 Austin Energy、CPS Energy、Georgetown 开展的若干项目。

在大型终端用户处开展的储能项目在充满竞争的零售市场的驱动下将继续保持快速增长态势。这些数据和经验也会为美国其他州、乃至其他具有类似能源和电力环境的国家提供借鉴。

中关村储能产业技术联盟 2016-11-29

## 颠覆性的储能技术 抢占能源发展制高点

进入 10 月份以来，我国许多地方出现严重雾霾天气，其中以北京及其周边地区最为严重。钟南山曾表示：大气污染比非典可怕得多，非典可以隔离，但是大气污染任何人都跑不掉。

大气污染是我们目前面临的最大威胁，而从长远的发展来看，气候变化对地球的影响更大。

美国气象学会今年发布的第 26 期年度《气候状况报告》显示，气温、二氧化碳、海洋热量和北极海冰等所有的变化在 2015 年都达到了创纪录的水平。

2016 年，全球气温继续飙升，上半年的温度已经远远高于 2015 年。这份报告的第一作者杰西卡·布伦登说：“2016 年很有可能会创造新的全球高温纪录。”

环境污染、气候变化、雾霾等已经成为人类急迫需要解决的问题，而发展清洁能源成为解决难题的全球共识。

据统计，全球水能资源超过 100 亿千瓦，陆地风能资源超过 1 万亿千瓦，太阳能资源超过 100 万亿千瓦，仅开发其中 0.05% 就可以满足未来人类社会对能源的需求。

然而，能源转型要伴随着各种新技术的突破，一步步从诞生、快速成长走向大规模普及。

让电网更稳定

近年来，我国清洁能源持续快速发展。截至 2015 年底，全国风电、光伏发电装机分别达到 1.28 亿千瓦、4158 万千瓦，均居世界第一。国家电网成为全球接入清洁能源规模最大、发展最快的电网。

然而，与火电等同步发电机相比，风电、光伏等新能源发电尚不具备惯性调频、自主调压、阻尼功率振荡的能力，故障应对能力差，大规模接入电网后，将影响电网的安全稳定运行。中国电力科学研究院新能源中心总工迟永宁告诉本刊记者，要想达到与火电等常规同步发电机同样稳定的效果，虚拟同步机技术是一个很好的解决方案。

虚拟同步机是一种基于先进同步交流和储能技术的电力电子装置，可通过模拟同步电机的本体模型、有功调频以及无功调压等特性，使含有电力电子接口(逆变器、整流器)的电源和负荷，从运行机制及外特性上与常规同步机相似，从而参与电网调频、调压和抑制振荡。

这并不是一项新技术，早在 1997 年，IEEE 就提出过虚拟同步机的概念。随后，比利时鲁汶大学、加拿大多伦多大学、英国利物浦大学相继开展了模拟同步发电机外特性、虚拟惯性频率控制策略等研究。2012 年，国家电网公司依托千人计划专项，开展虚拟同步机技术研究。2013 年，中国电科院成功研制世界首台 50 千瓦虚拟同步机样机。2014 年，南瑞集团、许继集团成功研制 500 千瓦虚拟同步机样机。目前正在开展兆瓦级样机研制。

“风电、光伏通过虚拟同步机接入电网，一是能够主动参与一次调频、调压，提供一定的有功和无功支撑;二是能够提供惯性阻尼，有效抑制频率振荡。可使新能源具备与火电接近的外特性，对电网稳定起到支撑作用，是解决新能源发电‘先天不足’问题的有效手段。”迟永宁说。

作为实现大规模清洁能源消纳的有效手段之一，虚拟同步机技术被国家电网公司列入“十大重点科技创新工程”，由国网冀北电力公司牵头，中国电力科学研究院、南瑞集团、许继集团等单位共同参与，开展虚拟同步发电机技术标准、仿真分析、设备研制与检测等工作，旨在研究解决虚拟同

步电机接入电网的关键技术，建设发电侧虚拟同步电机接入电网的示范工程。

示范工程对现有风机、光伏发电的逆变器和控制系统进行改造，新建大容量集中式虚拟同步机，调节能力达到 547.5 兆瓦，是世界上规模最大的虚拟同步机示范工程，计划 2017 年年底建成。

应用虚拟同步机技术成本并不高，据迟永宁介绍，风电场虚拟同步机改造成本 100 元/千瓦；新建风电场标配虚拟同步机基本不增加成本。光伏电站虚拟同步机改造成本 600 元/千瓦；新建光伏电站标配虚拟同步机增加成本 200 元/千瓦。集中式虚拟同步机成本 220 元/千瓦，随着储能价格下降，造价将持续降低。

技术只有转变为标准，才能具有更普遍的意义。“目前有两项标准正在制订中，分别是《单元式光伏虚拟同步发电机技术要求和试验方法》和《风电机组虚拟同步发电机技术要求和试验方法》，我们希望能够进一步明确虚拟同步机技术参数，推动新能源参与电力系统调频、调压技术规范出台，形成新能源建设和并网的标准模式。”迟永宁说。

#### 颠覆性的储能技术

风能和太阳能是清洁能源的重要来源，但都有波动性。在晚上或无风的日子，太阳能和风能无法满足电力用户的能源需求，除非我们可以将风能和太阳能储存起来备用。储能的魅力就在于可以使这一梦想成为现实。

今年 5 月份，国家发展改革委、国家能源局印发了《能源技术革命创新行动计划(2016~2030 年)》，其中，储能技术作为能源互联网和可再生能源产业发展的关键技术被列为中国未来 15 年的关键创新任务之一。

储能技术将是未来智能电网的重要组成部分，涉及其建设的各个主要环节。储能技术在接纳风电、太阳能发电等间歇性清洁能源入网方面也发挥着不可或缺的重要作用。国家应对气候变化战略研究和国际合作中心主任李俊峰曾表示：“真正影响未来能源大格局的就是储能技术，一旦储能技术能够突破了，其他的都好解决。”

近几十年来，储能技术的研究和发展一直受到各国重视。“广义上来讲，储能可分为物理、电磁、电化学三大类型，压缩空气储能是物理储能的一种。”全球能源互联网研究院电力电子所副所长徐桂芝告诉本刊记者。

压缩空气储能是指在电网负荷低谷期将电能用于压缩空气，在电网负荷高峰期释放压缩空气推动膨胀机发电的储能方式。与电池、超级电容等秒级响应的功率型储能技术相比，其响应速度约为分钟级，效率有一定差距，但具有储能容量大、成本低、寿命长且无污染等优点。

自 1949 年提出压缩空气储能技术以来，围绕提高效率和储能密度，先后发展出传统压缩空气储能技术、绝热压缩空气储能技术、深冷液化空气储能技术和超临界压缩空气储能技术四种主要技术方案。

“压缩空气储能技术将空气液化并存储，同时回收利用压缩过程中的余热以及膨胀过程中的余冷，可提升系统效率。此外，液态空气能量密度高，约是高压储气的 10 倍甚至更高，安全性好、储气罐成本低，彻底摆脱地理条件限制。液态空气所回收的低温冷能品位高，能量高效储能利用的要求高，进口设备造价高。”徐桂芝向本刊记者介绍了压缩空气储能的优势和不足。

为解决关键设备成本高的难题，国家电网公司目前正在研究高效蒸发器和蓄冷器，“如果研制成功，这将是世界上最先进的技术，相关造价将大幅下降。”徐桂芝表示。

为抢占新型储能技术制高点，2016 年国家电网公司研究了压缩空气储能示范工程实施方案，明确了建设规模、组织形式等。工程将依托张北风光储输二期工程建设，通过能量型规模化储能技术，提高新能源消纳水平，发挥风光储输工程的示范作用。

张北的示范项目建成后，将成为世界上储能容量最大的压缩空气储能系统。前期研发团队依据国内设备厂家所提供数据，通过热力学计算分析，开展了系统的工艺方案的设计研究。系统能量密度可达约 100wh/L，是传统压缩空气储能系统能量密度的 20 倍以上。该系统电电转换效率为 50~60%。

近百年前，大发明家托马斯·爱迪生就曾畅想利用取之不尽的太阳能。如今，这一梦想已经变为现实。清洁能源发展之路，虽崎岖，但却是大势所趋。随着新能源发电技术、虚拟同步机技术和压缩空气储能技术的日渐成熟，清洁能源必将迎来更大发展。

《国家电网》杂志 2016-12-01

## 从储能补贴之辩看新技术政策需求

11月26日，在严重雾霾的北京，能源变革与绿色低碳发展高层论坛落下帷幕。储能技术作为可再生能源的瓶颈之一，毫无疑问成为焦点。特别是围绕着政府补贴，储能企业、电网公司、政府有关部门、研究机构发出了截然不同的声音。

从小到大，由弱至强，是新技术发展的必经历程。还原储能补贴之辩，有利于我们深入思考如何满足能源新技术发展的政策需求，更好地推动能源变革。

“9角成本7角收益”，企业界集体“唤补”

作为能源发展的大趋势，可再生能源一直备受瞩目。然而，其弱点也是“致命”的：风电需要“等风来”，光电一到晚上就“歇菜”……间歇性始终是制约因素，多地甚至出现弃风、弃光现象。

储能技术是关键。中科院工程热物理研究所副所长陈海生表示：“替代化石能源，必须要做的技术就是储能，通过储能将可再生能源稳定化。”储能本身也有弱点，比如存在电量损耗，但是其在发电侧管理、输电侧安全，以及需求侧削峰填谷等方面有多重价值。

储能技术近年迎来大发展，但是成本高昂，企业普遍亏损状况始终存在。双登集团、北京慧峰聚能公司总经理刘晓露表示：“现在是用9角钱的成本干着收益7角钱的事儿。”持续性亏损，股东不答应，企业发展不可持续。

为撬动市场，促进商业模式构建，美日欧等国家和地区对于储能技术均有补贴：一是建设补贴，也以退税方式存在；二是直接给予度电补贴。基于诸多考虑，国内企业界纷纷提出要顺应国际潮流，一边倒要补贴的呼声很高。

除没有补贴外，国内还缺乏其他配套政策支持。比如，国内民用电无峰谷差。因政策不到位，中国企业已经从中国市场被挤出，只能去海外拿项目。

积极布局海外的比亚迪就是一例。比亚迪电力科学研究院总工程师张子峰表示，比亚迪已在德国、澳大利亚等地区开展家庭储能业务，目前正在积极介入日本家庭储能市场。以澳大利亚为例，峰谷电价差达5倍以上，为储能技术提供了极大动力。

促进公平竞争，要“慎补”

有电网企业代表表达不同声音：“对电网而言，只关心电什么时候来，不关心电怎么来。比如，是否经过储能设施转化而来，对电网没有价值和意义，那么为什么我们要给有储能的电额外价格呢？储能关键是有社会价值，技术发展是储能企业自身要解决的问题。”

国家发改委能源研究所可再生能源发展中心主任任东明表示，政策是稀缺资源，不能乱扶、滥用。要考虑基础性、战略性、长远性问题，政策应从标准体系建设、核心技术等方面予以支持。补贴不当容易导致行业规模不可控，造成一补就乱的危险，电动汽车就是一例。

在储能企业内部也有为数不多的其他声音。北京睿能世纪科技有限公司 CEO 牟镛峰表示：“我个人不喜欢补贴，更希望政府通过营造良好的市场环境，促进各种产品公平竞争。”

阳光三星储能电源有限公司 2003 年就涉足储能研究。总经理吴家貌表示，国家缺乏统一标准，具体项目涉及并网手续时，也存在电力系统批不批、发出的电认不认等问题。相对于补贴，这些是更为基础的政策。

扶上马，送一程，现在补是为了今后不再补

储能纯粹从市场角度来看，不好衡量它的具体价值，应该放在更宏大的视角去理解新能源技术的处境。清华大学电机系电力系统研究所副教授胡泽春表示：“如果认同治理雾霾和发展可再生能源

有意义，那么当可再生能源发展遇到问题而储能恰恰是解决问题的重要方式时，我们是不是应当予以支持？”

陈海生认为，首先要搞清楚储能的功能定位、价值所在、受益方是谁，其次才能做好储能定价机制的梳理。政府要明确扶持政策，明确扶不扶、怎么扶、钱从哪来、如何退出这四个核心问题。

从政策扶持角度看，胡春泽认为现在需要三步走。第一，要解决身价问题，是什么性质的电，应进入什么目录；第二，目前储能还只是设备的辅助设施，要明确储能企业独立参与调峰服务的身份；第三，进行补贴，特别是容量补贴。“现阶段给予政策补贴有利于促进市场发育，良好的市场反过来又会刺激技术发展，从而实现良性循环。”

现在出台政策，是为了以后不要政策。“最终还是要通过市场的手托起储能技术的发展。”广东猛狮电源科技股份有限公司董事长陈乐伍表示。同样，企业也不能立足于要政策，而要立足于推动整个电力机制的发展，只有这样才能赢得更大发展空间。

中国石油报 2016-11-30

## 美国“加快普及电动汽车”计划及其启示

### 1. 美国“加快普及电动汽车”计划

2016年7月，美国联邦政府发布了关于“加快普及电动汽车”计划的声明，旨在通过政府与私营部门合作，推广电动汽车和加强充电基础设施建设，以应对气候变化、增加清洁能源使用并减少对石油的依赖。主要执行内容包括以下几个部分：

能源部贷款项目办公室将为签署合约的46家单位提供高达45亿美元的贷款担保来支持和推动电动汽车充电基础设施的革新。

能源部和交通部已就2020年全国电动汽车的快速充电网络达成合作协议，共同推动电动汽车充电走廊的部署和建设，推进美国地面交通固定计划（FAST）的执行。

联邦可持续发展办公室邀请地方政府与联邦政府合并电动汽车和充电基础设施的购买及安装需求，以降低购买成本，扩展技术可用性，提高汽车制造商对需求的确定性。

白宫科技政策办公室将举办“电动汽车编程马拉松”来融合科学研究和软件开发，以推动电动汽车的技术革新，增强数据访问；能源部与合作单位将共同开展电动汽车350 kW、10分钟直流快速充电的技术可行性研究（计划2016年底完成）；成立由能源部西北太平洋国家实验室牵头的“电池500联盟”，旨在研发出能量密度高达500瓦时/公斤的电动汽车用锂电池。

出版电动汽车和充电相关联邦基金财政资助和技术帮助的指南，有35家新机构签署了能源部的工作场所充电计划，并承诺为其员工提供电动汽车充电接口。

其中，在“电池500联盟”项目中，美国能源部将在今后5年里每年为这个联盟提供1000万美元的资金，赞助材料与界面、电极结构、电池设计与一体化三个重点研究方向，并将把资金中的20%用来支持电池技术领域的小型“种子”研发项目。联盟的目标是通过开发新型高能量密度材料，将电动汽车所用锂电池的重量能量密度提高到500瓦时/公斤，循环使用寿命达到1000次，即在提高能量密度的同时减轻电动汽车的重量和体积，并加倍延长一次充电后的行驶里程，大幅降低电动汽车价格（低于100美元/千瓦时）。除了打造高效率、平价电动车电池的实时目标，联盟总监刘俊预期联盟的研发成果能有助于智能电网的能量储存。

此外，充电技术是连接电动汽车和充电设施的关键纽带，在“加快普及电动汽车”计划的签约单位中，宝马、福特、大众、奔驰、日产以及特斯拉都承诺将加大电动汽车及电池的投资及研发力度，尤其是直流快速充电技术，并帮助合作者在合适的地点安装电动汽车充电装置。夏威夷电力公司也承诺与其合作伙伴全力支持电动汽车项目，继续安装更多的直流快速充电站，并研究电动汽车充电更多的管理和政策需求，以便完成其2045年之前实现电网100%可再生能源的目标。

### 2. “加快普及电动汽车”计划所带来的影响及技术发展的预测

美国“加快普及电动汽车”计划将对整个新能源电动汽车产业带来重要影响。从“加快普及电动汽车”计划可以看出美国政府重视发展三类技术方向：高能量密度（ $\geq 500 \text{ Wh/kg}$ ）锂电池技术；电动汽车快速充电技术（350 kW、10 分钟）；电池领域的新型原创技术（小型“种子”研发项目）。

高能量密度的要求将首先带动高能量密度电极材料体系和电池优化设计的研究，如将基于“试错法”的材料筛选模式过渡到基于材料基础物性参数的理性设计阶段，将材料本体性能提升过渡到 3D 结构设计、多维复合等多元研发阶段，将电池反应器独立设计过渡到基于电池电化学反应建模的理性开发阶段等等，通过高能量密度电池材料的开发、电池组装方式的优化、电池模块的高功率设计等获得电池综合性能的突破。而从技术层面分析，“加快普及电动汽车”计划中 350 kW、10 分钟的直流快充电池技术意味着充电系统能在 10 分钟内为汽车充满续航 200 英里的电量，这将对很多应用领域产生革命性影响，特别是针对大倍率充电相关的关键技术瓶颈研发（50 kW 以上），这将大大提高电动汽车在世界范围内的使用。此外，该计划对小型“种子”电池研发项目的大力支持，有助于激发研究人员对新型原创电池技术的开发和电池新理论的探索，推动储能技术的原始创新研究。

未来在大规模推广电动汽车的同时，将会加大对锂资源开采和提纯技术的需求，同时也有可能带来锂资源紧缺的情况，势必对各国锂资源的战略储备策略产生影响。目前来看，锂矿资源的全球储量丰富，超过 60% 的锂矿资源尚未得到勘探开发，潜在资源量巨大，分布也高度集中。就资源量而言，全球 59% 的资源量集中在“锂三角”国家，即智利、玻利维亚和阿根廷三国，中国和美国的锂资源量分别占世界总量的 13.3% 和 13.5%。SQM、Chemetall、FMC 和 Talison 是国际上开采锂矿的四大巨头公司，垄断了全球最优质的锂矿资源。我国锂矿资源虽储量丰富，但高品位锂矿少、低品位矿多。从全球格局看，我国锂矿企业无国际定价权，处于下游有压价风险、上游受巨头压制的产业链弱势环节，锂矿资源的储备和开采提纯技术需要得到重视。

此外，为了避免电池材料对环境的污染以及降低电池的全产业链生产成本，动力锂电池的回收再利用必将成为业界的关注重点。根据欧盟第 2006/66/EC 号电池指令，要求 2016 年电池回收率达到 45%，根据电池总类的不同，循环再利用率应达到 50%—75%。但是现有锂电池通常采用高精密涂布技术制作极片，电池报废后回收处理极度困难，通常需要经过电池拆解—机械粉碎—湿法或火法冶金等几个环节，回收成本很高。因此，未来必须开发可回收的新型动力电池和环保高效的回收处理技术。

### 3. 若干启示与建议

电动汽车以及动力锂电池技术已经受到美联邦政府的高度重视，并且美国已经在全球锂资源控制及技术投资方面进行了战略布局。我国新能源汽车产业要取得国际竞争优势，需要高度重视以下三个技术方向，并予以支持取得突破：

#### （1）基于可回收理念设计的新型锂电池技术

发展锂电池的循环再利用技术有助于我国降低对锂矿资源的依赖并掌握新能源汽车产业可持续发展的主动权。目前的动力锂电池是从手机电池等微型电池发展而来，动力电池结构设计并没有考虑回收处理的环节，导致回收成本高、污染大，这将给我国新能源汽车的可持续发展带来严峻的挑战。因此，开发易回收的新型动力电池技术具有重要的战略意义。基于易回收理念设计的锂浆料电池是近年来开发的一种低成本、大容量、长寿命的新型锂电池技术，有望在电动汽车和电力储能领域发挥重要作用，目前处于基础关键技术研究阶段。浆料储能方式非常有利于锂电池的回收再处理，将是以后重点发展的储能动力电池技术方向。

#### （2）将电池能量密度和功率密度矛盾解耦的高能快充电池技术

美国政府“加快普及电动汽车”计划不仅高度重视高能量密度（ $\geq 500 \text{ Wh/kg}$ ）锂电池技术的研发，同时非常关注电动汽车的快速充电技术（350 kW、10 分钟）。基于现有的电池结构和材料技术，业界普遍认为电池的高能量密度和高功率密度是一对不可调和的矛盾。但是，将电池能量密度和功率密度矛盾解耦在技术上是有可能的，需要电池材料和结构技术的创新突破。国外已经在重点布局开发高能快充电池技术，而我国相关技术研发和支持严重落后国际水平，需要得到高度重视。未来，

将电池能量密度和功率密度矛盾解耦的高能快充电池技术将是新能源汽车动力电池发展的一个重要方向。

### (3) 电动汽车 VEG 模式的供能系统

目前推广的新能源汽车充电站/充电桩的充电模式很难满足电动汽车的大规模快速充电需求，在未来发展电动汽车 VEG (Vehicle-Energy Station-Grid) 模式具有很大的市场潜力。在 VEG 模式中，电动汽车安装有能够安全快速充电的动力电池，充电方式由用户自主选择——可以在能量站快充，也可以在停车场或家庭车库进行慢充。分布式能量站类似于现在的加油站，能量站安装有低成本长寿命的 MW 级储能电池系统，能够从电网充电储存电量后，给电动汽车快速充电；同时，能量站能够与电网互动，用于电力调峰或调频。

(作者单位：中国科学院电工研究所储能技术研究组、中国化学与物理电源行业协会储能应用分会)

陈永翀 刘丹丹 刘昊 中国能源报 2016-12-01

## 安徽宁国发现 5 亿吨页岩油储量

近日，中国地质调查局副局长李金发、中国地质调查局油气资源调查中心副主任翟刚毅、中国地质调查局南京地调中心主任李基宏等一行专家赴安徽省宁国市考察页岩气项目。

专家组在施工现场，仔细察看钻孔的岩心采取、地质编录、测井曲线等相关资料，对页岩气施工工作表示满意。

据悉，位于宁国市港口镇的“港地 1 井”，是皖南地区首个采用绳索取芯钻探工艺施工、且钻孔孔深超过 1500 米的页岩气钻孔。由南京地质调查中心承担。该钻孔穿过的地层有三叠系、二叠系，直至石炭系黄龙组灰岩地层，该孔在二叠系海陆过渡相页岩气的重大发现，开辟了我国海陆交互相页岩油气的勘查新区，为安徽皖江地区页岩油气勘探提供了有力支撑。依据该项目测得的评价参数，初步计算水东向斜大隆组页岩油资源储量约为 5 亿吨，页岩气资源储量约为 40 亿立方米。

宣城市国土局网站 2016-12-02

## 国产超级电容储能装置在广州运行 可回收制动能量

11 月 30 日，国内首套具有自主知识产权的 1500 伏地铁列车用超级电容器储能装置在广州地铁 6 号线浔峰岗站正式挂网运行。该装置由宁波中车新能源科技有限公司、广州地铁设计研究院有限公司、广州中车有轨交通研究院有限公司三家公司联合研制，系统额定功率高达 1.4 兆瓦，是一种新型的地铁列车制动能量回收利用装置。

该装置的正式投入运行，标志着以超级电容器为核心部件的新型制动能量回收利用装置在我国城市轨道交通领域中获得突破性进展，是超级电容器开拓应用领域的又一力作。

中车株机公司专家阮殿波介绍，地铁列车运行时需要巨大动能，当列车进站停车时，列车的动能将转换成电能并通过制动电阻消耗，引起系统发热及电能浪费。该储能装置，围绕超级电容器高功率、长寿命的器件特性展开设计，可有效回收列车制动能量，将其作为列车启动加速时的动力，实现制动能量再利用，避免能耗装置电阻发热造成电能浪费和环境温升。其次，该装置还具备对 1500 伏直流电网的稳压作用，装置通过监测直流网压的运行状态，按需回馈电能至直流电网，从而减缓高频次列车启动或制动时直流网压的电压波动。

正式投入使用前，该装置已经试运行 15 天，并通过了广州地铁验收，累计回送电能 22556 度，减排二氧化碳气体 9676 千克，平均日回送电能 1503.7 千瓦小时/天，有效提高电网电能质量，降低系统能耗及发热量，具有良好的经济效益和环境效益。

此次投入运行的超级电容储能装置由业内产、学、研多方力量联合研制。从前期的 750 伏直流

电网方案论证及系统测试，再到后期的 1500 伏直流电网的方案移植验证，整体研制周期超过 3 年。研制过程从现场调研、器件选型、样机试制、厂内试验、型式试验再到现场试验及投运，都经过严格把控。

超级电容器线路储能装置在广州地铁成功挂网运行，开创了国内地铁再生制动能量技术应用的新局面，为再生制动能量利用装置市场领域提供了全新的解决方案。该装置的推广应用，有望打破该领域一直缺少可靠、高效装置的僵局。

据了解，超级电容是物理式储能装置的典型，比传统充电装置具有无可比拟的优势，可广泛运用于消费电子、轨道交通、城市公交系统、国防与航天、起重机械势能回收、发电与智能电网等领域。

经济网 2016-12-01

## 地热能

### “十三五”地热能重点工程落户京津冀

有资源 有需求

既有需求又有资源的京津冀地区，或将成为“十三五”期间中国地热能产业发展的主阵地。参与地热能开发“十三五”规划制定的知情人士告诉中国经济时报记者，未来五年将通过重大工程带动大范围地热开发，再带动整个规划实现的方式，推动地热产业的发展，其中一个重大工程为中深层地热供暖，主要选择京津冀地区。

一些地热龙头企业已率先在京津冀地区布局，本报记者获悉，国内最大的常规地热资源开发利用企业中国石化将在全国打造 20 个用地热能取暖的“无烟城”，其中部分位于京津冀地区。

优越的条件

地热能资源总量位居全国第二位的河北省，将加大开发地热资源的力度。

河北省副省长张杰辉在“第 240 场中国工程科技论坛、2016 中国地热国际论坛”上表示，要把地热资源开发利用摆在更加突出的位置，科学制定地热开发规划、合理布局、分布实施、综合利用、有序发展。

已过古稀之年的钱大爷是河北省地热开发的受益者。11 月中旬，北方已经入冬，钱大爷在河北省保定市雄县人才家园小区的三居室却温暖如春，本报记者看到，房间内的温度计显示室内温度为 22 摄氏度，而室外的温度已在零度以下。

钱大爷给记者算了一笔账，现在住的房子面积是 156 平方米，每年交 2000 多元的取暖费，之前住在农村楼房里，房间面积 200 多平方米，冬天烧煤取暖费用高达 5000 多元，而室内温度却在 15 摄氏度左右，“用地热取暖比燃煤取暖更划算”。

雄县地热资源分布面积广，出水量大，水温高。雄县县长徐同柱在接受中国经济时报记者采访时称，居民地下水取暖收费为 16 元/平方米，之前燃煤取暖的费用为 25 元/平方米。

河北省雄县是国内首个通过地热供暖实现“无烟城”的县城，地方政府与企业合作，探索出政企合作、统一开发、技术先进、环境保护、百姓受益的“雄县模式”。2014 年 2 月 27 日，国家能源局在雄县组织召开首次地热能利用工作会议，全国 20 多个省市的相关负责人参加，“雄县模式”开始被外界广泛知悉。

徐同柱告诉本报记者，1973 年雄县发现地热资源，但初期的利用比较粗放，为了实现可持续发展，2009 年 8 月地方政府与中国石化新星公司签署合作协议，共同开发，目前中国石化在雄县实现地热供暖能力达 450 万平方米、覆盖了 95% 以上的城区。

数据显示，2015 年河北省地热资源开采量突破了 1.1 亿立方米，地热供暖面积达到了 6300 万平



方米。

中国石化新星公司副总地质师刘金侠告诉本报记者，中国石化在河北省的地热开发已滚动发展至容城、博野、辛集等 15 个市(县)区，在河北省实现供暖面积达 1500 万平方米。

国家地热能中心指导委员会名誉主任、中国石化高级副总裁王志刚说，“十三五”期间，京津冀地区将加快发展地热产业，地热供暖/制冷面积将达到 4.4 亿平方米，这将助力京津冀地区地热资源开发迎来大发展，对该地区能源结构调整和大气污染治理方面发挥重要作用。

#### 推广前景看好

一些利好地热能发展的区域性政策有望出台，本报记者从知情人士处获悉，河北省在一些被纳入到禁煤区的地区，提出采取油电代煤和天然气代煤等方式减少煤炭使用量，地热代煤也将纳入其中，未来或将参照煤改气，对地热代煤给予一定的补贴。在此之前，已经有一些地热能开发企业得到来自政府相关部门的大气污染治理补贴。

这是一个含金量非常高的补贴政策，徐同柱称之为大钱，“雄县有 20 个村适合推进地热代煤。”

中国工程院院士曹耀峰在接受本报记者采访时强调，京津冀地热资源丰富、开发潜力大。在该地区大力发展地热产业，不仅对京津冀地区的调整能源利用结构、转变经济发展方式、实现节能减排、改善环境具有重要意义，而且也是京津冀地区构建生态文明、实现绿色发展、循环发展、低碳发展的重大举措。

据悉，地热取暖前期投入较大，后期的年收益率稳定，采取“雄县模式”，将可以降低企业的生产经营成本。

河北省希望能够在更大范围内复制“雄县模式”。张杰辉表示，将以地热供暖为重点，积极推广“雄县模式”，加快形成供暖制冷发电、种养殖、温泉休闲度假等多元产业链，逐步扩大地热能，替代化石能源的总量。

京津冀地区地热资源丰富，每年可开发利用的地热热量折合标准煤 3.43 亿吨，相当于京津冀地区 2014 年燃煤消耗总量的 94%。目前有 48 个地热田，其中北京市 10 个地热田，总面积 2760 平方公里，折合标煤 34 亿吨；天津 8 个地热田，面积 6380 平方公里，折合标煤 307 亿吨；河北省 30 个地热田，面积约 19165 平方公里，折合标煤 1050 亿吨。这些地热田在平面上连片分布，为实现地热资源产业化、规模化开发奠定了基础。

参与地热能开发“十三五”规划制定的知情人士告诉记者，“十三五”期间将通过重大工程带动大范围地热开发，再带动整个规划实现的方式，推动地热产业的发展，其中第一个重大工程是中深层地热供暖重大工程，主要选择京津冀地区，河北省是其中的省级示范点，其他的工程分别为沿长江经济带的浅层地热能工程，以及西藏川西地区的地热发电等。

中国经济时报 2016-11-25

## 我国启动地热能开发利用十三五规划编制工作

11 月 18 日，第 240 场中国工程科技论坛--2016·中国地热国际论坛在北京开幕。国家能源局副局长李仰哲在论坛上表示，2014 年 2 月雄县现场会后，能源局立即启动了地热能开发利用的“十三五”规划编制工作，在国家层面编制地热能发展规划还是第一次，这也意味着“十三五”时期，国家将地热能发展放在重要位置，将全方位推进地热能发展。

李仰哲表示，地热不仅仅可以利用来温泉洗浴，而是能源体系的重要组成部分，是一种现实并具有竞争力的可再生能源。按照有关专业机构的估算，全球埋深 5000 米范围内的地热资源量相当于约 5000 亿吨的标准煤，是地球全部化石能源资源量的数百倍。目前，地热能在许多国家的能源供应中已经发挥了重要的作用。近年来，国际上地热能正在进入新一轮快速发展时期，技术进步加速，市场竞争力明显提升，正在成为可再生能源发展的又一支骨干力量。可以肯定，在新一轮全球能源革命中，必将占据重要的地位。

李仰哲指出，国家能源局高度重视地热能的开发利用。2012年6月，能源局依托中石化新星公司组建了国家地热能源开发利用研究及应用技术推广中心。2013年，联合国家财政部、国土资源部、住房和城乡建设部发布了《关于促进地热能源开发利用的指导意见》。2014年2月，在河北雄县召开了全国地热能源开发利用现场会，通过总结“雄县模式”，在全国部署推动地热能的开发利用。2014年7月会同国土资源部印发了关于组织编制地热能源开发利用规划的通知。

李仰哲认为，总体来看，在国家发布地热能源发展指导意见以及雄县地热现场会以后，各级地方能源主管部门主动会同国土、建设、环保等部门开展工作，形成了相互配合、良性互动的工作机制，正在以资源评价为基础，统筹规划为前提，积极有序地开展地热能源开发利用工作。地热能源开发利用正在实现从点到面、从项目到产业的跨越。

近三年来，我国地热供暖面积每年新增约1亿平米，截至2015年底，全国浅层地热供暖已经达到3.92亿平米，中深层地热供暖/制冷面积面积达到了1.02亿平米，每年可替代约2200万吨标准煤，地热发电技术也取得了积极进展。

李仰哲表示，2014年2月雄县现场会后，能源局立即启动了地热能源开发利用的“十三五”规划编制工作，在国家层面编制地热能源发展规划还是第一次，这也意味着“十三五”时期，国家将地热能源发展放在重要位置，将全方位推进地热能源发展。

为此，“十三五”期间，国家能源局将做好下面几方面的工作：

一是组织开展地热资源潜力的勘查与选区的评价。“十三五”期间，在全国地热资源开发利用现状普查的基础上，查明我国主要地热区(田)及浅层地热能源开发区的地质条件、热储特征、地热资源的质量和数量，并对其开采技术经济条件做出评价，为合理开发利用提供依据。

二是因地制宜地推动多种形式的地热能源开发利用。在中深层地热资源丰富的京津冀地区，大力推广地热替代燃煤供暖，促进京津冀地区压减煤炭消费，改善区域的大气环境。在冬季供热需求增长较快的长三角等南方地区大力推广浅层地热能源供暖制冷工程。在西藏，尤其是藏南地区，高温地热资源丰富，重点发展高温地热发电，并且利用地热发电的尾水用于居民供暖。在东部中低温地热资源较好的地方开展中低温地热发电的示范。

三是与相关部门协同，出台有关的政策措施。研究制定地热供暖作为城镇基础设施的投资支持政策，地源热泵供暖(制冷)的用地价格政策、地热发电上网的价格政策等等，把地热供暖纳入城镇基础设施建设，在市政工程、建设用地、用水、用电价格等方面给地热能源的开发利用提供政策支持。根据示范项目进度，适时推动出台地热发电的上网电价政策。结合电力体制改革，探索地热开发企业通过市场化方式获得低成本电力，降低地热能源供暖的成本。

我们还将在完善促进地热能源开发利用的市场机制，建立健全各项管理制度和技术标准，加强重大项目的管理，支持关键设备和技术研发等方面做一些工作。

李仰哲强调，地热的开发利用，需要把握好以下三个方面的问题：

一是把握好地热能源开发利用与环境保护的关系。目前地热行业的准入门槛比较低，地热尾水的回灌比例还比较低，在一些地区已经造成了一定程度的环境污染。今后，我们将加强地热能源项目的技术规范和项目管理，使尾水回灌成为地热能源开发利用项目的硬性要求。

二是做好地热能源开发利用和城市总体建设规划的衔接。有地热资源条件的地区要制定地热能源开发利用的专项规划，并纳入城市的总体发展规划之中，实现有序开发。要支持地热供暖企业开发供热市场，要将地热供暖纳入市政供暖的统一规划，在市政供暖管网布局中予以考虑。

三是把握好管理和发展的关系。一方面激发各开发主体开发利用地热的活力，同时做到有序有度。下一步，能源局将会同国土、建设等部门推进一些重点城市建设示范项目，不断总结经验，完善地热能源开发利用的管理体制，形成既能有效推进地热能源开发利用及产业发展，又能对地热资源和环境有效保护的发展机制，为地热能源可持续发展提供制度和政策保障。

人民网 2016-11-18

## 我国地热直接利用居世界首位

记者从11月17日在北京召开的“第240场中国工程科技论坛、2016年中国地热国际论坛”上获悉：我国已建立较完善的地热资源开发利用技术体系，地热直接利用居世界首位。

到2020年，我国非化石能源将在一次能源消费中占比从12%提高到15%，其中，地热资源是增量主力。届时，我国地热供暖、制冷面积将达16亿平方米，累计实现地热发电装机容量53万千瓦时，可实现替代标煤7210万吨，减排二氧化碳1.77亿吨，对我国调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义。

地热能是一种清洁可再生能源。我国地热资源丰富，资源量约占全球地热资源的1/6。截至“十二五”末，全国浅层地热能供暖、制冷面积达到3.92亿平方米，中深层地热供暖面积达到1.02亿平方米。京津冀地区将成为“十三五”期间我国发展地热的主阵地。据统计，截至2015年底，京津冀地区已成年利用地热供暖制冷面积13000万平方米，实现年替代标煤380万吨，减排二氧化碳980万吨。

中国经济网 2016-11-18

## 地热能开发需规范先行

中国的地热能开发即将进入快速发展期，下一个五年是否能够复制太阳能和光伏的爆发式发展还有待观察，但基于地热能的特性，以及我国的资源禀赋条件，多数业内人士看好地热能的开发潜力。

作为一种清洁可再生能源，地热能具有储量大、分布广，清洁环保、用途广泛、稳定性好，可循环利用等特点，不受季节、气候、昼夜等外界因素影响。我国地热资源丰富，资源量约占全球地热资源的六分之一。根据国土资源部2015年的统计，我国浅层地热能资源量相当于95亿吨标煤；中低温地热能资源量相当于13700亿吨标准煤；干热岩(3-10公里内)资源量860万亿吨标煤。

虽然最终的数据还有待通过精密的勘探落实，面对可观的储量，通过什么样的技术、方式有序开发尤为重要。

“十二五”期间，中国的一些企业学习国外先进成熟技术，复制到国内，如引进冰岛成熟的热水回灌和换热技术，破解地下水位的下降问题。但如果采取这种技术，将比直采直排多增加三分之一成本。对于前期投资较大，资本回收周期较长的地热能产业，增加的成本即增加企业的开采压力，一些企业采取不环保，却更赚钱的直采直排方式开发地热资源。

中国地热能还处在开发的初期，随着一系列扶持政策陆续出台，之前并不赚钱的地热能产业，逐渐变得有利可图。当热潮涌动时候，更应提高准入门槛，相关的行业标准亟须完善。

我国是地热能产出利用量最大的国家，主要利用方式为地热供暖制冷、温泉保健、旅游等，地热直接利用量居世界第一，地热发电在全球排第18位，中国的地热能利用与其他相对成熟的国家相比，还有提升空间。

到2020年，我国非化石能源将在一次能源消费中占比从12%提高到15%。如果地热能能够实现快速发展，将成为增量主力。即将对外发布的《全国“十三五”地热资源开发利用规划》(以下简称《规划》)中，“十三五”末期，我国地热供暖、制冷面积将达16亿平方米，累计实现地热发电装机容量53万千瓦时，可实现替代标煤7210万吨，减排二氧化碳1.77亿吨，对我国调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义。

地热能产业可持续发展还存在诸多制约问题，比如资源勘探程度较低、管理体制尚不完善、缺乏统一技术规范和标准、国家扶持政策不够健全、专业技术人才仍需加强等。

各地在地热能的管理上处于“九龙治水”的状态，地热能的管理职能分别归属于地方能源主管部门、水文部门，甚至城建部门，多头管理不利于地热能的有序开发。

一些地方通过集中管理的方式，与企业签署特许经营协议，形成可复制、可持续的开发模式。比如河北省保定市雄县成立地热管理办公室，统一管理当地的地热能开发，政府出台制定地热资源开发利用管理的一整套政策和管理办法，有效地化解和避免多头管理下的无序开发问题。

国家能源局的相关人士透露，国家能源局将会同国土建设等部门推进若干重点城市建设一批示范项目，不断总结经验，完善地热能开发利用的管理体制，形成既能有效推进地热能的开发利用，又可以和资源对环境有效保护的发展机制，为地热能可持续发展提供制度和政策保障。

即将对外发布的《规划》，对现有的制约地热行业发展的的问题都提出解决方向，但要落到实处，还需要细化各项措施，一方面加大对行业扶持力度，另一方面设定具体指标，逐渐提高行业门槛。

中国经济时报 2016-11-25

## 呼包平原地热勘查获突破 毕克齐地区探出高产热水

我区地质勘查基金项目取得重大成果。日前，内蒙古自治区第七地质矿产勘查开发院在呼和浩特市毕克齐地区北什轴乡恰台吉村施工的地热勘查井取得重大突破。该井深 2400 米，井口出水温度为 65 摄氏度；地热水自流量为每天 1500 立方米，水头高出地表约 40 米；抽水试验降深 40.3 米，稳定产量为每天 2784 立方米。该井稳定产量大、水温高，具有重大的开发利用价值。该井成功出水，进一步证明呼包平原蕴藏着丰富的地热资源，开采潜力巨大，它的开发利用必将为呼包鄂经济圈发展增添新的动力。

乌海网 2016-11-16

## 冰岛发现“超临界蒸汽”能源可提升 10 倍热能

近日，冰岛地热能公司透露，该公司负责的冰岛深钻探项目正在开发一种新型地热能--“超临界蒸汽”，其热能值可达普通地热能的 10 倍。据悉，该项目在熔岩流地区打井至 5 公里，在 400-1000℃、200 倍大气压的环境中可找到一种特殊形态的水，它以超临界蒸汽形式存在，其热能是普通地热井的 10 倍。研究小组表示，一口普通地热井可提供 5 兆瓦的发电能力，而一口利用超临界蒸汽的地热井可提供 50 兆瓦的发电能力，其热值差异达一个数量级，可为 5 万户家庭供电。目前研究团队正在组合优化地热井，以期在全球范围内的年轻火山地区推广应用。

全球节能 2016-11-16

## 能源局：成立能源行业地热能专业化技术委员会的批复

中国石油化工集团公司：

报来《关于上报成立能源行业地热能专业化技术委员会组建材料的函》(中国石化科[2016]681号)收悉。经研究，现批复如下：

一、同意成立能源行业地热能专业化技术委员会，编号为 NEA/TC29。标委会秘书处由中国石化集团新星石油有限责任公司承担。

二、同意第一届能源行业地热能专业化技术委员会由 30 名委员组成(名单见附件 1)，曹耀峰任主任委员，多吉、焦大庆、齐志新任副主任委员，张召平任副主任委员兼秘书长。

三、同意能源行业地热能专业化技术委员会主要负责能源行业地热能专业标准的归口管理，开展地热资源勘查与评价、地热钻完井工程、地热供暖与制冷、地热发电和采出水综合利用及资源保护等领域标准化工作，并研究建立地热能专业技术标准体系表(见附件 2)。

四、同意由你公司负责能源行业地热能专业化技术委员会的日常管理及其标准立项、报批等业务的指导工作。请按照《国家能源局关于印发<能源领域行业标准化管理办法(试行)>及实施细

则的通知》(国能局科技[2009]52号)中有关要求进行管理。

附件:

1.第一届能源行业地热能专业标准化技术委员会(NEA/TC29)委员名单

<http://nfj.nea.gov.cn/action/front/W020161125552938796929.pdf>

2.能源行业地热能专业标准体系表

<http://nfj.nea.gov.cn/action/front/W020161125552938804945.pdf>

国家能源局

2016年11月18日

国家能源局 2016-11-28

## 中石化将打造 20 个地热取暖城市

有消息称,一些地热龙头企业已率先在京津冀地区布局,如国内最大的常规地热资源开发利用企业中石化将在全国打造 20 个用地热能取暖的“无烟城”,其中部分位于京津冀地区。

虽然地热能在温室气体排放、选址、钻取、污染等方面还存在很多问题,距离最理想的清洁能源还有一段距离,但相对于传统化石能源而言,还是十分具有吸引力的,我们期待其被广泛使用的那一天。

中国电力报 2016-11-29

## 深层地热“燃”起来

每年的供暖季,燃煤尘污染就又成了导致雾霾天气的“元凶”之一。然而在北京城区往南约 120 公里的河北省雄县,这里的供暖季几乎见不到冒黑烟的大烟囱,县城 95% 以上的供暖实现了地热集中供热全覆盖。

记者从近日举行的 2016 年中国地热国际论坛上获悉,到 2020 年,我国非化石能源在一次能源消费中占比将从 12% 提高到 15%,其中,地热资源是增量主力。届时,我国地热供暖、制冷面积将达到 16 亿平方米,累计实现地热发电装机容量 53 万千瓦时,对我国调整能源结构、节能减排、改善环境产生重要意义。

“不仅仅可以用来温泉洗浴”

地热资源是一种可再生的清洁能源,储量大、分布广,具有清洁环保、用途广泛、稳定性好、可循环利用等特点,不受季节、气候、昼夜变化等因素干扰。

“地热不仅可以用在温泉洗浴行业,更是能源体系的重要组成部分,是一种现实并具有竞争力的可再生能源。”国家能源局副局长李仰哲告诉《经济日报》记者。

据专业机构估算,全球埋深 5000 米范围内的地热资源量相当于约 5000 亿吨的标准煤,是地球全部化石能源资源量的数百倍。近年来,国际上地热能正在进入新一轮快速发展时期,技术进步加速,市场竞争力明显提升,正在成为可再生能源发展的又一支骨干力量。

记者了解到,地热在我国能源发展中具有“三大突出贡献”。在能源结构调整方面,按照 2020 年能源消费总量 48 亿吨标煤测算,届时地热占比将达到 1.5%,比目前的 0.5%,提高 1 个百分点,也就是说在非化石能源今后五年的 3 个百分点增幅中,地热“三分天下有其一”。

在应对气候变化方面,对应“十三五”规划中地热实现替代标煤 7210 万吨和减排二氧化碳 1.77 亿吨,对降低我国碳排放总量和碳强度都具有重要意义。

在雾霾治理方面,根据《锅炉大气污染物排放标准》测算,采暖锅炉排放的二氧化硫、氮氧化物和粉尘分别是电厂锅炉的 4 倍、4 倍和 2.5 倍,散煤直燃的污染排放量是工业燃煤的十几倍。相对于太阳能发电、风电等,替代的是燃煤电厂排放的污染物,地热供暖替代的是供暖锅炉的燃煤和直燃

的散煤所产生的污染物，对于大气污染治理的意义突出。

我国是世界上最大的能源生产国和消费国，正如中国工程院院士孙永福说：“面对经济增速换挡、资源环境约束趋紧的新常态，我国必须着力改变以煤炭为主的传统能源利用方式，大力发展绿色清洁能源，逐步摆脱对化石能源的依赖。”

我国地热直接利用居世界首位

近年来，国家高度重视地热能的开发利用。2012年6月，国家能源局依托中石化新星公司组建了国家地热能源开发利用研究及应用技术推广中心。2013年，国家能源局联合财政部、国土资源部、住房和城乡建设部发布了《关于促进地热能开发利用的指导意见》。2014年2月，国家能源局在河北雄县召开了全国地热能开发利用现场会，通过总结“雄县模式”，在全国部署推动地热能的开发利用。2014年7月，能源局会同国土资源部印发了关于组织编制地热能开发利用规划的通知。

“在国家发布地热能发展指导意见以及雄县地热现场会以后，地热能开发利用正在实现从点到面、从项目到产业的跨越。”李仰哲说。

目前我国地热直接利用居世界首位，近三年来，地热供暖面积每年新增约1亿平方米。截至“十二五”末，全国浅层地热能供暖、制冷面积达到3.92亿平方米，中深层地热能供暖面积达到1.02亿平方米，年可实现替代标煤2000万吨，减排二氧化碳4920万吨，地热已成为我国可再生能源家族中的重要一员。在地热直接利用中，浅层地热供暖占58%，中深层地热供暖占19%，温泉洗浴仅占18%，中国地热开发的能源性、技术性更加突出。

“目前，中国地热开发利用形成了较为完备的系列技术，整体处于世界先进水平，还培育涌现出了以中国石化为代表的一大批技术领先、实力过硬的地热开发利用企业。”在孙永福看来，中国地热发展已经取得了全方位的成绩。

资料显示，地热资源开发利用技术是一门多学科的综合技术，我国已形成资源勘查与评价、钻井成井工艺、尾水回灌、梯级利用、高效运营、保温与换热、防腐防垢等较为完善的技术体系，很好地指导了我国地热资源勘查开发利用实践。

中国石化集团公司总经理戴厚良表示，中国石化已成为国内最大常规地热资源开发利用企业，创建了世界上第一个地热供暖CDM方法学。目前，中国石化地热开发区域扩展到14个省市，地热供暖面积超过4000万平方米。

京津冀将成地热发展“主阵地”

“雄县现场会后，能源局启动了地热能开发利用的‘十三五’规划编制工作，在国家层面编制地热能发展规划还是第一次，这也意味着‘十三五’时期，国家将地热能发展放在重要位置，将全方位推进地热能发展。”李仰哲表示。

数据显示，我国地热资源丰富，资源量约占全球地热资源的六分之一。其中，浅层地热能资源量相当于95亿吨标煤；中低温地热资源量13700亿吨标准煤；干热岩（3公里至10公里内）资源量860万吨标煤，开发利用潜力巨大。

记者获悉，在下一步发展中，京津冀地区将成为“十三五”期间我国发展地热的主阵地。该地区每年可开发利用的地热热量折合标准煤3.43亿吨，相当于京津冀2014年燃煤消耗总量的94%，每年可减排二氧化碳8.18亿吨。截至2015年底，该地区已形成年利用地热供暖制冷面积13000万平方米，实现年替代标煤380万吨，减排二氧化碳980万吨。培育了中国石化新星公司、北京地矿局、天津地热院等一批有实力的地热勘察开发利用企业，形成了较为完备的地热勘察开发利用技术体系，具备了加快发展的基础。

根据国家《地热产业发展“十三五”规划》（征求意见稿），该地区将新增地热供暖制冷面积3.1亿平方米，到2020年，累计实现地热供暖制冷面积4.4亿平方米，年可替代标煤1280万吨，减排二氧化碳3460万吨。

“‘十三五’期间，要因地制宜地推动多种形式地热能的开发利用。”李仰哲透露，在中深层地热资源丰富的京津冀地区，大力推广地热替代燃煤供暖，促进京津冀地区压减煤炭消费，改善区域

大气环境。在冬季供热需求增长较快的长三角等南方地区大力推广浅层地热能供暖制冷工程。在西藏，尤其是藏南地区，高温地热资源丰富，重点发展高温地热发电，并且利用地热发电的尾水用于居民供暖。在东部中低温地热资源较好的地方开展中低温地热发电的示范。

新能源网 2016-11-29

## 2016 中国地热国际论坛在北京召开

近日，第 240 场中国工程科技论坛、2016 中国地热国际论坛在北京召开。论坛由中国工程院、中国石油化工集团主办，来自澳大利亚、冰岛、德国、韩国的多位地热专家、约 30 位中国科学院和工程院院士，以及来自北京、天津、河北等 17 个省(区、市)的约 700 余名各级政府和企业家代表参加会议。国家能源局副局长李仰哲出席会议并致辞。

李仰哲指出，地热能是能源体系的重要组成部分，是一种现实并具有竞争力的可再生能源，并在许多国家的能源供应中发挥重要作用。近年来，国际上地热能正在进入新一轮快速发展时期，技术进步加速，市场竞争力明显提升，正在成为可再生能源发展的又一支骨干力量。我国各级地方能源主管部门主动会同国土、建设、环保等部门，以资源评价为基础，统筹规划为前提，积极有序开展地热能工作，地热能开发利用正在实现从点到面、从项目到产业的跨越。

李仰哲指出，“十三五”期间，国家有关部门将重点做好以下工作：一是组织开展地热资源潜力勘查与选区评价。二是因地制宜推动多种形式的地热能开发利用。三是与相关部门协同出台政策措施。此外，还将进一步完善促进地热能开发利用的市场机制，建立健全各项管理制度和技术标准，加强重大项目管理，支持关键设备和技术研发等。

李仰哲强调，地热能开发利用需要把握好三个方面问题：一是把握好地热能开发利用与环境保护的关系。今后要加强地热能项目的技术规范和项目管理，使尾水回灌成为地热能开发利用项目的硬性要求。二是做好地热能开发利用与城市总体规划建设的衔接。要支持地热供暖企业开发供热市场，要将地热供暖纳入市政供暖统一规划，在市政供暖管网布局中予以总体考虑。三是把握好管理与发展的关系。一方面，要调动各方面的积极性，激发各种市场主体开发利用地热能的活力，同时又要做到有序有度。下一步国家能源局将会同国土、建设等部门，推进若干重点城市建设一批示范项目，并为地热能可持续发展提供制度和政策保障。

国家能源局 2016-11-29

## 地热能能否复制风电光伏的加速跑

11 月 17~18 日，“第 240 场中国工程科技论坛、2016 年中国地热国际论坛”在北京举办。论坛透露，我国已建立较完善的地热资源开发利用技术体系，地热直接利用居世界首位。我国首次编制的地热产业发展规划，即《国家“十三五”地热能发展规划》即将出台，必将促进地热资源的优质高效开发，使地热这一清洁环保的可再生能源在我国能源结构转型中发挥重要的作用。

### 地热产业

#### “十三五”要组织重点发展

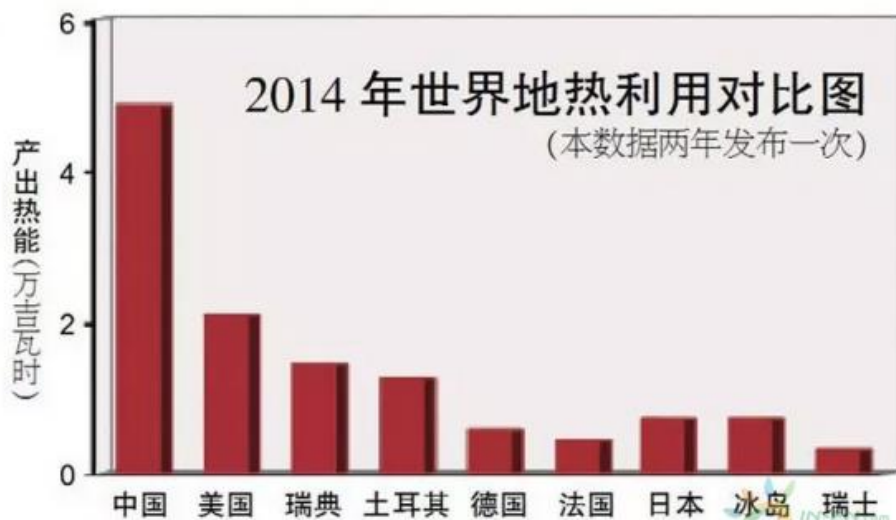
地热资源是一种可再生的清洁能源，储量大、分布广，具有清洁环保、用途广泛、稳定性好、可循环利用等特点，不受季节、气候、昼夜变化等外界因素干扰，是一种现实并具有竞争力的新能源。

世界上已知高温地热资源主要分布在环太平洋沿岸的地热带，从大西洋中脊向东横跨地中海、中东到我国滇、藏地热带，以及非洲大裂谷和红海大裂谷的地热带。

我国常规地热资源以中低温为主，埋深在 200~3000 米，据国土资源部 2015 年统计，我国浅层地热能资源量折合标煤 95 亿吨；中深层地热能中的中低温地热资源量折合标煤 1.25 万亿吨。仅目前雾霾较严重的京津冀地区，每年可开发利用的地热折合标煤 3.43 亿吨，相当于京津冀 2014 年燃煤

消耗总量的 94%，每年可减排二氧化碳 8.18 亿吨。

这次论坛上，国家能源局副局长李仰哲表示，全球能源转型进一步提速，新一轮能源革命正在孕育成长，可再生能源在全球能源体系中的作用发挥越来越大。中国政府高度重视并致力于推动能源转型变革，确立了能源绿色低碳发展目标。地热是一种具有重要竞争力和独特优势的再生清洁能源，必将促进地热资源的优质高效开发，在我国能源结构转型中发挥不可替代的作用。他特别强调，“十三五”期间，要重点组织开展好地热资源潜力的勘查与选区的评价，因地制宜地推动多种形式的地热能开发利用，并研究制定地热供暖作为城镇基础设施的投资支持政策。



政策助推

地热黄金时代到来

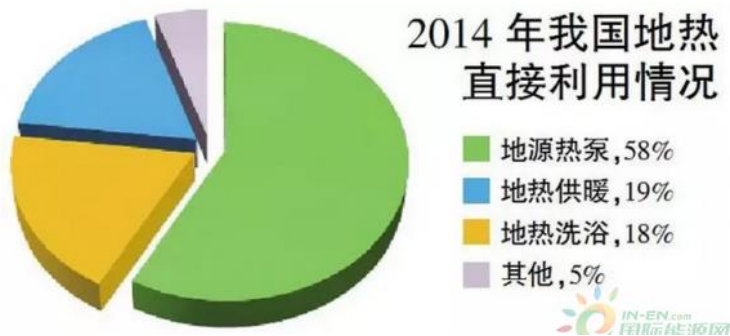
资料显示，在新能源和可再生能源中，地热资源平均能源利用系数达到 73%，远远高于太阳能和风能。通常，高温地热资源(150℃以上)主要用于发电，地热电站可作为基本载荷运行;中温和低温以直接利用为主，多用于采暖、烘干、工业、农林牧副渔业、医疗、旅游及日常生活等方面。环保优势十分明显。

目前，全球已有 70 多个国家实现对地热的直接利用，有 24 个国家开展了地热发电，平均利用系数为 73%，绝大部分是高温发电站。由于国外新能源发电享有可观的政府补贴，高温发电领域投资不断增大，中低温发电也得到了快速发展。我国一直是地热能产出利用量最大的国家，主要利用方式为地热供暖制冷、温泉保健、旅游等，地热直接利用量居世界第一，地热发电在全球排在第 18 位。

《国家能源“十三五”规划》明确提出，我国非化石能源占比将从 2015 年的 12% 提高到 2020 年的 15%，增长 3 个百分点。过去 10 年，我国风电、太阳能光伏发电领域发展突飞猛进。中国工程院院士曹耀峰分析说，国家“十一五”规划中列入了风能、太阳能规划目标，从 2005 年到 2015 年，我国风能装机容量 126 万千瓦增长到 12934 万千瓦，增长了 103 倍;太阳能光伏发电装机容量从 7 万千瓦增长到 4318 万千瓦，增长了 635 倍。今年，国家“十三五”规划中也专门编制了《中国“十三五”地热产业发展规划》，从风能、太阳能开始编制规划 10 年来的发展速度不难看出，地热产业的发展前景不可限量，地热的黄金时代很快就会到来。

曹耀峰认为，地热在未来能源结构调整中将贡献突出。“到 2020 年共可实现替代标煤 7210 万吨，减排二氧化碳 1.77 亿吨。按照 2020 年能源消费总量 48 亿吨标煤测算，届时地热占比将达到 1.5%，比目前的 0.5% 提高 1 个百分点。因此，在今后 5 年非化石能源 3 个百分点的增幅中，地热将是‘三分天下有其一’”。同时，充分发挥地热的清洁环保优势，将有利于应对气候变化和应对当前的大气污染。





#### 化石能源企业 引领新一轮地热潮

此次论坛上，中国石化的地热资源利用最为抢眼。中国石化集团总经理戴厚良介绍说，中国石化所属新星公司依托国家地热能源开发利用研究以及技术应用推广中心的优势，通过加强资源开发、强化科技创新，逐步形成了适合中国地热资源特点的资源勘查、利用、建设等核心技术体系。成功打造了政府主导、政企合作、技术先进、环境友好、造福百姓于一体的“雄县模式”；创建了全球第一个地热供暖的清洁发展机制的方法学；成功注册了全球首个地热供暖的咸阳项目；启动了砂岩热储经济回灌、井下换热和干热岩开发利用等多项技术攻关，实现了地热产业的快速发展。

国家地热能中心指导委员会名誉主任、中国石化高级副总裁王志刚说，中国石化经过 7 年建成的我国第一个“无烟城”--河北雄县，实现地热供暖能力达 450 万平方米，城区基本实现地热集中供热全覆盖，并在技术方面构建了自主研发的技术体系，形成了技术可复制、经验可推广的“雄县模式”。目前已滚动发展至容城、博野、辛集等 15 个市(县)区，在河北省实现供暖面积达 1500 万平方米。“十三五”期间，中国石化提出将打造“20 座无烟城”，实现新增供暖、制冷面积 1 亿平方米，同期新增地热发电装机容量 50 万千瓦。

胜利油田创新开展了地热余热利用。资料显示，胜利油田油区内地热储量丰富，达到 6883 亿吉焦，折合标煤 235 亿吨；同时，年可利用的生产余热资源达到了 1244 万吉焦，折合标煤 42 万吨。2013 年以来，他们采用 BOO、BOT、EMC 等模式融资 3.5 亿元，共推进项目 30 个，其中，已投产运营 22 个，在建的 4 个，完成项目可研 4 个，地热余热资源利用已初具规模。

石油商报 2016-12-01

## 地热能：“十三五”的风往哪儿吹

河北雄县，这个距离北京 108 公里的小城，是我国首个利用地热资源建成的“无烟城”。北京冬日一个阴霾密布的午后，《中国科学报》记者来到了这里的人才家园小区。主人钱大爷热情地告诉记者：“我就是看中了地热供暖才买这儿的房子的，冬天不仅暖和，取暖费还便宜了三分之一。”

从 2009 年到现在，雄县政府与中国石化集团新星石油有限责任公司合作，在雄县城区基本实现了地热集中供热全覆盖，明年，这种清洁、安全的可再生能源还将深入到雄县所辖的更多村庄，替代传统的燃煤供暖。雄县副县长徐同柱告诉记者，“地热的春天在雄县已经到来了”。

实际上，地热的热度已经不局限于雄县。据记者了解，即将于 12 月中旬发布的《中国“十三五”地热产业发展规划》，将让地热进入“黄金时代”。

“三分天下有其一”

中国工程院院士、国家地热能中心指导委员会主任、中国石化原副总经理曹耀峰对地热的升温深有体会。他告诉记者，其表征之一是，中国工程院已将地热列为 2016 年度重点咨询项目。在近日由中国工程院和中国石油化工集团公司主办的“第 240 场中国工程科技论坛·2016 中国地热国际论坛”上，曹耀峰透露：“今年 6 月 20 日，中国工程院召开了‘中国地热产业规划和布局战略研究’重点咨询项目启动会，20 多位院士参加并积极建言”。

截至目前，这一为期两年的项目已经取得了初步成果，即发现了地热在当前我国经济新常态下的重要作用，主要表现在未来调整能源结构、应对气候变化和大气污染方面的突出贡献。

按照我国能源发展战略和规划，到 2020 年，非化石能源比例要从 2015 年的 12% 提高到 2020 年的 15%，增长 3 个百分点。根据《中国“十三五”地热产业发展规划》征求意见稿，到 2020 年累计达到地热供暖制冷面积 16 亿平方米，加上发电、种植、养殖、洗浴等，共可实现替代标煤 7210 万吨。“按照 2020 年能源消费总量 48 亿吨标煤测算，届时地热占比将达到 1.5%，比目前的 0.5% 提高一个百分点，也就是说，非化石能源今后五年的三个百分点增幅中地热‘三分天下有其一’。”曹耀峰说。

2014 年 2 月 27 日，国家能源局在雄县召开现场会，向全国推广以“政企合作、统一开发、技术先进、环境保护、百姓受益”为核心的“雄县模式”。国家能源局副局长李仰哲透露，正是在这之后，国家能源局启动了我国地热能开发利用的“十三五”规划编制工作。“在国家层面编制地热能发展规划这还是第一次，表明‘十三五’时期国家将把地热能放在更加重要的位置，将全方位地推进地热能的发展。”而在曹耀峰看来，这意味着“地热的‘黄金时代’很快就会到来”。

#### “京津冀将成主阵地”

作为《中国“十三五”地热产业发展规划》征求意见稿的参与者之一，中国石化集团新星石油有限责任公司副总地质师、新能源研究院院长刘金侠告诉《中国科学报》记者，“十三五”时期地热发展的重点之一是积极推进中深层地热供暖，其指导思想是用重大工程来带动大范围地热开发，进而带动整个规划的实现。

国家地热能中心指导委员会名誉主任、中国石化高级副总裁王志刚也表示，“十三五”期间，京津冀地区将成地热产业发展主阵地，地热供暖/制冷面积将达到 4.4 亿平方米，对该地区能源结构调整和大气污染治理发挥重要作用。

“京津冀地区每年可开发利用的地热折合标准煤 3.43 亿吨，相当于京津冀地区 2014 年燃煤消耗总量的 94%，完全可以支撑起该地区对地热资源的可持续开发利用。”王志刚说。以中国石化为例，经过 7 年建设，在河北雄县实现地热供暖能力达 450 万平方米，并在技术方面构建了自主研发的体系，目前已滚动发展至容城、博野、辛集等 15 个市(县)区，在河北省实现供暖面积达 1500 万平方米。

#### “既有机遇，更有挑战”

国家“十一五”规划中列入了风能、太阳能规划目标，结果是 10 年来风能装机容量从 2005 年的 126 万千瓦发展到 2015 年的 12934 万千瓦，增长了 103 倍。太阳能光伏发电装机容量从 2005 年的 7 万千瓦发展为 2015 年的 4318 万千瓦，增长了 635 倍。

“今年，国家的‘十三五’规划中也专门编制了《中国‘十三五’地热产业发展规划》，我们有理由相信‘十三五’‘十四五’时期地热产业也能够翻 100 倍。”中国工程院院士、国家地热能中心技术委员会名誉主任汪集旸对地热产业的未来寄予厚望。不过，在他看来，“虽然我国地热开发利用的‘第二个春天’已然到来，但其间既有机遇，更有挑战”。

截至目前，可利用的地热资源主要包括天然出露的温泉、通过热泵技术开采利用的浅层地热能、通过人工钻井直接利用的地热流体，以及干热岩体中的地热资源。

据国土资源部 2015 年统计，我国浅层地热能资源量折合标煤 95 亿吨，中深层地热能中的中低温地热资源量折合标煤 12500 亿吨，干热岩资源量折合标煤 860 万吨。

汪集旸认为：“虽然干热岩中地热能资源量巨大，但现在来看开发难度很大，因此开发利用要慎之又慎。”

结合我国地热资源的分布情况、地质构造等因素，汪集旸说：“目前我国地热资源的开发利用方向应该是热电并举，以热为主；深浅结合，由浅及深；东西兼顾，西电东热；干湿有度，先湿后干；一带一路，地热先行。”

中国科学报 2016-12-01

## 生物质能、环保工程

### 发展生物质能源将成为我国产业政策的重点支持方向

科学选择扶贫产业是精准产业扶贫的前提与关键。基于自然禀赋、技术条件、产业政策及市场潜力的综合考虑，生物质能源产业应该可以成为我省广大农村尤其是贫困地区脱贫致富极有希望的支柱产业。2015年政府工作报告首次提出大力发展生物质能源，2016年政府工作报告强调完善生物质能等发展扶持政策。可以预见，在“十三五”及更长时期里，发展生物质能源将成为我国产业政策的重点支持方向。

从自然禀赋看，我省贫困农村人口多处山地丘陵，土壤贫瘠，水源缺乏，生态脆弱，发展粮、果、菜受限，但发展能源作物和生物质能源有利，且潜力巨大。数据显示，我省尚未利用的土地面积占土地总面积的9.4%，总计约116.7万公顷，主要形态为贫困地区的荒草地及田坎。大量能源作物具有对土壤要求不高、适应性强、耐干旱瘠薄等特性，如麻疯树、黄连木、乌桕、能源草等。以未利用的土地种植林草等速生的能源植物，若每公顷地可获干物质75吨至120吨，则可开发的林草生物质原料超过8500万吨。

生物质能源开发利用技术渐趋成熟，并在实践中取得了良好社会效益。巴西用木薯、甘蔗废弃物或甘蔗渣生产乙醇，世界瞩目。日本成功利用竹子为原料生产乙醇，并大力推广。目前，美国已成为世界上最大的燃料乙醇生产国。我国广西种植木薯、山东设厂提炼乙醇也进行多年。福建农林大学发明的能源草种植和发电技术，已在浙江兰溪试验成功。该能源草种植适应性强，生长快，产量高，一年多次收割，1吨巨菌草的发电量相当于4吨煤的发电量，成本低，效率高，不占耕地，山坡种植利于水土保持。生物质能源具有可再生、低碳环保、可储存、分布广、原料易得等优点，是唯一可以转化为固、液、气三态的可再生能源。生物质能源国内外市场潜力巨大。国务院制定的能源战略行动计划提出，到2020年我国非化石能源和可再生能源占比将达到15%，到2030年达到20%左右。国际能源署(IEA)预测，到2050年，生物质能源将占世界交通运输能源需求总量的27%。因此，我省贫困地区发展要和生物质能源开发结合起来，配合生态文明示范区建设，实现产业精准扶贫、生态扶贫、绿色发展，帮助农民创收，促进新农村建设。

强化顶层设计，加大政策支持力度。发展农村生物质能源面临着技术研发费用成本高、投资风险大和能源使用价格高等市场障碍，其发展离不开政府有效的经济激励和政策支持。将生物质能源产业的发展列入我省精准扶贫重点专项计划实施推进，在科研投入、品种选育、企业培育、基地建设、技术开发、终端销售与消费等几个重要环节，在土地、金融、财政、人才、资金等方面给予配套支持。设立生物质能源发展专项基金，用于生物质能源新技术的研发，重点资助生物质转化为能源的关键技术，比如，生物质预处理、水解、催化热解、气化和合成气催化转化等关键技术。尽快让这个具有明显的社会、生态和经济效益的生物质能源产业为我的扶贫大业做贡献。

加强资源调查评价，摸清产业发展基础。我省虽然能源植物资源丰富，种类繁多，但大多属于野生、半野生状态，未得到有效的开发利用，人工资源比较少，其分布情况、资源总量、经济价值等并不很清楚，有必要对全省能源植物种类、资源总量、畜禽粪便、农作物秸秆总量和可利用量等进行一次大规模、详尽的调查。立足现有技术基础，以抗逆性强、适应性强、品系稳定、生物量大为标准，确定有开发利用价值和发展潜力的生物能源物种。同时，强化对边际土地和未开发土地培育能源作物资源的普查工作。

规模化种植优良能源作物，增加农民收入。利用扶贫资金、新能源研发资金和金融支持，采取“公司+合作社+农户”经营模式，鼓励有劳动能力的贫困户家庭入社，合作社与公司合作经营能源作物种植和以能源植物为原料的柴油、乙醇、电力生产。重点扶持发展含油率高，可规模化种植，且福建具有比较优势的木姜子(山苍子)、乌桕、蓖麻、麻疯树(小桐子)、光皮树、油桐、山胡椒等能

源作物种植，利用其成熟的果实生产生物柴油不仅对自然生态环境破坏小，而且可以一次种植多年利用。组织福建农林大学研究团队，利用现有的能源草种植和发电技术，在土壤贫瘠的山区和半山区规模化种植能源草用以发电。引进国际先进技术与经验，利用我省现有丰富的竹子资源为原料生产燃料乙醇，提高附加值。在这过程中要充分利用土地流转政策，把小规模的家庭承包责任制土地利用方式改变成为规模化利用方式，建立能源农业生产基地，进一步降低生物质原料收储、运输的难度与成本，并吸引更多企业与资本进入生物质能源产业链。

就地设厂，让当地人既当农民又当工人，扩大就业。不管是用生物质发电，备制柴油，还是提取燃料乙醇，均应该按照中小型化、分布式的能源建设方案，就地设厂，才能避免后期的运行困难问题。引导和培育建档立卡贫困户组建新型农村经济合作组织，参与生物质能源全产业链，带动贫困地区农户就地就近向产业工人转变。农户可以能源林产权或扶贫资金入股公司，按劳取酬，按股分红。以千家万户的农民为载体参与种植、管护、回收、整理、运输、加工、成型等工作，既可推动中小城镇的发展，减轻大中型城市的就业压力，又可缩小工农及城乡差距，为农民创造就业新岗位，为农民增收创造新途径。

多元化经营，拓宽收入来源。在生物质能源原料基地大力发展以林花、林果、林药、林脂、林蜂、林禽、林菌等为重点的林下经济，以短养长，立体经营，既可增加菌类、药材等农副产品，又可利用废弃物转化为生物质能源，形成循环经济。同时，积极发展“农家乐”“森林人家”等乡村旅游业及具有观光、休闲、体验、健身等多功能的休闲农业，构建农业与二三产业交叉融合的现代产业体系，促进贫困地区农业增效、农民增收和农村繁荣。

加强国际合作。抓住福建建设 21 世纪海上丝绸之路核心区及自贸试验区建设的有利契机，扩大对外开放，与相关国家开展生物质能源原料、市场、技术、资金的合作。积极与拥有丰富的生物质能源原料的马来西亚、印度尼西亚、印度、泰国等国进行合作，建立境外种植基地，获得稳定廉价的原料。加强与欧盟以及美国、巴西等国合作研发，突破关键技术，提高生物质能转化效率。积极争取国际社会对生物质能源发展的资金支持。目前，国内有欧盟、美国能源基金、世行等支持生物质能源方面的项目。云、贵、川三省的生物柴油项目都获得发达国家的技术、资金支持，其经验值得福建借鉴。

福建日报 2016-11-25

## 2016 年我国生物质发电现状及发展前景分析

生物质发电兼具经济、生态与社会等综合效益，目前已进入稳定发展阶段。尽管行业仍面临一些问题，业内普遍认为，只要在政策、资金及技术方面给予适当扶持，生物质发电前景广阔。

生物质能直接或间接来自植物的光合作用，一般取材于农林资源、生活污水与工业有机废水、城市有机固体废物及畜禽粪便等，具有环境友好、来源广泛、储量丰富、可再生及可储存等特点。生物质能可以通过物理转换(固体成型燃料)、化学转换(直接燃烧、气化、液化)、生物转换(如发酵转换成甲烷)等形式转化为不同燃料类型，满足各种形式的能源需求。

随着能源危机与环境问题的日益突出，世界各国积极投入对新型可再生能源的开发和利用。提高非化石能源利用比重也是当前有效缓解我国资源环境约束和应对气候变化的主要路径。我国计划到 2020 年非化石能源占一次能源消费比重达到 15%，2030 年这一比例继续提高至 30%。这意味着需尽快打破以煤为主体的一次能源消费结构格局，大力发展可再生能源是最现实的出路。随着技术进步及产业化应用不断突破，生物质能作为世界第四大能源，正以其优越性，已成为各国关注的热门之一。其中，生物质直燃发电是生物质能规模化利用的重要形式，与风电、光伏发电等都属于我国战略新兴产业。

国家发改委能源研究所可再生能源发展中心任东明主任：开发利用生物质能已成为我国推动循环经济发展的重要内容，是培育战略性新兴产业的重要领域，也是促进我国农村发展的重要途径。

“十二五”期间，我国生物质能产业规模不断扩大，部分领域已初步实现产业化，在替代化石能源、促进环境保护、带动农民增收等方面发挥了积极作用。

出身：兼具环境效益与社会效益

首先，生物质发电有利于节能减排。秸秆焚烧是近年来造成北方地区大范围雾霾的主要原因之一。随着我国农村农作物产量的大幅提升，秸秆的处理成为一大难题，大规模焚烧秸秆屡禁不止。生物质发电具备碳中和效应，且比化石能源的硫、氮等含量低，通过集中燃烧并装备除尘及脱硫脱销等设备，有助于降低排放，促进大气污染防治。据测算，运营一台 2.5 万千瓦的生物质发电机组，与同类型火电机组相比，每年可节约标煤 11 万吨，减排二氧化碳 22 万吨。

其次，生物质发电有助于调整能源消费结构。生物质能作为可再生能源，来源广泛、储量丰富，可再生且可存储。生物质发电原理与火电相似，电能稳定、质量高，对于电网而言更为友好；与同样稳定的水电相比，生物质发电的全年发电小时数为 7000-8000 小时，水电则只有 4000-5000 小时，而风电、光伏发电则更低。发展生物质发电是用可再生能源替代传统能源的有效途径之一，对于替代化石能源、增加能源供应、调整能源结构，以及构建稳定、经济、清洁、安全的能源供应体系，保障能源安全，具有重要意义。

最后，生物质发电亦可助力精准扶贫。生物质发电具有产业链长、带动力强等特点，是农业、工业和服务业融合发展的重要载体，是产业精准扶贫的利器。装机规模为 2.5 万千瓦的生物发电项目年消耗生物质约 20 万吨，如按每吨秸秆 200 元的收购价测算，将带动所在地区农户年增收 4000 多万元。秸秆燃烧后的灰渣全部无偿返还给农民作肥料，降低农民耕种成本。同时，围绕秸秆的收购、存储、运输等产业链条，可为当地农村提供 1000 个就业机会。

现状：正步入发展的成熟期

生物质发电起源于 1970 年代的石油危机，1990 年以来在欧美许多国家发展迅速。生物质发电一般分为直燃发电、混燃发电、气化发电、沼气发电及垃圾发电等。

从无到有，不断壮大

我国的生物质发电起步较晚。2003 年以来，国家先后批准了个秸秆发电示范项目。2005 年以前，以农林废弃物为原料的规模化并网发电项目在我国几乎是空白。2006 年《可再生能源法》正式实施以后，生物质发电优惠上网电价等有关配套政策相继出台，有力促进了我国的生物质发电行业的快速壮大。2006-2013 年，我国生物质及垃圾发电装机容量逐年增加，由 2006 年的 4.8GW 增加至 2012 年的 9.8GW，年均复合增长率达 9.33%，步入快速发展期。

截至 2015 年底，我国生物质发电并网装机总容量为 1031 万千瓦，其中，农林生物质直燃发电并网装机容量约 530 万千瓦，垃圾焚烧发电并网装机容量约为 468 万千瓦，两者占比在 97% 以上，还有少量沼气发电、污泥发电和生物质气化发电项目。我国的生物发电总装机容量已位居世界第二位，仅次于美国。

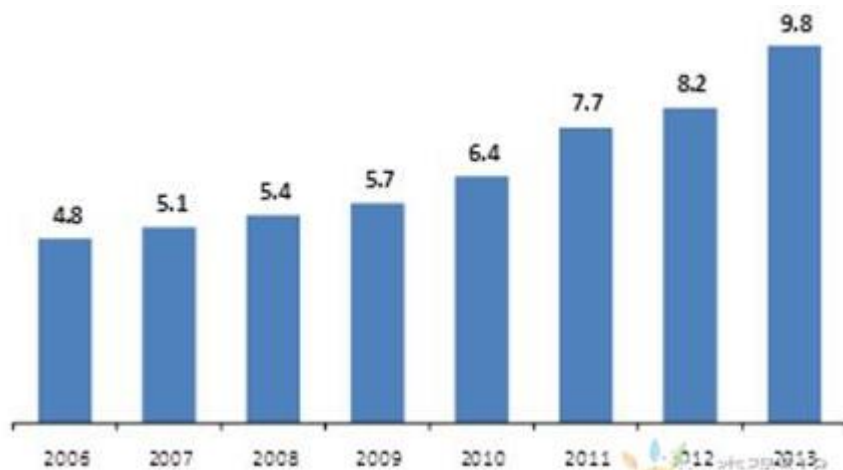


图1 2006-2013年中国生物质及垃圾发电装机规模 (单位: GW)

在装机规模快速增长的同时,覆盖范围也逐步扩大。截至2014年底,全国(不含港澳台地区)已经有29个省(市、区)建设了生物质能发电项目。分区域看,生物质发电装机主要集中在华东地区,2014年并网容量达296.69万千瓦,累计市场份额为31.31%,居全国首位。其次是华北地区和华中地区,分别为248.23万千瓦和185.4万千瓦。分省份看,山东省和江苏省生物质发电累计核准容量分别居全国前两位,分别为168.07万千瓦和139.5万千瓦,占全国累计核准容量的11.81%和9.8%。其次是湖北省、浙江省、黑龙江省、吉林省,上述六省累计核准容量占全国总核准容量的46.94%。在建容量上,江苏、吉林、湖南三省最高,分别为43.5、41.79和38.6万千瓦。



图2 2014年全国农林剩余物直燃并网发电装机容量及分布

图片来源:《中国可再生能源产业发展报告 2015》

行业日趋成熟

“我国生物质发电重点企业已在技术、成本方面取得明显优势,投产的生物质发电项目的盈利

能力已经得到初步验证”。任东明主任这样看待生物质发电产业的发展现状。

自 2010 年起，我国的生物质发电项目的数量一直快速上升。由于领先的公司积极扩张，市场集中程度亦逐渐提升。当前，行业领头羊是凯迪生态环境科技股份有限公司及国能能源有限公司，两者装机容量合计超过总装机容量的三分之一；同时，存在大量规模较小的市场参与者，以及一批新的行业进入者。其中，凯迪主要雄据华南地区，而国能能源则主要布局在华北地区。而从事环保和厨卫行业的长青集团作为新晋黑马，更是从 2015 年 9 月起在 5 个月内，跨界投资了 6 个生物质发电项目。

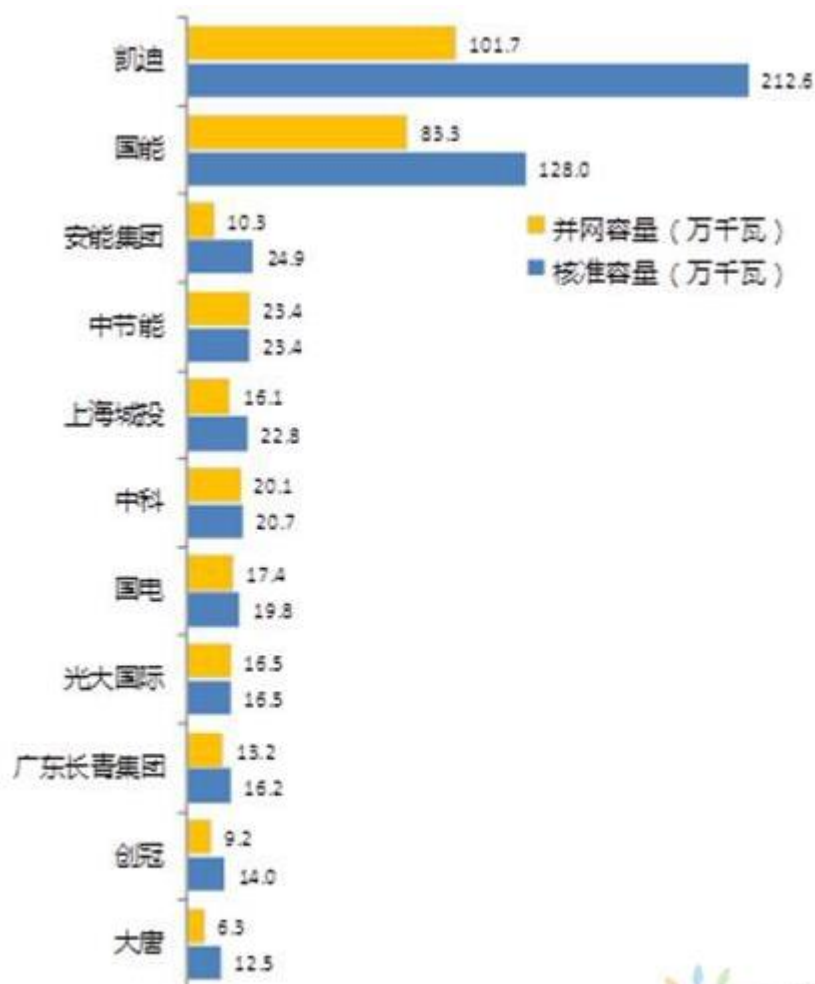


图3 2014年底排名前15的生物质发电开发企业累计核准及并网容量

数据来源：《中国可再生能源产业发展报告 2015》

以凯迪生态清洁能源为例，其通过优化商业布局、完善运营模式和促进技术创新“稳打方向盘”，蓄积了能量，扎根站稳了生物质直燃发电领域，2015 年成功上市便是明证。在行业诸多企业陷入经营困境时，凯迪走出了一条不一样的成功路，已成为目前全国范围内规模最大、布局最广的生物质发电企业。目前，该企业拥有 35 家生物质电站，核准容量达 212.6 万千瓦，并网容量达到 101.7 万千瓦。未来，这一规模将会扩大到 111 家。同时，该企业建立的燃料收集网络基本保证了燃料供应的数量和质量，破解了原料供应不足的难题，并正在积极布局林业产业资源。

当前，生物质发电行业当前正在步入一个由无序发展到有序发展、由爆发式增长到稳健型增长、由提速期向成熟期过渡的一个阶段。在这个阶段，无序的市场逐步被梳理，有序的市场逐步被建立，行业规则将日益完善，正在为今后行业的大发展蓄积正能量。

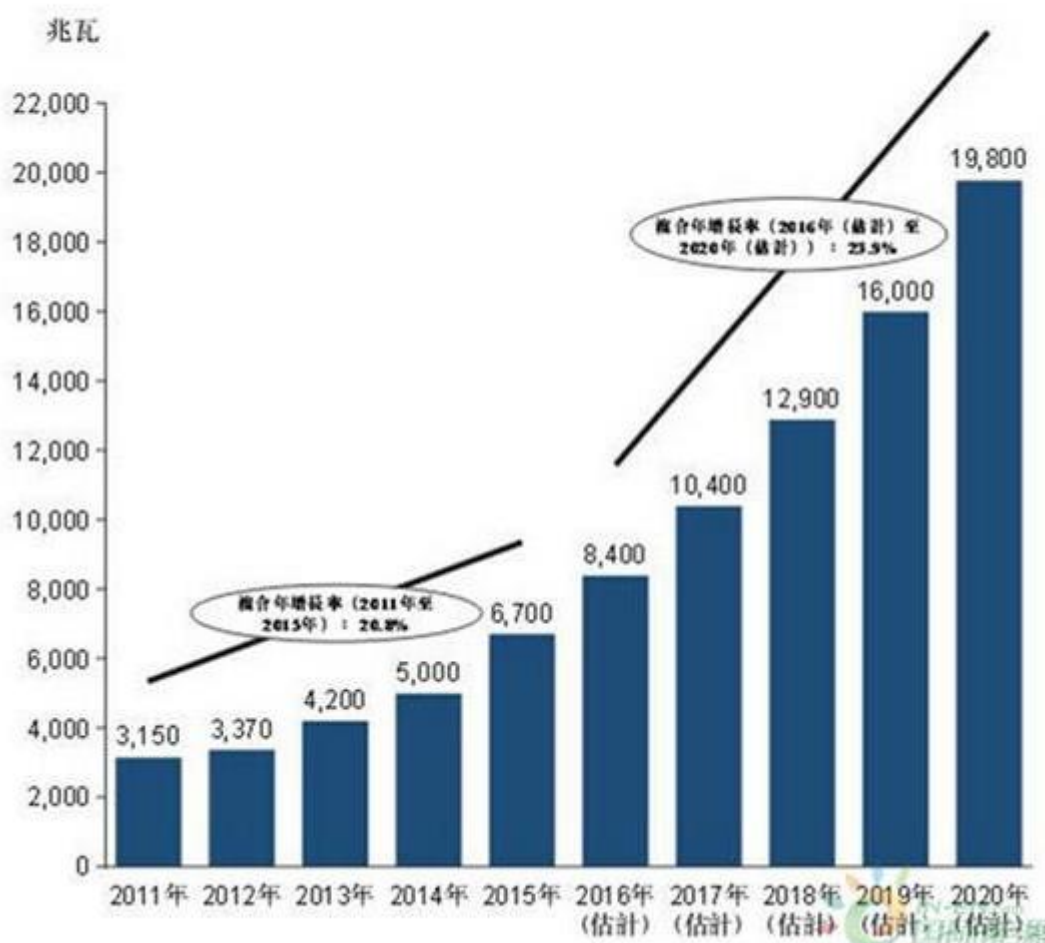
机遇与挑战并存

由于我国生物质发电的技术及设备比较落后，能源转化效率相对较低，生物质资源优势特点尚未充分挖掘，总体来看，该产业仍未完全步入发展的成熟期。特别是近年来，生物质直燃发电行业的扩张步伐有所放缓，出现了部分企业因经营业绩不佳而逃离的情况。2014年，龙源电力、大唐、华能国电、京能等发电集团陆续出售旗下生物质发电资产。一时间，媒体报道中常用“碰壁”、“尴尬”、“跳闸”等形容生物质发电行业，生物质发电产业成了烫手山芋。同时，亏损似乎也一直笼罩着一些生物质发电企业。

在中国科学院广州能源所马隆龙所长看来，这是行业发展的一个必经阶段，“随着市场规模的扩大和竞争的激烈，竞争带来的结果就是一些发电厂的效益下降，不能满负荷的发电，这种情况下，行业规模的扩张势必有一个放缓的过程”。优胜劣汰的市场竞争是任何一个行业走向成熟必经的阶段，在行业竞争由无序进入正轨的转型期和成熟期时，正是一个大浪淘沙、优胜劣汰的过程。

全球企业增长咨询公司弗若斯特沙利文(Frost&Sullivan)，基于对我国的跟踪研究，结合资源禀赋、形势发展及技术进步等因素，对我国生物质发电市场仍然很乐观：

中国累计生物质发电装机容量：2011年至2020年（估计）



来源：能源研究所&弗若斯特沙利文报告

前景：大势所趋，潜力巨大

潜力空间仍然巨大

据统计，地球每年经光合作用产生的生物质约 1700 亿吨，其中蕴含的能量相当于全世界能源消耗总量的 10-20 倍，但目前的利用率仅为 3% 左右，开发和利用前景十分广阔。我国作为农业大国，



每年有约 9 亿吨秸秆、0.8 亿吨林业剩余物、30 亿吨畜禽养殖粪便、1.5 亿吨生活和有机垃圾，以及 10 几亿吨农产品加工的废水废渣，生物质资源极其丰富。根据中国工程院《中国可再生能源发展战略研究报告》，我国含太阳能的清洁能源开采资源量为 21.48 亿吨标煤，其中生物质占到 54.5%，是水电的 2 倍和风电的 3.5 倍。随着农业、林业的快速发展，特别是我国正在有计划地研究开发各种速生能源作物和能源植物，生物质能资源的种类和产量将会越来越大(图 4)。



图4 我国生物质能用可利用资源的潜力预估

数据来源：张铁柱.我国生物质发电行业现状及前景分析[J].中国新能源,2011(3):50-52.

除了增量带来的潜力空间，现有生物质能资源保有量仍具有较大发掘空间。《生物质能发展“十二五”规划》显示，中国可作为能源利用的生物质资源总量每年约 4.6 亿吨标煤，目前已利用量约 2200 万吨标煤，利用率不足 5%。据《中国统计年鉴 2014》，我国农作物秸秆理论资源量约为 8.7 亿吨，约折合 4.4 亿吨标准煤，但其中被用于工业原料的仅为 3%，有 15%的用于露地焚烧，被一烧了之。2015 年，我国可再生能源消费量超过 4.4 亿吨标准煤，生物质能占比不到 1/10。但在欧洲，生物质能是最大的可再生能源分支，比重已高达 60%。

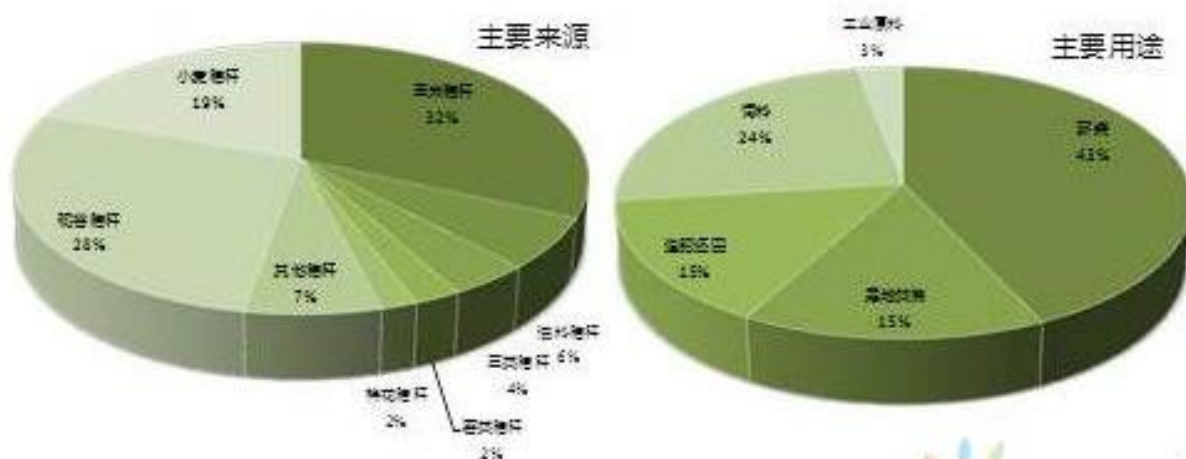


图5 全国农作物主要来源和用途

数据来源：《中国可再生能源产业发展报告 2015》

激励与约束的政策“双向发力”

早在 2006 年国家发展改革委就明确规定，生物质发电项目的上网电价在各省脱硫燃煤机组标杆电价基础上，享受 0.25 元/千瓦时的国家财政补贴，此外，生物质发电还可享受收入减计 10% 所得税的优惠。此后的 2010 年，国家发展改革委将农林生物质发电项目上网电价统一上调至 0.75 元/千瓦时(含税)，补贴力度进一步加大。我国“十三五”规划也明确指出，要加快发展生物质能、地热能，积极开发沿海潮汐能资源，完善风能、太阳能、生物质能发电扶持政策。

除了激励性政策的“保驾护航”，国家还将出台相关约束性政策进一步激发可再生能源发展的活力。近期，国家能源局下发《关于建立燃煤火电机组非水可再生能源发电配额考核制度有关要求的通知》，拟对燃煤火电机组强制实行非水可再生能源的配额考核机制，2020 年国内所有火电企业所承担的非水可再生能源发电量配额需占火电发电量的 15% 以上。对于没完成配额要求的燃煤发电企业，责令其在规定期限内完成配额要求，预期内仍未完成的，取消该发电企业的发电业务许可证。

“这个政策事实上就是强制推动能源结构调整，激活前期投入建设但运行效果不好的可再生能源发电项目，对盘活相关资产将起到重要促进作用。”广东省技术经济研究发展中心能源所陈子教所长认为该政策对生物质发电是个重大利好。

事实上，截止到 2015 年底，我国非水可再生能源产出仅占火电发电量的 7% 左右，可再生能源电量比例最高的为国电，约占 6.2%，最低的为华电，仅为 2.5%，均与国家预期的 15% 有较大的差距。可以预期，可再生能源配额制将解决“谁来买，谁来用”的问题，给包括生物质能、风电、光伏带来巨大的和可靠的市场。

“十三五”期间，我国生物质发电的相关政策将进一步明晰，生物质热电联产项目将会有大的发展。预计到 2020 年底，生物质发电装机将达 1500 万千瓦以上”，任东明主任对生物质发电的市场前景充满信心。

#### 放眼全球：势头正劲

从全球范围来看，生物质发电仍然处于快速发展的阶段，达到了前所未有的规模。据前瞻产业研究院数据，2013 年，全球生物质及垃圾发电新增装机量 5.5GW，累计装机规模达到 76.4GW。在欧美等发达国家，生物质发电已形成非常成熟的产业，成为一些国家重要的发电和供热方式，美国能源部预测，到 2025 年前，可再生能源中，生物质发电将占主导地位。包括丹麦、美国和日本等在内的发达国家在探索发展生物质发电的道路上做出了诸多有益探索。

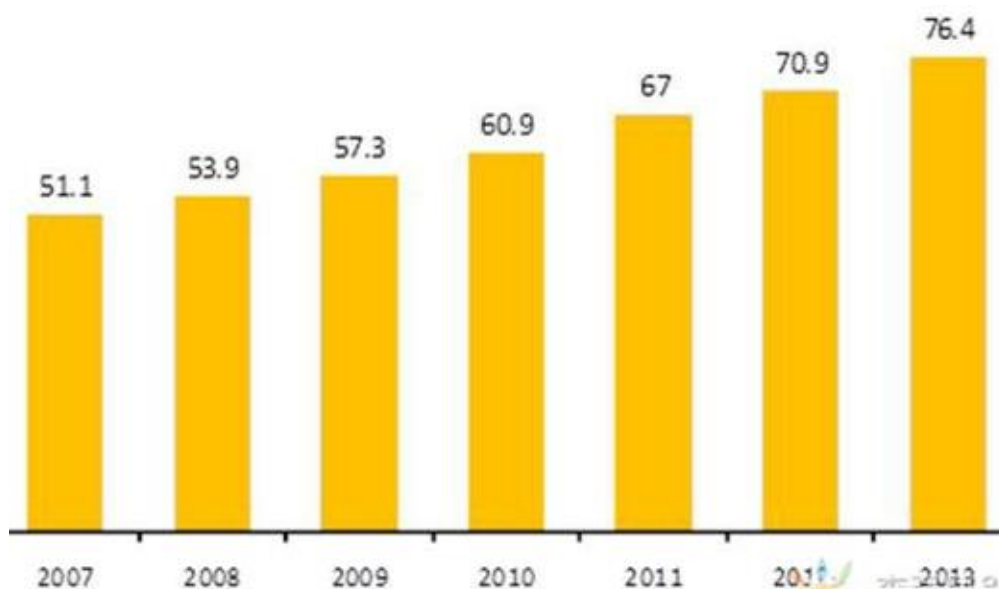


图6 2007-2013年全球生物质及垃圾发电累计装机规模

#### 绿色童话的丹麦

秸秆发电产业是丹麦践行绿色发展、打造绿色童话王国的成功典范，其具有显著先进性的秸秆

发电技术已经被联合国列为重点推广项目。目前，在可再生能源领域，丹麦是公认的生物质能利用的强国。

1988年丹麦建成世界上第一座秸秆生物燃烧发电厂，如今国土面积只有山东省面积1/4的丹麦，已建成了15座大型生物质直燃发电厂。秸秆发电等可再生能源占到丹麦全国能源消费总量的24%以上。其中，生物质直燃发电年消耗农林废弃物约150万吨，提供全国5%的电力供应。在保持GDP稳步增长的前提下，丹麦的石油消费量比上世纪70年代大幅下降了50%，成功摆脱对石油进口的严重依赖。

丹麦通过立法要求电力市场向可再生能源电力开放，规定当地电网公司有义务为可再生能源项目提供电网连接。在金融税收方面，可再生能源项目最高可以得到30%的初始投资补贴，生物质电力还可以享受二氧化碳税收返还的优惠。此外，丹麦对生物质发电的上网电价进行充分保护，生物质发电的上网电价为4.1欧分/度，并给予10年的保证期。

#### 法治先行的美国

美国生物质发电技术处于世界领先水平，在工业生产中得到了大量利用，生物质发电量已被视为该国现存配电系统的基本发电量。

1991年美国能源部提出生物质发电计划，旨在提高生物质的转化效率，降低发电成本，改善环境，创造就业机会，提高能源安全。2002年通过的《美国农业法令》，鼓励联邦政府通过采购、直接投入资金和对可再生能源项目给予贷款等方式支持生物质能企业发展；此后还颁布了一系列法案，如2004年的《美国就业机会创造法》、2005年的《国家能源政策法》、2007年的《能源独立与安全法》、2008年的《农业新能源法案》、2010年的《生物质能研发法案》等，这些法案为生物质能等新能源的开发利用提供了宏观上的法律支持与政策规划，并就可再生能源的范围、生产标准、中长期目标、资金支持等提出了具体的计划。如《美国就业机会创造法》就提出对生物燃料的使用税费减免的优惠政策。

至2012年底，美国生物质直燃发电占可再生能源发电量的75%，有300多家发电厂采用生物质能与煤炭混合燃料技术，装机容量达22000MW。目前，美国的生物质发电并网装机容量为1610千瓦，规模居世界第一。

#### 循环发展的日本

在2012年7月时，在上网电价政策(FIT)系统启动后，日本生物质发电厂曾经历过一次浪潮，以废料和间伐材为燃料发电的木质生物质发电规模正在逐渐发展。生物质工业社会网络机构的数据显示，到2014年11月为止，有84个被批准的项目，包括44个未使用的木质生物质发电项目、36个木质生物质发电项目以及4个的再生木材工程。据报道，目前该国主流燃料为将间伐材和废料加工成碎小颗粒的“木质颗粒”，然而日本国内的木质颗粒生产工厂规模普遍较小，无法满足需求。为填补空缺，许多发电企业采用进口木质颗粒，2013年木质颗粒的日本国内产量约为11万吨，而进口量也高达8万吨左右。

作为一个资源匮乏的岛国，循环发展理念在日本根深蒂固，在可再生能源利用领域，日本一些地区尝试利用家畜粪便进行生物质发电，将家畜饲养、肥料生产、牧草种植及生物质发电形成一条完整闭合的循环经济产业链，产生显著的经济与节能环保效益。位于北海道别海町的“别海町资源循环中心”正在开展这项实验，并已获得成功。以100头奶牛为例，利用其粪便进行生物气发电后，可供20户家庭电力和45户家庭的热热水需要。粪便发酵产生甲烷之后的残渣通过固体分离过滤形成消化液，经过杀菌处理后就形成了可供牧草使用的上好肥料。100头奶牛每天产生的消化液相当于9000日元的化肥，牧草每年所需肥料费用相当于270万日元，但如果使用液肥辅助化肥，则只需要217.8万日元，相当于每只奶头每年削减了5220日元的费用。利用这样的循环发展理念，正在打造“生物质产业城市”的别海町已经建造起了日本国内最大规模的生物质气发电项目，预计投产后，年发电量将达到9600兆瓦时，可供当地44.2%的用电量。

路径：突破“三关”赢取光明未来

作为农业大国，中国既有发展生物质能的先天条件，又承载着能源、环境的巨大压力，还对生物质产业有着巨大需求。但相比风电、光伏等可再生能源跃进式发展，生物质能一直扮演着“配角”。业内专家认为，参照国外经验及我国资源禀赋条件，生物质能应有的作用还未得到根本体现。如何继续促进生物质直燃发电行业在我国进一步发展壮大，在业内专家看来，需要突破“三个关口”：

**打通政策关：打好政策“组合拳”，发挥最大“政”能量**

“在生物质能开发利用的过程中，我们不仅要将其当成能源产品，更需要从治理区域环境污染的功能出发，开发利用生物质能。”马隆龙所长认为需要从多个角度去理解生物质能发展的意义。“需要推动当地政府或环保部门共同参与，将环境污染治理与生物质能开发利用结合起来，搭建起当地政府、能源公司与原料提供者的三角关系，而不是生物质发电公司与原料提供者的直接关系。”

国家政策是生物质能产业的风向标，既要保障生物质直燃发电企业“能吃饱”，更要让发出的电“能卖掉”，当务之急就是要从国家能源战略高度做好生物质直燃发电产业规划，结合农业主产区、部分林区和灌木集中分布区、宜林荒山区，合理布局生物质直燃发电的站址和规模，与电网的建设、新电改、工业园区热电联产和其他能源发电方式相配合，做到因地制宜，多能互补，协调发展，形成从燃料收、储、运、发电到燃烧废料深加工的一整套产业链。在此基础上再配合以税收优惠、电价补贴、信贷支持、秸秆禁烧与回收补贴、精准扶贫、生物质直燃发电示范工程等政策激励，尤其是像至“十三五”末火电要承担 15%以上非水可再生能源发电量配额这样的重大政策利好能不断加码，生物质发电产业定能实现崛起，孕育出环保能源领域的“新蔚蓝”。

**疏通资金关：构建“绿色金融”生态，广开渠道“引水入田”**

同属可再生能源，生物质发电相比受资本市场热捧的风电、光伏发电等产业，仍有些落寞。这与生物质能兼具技术密集型和劳动密集型等特点密切相关。生物质发电为实现规模经济，一般初始投资较大(通常 3 亿元以上)，需要一定融资能力;而投产后燃料收集、运输及储运等成本，也需占用大量流动资金，且有一定波动性;再加上相对较高的运维成本，生物质发电普遍投资回报率较低。

疏通资金关的关键就在于广开渠道“引水入田”，努力形成以政府为引导、企业投入为主体、金融为支撑和社会融资相结合的投资新体系。广东省社会科学院副院长赵细康研究员认为：人类对能源利用的演变过程与应用成本密切相关，与传统能源利用方式相比，新能源应用的前期投入还相当之高，需要进一步加大政府扶持力度，不断降低企业开发新能源项目的总成本。如何破解“降成本”问题，马隆龙所长认为需要将生物质直燃发电带来的环境效益考虑进来，“生物质能开发利用会产生两种效益：环境效益和经济效益。应将产生环境效益的利用成本从总成本中剔除，由政府承担，通过政策补贴等方式返还给农民或企业，实现环境收益由全体民众共享;另一部分真正产生燃料经济价值的成本由企业承担，同时由企业享受经济收益。”赵细康副院长认为应充分发挥社会资本的作用，“充分用好绿色信贷、绿色直接融资等投融资工具，鼓励各类金融资金和社会资本向有前景的优质生物质直燃发电项目进行投资，促进生物质直燃发电实现规模化和产业化运营”。作为企业本身，也不能坐享其成，不能光靠等机会、要补贴、要扶持，患上政策依赖症，有条件的企业应主动探索通过新三板、IPO、发债等方式解决资金问题。

同时，还要进一步总结生物质经济的模式及特点，不断完善生物质产业发展的商业模式和技术路线，实时引入政府购买服务、BOT、PPP 等多种生物质产业发展的商业模式。而建立碳排放交易市场，形成科学的碳交易价格机制，也有助于减轻生物质发电企业的经营压力。

**突破技术关：只有创新才能赢得明天**

技术是生产力，创新是企业发展的动力之源。从国际上看，生物质发电已经作为一项成熟技术得到大力推广应用。与欧美等农业发达国家相比，我国生物质能技术的研发能力总体还比较落后，正处于发展阶段。目前，国内生物质发电的技术设备有待升级，多数还依赖进口，影响了整个产业的发展。

当前，我国燃烧生物质主要用来发电，而国外通过余热回收实现热电联产，取得了较好的经济效益。一般热电联产的热效率可达 75%以上，比起单纯生物质燃烧发电 30%-50%的热效率要高不少。

“挖掘我国生物质发电潜力的必经之路，就是要通过技术创新，提升生物质发电技术水平，提高发电效率，尤其应当鼓励生物质热电联产技术发展。”任东明主任这样向笔者阐述技术创新的重要性。而当前我国针对生物质直燃发电的引导政策，主要集中在发电侧的激励，缺乏对生物质供热的鼓励政策，使得生物质直燃发电产业的资源、经济、生态和社会等综合效益未能充分显现。如果实现生物质热电联产，则能源转化效率将比生物质直燃发电提升近一倍。因此，任东明主任认为“应鼓励生物质热电联产应用，力争在现有生物质直燃发电项目的基础上，采取就近利用原则，向有供热需求的城镇居民住宅、工业生产企业以及公共建筑等区域提供生活生产用能，实现能源高效清洁化利用”。

短期内，高压/亚临界锅炉及秸秆压块等新技术可降低产生单位电力所需的生物质原材料消耗量，而热电联产及灰渣资源化利用等也能显著提高项目的盈利能力，应成为重点推广方向。另外，还应该加强技术与管理经验等方面的交流培训，加强人才储备，为产业发展蓄积力量。

长期来看，还应以专项基金等形式，结合国情，以企业为主，针对不同技术路线分层次组织科技攻关，并组织制定技术标准，为产业发展打下坚实基础。重点加快生物质能源化利用技术创新，加强核心技术的开发和研究，加快成套设备国产化步伐，完善综合利用技术服务体系。

华南地区：蓄势待发，培育行业发展新增长点

“广东等华南地区地处亚热带，光照与水分相当充足，有利于植物生长。每年生成的包括腐败凋谢、植物与农作物废弃物、林业采伐和加工的残余副产品等可利用的生物质资源量达 7000 余万吨，按 10-15% 的利用率，每年能实现利用的量也有 1000 万吨左右，按照 30% 的能源转化率计算，也可实现替代标煤 300 万吨左右。”陈子教所长认为华南地区生物质资源非常丰富。

在华南地区开展生物质直燃发电具有较好的支撑条件。从需求侧来看，华南地区经济社会发展迅速，用能用电消耗持续刚性增长。2016 年一季度，南方电网经营区域内的华南五省全社会用电量高达 2097 亿千瓦时，同比增长 3.7%，较全国全社会用电量增速高出 0.5 个百分点。即便是在经济下行压力增大的 2015 年，广东全省的能源消费总量也达到了 30145.49 万吨标准煤，同比增长 1.9%。华南地区全社会的用电、用能及用热需求仍将保持持续刚性增长，在非水可再生能源 15% 发电配额的约束目标下，将极大激发生物质直燃发电的需求空间。此外，秉持绿色发展理念、服务华南地区电力输送的南方电网，一直严格贯彻落实国家可再生能源并网相关政策，积极做出各项并网工程，可以为规划范围内的各类可再生能源发电全额收购和全额上网提供强有力保障。

考虑到生物质资源分布具有地域性、分散性和资源储量的有限性等特征，在华南地区发展生物质直燃发电，“需根据生物质的固有属性对其进行适度化、集中化、规模化的开发利用，做到布局要合理，管理要有效，发展要有序”。陈子教所长最后强调。

中国产业信息网 2016-11-29

## 日本最大生物质发电站将从海外引进椰子壳发电

日本最大生物质发电站将从海外引进椰子壳发电。据悉，这一木质生物质发电站建设场所位于日本福冈县丰前市的港口附近。发电能力为 75MW。年发电量预计 5000 万千瓦时。换算成一般家庭使用量的话，相当于可供应 14 万户家庭使用。电力供应相当于丰前市发电总量的 6%。

电力零售运营商 erex 和九州电力集团九州未来能源公司共同运营发电站。两家公司和九电工三家公司出资的“丰前新能源”成为业务主体，发出的电力通过固定价格收购制售电。PKS 等一般木质生物质发电的电力收购价格为 24 日元(税后)，年售电收入有望达到 12 亿日元。

2017 年 3 月份开始开工，2019 年 10 月份开始运行。九电工负责电力设备工程，erex 负责采购燃料。加上 PKS 和木质 Pellet，计划使用年 30 万吨的燃料发电。

成为木质生物质燃料的 PKS 是印尼和马来西亚等地培植的部分椰子壳干燥后的切碎物。是从椰子果实提取出棕榈油的一种废弃物。如果使用该燃料的话，可通过不排放 CO<sub>2</sub>(二氧化碳)的可再生

能源生产电力。成为日本和东南亚地区结合，应对地球温暖化的一大策略之一。

电力零售业务通过生物质扩大

erex 通过可再生能源，扩大电力零售业务，高速推进发电量稳定的生物质发电站建设。从 2013 年开始，高知县高知市的木质生物质发电站开始运行。此外，大分县佐伯市的木质生物质发电站预计于 2016 年 11 月中旬开始运行。两座发电站的发电能力为 30MW 和 50MW，都临近港口，可以使用 PKS 作为燃料。

加上此次在丰前市最新开发的项目，该公司决定在岩手县大船渡市建设同样规模的 75MW 的木质生物质发电站。和太平洋 cement 一起，在港口附近的 cement 工场内建设。使用 PKS 作为燃料，预计 2019 年秋天开始运行。

还有两个项目在计划中，预计到 2020 年，生物质发电的规模将超 350MW。电力公司发输电分离开始的 2020 年 4 月份，通过生物质发电，含电力在内的零售业务有望扩大到 1000 亿元。

共同参与丰前市项目的九州未来能源和九州地区的可再生能源发电设备扩大。至今为止，已有 10 座光伏电站和 1 座地热发电站运行。此外，还运营一座风力发电站和生物质发电站。13 座发电站的发电能力达到 112MW。佐贺县唐津市一座 28MW 的风力发电站的建设计划也在推进。

九州未来能源从 2016 年 4 月在东京电力管辖范围内开始电力零售业务，九州电力发力没有参与零售业务的可再生能源发电业务，丰前市木质生物质发电站发出的电力将供应 erex 和九州电力使用。

电缆网 2016-11-18

## 生物质成型燃料缘何徘徊难行

11 月 18 日下午，在浙江港龙新材料公司 600 万大卡/时的迪森生物质燃料导热油锅炉的炉膛里，一种由林业剩余废料加工而成的“木颗粒”正源源不断地将热量传输到工厂生产线上。项目负责人告诉记者，这种“木颗粒”直径 8 毫米、长约 5 厘米，属于生物质成型燃料。“该项目年使用生物质成型燃料约 10000 吨，产生热量 300 亿大卡，可实现年替代天然气约 365 万方，相当于替代标准煤约 5714.28 吨。”据北京有关权威测试单位人士介绍，该项目锅炉排放的烟气中，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的浓度均达到国家最新标准中重点地区天然气锅炉的排放限值，而汞的浓度远低于燃煤锅炉的排放限值。类似这样的项目在浙江千岛湖、河北唐山、武汉光谷、吉林长春等多地都能看到。

“生物质能的发展是大势所趋，是我国可再生能源发展的必然环节。”在 11 月 19 日杭州举行的“生物质成型燃料锅炉供热经验交流研讨会”上，清华大学教授、中国工程院院士倪维斗对我国生物质能的未来发展寄予厚望。可事实上，初兴的生物质成型燃料却在发展过程中进入僵局。

宏观政策不明朗

广东的生物质成型燃料锅炉发展近年来走在全国前列。2009 年，国家环保部办公厅回复广东省环保厅《关于生物质成型燃料有关问题的复函》中指出，在一定的使用条件下，生物质成型燃料不属于高污染燃料；在城市中可作为燃气的一种替代燃料，并应以燃气的排放标准要求。这为生物质成型燃料的市场化应用提供了有利的政策支持。

“我们发展最好的两个阶段，其一是 2009 年广州亚运会前后，那时广州所有的燃煤锅炉都被要求关闭。另一阶段是 2013 年国务院出台《大气污染防治行动计划》的时候，我们顺势抓住了机遇。其实，生物质成型燃料行业没有明确有针对性的政策支持，发展非常困难。”广州迪森热能技术股份有限公司市场负责人秦飞在会上表示。

国家能源局和环保部联合发布的《关于开展生物质成型燃料锅炉供热示范项目建设的通知》指出，生物质成型燃料锅炉供热是绿色低碳环保经济的分布式可再生能源供热方式，是替代煤炭重油等化石能源供热，防治大气污染的重要措施。值得关注的是，《通知》中并未明确指出生物质成型燃料是清洁能源。所以，目前整个行业正面临一个迫切难题：全国缺乏一个明确界定其清洁属性的政策，有些地方的环保监管部门仍然把生物质成型燃料看做高污染燃料。这一状况也成了当前生物质

成型燃料推广利用的最大瓶颈。

#### 缺乏工业化标准体系

“环保准入”障碍摆在跟前，不少企业表示多地政府排斥和限制生物质成型燃料的发展，个别地区甚至将生物质成型燃料划为高污染燃料，不批准项目环评、不同意项目实施。“一听到生物质成型燃料，一些部门就以为我们是来砍树的、搞破坏的，如果决策部门有这样的认识，结果可想而知。”一位企业人士感叹。

根据有关规定，城市人民政府可以规定并公布高污染燃料禁燃区，并根据大气质量改善要求逐步扩大高污染燃料禁燃区范围，根据实际情况城市环保标准可高于国家标准。这意味着地方政府有权衡量，自行决策。

但据了解，地方政府的担忧其实不无道理，生物质成型燃料在燃烧不完全或污染治理设施运行不正常的情况下，确实可能造成污染，就曾有锅炉发生过布袋除尘器着火。

生物质成型燃料锅炉供热是一个新兴产业，涉及农业、林业、机械、电子、热能和环保等多个行业。国家发改委宏观经济研究院研究员周凤起对此表示，“目前尚未建立起生物质成型燃料工业化标准体系，其燃料、燃烧设备、工业技术和专用的污染物排放控制设备缺乏完整的相关标准，使生物质成型燃料产品质量缺乏监督，整个行业亟待规范。”

#### 发展前景可期

在大气污染防治的大背景下，在重点区域限制燃煤锅炉的使用，推进清洁燃料替代，减少和控制煤炭的使用，国家早已达成共识。但与会专家也坦言，现在一些地方对清洁燃料的认识主要停留在天然气上，对成型燃料锅炉项目“一刀切”，不予批准。

“去年供热高峰期间，北京市天然气供应就一度出现紧张，供应能力有限且成本较高。不能只靠天然气一条腿走路，这与我国实际能源结构脱节，要多渠道开辟清洁能源来源。”一位与会人士表示。

据悉，2016年-2017年采暖季北京天然气需求量预计将达到112.3-117.8亿方，日高峰用气量将达到1.03-1.18亿方。而无论是天然气管道，还是地下储气库，北京目前已经没有调峰的拓展空间。同时，受施工条件限制，北京市内也不可能再建大型LNG储罐。北京尚且如此，其它缺气地方情况恐也不乐观。

据介绍，2015年，我国生物质成型燃料年利用量不足800万吨，参照我国每年生物质燃料资源可利用量约3.5亿吨标准煤，尚有巨大的发展空间。据周凤起透露，我国“十三五”生物质能发展规划将把生物质成型燃料列为一个发展重点，到2020年，生物质年利用量将达到5600万吨标准煤，其中，生物质成型燃料年利用量将达2000万吨标准煤。

中国能源报 2016-11-30

## 巴中市 2016 年沼气工程全面竣工

巴中市 2016 年度 22 处新村集中供气、1 处大型沼气工程已全面竣工。全年沼气工程建设呈现四大特点：一是建设工艺高。沼气工程按照组织议定申报、实地考察规划、科学制定方案、规范比选招标、严格建设监理的程序，由全省农业乙级以上资质的企业承建，保障工程建设质量。二是建沼进度快。将沼气工程纳入年度目标考核，实行季度监测，定期通报进度，实现当年提前整体完工，改变跨年度实施的惯例。三是纽带作用好。以沼气利用为中间环节，推进种养循环，探索“猪、鸡-沼-柑橘”、“牛-沼-蔬菜”等生态循环农业模式，实现年处理畜禽粪便 5.01 万吨，新增年产优质无公害沼肥 5.01 万吨，提升农业废弃物综合利用率。四是供气速度快。沼气工程竣工一处，市、县(区)跟踪组织验收一处，配套开展群众沼气使用规程培训，新增沼气能力 58.1 万立方米，实现安全清洁能源尽快到家到户。

巴中市政府 2016-11-16

## 贵州省首个沼气集中供气新型材料示范项目在玉屏试运行

贵州省首个沼气集中供气新型材料示范项目在玉屏侗族自治县皂角坪街道枹木垅村试运行，枹木垅村 132 户群众全部用上了清洁高效、安全方便的沼气。

据介绍，该示范点是省农委专项扶贫资金项目，旨在解决枹木垅村温氏养殖代养户的粪便排污压力，净化生态环境，推动高效循环农业在枹木垅的发展。沼气集中供气示范项目的显著特征是采用新型复合材料建设而成，保障供气不受外部天气的影响，能够提供低温不间断供气。同时，与传统混凝土沼气池相比，该项目在加压受热的状态下也能安全使用。

该示范项目占地面积为一亩，项目总投资 148 万元。据了解，试运行结束过后，省农委将会对其进行验收，验收合格之后，将纳入枹木垅村村集体经济，交由村民自管自用。目前，该示范项目日均正常供气达 170 立方米，年产值预计将超过 10 万元。

铜仁日报 2016-11-25

## 推动生物质能发展提速，未来有哪五项重要工作

“我国能源体系和规模还不能支持生物质能源的大规模利用，生物质能源的经济性也很难与传统能源竞争。为此，我国将在‘十三五’采取多种措施推进生物质能源发展。”10月17日，在第五届生物质能源国际会议暨展览会上，国家发改委能源研究所、可再生能源发展中心主任任东明说。

作为人类使用的最古老的能源之一，伴随着我国能源结构的转型，生物质能的发展虽不是一帆风顺，却也可窥见光明。如何解决生物质能源“自带的症结”，成为会上业内人士热议的话题。

建立示范工程加速市场化

数据显示，2015年，我国可再生能源消费比重达到11.64%，生物质能仅占全部可再生能源利用量的8%。

这一数字在业内人士看来显然难以满意。生物质能源产业的整体发展还存在许多困难，如生物质发电在区域、种类、技术、改造等方面不平衡，布局发电、热联产、热负荷不匹配，混燃发电缺少混合燃料发电计量监督工具，垃圾发电缺乏社会公众认可造成项目选址困难，生物质供热还没有纳入国家经济激励政策范围，项目投资开发难度较大，服务体系不完善，保障体系有待加强等。

“中国的能源转型需要进一步推动生物质能源产业的发展”。据任东明介绍，根据“十三五”生物质能源发展规划，到2020年，生物质能利用量将达5700万吨标准煤，其中生物质锅炉供热每小时将达2万蒸吨，生物质固体燃料年利用量达1000万吨标准煤；生物天然气达100亿立方米；生物质液体燃料总量将达600万吨，其中燃料乙醇400万吨，生物柴油200万吨。此外，发电装机要达到1500万千瓦。

任东明认为，完成上述目标，需对传统能源产业进行理念、技术、商业以及观念认识上的创新，加强国际合作，推动能源生产消费革命。他透露，“十三五”期间生物质能源的发展有五项重要工作：

一是将启动生物质能供热替代城镇燃煤供热的示范工程；

二是将推进生物质进入天然气市场，通过建设标准化生物燃气生产示范工程与商业推广模式，促进生物燃气与生物天然气规模化应用；

三是将推进生物质发电项目的热电联产改造工作；

四是将全面推进生物液体燃料推广和示范，

五是将加强生物质开发的利用规划，加强资源供给的保障、政策、监管体系建设。

产业化发展亟需顶层设计

与水电、风电、光伏等可再生能源相比，虽然生物质能的发展仍存在不少问题和障碍，但不可否认，我国生物质能产业具有良好的基础，国际化程度甚至远高于其他可再生能源，而且部分技术已达国际领先水平。以生物质发电为例，2015年，我国的生物质发电装机容量达到1031万千瓦，发



电量达 527 亿千瓦时，已经具备一定规模。

如何进一步突破瓶颈、实现产业化发展?政府相关部门进行顶层设计，做到系统规划，搭建良好的政策体系，成为业内人士普遍认同的亟需解决的问题之一。

浙江大学能源工程学院院长骆仲泱指出，生物质能有着多重属性，但业内人士对此并未充分理解，“只关注了能源属性，而忽略了生物质能的利用还具有环境属性以及解决‘三农’问题的属性”。同时，山东理工大学副校长易维明也认为，生物质能作为可再生能源，和风能、太阳能的差别在于其产品的多样性，“既有气体燃料，又有液体和固体燃料”。上海交通大学主任刘荣厚表示，生物质能发展的瓶颈在于没有充分强调优势，能源、环境、生态、工程、经济等五个属性都需要被重视，政府进行政策引导，加强产学研结合，才能促进生物质能的产业化发展。

而在企业方面，对支持性政策的呼唤则显得更加急切。国能生物发电集团有限公司总经理庄会永认为，生物质能产业有多种用途，从固体燃料到液体燃料，以及碳、电、热联产项目都有很好的发展前景。随着新型城镇化的发展，生物质能源将是一个有力的支撑。海南神舟新能源建设开发有限公司董事长罗浩夫也表示，政府应对生物质能源在政策上给予充分保障，为生物质能的产业化、规模化发展保驾护航。

中国能源报 2016-12-01

## 美国生物柴油产量预计最高达到 650 万吨

柏林 11 月 24 日消息：德国汉堡的行业刊物油世界周四发布报告，初步预测 2017 年 1 月至 12 月份美国生物柴油产量将达到 620 到 650 万吨。

尽管如此，美国生物柴油进口量仍然需要进一步增长，才能满足美国政府新出台的生物燃料强制掺混目标的要求。

中国食用油网 2016-11-30

## 生物质能源占全球总能耗第四 发展潜力巨大

全球气候变暖是一个极为严峻的问题，各个国家都在大力发展可再生能源，以摆脱对一次能源的依赖。其中，生物质能源作为可再生能源的重要组成部分，在解决能源、生态环境问题上起着十分积极的作用。

生物质能源是人类最早使用的能源，但在石油化工、煤化工兴起后，生物质能源逐渐遭到抛弃。此后化石能源的有限性和环境污染问题暴露，生物质能源重新得到重视，相关应用研究出现大幅提升。

使用生物质能源的好处，既不会污染大气，破坏生态环境，且属于可再生不会枯竭的能源，对全球可持续性发展、保护生态环境方面起着重要作用，是理性的可再生能源之一。

相反，化石能源资源有限，在燃烧过程中会产生有害气体及物质，严重污染大气，是造成酸雨、温室效应的罪魁祸首。目前，全球各国都已承诺减少使用一次性能源，提高非化石能源比例。我国便承诺到 2020 年，非化石能源消费占比达 15%。

在可再生能源中，生物质能源的比重正逐年攀升。据《中国生物质能源行业分析报告》数据显示，当下世界能源消耗中，生物质能源占世界总能耗的 14%，位于石油、煤炭、天然气之后，排在第四。

我国可再生能源比例中，水电、风电、核电等占比靠前，生物质能源则微乎其微。不过，在农村地区，生物质能源占农村总能耗的 65% 以上，下一步或将实现农村包围城市的发展进程。

事实上，我国拥有着丰富的生物质能源，只是在应用技术研发方面相对不足。未来需加大生物质能源技术的研究开发，结合我国能源分散的国情，建立合适的生物质能源开发应用结构体系，重

点满足农村持续增长的能源需求。

生物质是一种可与环境协调发展的能源，发展潜力巨大。在现代技术帮助下，生物质能源应用比例将有大幅提升，对改善生态环境有着重要意义。

可以预见，未来十年内，我国对可再生能源的发展扶持力度将不断加大，相关投资会继续向可再生能源领域倾斜。作为其中重要一员，生物质能源有着相当大的潜力有待挖掘，前景十分广阔。

前瞻网 2016-12-01

## 太阳能

### 光伏行业清洁生产评价体系发布 高耗能争议将终结

相对化石燃料，利用太阳能来发电的光伏行业，一直是绿色经济的最佳代言人。

但“好学生”也有受人诟病的时候。多年来，受光伏行业上游多晶硅原料发展早期的生产装备相对落后、工艺技术掌握不完全、生产规模较小等影响，光伏产品的生产能耗也相对较高，光伏行业也被冠以“高耗能”帽子的清洁能源代表。此前，一直有质疑声称，“光伏组件从全生命周期看，并不环保，产生光伏产品所耗费的电力，还不足以偿还生产的电。”

现在，这一争论可以划上句号了。为了让光伏行业的生产透明、可查，同时也为了摘掉“高耗能”的帽子。11月23日，由中国光伏代表企业共同编制的光伏行业首个清洁生产评价指标体系：

《光伏电池行业清洁生产评价指标体系》(以下简称“体系”)通过国家发展改革委委员会、环境保护部和工业和信息化部三部委联合批准，在北京正式对外发布实施。

据澎湃新闻了解，该体系制定历时3年，涵盖了铸锭、硅片、电池、组件等光伏生产关键环节，从生产工艺及设备指标、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理指标等六个方面，建立起了一套针对光伏电池生产全面的综合性指标。

“今年的11月1日起(体系)正式实施。这个是光伏行业第一个清洁生产评价指标体系。不仅具有国际的领先性，也让光伏企业清洁生产有了评价的标准和量化的指标，而且对推动全球产业进步和节能减排都具有重要的影响。”国家发改委环资司朱凯在当天的新闻发布会上表示。

体系由英利绿色能源与中国标准化研究院牵头，在中国光伏行业协会和世界自然基金会的支持下，联合共同编制。

实现光伏全产业链的清洁生产

2015年，中国新增装机15GW(1GW=1000MW，1MW=1000KW)，并以累计装机43GW超越德国成为全球光伏累计装机量最大的国家。

“光伏发电的回馈周期只是1.3年，我们怎么样在整个过程中保持绿色，这就是做这个标准一个原动力。”英利绿色能源首席技术官宋登元说。

这是首次从生产工艺及设备指标、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理指标等六个方面进行评价。

“从清洁生产概念来说，一是原料的清洁化，二是产品的清洁化，这是往常关注的，现在更多关注的是生产过程的清洁化。其实还有一个段，就是产品在使用过程生命周期的清洁化。”中国环境科学研究院博士李艳萍在当天的新闻发布会上说。

从具体指标来看，在上述的六个一级指标下面，针对光伏生产的各个工序，包括重点的关键环节选取了二级指标，并且根据一些法律法规的要求，设定了一些限定性指标，对每一个指标给出了一级、二级、三级的基准值，按照评价通则的要求设置权重。

“这个标准是怎样来发挥作用的，我觉得从几个方面。一是准入，像排放标准门槛是必须大部分企业，或者至少是相当一部分企业能够达到，再有一个是过程的规范和引领，让企业有更高层面

的更规范的发展。最后一个就是高端引领。从我们的角度看，至少这个标准都是能覆盖的。”高东峰说。

用标准推动企业的节能减排

根据世界自然基金会的统计数据，全球 75% 以上的温室气体是由 38 家碳排放强度最高的企业造成的。因此在温室气体的排放中，全球企业的作用非常关键。而如何制定标准更是成为企业增加全球影响力和话语权的关键。

“标准的制定实际上是一个门槛的制定。作为一个门槛，90% 的企业往往都是以低标准在执行，只有 10% 企业会去努力。”世界自然基金会项目执行总监李琳说。

“光伏标准建设是推动产业供给侧结构性改革，促进产业结构调整，成为国际经济科技竞争的制高点，也是正确引导和科学推动光伏产业健康有序发展的重要内容。”中国光伏行业协会副秘书长王世江说。

据李艳萍介绍，未来，若光伏企业按照该体系推出的标准生产，可使太阳能电池生产能耗将降低 20%，化学需氧量(COD)和氮氧化物产生量均降低 14%，可使能量回收期缩短到 1 年左右，将有效扭转光伏产业“高耗能”、“高污染”的认识误区。

澎湃新闻 2016-11-24

## BTI 报告：2016 年印度太阳能行业将增长 137%

近日，BTI 报告称，2016 年印度太阳能行业将增长 137%，明年将超越日本成为世界第三大太阳能市场。

BTI 的最新报告显示，将所有形式的太阳能包括在内，印度累计太阳能产能已超 10GW，至今年底将新增 5.1GW 的产能，而从 2017 年起将年均增长 8-10GW。

这种增长的驱动力，就是政府雄心勃勃的 2022 年 100GW 国家太阳能任务和目前太阳能价格的下跌——最新的大型招标中价格已低至 \$0.06/kwh 以下。

报告还显示，印度 85% 的太阳能产能属公用事业级项目，太阳能屋顶在 10% 左右，但复合年增长率(CAGR)达到了 98%。分析师们预测屋顶太阳能在未来几年将强势增长，特别是考虑到中央部委的国有建筑里单独就有约 1.5GW 的潜力。

另一方面，离网太阳能则不太被看好。由于缺乏强有力的政府支持，目前产能只有 360MW。但彭博新能源财经最近的分析却预测离网太阳能在 2017 年将增长。

太阳能新闻网 2016-11-24

## 国内首个鱼腹式光伏索桁架并网成功

11 月 7 日，国家发改委、能源局正式发布《电力发展“十三五”规划》，与最近一次 2001 年出台“十五”电力发展规划已时隔 15 年。在此次发布的“十三五”电力规划中，进一步明确清洁能源和新能源发展目标，对国内能源结构调整产生了积极的促进作用。以太阳能发电为例，将新增投产 0.68 亿千瓦以上；截至 2020 年，太阳能发电总装机目标 1.1 亿千瓦，其中分布式光伏发电达到 6000 万千瓦以上，意味着长期在国内被冷落的光伏分布式市场即将进入建设提速期。

“光伏天生具有与分布式天然结合的基因。”国内在光伏应用市场摸索几年后，逐渐将发展重心调整回到分布式上，各种创新模式也层出不穷。记者发现，不少企业凭借自身拥有的丰厚资源、过硬的人才队伍以及超强的科研攻关能力，将光伏分布式模式创新带入一个新的高度，这其中不乏一些拥有国企背景的上市公司的身影。

分布式新模式不断涌现

近日，国内首创的“污水处理厂+鱼腹式光伏索桁架”光伏分布式项目，在河北衡水深州市嘉诚水质净化厂并网成功。该项目隶属北控清洁能源集团有限公司（下称“北控清洁能源”），项目总规

模为 0.3 兆瓦，共计安装 1078 块组件，同时选用了单玻和双玻两种组件型号。

在项目现场，记者看到，长 75 米宽 51 米正常运行的一号生化池，距池壁顶上空 2.5 米处，14 排习惯被放置在屋顶或地面的光伏组件，稳稳“站”在 14 条 77 米长、横跨生化池的钢索上，宛如高空钢丝上的“舞者”。所采用的具有通透感的单双玻组件，在巧妙提升项目空间感的同时，竟然使得污水处理池项目的整体设计中，呈现出环境友好，美观和谐的艺术气息，令人驻足叹为观止。

“北控清洁能源股东下辖近 500 家水厂资源，与光伏分布式项目有着天然结合优势。但水厂建设光伏分布式电站需要克服造价高、腐蚀性环境等特有的技术、经济难点，采用新技术、新设计方案成为项目成功的关键。我们遴选出几个条件成熟水厂进行先行示范，待项目成熟后再向全国水厂推广，因此，首个示范项目的标准制订至关重要，责任也十分重大。”北控清洁能源技术及研发部常务副总经理兰云鹏在接受本报记者采访时介绍。

北控清洁能源技术及研发部总经理助理孙海燕介绍，深州项目结构采用了国内首创的鱼腹式光伏索桁架的形式，组件全部通过减震节点紧固在一根 77 米长的钢索上，需要克服大跨度、高空间、在高腐蚀环境下光伏组件容易出现的各个难题。同时，在施工过程中，仍要保证污水池正常生产的情况下临空作业，挑战可想而知。

当时设计施工难度之大，技术标准要求之高，还要保证项目的收益率，曾让几家 EPC 主流企业却步。孙海燕说：“当我们拿出自己的质量要求给承建商时，几家主流 EPC 企业都表示难度很大，同样具有国资背景的中清能中标后，建设过程中也经历了方案的多次推倒重建。”

“深州水厂未来还将安装储能系统，配备水厂的负荷侧管理系统，将是一个具备示范意义的光伏+储能+负荷侧的智慧水厂工程。”北控清洁能源智慧能源及储能事业部副总经理沈聪说。

#### 创新精神造就精品工程

超高技术标准收获了超高效的全套解决方案，首个国内创新型鱼腹式光伏索桁架应运而生。在实现度电成本降低 30% 以上，工期缩短 35% 以上的基础上，还解决了“污水处理厂跨度空间大和光伏电站融合难”和“大跨度、高空间组件易隐裂”等难题，取得减震节点、上空支架防腐等多项专利技术。该体系用钢量少、承重强、成本低、工期短，与传统钢架结构方案相比优势明显，并可适用普通山地、荒坡、水池鱼塘以及林地等多种大跨度应用场地，可保障正常的农作物种植及养鱼，具有广泛的推广价值。

作为传统“耗能大户”的污水处理厂，通过建设分布式光伏电站自发自用，北控清洁能源实现经济效益和环境效益的双赢。以首个采用该体系并网的深州项目为例，当地执行的峰谷电价，预计项目年均发电量将达 34.1 万 kWh，自发自用率逾 99%，每年可节约 136.4 吨标准煤。

据了解，北控清洁能源是北控水务集团、中信产业基金和启迪控股联合控股的香港主板上市公司，致力于发展以太阳能发电为核心、风电及地热等多种形式为补充的清洁能源，开拓智能微网、储能、售电等业务。目前，北控清洁能源已投资、建设、运营超过 2GW 的光伏电站，项目覆盖河北、河南、山东、云南、内蒙、西藏等多个省市。北控清洁能源集团旗下近 500 家水厂将迎来与光伏等清洁能源分布式相结合的智慧清洁能源水厂改造。未来，北控清洁能源将依托于水厂、物流中心、园区等股东方资源分布式项目，形成示范效应，以点带面开阔分布式光伏应用，遵循“有担当、有价值、有分享”的核心价值观，尽自身的责任，为推进国家能源战略转型添砖加瓦。

钟银燕 中国能源报 2016-11-25

## 阿达尼计划在澳开发 1.5 吉瓦可再生能源项目

近日，印度阿达尼集团计划成为澳大利亚最大的太阳能运营商，将在五年内开发 1.5 吉瓦的可再生能源项目。

根据公司发表的一份声明表示，阿达尼集团打算在澳大利亚建设两个 100-200 兆瓦的项目。这些项目分布在南澳大利亚和昆士兰，目前已经进入设计和招标阶段。

早在今年 9 月份，澳大利亚可再生能源机构表示，将在 2017 年年底前向一个项目提供资金，帮助澳大利亚推广 720 兆瓦的大规模太阳能项目。

阿达尼集团项目负责人表示，该集团计划建造的工厂有助于满足 2020 年的可再生能源目标。分析师预估需要十年内建造容量为 6 吉瓦的清洁能源工厂。

阿达尼是印度最大的独立发电企业，目前是澳大利亚的重要投资者，已经在澳大利亚昆士兰州 Carmichael 煤矿项目上投资 165 亿澳元(合约 121 亿美元)。

澳大利亚业务的印度主管表示，“阿达尼集团计划追求太阳能的投资反映了公司在澳大利亚市场发展的决心。”

电缆网 2016-11-28

## 马里的 25 个村庄安装光储系统

能源转换创业公司 Africa Green Tec 和德国储能系统制造企业 Tesvolt 已经签订协议，Tesvolt 将为前者的 50 个光伏系统提供磷酸铁锂锂离子电池，一共 3MWh，安装到 25 个马里的村庄。

Africa Green Tec 牵头向 25 个村庄提供光储系统，并且已经通过众筹和贷款获得了融资。每个系统都包含一个 37-45 kWp 的光伏组件和一个 60 kWh 的电池，每个这样的系统将一共花费 € 150,000。

将共有 50 个系统安装，容量共计 3MWh。第一个系统已经完成，安装在了 Djoliba 村，Africa Green Tec 希望 2018 年之前所有的都将安装完成。

以前村庄会付钱买柴油机发的电，价格为 € 1.50 per kWh。光储系统的投运会让村庄少花费超过 75% 的钱，买电的价格降至 € 0.20 per kWh。

中关村储能产业技术联盟 2016-11-29

## 海洋能、水能

### 我国海洋新能源产业发展趋势分析及前景预测

#### 1. 海上风能

据有关机构统计我国陆地上 10m 处风能资源可开发量约为 2.5 亿 kw，陆地上每年发电只能达到 2000~2500h/a，海上风能资源可开发量约为 7.5 亿 kw，相当于陆地上的 3 倍，并且海上风能利用率更高，可以达到 3000~3500h/a。海洋海域广阔，大容量的单机机组的安装更容易实现。再者，海上的风能资源非常丰富，而且海上风电技术日益成熟已经具有很高的可行性，从长远看海上的风电产业的市场将会迅速发展。我国海上风能资源主要分布在东部沿海地区，东部沿海地区常规能源相对缺乏，但是经济相对发达、有较强的电网结构，所以风能发电场正逐步从内陆地区和沿海地区向海上发展，我国未来风能产业的发展中海洋风能产业将会成为主要方向。

我国的海洋风电产业正在稳步起航，尤其是近几年，发展更为迅速。2007 年 11 月 3 日，我国首台由金风科技生产制造的 1.5mw 海上风力发电机组在渤海湾正式并网发电，也是首台直驱式海上风力发电机组。近些年我国大力开建海上风电产业，总装机容量 10 万 kw 的上海东海大桥的海上风电场，生产的风电资源将通过海底电缆直接输送到东部沿海。据全球风能理事会最新统计，2009 年我国风电新增装机容量居世界第一位，达 1300 万 kw，累计装机容量已跃升为世界第三位，达 2510 万 kw。

#### 2. 海洋温差能

我国在海洋温差产业的发展上具有优越的发展条件和广阔的发展前景，因为我国有着辽阔的海域，加上南海、黄海、东海都有着相对较好的平均海水温度，且大部分海域的水深都在 1000m 以上。虽然条件优越，但是在海洋温差能方面的研究相对于发达国家晚了很多，在上世纪 80 年代初，天津

国家海洋局海洋技术中心研究所、中国科学院广州能源研究所和中国海洋大学等机构才开始研究这一新能源。15kw 温差发电装置的研制成功，使我国成为世界上第三个独立掌握该项技术的国家。

我国的海洋温差能利用虽然取得了一些成效，但任然暴露出很多问题。首先是系统设备的安装问题，由于较低温度的海水是从海洋深层抽取的，所以要将管道通入海洋深处，这种海洋深处施工对于我国目前技术水平来说是较难突破的问题。另外即使是最深处的海水温度都不会达到零度以下，为弥补海水温差小的缺点，就要保证很大的海水流量，这就需要很大的管道直径，就我国目前技术水平来说，大管道的建造存在很大困难。

### 3.海洋波浪能

我国对海洋波浪能发电的研究，起步相对较晚，1990 年在大万山岛，第一座试验性波浪发电站才建成。2013 年，中科院广州研究所课题组研制完成了漂浮式波浪能发电装置“鹰式一号”，作为海洋波浪能利用技术的一种，与之前研发的设备的不同之处是在系统的外形设计上，新型系统的外形采用一种能够吸收浮体的轻质波浪能，这种波浪能经过特殊设计，能够最大程度地吸收入射波。安装完成后，该系统已经成功发电。

跟发达国家相比，我国对海洋波浪能发电的研究较晚，但从目前的研究结果来看，在这方面的迅速发展，如微型波力发电技术和小型岸式波力发电技术都已经成熟，后者更是挤进世界前列。尽管如此，相对于英国和挪威来说，我国对于海洋波浪能的开发程度还有很大的差距，尤其在波浪较小的时候如何稳定的发电还存在较多的问题。

### 4.潮汐、潮流能

我国对于潮汐能方面的研究是从上世纪 90 年代开始的，最初的试验是在浙江省舟山海域进行的。到目前为止，有 8 座潮汐电站，是我国已建成使用的。虽然已经建成并使用潮汐电站，且技术水平上也基本可行，但是，在现有潮汐电站的整体规模和单位容量上相比于发达国家是处于落后水平的。

我国的华东地区沿海海域辽阔，潮汐能能源充足，占全国可开发潮汐能源的百分之九十以上，所以华东地区在该能源产业发展方面具有天然优势。目前可开发区域：长江北口、钱塘江、乐清湾三处。这三处是我国最有可能开发潮汐电站的地方，且可以大规模开发，据专家估计，装机容量可达 600 万 kw。华东地区地域繁华，人口密集，在能源需求上一直处于紧张状态，如果将长江北口、钱塘江、乐清湾这三处的潮汐能源利用起来，其电力紧张问题将大大缓解，同时还可以大大促进上海、杭州、宁波经济三角区的经济繁荣发展。

## 发展我国海洋新能源产业的政策建议

### 1.技术水平层面的建议

加大海洋新能源的研发力度。目前在我们国家，有较多机构在进行海洋新能源的研究，主要是各大高校和海洋能源研究所，虽然在数量上占了较大优势，但由于机构分散，技术交流不充分，技术水平很难在国际上立脚，世界顶尖的研究成果非常有限。建议聚集精英力量建立新的海洋新能源研究机构，可以效仿美国建立类似于美国国家实验室的研究机构。抓住经济全球化带来的机遇，创造良好的条件吸引国外顶尖的技术人才。多参加国际间的技术交流活动，在引进先进技术后要消化吸收然后自己开发创新。

可再生能源大多存在分布不均匀、能力密度不高等缺点，在新能源开发的时候，减少利用成本和提高利用效率是研究的重点。相比之下，可再生能源开发在技术方面要比常规能源复杂许多，涉及工程设计、设备制造、材料制造、资源评价、管理和配发等诸多领域，必须要多个领域的科研人员进行联合，由于我国科研成果相对封闭，其中还有很多问题有待解决。国家在知识产权保护、打造科研合作平台、科研创新机制等方面还有很多工作要做，为新能源开发的科研工作创造良好的环境。

### 2.政府政策层面的建议

#### (1)制定产业发展的整体布局和规划

海洋新能源产业的开发目前处于朦胧空白期，在现实中找不到合适的参照例子，国家在这一方面的开发经验很有限，需要借鉴其他类似产业或者有关产业发展的经验，以避免管理上的混乱和无序的开发。从整体上看，我国要为海洋新能源产业的发展做一个布局规划--“发展怎样的海洋新能源产业”，同时国家应将该产业纳入国家的发展战略中，提高海洋新能源产业的重要性。以当前局势为基础，制定产业发展的总方向、总目标。

### (2)具体产业发展计划

每个产业的发展初期都具有一定的盲目性。海洋新能源产业目前正处于这一阶段，有很多问题需要解决，世界各国都在摸索着前进。在这种局势下，最重要的是确定发展方向和顺序。制定海洋新能源产业发展战略体系是解决问题的第一步，接下来是将产业发展战略体系具体化，体系的具体化要落实到每一个发展计划中，并标注出重点、优先发展对象。对于一个产业的发展初期来说，有了发展计划，就清晰了发展道路，为之后的有序发展建立了基础。为了避免盲目参照其他国家在该产业的发展经验，我们应该根据每个国家不同的科研水平、海洋资源分布与蕴含量来确定不同的重点发展对象，明确优先发展的产业。

### (3)建设产业市场体系

放眼未来，海洋新能源产业的发展势不可挡，其产业成果也会有很大的市场竞争力。一个市场的发展离不开市场基本单元--公司的运作，其发挥的作用不可小觑。健全的市场体系是产业发展的摇篮，所以完善我国海洋新能源产业市场环境迫在眉睫。

中国·青岛蓝色经济网 2016-11-25

## 欧委会：2050年潮汐能够满足欧盟10%的能源需求

欧委会官方网站11月7日报道。欧盟海洋能源论坛将于明日开幕。论坛将发布一份报告，重点提及欧盟将如何通过利用潮汐能在2050年满足盟内10%的能源需求。据悉，欧盟将分五个阶段，并先后投入2.5亿欧元资金和7千万欧元的保险以实现该目标。欧委会环境、海洋事务和渔业委员卡尔梅努·韦拉将出席论坛。韦称，即将发布的报告表明欧盟对潮汐能的利用能够满足10%的能源需求，同时实现每年减少2.76亿吨的二氧化碳排放量。

商务部 2016-11-18

## 风能

### 国家能源局印发《风电发展“十三五”规划》

国家能源局关于印发

《风电发展“十三五”规划》的通知

各省(区、市)发展改革委(能源局)，各派出能源监管机构，国家电网公司、南方电网公司、内蒙古电力公司，华能、大唐、华电、国电、国电投、神华、三峡、华润、中核、中广核、中节能集团公司，水电总院、电规总院、风能协会、国家可再生能源中心：

为促进风电产业持续健康发展，加快建立清洁低碳、安全高效的现代能源体系，按照《可再生能源法》要求，根据《能源发展“十三五”规划》和《可再生能源发展“十三五”规划》，我们制定了《风电发展“十三五”规划》，现印发你们，请遵照执行。

附件：风电发展“十三五”规划

[http://www.nea.gov.cn/135867633\\_14804706797341n.pdf](http://www.nea.gov.cn/135867633_14804706797341n.pdf)

国家能源局 2016-11-30

## 专家解读：“风电‘十三五’规划”稳定规模、优化布局、根治弃风、健全市场

国家能源局 11 月 29 日在其官方网站发布《风电发展“十三五”规划》，（以下简称《规划》）。

《规划》指出，“十三五”时期我国风电发展规划目标为：

到 2020 年底，风电累计并网装机容量确保达到 2.1 亿千瓦以上，其中海上风电并网装机容量达到 500 万千瓦以上；风电年发电量确保达到 4200 亿千瓦时，约占全国总发电量的 6%。

到 2020 年，有效解决弃风问题，“三北”地区全面达到最低保障性收购利用小时数的要求。

风电设备制造水平和研发能力不断提高，3-5 家设备制造企业全面达到国际先进水平，市场份额明显提升。

“十三五”时期风电主要布局情况如下：

加快开发中东部和南方地区陆上风能资源。到 2020 年，中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量 4200 万千瓦以上，累计并网装机容量达到 7000 万千瓦以上。

有序推进“三北”地区风电就地消纳利用。到 2020 年，“三北”地区在基本解决弃风问题的基础上，通过促进就地消纳和利用现有通道外送，新增风电并网装机容量 3500 万千瓦左右，累计并网容量达到 1.35 亿千瓦左右。

利用跨省跨区输电通道优化资源配置。“十三五”期间，有序推进“三北”地区风电跨省区消纳 4000 万千瓦（含存量项目）。

积极稳妥推进海上风电建设。到 2020 年，全国海上风电开工建设规模达到 1000 万千瓦，力争累计并网容量达到 500 万千瓦以上。

“十三五”时期我国风电投资估算：

“十三五”期间，风电新增装机容量 8000 万千瓦以上，其中海上风电新增容量 400 万千瓦以上。按照陆上风电投资 7800 元/千瓦、海上风电投资 16000 元/千瓦测算，“十三五”期间风电建设总投资将达到 7000 亿元以上。

“十三五”时期我国风电将产生的环境社会效益：

2020 年，全国风电年发电量将达到 4200 亿千瓦时，约占全国总发电量的 6%，为实现非化石能源占一次能源消费比重达到 15% 的目标提供重要支撑。

按 2020 年风电发电量测算，相当于每年节约 1.5 亿吨标准煤，减少排放二氧化碳 3.8 亿吨，二氧化硫 130 万吨，氮氧化物 110 万吨，对减轻大气污染和控制温室气体排放起到重要作用。

“十三五”期间，风电带动相关产业发展的能力显著增强，就业规模不断增加，新增就业人数 30 万人左右。到 2020 年，风电产业从业人数达到 80 万人左右。

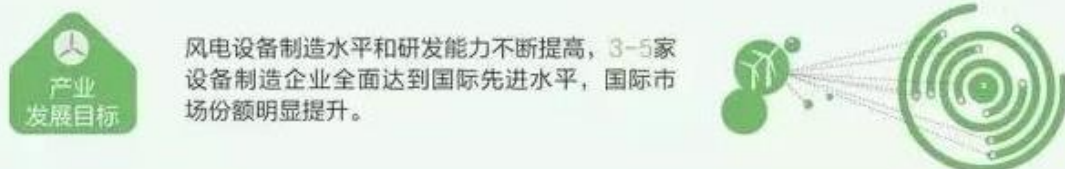


### 基本原则

- 1 坚持消纳优先 加强就地利用
- 2 坚持推进改革 完善体制机制
- 3 坚持创新发展 推动技术进步
- 4 坚持市场导向 促进优胜劣汰
- 5 坚持开放合作 开拓国际市场



## 发展目标



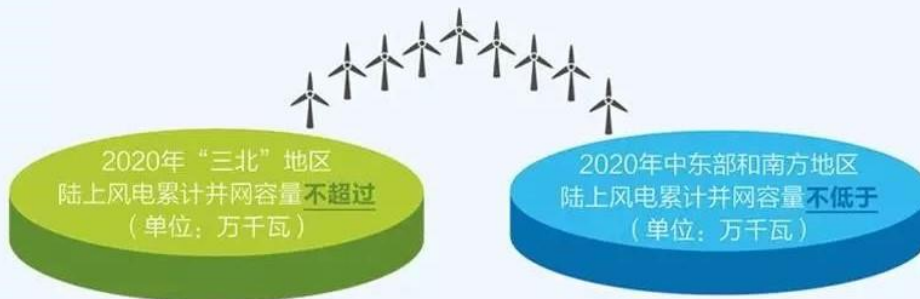
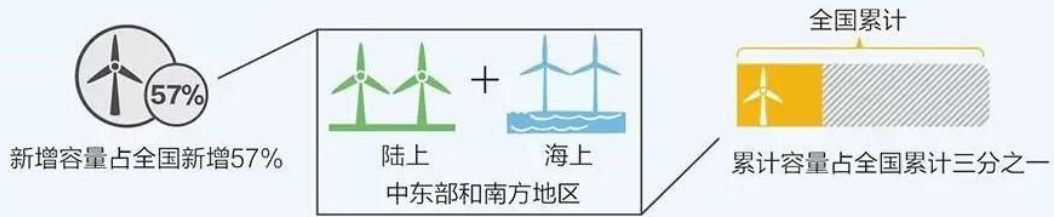
## 建设布局

有序推进“三北”地区风电就地消纳利用。到2020年，“三北”地区在基本解决弃风问题的基础上，通过促进就地消纳和利用现有通道外送，新增风电并网装机容量3500万千瓦左右。相关省（区、市）在风电利用小时数未达到最低保障性收购小时数之前，并网规模不宜突破本规划确定的目标。



▲ 加快开发中东部和南方地区陆上风能资源。到2020年，中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量4200万千瓦以上。为确保完成非化石能源比重目标，各地发展目标不应低于本规划确定的目标。

“十三五”期间：中东部和南方地区陆上+海上新增容量占全国新增57%  
 中东部和南方地区陆上+海上累计容量占全国累计三分之一



## 2020年全国海上风电布局（单位：万千瓦）

到2020年，全国海上风电开工规模达1000万千瓦，力争累计并网容量达到500万千瓦以上。



## 重点任务

### 1 有效解决风电消纳问题

合理规划电网结构，补强电网薄弱环节。  
充分挖掘系统调峰潜力，提高系统运行灵活性。  
优化调度运行管理，充分发挥系统接纳风电潜力。

### 2 提升中东部和南方地区风电开发利用水平

做好风电发展规划。  
完善风电开发政策环境。  
提高风电开发技术水平。

### 3 推动技术自主创新和产业体系建设

促进产业技术自主创新。  
加强风电共技术平台建设。  
推进产业服务体系建设。

### 4 完善风电行业管理体系

加强政府管理和协调。  
完善海上风电产业政策。  
全面实现行业信息化管理。

### 5 建立优胜劣汰的市场竞争机制

加强政府监管。  
加强质量监督。  
完善标准检测认证体系。

### 6 加强国际合作

稳步开拓国际风电市场。  
加强国际品牌建设。  
积极参与国际标准体系建设。  
积极促进国际技术合作。

### 7 充分发挥金融对风电行业的支持作用

完善保险服务体系，提升风电行业风险防控水平。  
创新融资模式，降低融资成本。  
积极参与碳交易市场，增加风电项目经济收益。



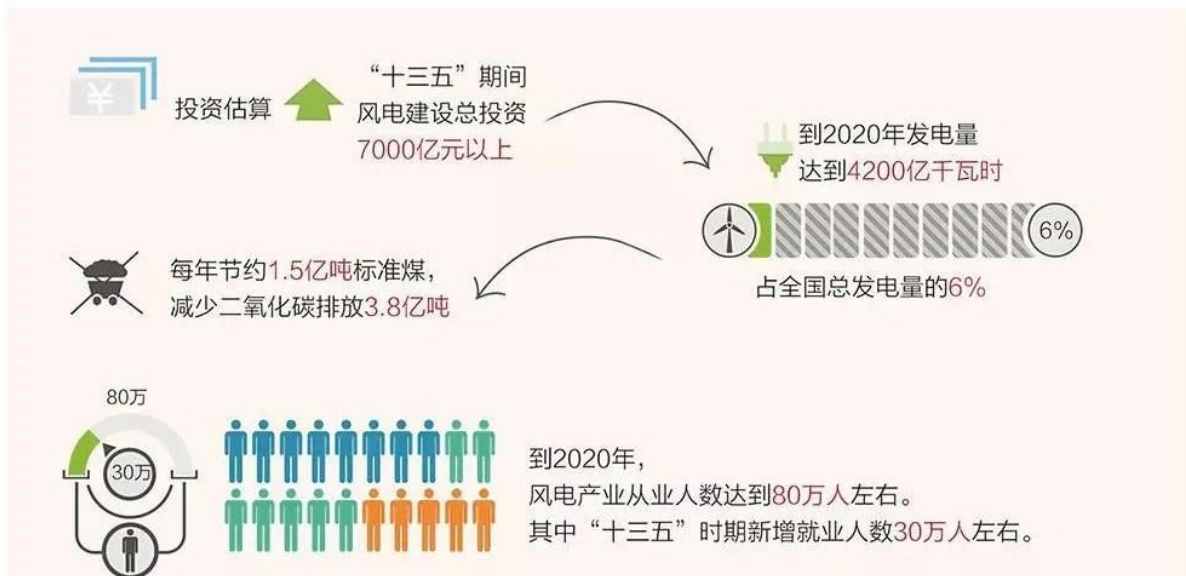
## 创新发展方式



## 保障措施

完善年度开发方案管理机制 — 落实全额保障性收购政策 — 加强运行消纳情况监管 — 创新价格及补贴机制

## 规划实施效果



国家能源局/制图

专家解读

中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩：稳定规模、优化布局、根治弃风、健全市场是实现十三五风电健康发展的核心工作

《风电发展“十三五”规划》（以下简称《规划》）对我国未来五年乃至更长时期的产业发展具有很强的指导和引领作用。《规划》立足全球能源转型大趋势，总结过往经验和教训，直面当下问题和挑战，展望未来机遇和发展。总体来看，《规划》以优化布局为核心，以重点任务为载体，以创新发展方式的手段，以政策机制为保障，描绘了未来五年我国风电产业持续健康发展的蓝图。

《规划》为兑现国际承诺和实现产业健康发展奠定了基础

为实现2020年国家减排目标并保持产业平稳健康发展，《规划》提出，到2020年底，风电累计并网装机容量确保达到2.1亿千瓦以上的总量目标。

一方面，这是兑现我国应对气候变化国际承诺的需要。

当前，为了应对全球气候变化和环境危机，进行能源低碳转型，走清洁化发展道路已经成为各国的共识。中国作为负责任的大国，党和国家领导人高度重视我国在绿色发展进程中的国际国内义务，习近平主席曾在联合国巴黎气候变化大会等多个国际场合郑重承诺，到2020年实现非化石能源占一次能源消费比重达到15%左右，到2030年达到20%左右。伴随着《巴黎协定》于11月4日正式生效，这些承诺将上升为我国各级政府必须完成的法定义务和约束性指标。

根据国家发展改革委能源研究所等机构的测算，要确保实现15%的目标，除去核电和水电的贡

献之外，到 2020 年，非水可再生能源发电电量必须要达到 6500 亿千瓦时以上。按照目前不同可再生能源电力的平均利用小时数计算，届时风电的并网装机规模至少要达到 2.1 亿千瓦。而风电作为我国推进能源转型的核心内容和应对气候变化的重要手段，鼓励有条件的地区提出更高的发展目标，扩大开发规模，不设上限。

另一方面，保持稳定的发展规模也是支撑我国风电产业可持续发展的需要。

作为战略性新兴产业，近年来我国风电产业不仅在装机规模方面位居世界首位，同时形成了具有国际先进水平的较为完备的产业体系，装备制造能力和自主创新能力显著增强，具有中国自主知识产权的领先技术产品远销到全球近 30 个国家和地区，风电成为我国少数具有国际竞争力的高新技术产业之一。

要保持我国风电产业的良好发展势头，使其在下一个阶段继续引领全球发展，就必须保持稳定的发展速度和规模。按照产业发展现状来看，年均新增规模稳定在 2000 万千瓦以上才更符合行业发展的客观规律，更能有效推动技术进步，避免学习曲线中断。因此，从产业界到政府的方方面面还要继续努力，克服当前面临的困难，保持风电稳定的发展规模。

《规划》为优化产业布局指明了具体方向

《规划》对建设布局的调整和优化是重点，也是亮点。“十三五”时期，中东部和南方地区将成为我国风电开发的重心。以目前的情况来看，弃风限电问题短期内难以根治，再加上火电装机规模严重过剩，利益冲突短期很难调和，“三北”地区风电开发规模和速度必将受到制约。因此，要保障我国风电业在“十三五”继续实现可持续发展，保证合理的年均增长规模，必须优化产业布局、加大中东部地区开发力度。

风能等可再生能源具有分布广、密度低的特性，更适合就地开发，就近利用。在处于负荷中心的中东部及南方地区大规模开发风电项目更符合可再生能源的禀赋。之前，行业普遍认为，风速低于 6 米/秒的资源区不具备经济开发价值。但是，通过“十二五”期间的技术创新，叶轮直径的加大、翼型效率的提升、控制策略的智能化以及微观选址的精细化等，提高了机组的整体发电效率，使低风速资源区也具备了经济开发价值。

目前，年平均风速 5 米/秒的风电场，年等效满负荷利用小时数也可以达到 2000 左右。随着更多资源逐渐具备经济开发价值，中东部和南部地区可供开发的资源量明显增加。据气象局最新评估结果，中东部和南部地区风速在 5 米/秒以上达到经济开发价值的风资源技术可开发量接近 9 亿千瓦，可以满足未来的开发需求。

为了使中东部和南方地区成为风电持续规模化开发的重要增量市场，《规划》明显提高了这一地区的“十三五”开发指标：中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量 4200 万千瓦以上，累计并网装机容量达到 7000 万千瓦以上。与此同时，“三北”地区陆上风电新增并网装机容量则为 3500 万千瓦左右。这意味着，若算上海上风电的新增并网装机容量，中东部和南方地区新增并网装机容量将占到全国新增并网容量的 56.9%，远远高于“十二五”的 25.8%。同时，这一地区累计并网装机容量在全国的占比也将由“十二五”的 21.7% 提高到 33.3%。

但要真正实现上述目标，还必须在开发模式的创新上下功夫。低风速地区的风能资源分散，风况条件更加复杂，连片集中开发模式已经难以适用，“分散开发、就近接入、本地消纳”则是更可行的方式。按照这样的原则，《规划》提出推动接入低压配电网的分散式风电建设。与之配套，《规划》还要求完善分散式风电项目管理办法。

开发布局的调整优化也对产业提出了新的更高的要求。对风电开发企业而言，一是开发布局要进行战略调整；二是中东部地区地形和风况更为复杂，对风电场设计选址等提出了更高的技术要求，企业要有充分的技术准备；三是改变原有按照机型进行招标采购的方式，应该针对具体场址招标“整体解决方案”。对于整机制造企业而言，不仅仅能够组装机组，而且要能够根据不同场址条件设计机组，从卖设备到卖服务转变。未来的竞争不仅是制造能力的竞争，更是综合技术能力的竞争，只有技术过硬、创新能力强的企业才能生存发展。

《规划》为根治弃风限电顽疾确定了有效途径

众所周知，弃风限电已经成为制约我国风电产业健康持续发展的最大绊脚石，关乎产业的生死存亡。

今年前三个季度，全国弃风电量达到 394.7 亿千瓦时，超过 2015 年全年的弃风电量 339 亿千瓦时，直接经济损失超过 200 亿元人民币。“三北”地区的平均弃风率则逼近 30%，其中甘肃为 46%，新疆为 41%，吉林为 34%。更让企业雪上加霜的是，在上网电量完全无法保证的情况下，部分省份还通过“直供电交易”“自备电厂替代交易”等方式变相压低风电上网电价，以致出现“量价齐跌”的现象。这些都表明，弃风限电问题大有常态化之势，如不尽快彻底加以解决，不仅国家能源结构调整和绿色发展任务无法完成，一个本可以领先全球的战略新兴产业也会半途夭折。

《规划》将全面贯彻全额保障性收购政策视为解决弃风限电问题的关键，对相关原则进行了再次明确。

一是要求逐步缩减煤电发电计划，为风电预留充足的电量空间，

确保规划内的风电项目优先发电，明确对于化石能源发电挤占消纳空间和线路输电容量而导致的风电限电问题，由相应的化石能源发电企业进行补偿；

二是将落实最低保障性收购小时数上升为“红线”：

一方面，明确提出相关省（区、市）在风电利用小时数未达到最低保障性收购小时数之前，并网规模不宜突破规划的发展目标，这里的“不宜突破”与《规划》在确定中东部和南方地区各省发展目标时提出的“不应低于”形成鲜明对比，凸显了国家引导风电发展重心的战略调整；

另一方面，对于弃风限电问题突出、无法完成最低保障性收购小时数的地区，实施一票否决制度，不再新增风电并网规模，以此敦促地方政府提高认识，转变观念，以国家大局和长远发展为重，尽快解决弃风问题，促进风电规模化发展，带动当地经济增长，实现绿水青山。

值得注意的是，《规划》还力图通过一系列具体措施来确保这些原则落到实处。其中要求建立风电产业发展预警机制，加强对风电调度运行和消纳情况的监管，由国家能源局及派出机构定期开展弃风限电问题专项监管，及时发布监管报告，督促有关部门和企业限期整改。

《规划》为优化市场环境提出了具体措施

“十三五”时期，风电市场环境还需要进一步优化。

到“十二五”末，在政府主管部门的大力推动下，我国风电产业发展的市场环境已经得到大幅改善，基本建立起了优胜劣汰的竞争机制，市场在资源配置中的主导作用越显显著。但在未来五年，随着能源结构调整和体制机制改革的不断深化，我们将面对的是一个全新的局面，也会遇到各种新的体制机制问题。在这种情况下，建立公平有序、优胜劣汰的市场环境就成为破解发展难题的必要手段之一。

为此，《规划》做出了一系列制度性安排。

一是完善政策环境和管理手段。

一方面，进一步简政放权，简化项目核准条件，并对风电发展较好、不存在限电问题的地区放开陆上风电年度建设规模指标，对完成海上风电规划的地区放开海上风电年度建设规模指标。

另一方面，《规划》还提出将加快建立能源、国土、林业、环保、海洋等政府部门间的协调运行机制，明确政府部门管理职责和审批环节手续流程，以此解决目前困扰风电发展的协调难问题。

二是通过构建完善的监测和信息公开机制来提高市场的透明度，为所有参与者创造一个公平公正的竞争环境。

英国、丹麦、德国等国的经验表明，随着产业走向成熟，建立国家层面的风电产业监测和评价体系是促进行业健康发展的重要手段。我国于 2013 年初步建立起了风电产业监测和评价体系，覆盖全球风电政策、国内风电开发运行情况、风电设备制造产业发展情况三个方面。

根据《规划》的安排，下一步要充分发挥行业协会的作用，进一步完善风电机组运行质量监测评价体系，定期开展风电机组运行情况综合评价。落实风电场重大事故上报、分析评价及共性故障



预警制度，定期发布风电机组运行质量负面清单。《规划》同时对地方政府和企业行为做出规范，纠正政府不正当行政干预，对企业不良行为建立记录制度、负面清单等管理制度，形成良性市场机制。

三是进一步完善风电标准检测认证体系，加强产业链上下游的标准制修订工作，增强检测认证能力建设，夯实行业质量基础。推动检测认证结果与信用建设体系的衔接，促进优胜劣汰。

“十二五”时期，我国风电产业已经取得了举世瞩目的成就，站在这一起点，我们有理由相信，未来五年我们将会迈上一个更高的台阶。现在，《规划》已经为我们指明了方向，下一步需要各方协调一致、各司其职，通过真正全面落实全额保障性收购等关键政策，彻底破解制约行业发展的体制机制弊端，为实现规划目标保驾护航。

以下为规划全文

风电发展“十三五”规划

(2016-2020年)

国家能源局

前言

风电技术比较成熟，成本不断下降，是目前应用规模最大的新能源发电方式。发展风电已成为许多国家推进能源转型的核心内容和应对气候变化的重要途径，也是我国深入推进能源生产和消费革命、促进大气污染防治的重要手段。

“十三五”时期是我国推进“四个革命，一个合作”能源发展战略的重要时期。为实现2020年和2030年非化石能源分别占一次能源消费比重15%和20%的目标，推动能源结构转型升级，促进风电产业持续健康发展，按照《可再生能源法》要求，根据《能源发展“十三五”规划》和《可再生能源发展“十三五”规划》，制定本规划。

本规划明确了2016年至2020年我国风电发展的指导思想、基本原则、发展目标、建设布局、重点任务、创新发展方式及保障措施，是“十三五”时期我国风电发展的重要指南。

## 一、发展基础和形势

### (一) 国际形势

随着世界各国对能源安全、生态环境、气候变化等问题日益重视，加快发展风电已成为国际社会推动能源转型发展、应对全球气候变化的普遍共识和一致行动。主要表现在：

风电已在全球范围内实现规模化应用。

风电作为应用最广泛和发展最快的新能源发电技术，已在全球范围内实现大规模开发应用。到2015年底，全球风电累计装机容量达4.32亿千瓦，遍布100多个国家和地区。“十二五”时期，全球风电装机新增2.38亿千瓦，年均增长17%，是装机容量增幅最大的新能源发电技术。

风电已成为部分国家新增电力供应的重要组成部分。

2000年以来风电占欧洲新增装机的30%，2007年以来风电占美国新增装机的33%。2015年，风电在丹麦、西班牙和德国用电量中的占比分别达到42%、19%和13%。随着全球发展可再生能源的共识不断增强，风电在未来能源电力系统中将发挥更加重要作用。美国提出到2030年20%的用电量由风电供应，丹麦、德国等国把开发风电作为实现2050年高比例可再生能源发展目标的核心措施。

风电开发利用的经济性显著提升。

随着全球范围内风电开发利用技术不断进步及应用规模持续扩大，风电开发利用成本在过去五年下降了约30%。巴西、南非、埃及等国家的风电招标电价已低于当地传统化石能源上网电价，美国风电长期协议价格已下降到化石能源电价同等水平，风电开始逐步显现出较强的经济性。

### (二) 国内形势

#### 1. 发展基础

“十二五”期间，全国风电装机规模快速增长，开发布局不断优化，技术水平显著提升，政策体系逐步完善，风电已经从补充能源进入到替代能源的发展阶段，突出表现为：

风电成为我国新增电力装机的重要组成部分。

“十二五”期间，我国风电新增装机容量连续五年领跑全球，累计新增 9800 万千瓦，占同期全国新增装机总量的 18%，在电源结构中的比重逐年提高。中东部和南方地区的风电开发建设取得积极成效。到 2015 年底，全国风电并网装机达到 1.29 亿千瓦，年发电量 1863 亿千瓦时，占全国总发电量的 3.3%，比 2010 年提高 2.1 个百分点。风电已成为我国继煤电、水电之后的第三大电源。

产业技术水平显著提升。

风电全产业链基本实现国产化，产业集中度不断提高，多家企业跻身全球前 10 名。风电设备的技术水平和可靠性不断提高，基本达到世界先进水平，在满足国内市场的同时出口到 28 个国家和地区。风电机组高海拔、低温、冰冻等特殊环境的适应性和并网友好性显著提升，低风速风电开发的技术经济性明显增强，全国风电技术可开发资源量大幅增加。

行业管理和政策体系逐步完善。

“十二五”期间，我国基本建立了较为完善的促进风电产业发展的行业管理和政策体系，出台了风电项目开发、建设、并网、运行管理及信息监管等各关键环节的管理规定和技术要求，简化了风电开发建设管理流程，完善了风电技术标准体系，开展了风电设备整机及关键零部件型式认证，建立了风电产业信息监测和评价体系，基本形成了规范、公平、完善的风电行业政策环境，保障了风电产业的持续健康发展。

## 2. 面临的形势与挑战

为实现 2020 年和 2030 年非化石能源占一次能源消费比重 15% 和 20% 的目标，促进能源转型，我国必须加快推动风电等可再生能源产业发展。但随着应用规模的不断扩大，风电发展也面临不少新的挑战，突出表现为：

现有电力运行管理机制不适应大规模风电并网的需要。

我国大量煤电机组发电计划和开机方式的核定不科学，辅助服务激励政策不到位，省间联络线计划制定和考核机制不合理，跨省区补偿调节能力不能充分发挥，需求侧响应能力受到刚性电价政策的制约，多种因素导致系统消纳风电等新能源的能力未有效挖掘，局部地区风电消纳受限问题突出。

经济性仍是制约风电发展的重要因素。

与传统的化石能源电力相比，风电的发电成本仍比较高，补贴需求和政策依赖性较强，行业发展受政策变动影响较大。同时，反映化石能源环境成本的价格和税收机制尚未建立，风电等清洁能源的环境效益无法得到体现。

支持风电发展的政策和市场环境尚需进一步完善。

风电开发地方保护问题较为突出，部分地区对风电“重建设、轻利用”，对优先发展可再生能源的政策落实不到位。设备质量管理体系尚不完善，产业优胜劣汰机制尚未建立，产业集中度有待进一步提高，低水平设备仍占较大市场份额。

## 二、指导思想和基本原则

### （一）指导思想

全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中、六中全会精神，落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，遵循习近平总书记能源发展战略思想，坚持清洁低碳、安全高效的发展方针，顺应全球能源转型大趋势，不断完善促进风电产业发展的政策措施，尽快建立适应风电规模化发展和高效利用的体制机制，加强对风电全额保障性收购的监管，积极推动技术进步，不断提高风电的经济性，持续增加风电在能源消费中的比重，实现风电从补充能源向替代能源的转变。

### （二）基本原则

坚持消纳优先，加强就地利用。

把风电在能源消费中的比重作为指导各地区能源发展的重要约束性指标，把风电消纳利用水平作为风电开发建设管理的基本依据。坚持集中开发与分散利用并举的原则，优化风电建设布局，大力推动风电就地和就近利用。

坚持推进改革，完善体制机制。

把促进风电等新能源发展作为电力市场化改革的重要内容，建立公平竞争的电力市场和节能低碳的调度机制。完善和创新市场交易机制，支持通过直接交易和科学调度实现风电多发满发。完善政府公益性、调节性服务功能，确保风电依照规划实现全额保障性收购。

坚持创新发展，推动技术进步。

把加强产业创新能力作为引导风电规模化发展的主要方向，鼓励企业提升自主研发能力，完善和升级产业链，推动关键技术创新，促进度电成本快速下降，提高风电产品的市场竞争力。完善风电产业管理和运维体系，提高全过程专业化服务能力。

坚持市场导向，促进优胜劣汰。

充分发挥市场配置资源的决定性作用，鼓励以竞争性方式配置资源。严格风电产品市场准入标准，完善工程质量监督管理体系，加强产品检测认证与技术检测监督，推广先进技术，淘汰落后产能，建立公开、公平、公正的市场环境。

坚持开放合作，开拓国际市场。

加强风电产业多种形式的国际合作，推动形成具有全球竞争力的风电产业集群。大力支持和鼓励我国风电设备制造和开发企业开拓国际风电市场，促进我国风电产业在全球能源治理体系中发挥重要作用。

### 三、发展目标和建设布局

#### （一）发展目标

总量目标：到 2020 年底，风电累计并网装机容量确保达到 2.1 亿千瓦以上，其中海上风电并网装机容量达到 500 万千瓦以上；风电年发电量确保达到 4200 亿千瓦时，约占全国总发电量的 6%。

消纳利用目标：到 2020 年，有效解决弃风问题，“三北”地区全面达到最低保障性收购利用小时数的要求。

产业发展目标：风电设备制造水平和研发能力不断提高，3-5 家设备制造企业全面达到国际先进水平，市场份额明显提升。

#### （二）建设布局

根据我国风电开发建设的资源特点和并网运行现状，“十三五”时期风电主要布局原则如下：

##### 1. 加快开发中东部和南方地区陆上风能资源

按照“就近接入、本地消纳”的原则，发挥风能资源分布广泛和应用灵活的特点，在做好环境保护、水土保持和植被恢复工作的基础上，加快中东部和南方地区陆上风能资源规模化开发。结合电网布局和农村电网改造升级，考虑资源、土地、交通运输以及施工安装等建设条件，因地制宜推动接入低压配电网的分散式风电开发建设，推动风电与其它分布式能源融合发展。

到 2020 年，中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量 4200 万千瓦以上，累计并网装机容量达到 7000 万千瓦以上。为确保完成非化石能源比重目标，相关省（区、市）制定本地区风电发展规划不应低于规划确定的发展目标（见专栏 1）。在确保消纳的基础上，鼓励各省（区、市）进一步扩大风电发展规模，鼓励风电占比较低、运行情况良好的地区积极接受外来风电。

专栏1 2020年中东部和南方地区陆上风电发展目标		
序号	地区	风电累计并网容量 (单位:万千瓦)
华东	上海市	50
	江苏省	650
	浙江省	300
	安徽省	350
	福建省	300
	<b>华东合计</b>	<b>1650</b>
华中	江西省	300
	河南省	600
	湖北省	500
	湖南省	600
	重庆市	50
	四川省	500
	西藏自治区	20
	<b>华中合计</b>	<b>2570</b>
南方	贵州省	600
	云南省	1200
	广东省	600
	广西壮族自治区	350
	海南省	30
	<b>南方合计</b>	<b>2780</b>
<b>中东部和南方地区合计陆上风电容量</b>		<b>7000</b>

## 2. 有序推进“三北”地区风电就地消纳利用

弃风问题严重的省（区），“十三五”期间重点解决存量风电项目的消纳问题。风电占比较低、运行情况良好的省（区、市），有序新增风电开发和就地消纳规模。

到 2020 年，“三北”地区在基本解决弃风问题的基础上，通过促进就地消纳和利用现有通道外送，新增风电并网装机容量 3500 万千瓦左右，累计并网容量达到 1.35 亿千瓦左右。相关省（区、市）在风电利用小时数未达到最低保障性收购小时数之前，并网规模不宜突破规划确定的发展目标（见专栏 2）。

专栏2 2020年“三北”地区陆上风电发展目标		
序号	地区	风电累计并网容量 (单位:万千瓦)
华北	北京市	50
	天津市	100
	河北省	1800
	山西省	900
	山东省	1200
	蒙西地区	1700
	<b>华北合计</b>	<b>5750</b>
东北	辽宁省	800
	吉林省	500
	黑龙江省	600
	蒙东地区	1000
	<b>东北合计</b>	<b>2900</b>
西北	陕西省	550
	甘肃省	1400
	青海省	200
	宁夏回族自治区	900
	新疆维吾尔自治区(含兵团)	1800
	<b>西北合计</b>	<b>4850</b>
<b>“三北”地区合计</b>		<b>13500</b>

### 3. 利用跨省跨区输电通道优化资源配置

借助“三北”地区已开工建设和已规划的跨省跨区输电通道，统筹优化风、光、火等各类电源配置方案，有效扩大“三北”地区风电开发规模和消纳市场。

“十三五”期间，有序推进“三北”地区风电跨省区消纳4000万千瓦（含存量项目）。利用通道送出的风电项目在开工建设之前，需落实消纳市场并明确线路的调度运行方案。

专栏3 “十三五”期间“三北”地区跨省跨区外送 风电基地规划（含存量项目）			
地区	风电基地	依托的外送输电通道	开发范围
内蒙古	锡盟北部风电基地	锡盟-泰州特高压直流输电工程	锡盟地区
	锡盟南部风电基地	锡盟-山东特高压交流输电工程	锡盟地区
	鄂尔多斯东部周边风电基地	蒙西-天津南特高压交流输电工程	蒙西地区
	鄂尔多斯西部周边风电基地	上海庙-山东特高压直流输电工程	蒙西地区
	通辽风电基地	扎鲁特-山东特高压直流输电工程	东北地区
山西	晋北风电基地	山西-江苏特高压直流输电工程	大同、忻州、朔州
甘肃	酒泉风电基地二期	酒泉-湖南特高压直流输电工程	酒泉
宁夏	宁夏风电基地	宁东-浙江特高压直流输电工程	宁夏
新疆	准东风电基地	准东-皖南特高压直流输电工程	准东

#### 4、积极稳妥推进海上风电建设

重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设，到2020年四省海上风电开工建设规模均达到百万千瓦以上。积极推动天津、河北、上海、海南等省（市）的海上风电建设。探索性推进辽宁、山东、广西等省（区）的海上风电项目。到2020年，全国海上风电开工建设规模达到1000万千瓦，力争累计并网容量达到500万千瓦以上。

专栏4 2020年全国海上风电开发布局			
序号	地区	累计并网容量 (单位：万千瓦)	开工规模 (单位：万千瓦)
1	天津市	10	20
2	辽宁省	-	10
3	河北省	-	50
4	江苏省	300	450
5	浙江省	30	100
6	上海市	30	40
7	福建省	90	200
8	广东省	30	100
9	海南省	10	35
合计		500	1005

#### 四、重点任务

##### （一）有效解决风电消纳问题

通过加强电网建设、提高调峰能力、优化调度运行等措施，充分挖掘系统消纳风电能力，促进区域内部统筹消纳以及跨省跨区消纳，切实有效解决风电消纳问题。

合理规划电网结构，补强电网薄弱环节。

电网企业要根据《电力发展“十三五”规划》，重点加强风电项目集中地区的配套电网规划和建设，有针对性地对重要送出断面、风电汇集站、枢纽变电站进行补强和增容扩建，逐步完善和加强配电网和主网架结构，有效减少因局部电网送出能力、变电容量不足导致的大面积弃风限电现象。加快推动配套外送风电的重点跨省跨区特高压输电通道建设，确保按期投产。

充分挖掘系统调峰潜力，提高系统运行灵活性。

加快提升常规煤电机组和供热机组运行灵活性，通过技术改造、加强管理和辅助服务政策激励，增大煤电机组调峰深度，尽快明确自备电厂的调峰义务和实施办法，推进燃煤自备电厂参与调峰，重视并推进燃气机组调峰，着力化解冬季供暖期风电与热电联产机组的运行矛盾。加强需求侧管理和响应体系建设，开展和推广可中断负荷试点，不断提升系统就近就地消纳风电的能力。

优化调度运行管理，充分发挥系统接纳风电潜力。

修订完善电力调度技术规范，提高风电功率预测精度，推动风电参与电力电量平衡。合理安排常规电源开机规模和发电计划，逐步缩减煤电发电计划，为风电预留充足的电量空间。在保证系统安全的情况下，将风电充分纳入网调、省调的年度运行计划。加强区域内统筹协调，优化省间联络线计划和考核方式，充分利用省间调峰资源，推进区域内风电资源优化配置。充分利用跨省跨区输电通道，通过市场化方式最大限度提高风电外送电量，促进风电跨省跨区消纳。

专栏5 “十三五”期间促进风电消纳的重点措施	
<b>华北</b>	(1) 京津冀蒙统筹规划、协调运行，加强内蒙古与京津冀联网，实现河北风电、内蒙古风电在区域内统筹消纳。 (2) 结合大气污染防治，积极推动电能替代。 (3) 大力推进需求侧响应和管理，提高智能化调度水平。 (4) 实现特高压外送通道配套风电和煤电协调运行，保障外送风电高效消纳。
<b>东北</b>	(1) 进行供热机组深度调峰技术改造，提高供热机组调峰能力。 (2) 积极推进电能替代，增加用电负荷。 (3) 补强吉林、辽宁电网局部薄弱环节，解决风电送出受限问题。
<b>西北</b>	(1) 推进自备电厂参与系统调峰等辅助服务。 (2) 充分发挥西北五省（区）之间水火风光互补互济效益，优化联络线运行和考核方式。 (3) 加强甘肃酒泉等地区电网建设，提高风电输送能力。 (4) 实现特高压外送通道配套风电和煤电协调运行，保障外送风电高效消纳。

## （二）提升中东部和南方地区风电开发利用水平

重视中东部和南方地区风电发展，将中东部和南方地区作为为我国“十三五”期间风电持续规模化开发的重要增量市场。

做好风电发展规划。

将风电作为推动中东部和南方地区能源转型和节能减排的重要力量，以及带动当地经济社会发展的重要措施。根据各省（区、市）资源条件、能耗水平和可再生能源发展引导目标，按照“本地开发、就近消纳”的原则编制风电发展规划。落实规划内项目的电网接入、市场消纳、土地使用等建设条件，做好年度开发建设规模的分解工作，确保风电快速有序开发建设。

完善风电开发政策环境。

创新风电发展体制机制，因地制宜出台支持政策措施。简化风电项目核准支持性文件，制定风电与林地、土地协调发展的支持性政策，提高风电开发利用效率。建立健全风电项目投资准入政策，保障风电开发建设秩序。鼓励企业自主创新，加快推动技术进步和成本降低，在设备选型、安装台数方面给予企业充分的自主权。

提高风电开发技术水平。

加强风能资源勘测和评价，提高微观选址技术水平，针对不同的资源条件，研究采用不同机型、塔筒高度以及控制策略的设计方案，加强设备选型研究，探索同一风电场因地制宜安装不同类型机组的混排方案。在可研设计阶段推广应用主机厂商带方案招投标。推动低风速风电技术进步，因地制宜推进常规风电、低风速风电开发建设。

### （三）推动技术自主创新和产业体系建设

不断提高自主创新能力，加强产业服务体系建设，推动产业技术进步，提升风电发展质量，全面建成具有世界先进水平的风电技术研发和设备制造体系。

促进产业技术自主创新。

加强大数据、3D 打印等智能制造技术的应用，全面提升风电机组性能和智能化水平。突破 10 兆瓦级大容量风电机组及关键部件的设计制造技术。掌握风电机组的降载优化、智能诊断、故障自恢复技术，掌握基于物联网、云计算和大数据分析的风电场智能化运维技术，掌握风电场多机组、风电场群的协同控制技术。突破近海风电场设计和建设成套关键技术，掌握海上风电机组基础一体化设计技术并开展应用示范。鼓励企业利用新技术，降低运行管理成本，提高存量资产运行效率，增强市场竞争力。

加强公共技术平台建设。

建设全国风资源公共服务平台，提供高分辨率的风资源数据。建设近海海上试验风电场，为新型机组开发及优化提供型式试验场地和野外试验条件。建设 10 兆瓦级风电机组传动链地面测试平台，为新型机组开发及性能优化提供检测认证和技术研发的保障，切实提高公共技术平台服务水平。

推进产业服务体系建设。

优化咨询服务业，鼓励通过市场竞争提高咨询服务质量。积极发展运行维护、技术改造、电力电量交易等专业化服务，做好市场管理与规则建设。创新运营模式与管理手段，充分共享行业服务资源。建立全国风电技术培训及人才培养基地，为风电从业人员提供技能培训和资质能力鉴定，与企业、高校、研究机构联合开展人才培养，健全产业服务体系。

### （四）完善风电行业管理体系

深入落实简政放权的总体要求，继续完善风电行业管理体系，建立保障风电产业持续健康发展的政策体系和管理机制。

加强政府管理和协调。

加快建立能源、国土、林业、环保、海洋等政府部门间的协调运行机制，明确政府部门管理职责和审批环节手续流程，为风电项目健康有序开发提供良好的市场环境。完善分散式风电项目管理办法，出台退役风机置换管理办法。

完善海上风电产业政策。

开展海上风能资源勘测和评价，完善沿海各省（区、市）海上风电发展规划。加快海上风电项目建设进度，鼓励沿海各省（区、市）和主要开发企业建设海上风电示范项目。规范精简项目核准手续，完善海上风电价格政策。加强标准和规程制定、设备检测认证、信息监测工作，形成覆盖全产业链的成熟的设备制造和建设施工技术标准体系。

全面实现行业信息化管理。

结合国家简政放权要求，完善对风电建设期和运行期的事中事后监管，加强对风电工程、设备质量和运行情况的监管。应用大数据、“互联网+”等信息技术，建立健全风电全生命周期信息监测



体系，全面实现风电行业信息化管理。

#### （五）建立优胜劣汰的市场竞争机制

发挥市场在资源配置中的决定性作用，加快推动政府职能转变，建立公平有序、优胜劣汰的市场竞争环境，促进行业健康发展。

加强政府监管。

规范地方政府行为，纠正“资源换产业”等不正当行政干预。规范风电项目投资开发秩序，杜绝企业违规买卖核准文件、擅自变更投资主体等行为，建立企业不良行为记录制度、负面清单等管理制度，形成市场淘汰机制。构建公平、公正、公开的招标采购市场环境，杜绝有失公允的关联交易，及时纠正违反公平原则、扰乱市场秩序的行为。

强化质量监督。

建立覆盖设计、生产、运行全过程的质量监督管理机制。充分发挥行业协会的作用，完善风电机组运行质量监测评价体系，定期开展风电机组运行情况综合评价。落实风电场重大事故上报、分析评价及共性故障预警制度，定期发布风电机组运行质量负面清单。充分发挥市场调节作用，有效进行资源整合，鼓励风电设备制造企业兼并重组，提高市场集中度。

完善标准检测认证体系。

进一步完善风电标准体系，制定和修订风电机组、风电场、辅助运维设备的测试与评价标准，完善风电机组关键零部件、施工装备、工程技术和风电场运行、维护、安全等标准。加强检测认证能力建设，开展风电机组项目认证，推动检测认证结果与信用建设体系的衔接。

#### （六）加强国际合作

紧密结合“一带一路”倡议及国际多边、双边合作机制，把握全球风电产业发展大势和国际市场深度合作的窗口期，有序推进我国风电产业国际化发展。

稳步开拓国际风电市场。

充分发挥我国风电设备和开发企业的竞争优势，深入对接国际需求，稳步开拓北非、中亚、东欧、南美等新兴市场，巩固和深耕北美、澳洲、欧洲等传统市场，鼓励采取贸易、投资、园区建设、技术合作等多种方式，推动风电产业领域的咨询、设计、总承包、装备、运营等企业整体走出去。提升融资、信保等服务保障，形成多家具有国际竞争力和市场开拓能力的风电设备骨干企业。

加强国际品牌建设。

坚持市场导向和商业运作原则，加强质量信用，建立健全风电产品出口规范体系，包括质量监测和安全生产体系、海外投资项目的投资规范管理体系等。严格控制出口风电设备的质量，促进开发企业和设备制造企业加强国际品牌建设，塑造我国风电设备质量优异、服务到位的良好市场形象。

积极参与国际标准体系建设。

鼓励国内风电设计、建设、运维和检测认证机构积极参与国际标准制定和修订工作。鼓励与境外企业和相关机构开展技术交流合作，增强技术标准的交流合作与互认，推动我国风电认证的国际采信。积极运用国际多边互认机制，深度参与可再生能源认证互认体系合格评定标准、规则的制定、实施和评估，提升我国在国际认证、认可、检测等领域的话语权。

积极促进国际技术合作。

在已建立的政府双边合作关系基础上，进一步深化技术合作，建立新型政府间、民间的双边、多边合作伙伴关系。鼓励开展国家级风电公共实验室国际合作，在大型公共风电数据库建设等方面建立互信与共享。鼓励国内企业设立海外研发分支机构，联合国外机构开展基础科学研究，支持成立企业间风电技术专项国际合作项目。做好国际风电技术合作间的知识产权工作。

#### （七）发挥金融对风电产业的支持作用

积极促进风电产业与金融体系的融合，提升行业风险防控水平，鼓励企业降低发展成本。

完善保险服务体系，提升风电行业风险防控水平。

建立健全风电保险基础数据库与行业信息共享平台，制定风电设备、风电场风险评级标准规范，

定期发布行业风险评估报告，推动风电设备和风电场投保费率差异化。建立覆盖风电设备及项目全过程的保险产品体系。创新保险服务模式，鼓励风电设备制造企业联合投保。鼓励保险公司以共保体、设立优先赔付基金的方式开展保险服务，探索成立面向风电设备质量的专业性相互保险组织。推进保险公司积极采信第三方专业机构的评价结果，在全行业推广用保函替代质量保证金。

创新融资模式，降低融资成本。

鼓励企业通过多元化的金融手段，积极利用低成本资金降低融资成本。将风电项目纳入国家基础设施建设鼓励目录。鼓励金融机构发行绿色债券，鼓励政策性银行以较低利率等方式加大对风电产业的支持，鼓励商业银行推进项目融资模式。鼓励风电企业利用公开发行上市、绿色债券、资产证券化、融资租赁、供应链金融等金融工具，探索基于互联网和大数据的新兴融资模式。

积极参与碳交易市场，增加风电项目经济收益。

充分认识碳交易市场对风电等清洁能源行业的积极作用，重视碳资产管理工作，按照规定积极进行项目注册和碳减排量交易。完善绿色证书交易平台建设，推动实施绿色电力证书交易，并做好与全国碳交易市场的衔接协调。

## 五、创新发展方式

### （一）开展省内风电高比例消纳示范

在蒙西等一批地区，开展规划建设、调度运行、政策机制等方面创新实践，推动以风电为主的新能源消纳示范省（区）建设。制定明确的风电等新能源的利用目标，开展风电高比例消纳示范，着力提高新能源在示范省（区）内能源消费中的比重。推动实施电能替代，加强城市配电网与农村电网建设与改造，提高风电等清洁能源的消纳能力，在示范省（区）内推动建立以清洁能源为主的现代能源体系。

### （二）促进区域风电协同消纳

在京津冀周边区域，结合大气污染防治工作以及可再生能源电力消费比重目标，开展区域风电协同消纳机制创新。研究适应大规模风电受入的区域电网加强方案。研究建立灵活的风电跨省跨区交易结算机制和辅助服务共享机制。统筹送受端调峰资源为外送风电调峰，推动张家口、承德、乌兰察布、赤峰、锡盟、包头等地区的风电有序开发和统筹消纳，提高区域内风电消纳水平与比重。

### （三）推动风电与水电等可再生能源互补利用

在四川、云南、贵州等地区，发挥风电与水电的季节性、时段性互补特性，开展风电与水电等可再生能源综合互补利用示范，探索风水互补消纳方式，实现风水互补协调运行。借助水电外送通道，重点推进凉山州、雅砻江、金沙江、澜沧江、乌江、北盘江等地区与流域的风（光）水联合运行基地建设，优化风电与水电打捆外送方式。结合电力市场化改革，完善丰枯电价、峰谷电价及分时电价机制，鼓励风电与水电共同参与外送电市场化竞价。

### （四）拓展风电就地利用方式

在北方地区大力推广风电清洁供暖，统筹电蓄热供暖设施及热力管网的规划建设，优先解决存量风电消纳需求。因地制宜推广风电与地热及低温热源结合的绿色综合供暖系统。开展风电制氢、风电淡化海水等新型就地消纳示范。结合输配电价改革和售电侧改革，积极探索适合分布式风电的市场资源组织形式、盈利模式与经营管理模式。推动风电的分布式发展和应用，探索微电网形式的风电资源利用方式，推进风光储互补的新能源微电网建设。

## 六、保障措施

### （一）完善年度开发方案管理机制

结合简政放权有关要求，鼓励以市场化方式配置风能资源。对风电发展较好、不存在限电问题的地区放开陆上风电年度建设规模指标，对完成海上风电规划的地区放开海上风电年度建设规模指标。结合规划落实、运行消纳等情况，滚动调整风电发展规划。

### （二）落实全额保障性收购制度

结合电力体制改革，督促各地按照《可再生能源法》和《可再生能源发电全额保障性收购管理

办法》的要求，严格落实可再生能源全额保障性收购制度，确保规划内的风电项目优先发电。在保障电力系统安全稳定运行以外的情况下，若因化石能源发电挤占消纳空间和线路输电容量而导致风电限电，由相应的化石能源发电企业进行补偿。

### （三）加强运行消纳情况监管

加强对风电调度运行和消纳情况的监管，完善信息监测体系，定期发布风电运行消纳数据。由国家能源局及派出机构定期开展弃风限电问题专项监管，及时发布监管报告，督促有关部门和企业限期整改。建立风电产业发展预警机制，对弃风限电问题突出、无法完成最低保障性收购小时数的地区，实施一票否决制度，不再新增风电并网规模。

### （四）创新价格及补贴机制

结合电力市场化改革，逐步改变目前基于分区域标杆电价的风电定价模式，鼓励风电参与市场竞争，建立市场竞价基础上固定补贴的价格机制，促进风电技术进步和成本下降。适时启动实施可再生能源发电配额考核和绿色电力证书交易制度，逐步建立市场化的补贴机制。

## 七、规划实施效果

### （一）投资估算

“十三五”期间，风电新增装机容量 8000 万千瓦以上，其中海上风电新增容量 400 万千瓦以上。按照陆上风电投资 7800 元/千瓦、海上风电投资 16000 元/千瓦测算，“十三五”期间风电建设总投资将达到 7000 亿元以上。

### （二）环境社会效益

1、2020 年，全国风电年发电量将达到 4200 亿千瓦时，约占全国总发电量的 6%，为实现非化石能源占一次能源消费比重达到 15% 的目标提供重要支撑。

2、按 2020 年风电发电量测算，相当于每年节约 1.5 亿吨标准煤，减少排放二氧化碳 3.8 亿吨，二氧化硫 130 万吨，氮氧化物 110 万吨，对减轻大气污染和控制温室气体排放起到重要作用。

3、“十三五”期间，风电带动相关产业发展的能力显著增强，就业规模不断增加，新增就业人数 30 万人左右。到 2020 年，风电产业从业人数达到 80 万人左右。

中国能源报 2016-12-01

## 十三五风电投资 7000 亿元 发展中东部和南方地区

11 月 29 日，国家能源局发布水电和风电“十三五”规划，到 2020 年水电总装机容量达到 3.8 亿千瓦，风电累计并网装机容量确保达到 2.1 亿千瓦以上。根据测算，在“十三五”期间，水电建设投资需求大约 5000 亿元，风电投资 7000 亿元。在水电方面，重点发展西部水电站，并且建成六大水电基地，同时对抽水蓄能电发展进行大布局；在风电方面，则重点发展中东部地区风电。“弃风”和“弃水”成为风电和水电需要重点解决的问题。

秦海岩分析，除去核电和水电的贡献之外，到 2020 年，非水可再生能源发电量必须要达到 6500 亿千瓦时以上。按照目前不同可再生能源电力的平均利用小时数计算，届时风电的并网装机规模至少要达到 2.1 亿千瓦。

11 月 29 日，国家能源局发布《风电发展“十三五”规划》（以下简称《规划》）。

目前，风电已经成为我国继煤电、水电之后的第三大电源。到 2015 年底，全国风电并网装机达到 1.29 亿千瓦，年发电量 1863 亿千瓦时，占全国总发电量的 3.3%，比 2010 年提高 2.1 个百分点。

《规划》提出了未来五年的发展目标。在总量上，到 2020 年底，风电累计并网装机容量确保达到 2.1 亿千瓦以上，其中海上风电并网装机容量达到 500 万千瓦以上；风电年发电量确保达到 4200 亿千瓦时，约占全国总发电量的 6%。在消纳利用目标上，到 2020 年，有效解决弃风问题，“三北”地区全面达到最低保障性收购利用小时数的要求。

国家能源局新能源与可再生能源司司长朱明对 21 世纪经济报道记者解释，“此前我们曾经提出

如果条件许可，2020年风电累计并网装机容量力争达到2.5亿千瓦的目标，但最终没有写入，这主要是考虑到了弃风问题仍然比较严重，需重点解决。”

“《规划》为兑现到2020年实现非化石能源占一次能源消费比重达到15%左右的国际承诺奠定了基础。”中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩对21世纪经济报道记者分析。

秦海岩分析，除去核电和水电的贡献之外，到2020年，非水可再生能源发电电量必须要达到6500亿千瓦时以上。按照目前不同可再生能源电力的平均利用小时数计算，届时风电的并网装机规模至少要达到2.1亿千瓦。

根据《规划》，按照陆上风电投资7800元/千瓦、海上风电投资16000元/千瓦测算，“十三五”期间风电建设总投资将达到7000亿元以上。

重点开发“低风速”地区风电

“十三五”期间风电开发布局重心将发生重大转移，将由过去的“三北”地区转向中东部和南方地区。

相比“三北”这一高风速地区，中东部和南方地区属于典型的低风速地区，即年平均风速低于6米/秒的地区。尽管这一地区可利用的低风速资源面积约占全国风能资源区的68%，但此前业界认为低风速资源开发不具有经济性。

但这一情况正在改变。“通过十二五期间的技术创新，叶轮直径的加大、翼型效率的提升、控制策略的智能化以及微观选址的精细化等，提高了机组的整体发电效率，使低风速资源区也具备了经济性。”秦海岩介绍，“目前，年平均风速5米/秒的风电场，年等效满负荷利用小时数也可以达到2000左右。”

为此，《规划》提出，到2020年，中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量4200万千瓦以上，累计并网装机容量达到7000万千瓦以上。这意味着这一地区的风电新增并网装机规模超过了“三北”地区陆上风电新增并网装机3500万千瓦左右的规模。

“若再算上东部海上风电的新增并网装机容量，2020年中东部和南方地区新增并网装机容量将占到全国新增并网容量的56.9%，远远高于十二五的25.8%。”秦海岩分析，这一地区累计并网装机容量在全国的占比也将由“十二五”的21.7%提高到33.3%。

“但这一目标实现起来并不容易。虽然低风速开发具有了经济性，但对开发业主、整机厂商和设计院的要求也越来越高。”朱明分析。

“对开发商而言，中东部和南方地区的地形复杂多样，不像西部地区一马平川，选址难度大，工程建设成本相对较高。”远景能源副总裁田庆军对21世纪经济报道记者分析，这种比较难以建大规模风电场，而更适合建分散式风电场，同时这也意味着运维成本的增加。

田庆军介绍，“整机厂商不仅需要设计出适应低风速地区的小机型，还必须考虑产品与复杂地形的匹配度和控制系统的智能性。”

“综合算下来，这一地区的风电装机成本差异较大，在8000元/千瓦左右或者以上，高于三北地区的6000元/千瓦左右的装机成本。”秦海岩分析。

田庆军认为，目前低风速地区风电场开发主体仍以“五大六小”的央企为主，未来很多地方能投公司也将会积极参与进来。它们在协调政府关系和调用当地资源上更具有优势，而一般的民营企业由于项目投资的不确定性增加则会更加谨慎。

此外，在东部地区的海上风电领域，《规划》提出，到2020年，全国海上风电开工建设规模达到1000万千瓦，力争累计并网容量达到500万千瓦以上。

在布局上，重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设，到2020年四省海上风电开工建设规模均达到百万千瓦以上。积极推动天津、河北、上海、海南等省（市）的海上风电建设。探索性推进辽宁、山东、广西等省（区）的海上风电项目。

三北地区重点解决“弃风”

在重点布局中东部和南方地区的同时，《规划》也提出要解决西部地区的“弃风”顽疾，重点解

决存量项目的消纳利用问题。

根据国家能源局的统计，今年前三季度，全国风电平均利用小时数 1251 小时，同比下降 66 小时；风电弃风电量 394.7 亿千瓦时；平均弃风率 19%，其中甘肃为 46%，新疆为 41%，吉林为 34%，内蒙古为 23%。

“弃风限电不仅直接影响到风电企业的经济效益，而且是制约风电整体开发成本降低的一个重要因素。”秦海岩分析。

为此，《规划》提出，到 2020 年，“三北”地区在基本解决弃风问题的基础上，通过促进就地消纳和利用现有通道外送，新增风电并网装机容量 3500 万千瓦左右，累计并网容量达到 1.35 亿千瓦左右。

国家能源局特别强调，相关省（区、市）在风电利用小时数未达到最低保障性收购小时数之前，并网规模不宜突破规划确定的发展目标。风电占比较低、运行情况良好的省（区、市），有序新增风电开发和就地消纳规模。

《规划》提出，借助“三北”地区已开工建设和已规划的跨省跨区输电通道，统筹优化风、光、火等各类电源配置方案，有效扩大“三北”地区风电开发规模和消纳市场。

为此，“十三五”期间，国家将有序推进“三北”地区风电跨省区消纳 4000 万千瓦（含存量项目）。利用通道送出的风电项目在开工建设之前，需落实消纳市场并明确线路的调度运行方案。

值得注意的是，《规划》提出要严格落实可再生能源发电全额保障性收购制度。在保障电力系统安全稳定运行以外的情况下，若因化石能源发电挤占消纳空间和线路输电容量而导致风电限电，由相应的化石能源发电企业进行补偿。

一位风电开发企业负责人对 21 世纪经济报道记者分析，“补偿何时启动、如何启动以及怎么计算，国家应该给出一个指导性意见，否则可能只是望梅止渴。”

王尔德 21 世纪经济报道 2016-12-01

## 丹麦 DONG 能源宣布将在台湾沿海建新风电场

近日，丹麦 DONG 能源宣布，将在亚太地区开设新办事中心，并在台湾沿海建立新的风电场。

丹麦 DONG 能源董事兼总经理在一份声明中表示，“基于我们在海上风电方面 25 年来的经验，我相信我们可以帮助台湾充分利用其巨大的海上风力资源。”

丹麦公司项目负责人表示，目前已经在欧洲安装的海上风电装机容量已超 3 吉瓦。这是台湾 2025 年想要达到的风力发电目标。台湾与北欧具有非常相似的地理条件，非常适合发展海上风电场。并且台湾拥有一个稳固的监管框架，可以为行业吸引投资。

丹麦 DONG 能源公司表示，以后投资组合将更加接近清洁能源，如海上风电场和生物能源。早在上周，该公司宣布将逐步剥离石油和天然气业务。

太阳能新闻网 2016-11-23

## 新疆 122 万平方米风电供暖项目将全部投运

继新疆化肥厂达坂城厂区风电供暖项目后，乌鲁木齐高铁片区风电清洁供暖项目于近日开始供暖，供暖面积达 43 万平方米。记者从国网新疆电力公司了解到，今年采暖季，乌鲁木齐市、阿勒泰地区和塔城地区风电清洁供暖项目将全部投入运行。

按照《国家能源局综合司关于开展风电清洁供暖工作的通知》有关要求，2015 年至 2016 年 9 月，新疆陆续批复了乌鲁木齐市、阿勒泰地区和塔城地区风电清洁供暖试点方案，供热总面积为 122 万平方米。

其中，首批供热总面积为 52 万平方米，配套供暖风电场装机规模 25 万千瓦，第二批供暖面积

40 万平方米，第三批达 30 万平方米。

据国网乌鲁木齐供电公司营销部工作人员刘鹏涛介绍，风电清洁供暖项目，主要是利用风电富集区弃风电量对电锅炉中水介质加热，输送至用户进行供暖。这对提高新疆地区风电消纳能力、缓解冬季供暖期电力负荷低谷时段风电并网运行困难、促进能源利用清洁化、推动“电化新疆”工程具有积极作用。

中国环境报 2016-11-23

## 山东烟台电网风电出力再创历史新高

11 月 21 日，烟台迎来立冬后的首个大风降温天气，13 时 30 分，风力最高出力达到 194.3 万千瓦，再创历史新高，风电出力占当时统调供电负荷的 36.25%。

烟台凭借独特的沿海地理位置，风能资源尤为丰富，也是全省风电发展最早，装机规模最大的地区。截至目前，烟台电网共有并网风电场 40 座，风机 1436 台，风电装机容量达 222.395 万千瓦，占全省风电总装机容量的 27.4%。通过 220 千伏电压等级并网的风电场达 13 座，容量 98.61 万千瓦，占风电装机总容量的 44.345%。截至 11 月 20 日，风电上网电量达 32.01 亿千瓦时，占地区供电量的 8.36%，风电已经成为烟台湛蓝天空下一道亮丽的风景线，对促进节能减排，保护生态环境发挥了重要作用。

风电的快速发展，给电网调峰调压带来巨大压力。多年来，烟台供电公司不断摸索和提炼风电调度管理经验，坚持以“保网安全、促源发展”为目标的风电管理理念，精益调度，优化决策，加强风电调度管理，全力保障清洁风能的消纳和电网安全稳定运行。开展风电场精细化并网验收，提高风电场涉网安全技术水平。在电网调度管理过程中，主动参与风电可研、初设审查，强化风电场无功配置和电压管理。开展风电管理创新，实现电网与风电场电压管理两级联动，通过 AVC 系统实现在线智能无功电压优化控制，降低风电出力对电压和主变功率因数的影响。细化负荷预测，加强运行监视，科学调整运行方式，全力保障清洁风能的消纳和电网安全稳定运行。

胶东在线 2016-11-24

## 福建大练海上风电场获省发改委核准

23 日记者获悉，省发改委核准了平潭大练海上风电场项目。

项目建设地点位于平潭综合实验区大练、小练东北侧及白青乡东北侧海域。项目建设规模为 300MW，同时建设 1 座 220kV 陆上升压变电站。项目建设工期 36 个月，总投资为 609334 万元。据了解，该项目的建设将充分利用我省丰富的海上风能资源，减缓对省外一次能源输入的依赖，发展清洁能源，减轻环境污染，优化能源结构。

福州日报 2016-11-24

## 核能

### 关闭 Diablo Canyon 核电站既经济又减排

“核电站运行成本高昂且难以盈利，但为了保护地球空气，政府应当给予补贴支持。”这一观点广泛流传，但却不符合市场实际状况。

美国太平洋燃气电力公司（美国最杰出、技术水平最高的电力公司之一）CEO，前美国核能研究所和爱迪生电力研究所主席，日前宣布了一项公司决议（尚待监管部门批准）：关闭该公司在 Diablo

Canyon 运行良好的双机组核反应堆，原因是其运行并不盈利且没有需要。

过去，有些被零碳资源代替的核电站关停得过于突然。与此不同，太平洋燃气电力公司的核电设施将在 8-9 年内逐步淘汰，取而代之的是采用更具成本效益的方法：提升能效和利用其他可再生能源。这意味着该核电站不仅不会再有化石燃料燃烧和碳排放，而用户用电成本也会降低。自然资源保护委员会（NRDC）预计到 2044 年，其成本净现值将降低至少 10 亿美元。

太平洋燃气电力公司还表示：不灵活的核电站无法轻易且经济地降低发电量，关闭这些“必须持续运行”的核电设施将有助于吸纳更多可再生能源电力入网。相较于越来越拥挤的核电持续产生的过度产能，正午的太阳能电力能够供应更多能源。正如德国政府所指出，与先前的假定恰恰相反，整合变化的太阳能电力和风电与稳定的“基础负荷”电厂并不是由于风能和太阳能变化难以预计（需求端的变化更甚），而是因为“基础负荷”电厂太不灵活。

Diablo Canyon 双机组电厂具备规模经济效应，工作人员精明能干，有大型先进企业领导，且运行良好，还被核电运行研究所评为一级核电设施。长期的地震隐患也不是当前迫切担心的问题。相反，太平洋燃气电力公司认为是市场的力量否定了这个加州最后的核电站。随着消费者以更高效方式使用电力，屋顶太阳能为各个家庭生产自用电力，以及具备竞争力的可再生能源大量涌入批发市场，Diablo Canyon 成为了多余的奢侈品——关闭比运营带来更小的损失。

这一事件带给我们的经济启示是：核电取代化石燃料发电的能力并不仅仅关乎于减少二氧化碳排放。核电本身也会产生运营成本，且对于包括 Diablo Canyon 的多数核电装置而言，其成本过于高昂。将这些可避免的成本节省下来并投资于更大规模、更便宜的碳替代资源，能够实现更多减排。

中国能源报 2016-11-23

## 核电出口达成 日印走得最近

日本首相安倍晋三 11 日与到访的印度总理莫迪举行会谈。当晚，双方就日本出口核电站技术签署正式协议。

继 2014 年日印将双边关系升级到“特别战略全球合作伙伴关系”后，此次首脑会谈有意推动两国关系进一步深化。日本媒体称，这既是双方经济合作的需要，也意在从战略层面对中国加以牵制。

核技术出口已确定

日印双方 11 日就日本出口核电站技术签署正式协议。这是一向以核武器受害国自居的日本首次向没有加入《不扩散核武器条约》的国家出口核技术。对于这一问题，安倍解释称：“这一协定的签署，实际上将有利于印度参加核不扩散条约。”

路透社 11 日报道称，印度正与日本公司谈判，计划在印度南部建造 6 座核反应堆。

鉴于印度的非缔约国身份，日本在核协议中加入“如果印度开展核试验，日方将立即停止合作”的表述，以做出某种牵制。

不过，日本国内对签署核协议的担忧并未停止。《朝日新闻》本月 9 日发表社论，强烈反对日本与印度签署核出口协议。这篇社论认为，日印签署核协议与日本一直以来的“缩小核武装、废除核武器”主张互相矛盾。社论说，即使日本在协议中加入“如果印度开展核试验，日方将立即停止合作”的限制条款，也无法完全避免印度从废弃核燃料中提炼制造核武器原料的可能性。

日本时事通讯社分析指出，鉴于中国在印度洋地区的影响力不断扩大，日印两国强化了政治、经济领域的合作。自莫迪担任印度总理后，日印合作领域拓展到安保层面，这也意在印度洋地区牵制中国。

印度成核电主战场

“印度由于经济高速增长导致电力短缺问题日益严峻，核能发电将成为今后电力开发的重心。”《日本经济新闻》今年 6 月的一篇报道称，印度正成为各国核电争夺的主战场。

日本东京财团研究员长尾贤认为，日印核能合作是建立在两国对经济问题、核不扩散问题以及地

区战略竞争问题的思考之上的。“从战略竞争层面来看,日本认为日印安保合作是亚太地区安定的关键。”他曾在一篇文章中如此指出。

莫迪在访日前也强调了日印核能协定的意义。他表示:“世界面临全球变暖的威胁,为了保护下一代,我们需要核电。”

不过就在近日,越南政府由于财政原因,决定撤销日本等国在该国境内建设核电站的计划。共同社认为,对于将核电出口作为经济增长战略之一的安倍政府而言将成为很大打击。

另一方面,中国也在加大核电走出去的步伐。今年9月底,英国欣克利角C核电项目签署最终投资协议,法国和中国企业参与该项目。

顺便“推销”新干线

印度政府自2014年8月决定在高铁、城市郊区铁路和特定铁路货运系统领域对外资全部开放。此后,印度政府在从孟买到古吉拉特邦首府艾哈迈达巴德的一条高速铁路建设上,选定日本新干线模式。这是日本新干线的第二次出口。该线路全长505.8公里,预计建设12站,将耗资1.8万亿日元(约合1151亿元人民币)。当时,法国也曾参与该线路竞标,但日本以大比例日元贷款说服印度选用日本方案。

日印双方11日正式确定时间表,敲定这一项目将于2018年正式动工、预计2023年建成。

印度国内现有7条高铁线路待建。日本政府希望以在印度首条新干线出口为契机,带动印度政府在其他6条高铁线路上选用日本方案。安倍在与莫迪会谈时亲自进行了“游说”。12日,安倍还为莫迪当“导游”,与后者一道参观位于神户的新干线工厂。不过,日本《东洋经济》周刊指出,印度其他6条高铁线路的可行性论证已由中国、法国、西班牙公司展开,日本想要夺标并不容易。

明年,新加坡至马来西亚的高铁建设也将展开国际竞标,日方希望此次出口能带动日本新干线国际竞争力的提升。

齐鲁晚报 2016-11-15

## 发展风电光热光伏还是核电?南非该如何选择

位于南非北中部地区的北开普省(Uppington)拥有全球最丰富的光热资源。今年2月5日,位于该地区的南非首个塔式光热电站Khi Solar One正式投运,该电站装机50MW,可以为65000户居民提供电力。

经过技术的进一步改进,目前该电站在日落后也可以供电2到3小时的电力。该电站集热塔高约为205米,总共安装了约4160套定日镜系统,单套定日镜采光面积为140平方米,总采光面积约576800平方米。它们能够跟踪太阳的运动轨迹,将太阳光线反射到集热塔上,吸热器内的水受热产生蒸汽,从而驱动汽轮机转动产生电能。

目前的南非正处于可再生能源繁荣发展的时代,北部地区集中规划建设了多个太阳能发电站,南部沿海地区则聚集了不少风电厂,上述发电站的总装机规模高达2.2GW,而这个数字超过了大多数非洲国家的现有电力装机规模。





图：Khi Solar One 光热电站

这些电站发电量不断增加，帮助南非于一年前成功结束限电。在一个仍依赖煤炭能源的国家，南非大力发展可再生能源的举措受到许多能源专家和环保主义者的称赞，并成为发展中国家的榜样。



图：南非主要城市图

但是南非国有电力公司 Eskom 以及一些政府官员并不赞同这种做法。他们认为风电和太阳能发电成本高且不可靠，因此他们正加紧投资核电，欲建设 3 个核电站共 9 个反应堆，这些核电站总装

机规模达 9.6GW。

关于南非未来能源走向的争论已经愈演愈烈，这些争论常涉及装机规模和技术环节，也曾引发官员与电力工程师之间进行轻微的人身攻击。另外这些争议还牵扯到一些人的政治立场，譬如丑闻缠身的 Jacob Zuma 总统。总体来说就是：南非政府极力提倡发展核电，而其他人却更支持发展可再生能源。

Eskom 发电项目负责人 Matshela Koko 表示，产生一系列人身攻击的根源主要是因为倡导开发核电开发的基本都是 Zuma 总统派系的人，民众怀疑其中有腐败的行为。事实上南非民众并没有平心静气地看待核电，而是带有明显的政治眼光。Matshela Koko 认为，如果人们平心静气地从技术和工程的角度来分析的话，最终会得出南非需要核电的结论。

目前发展中国家正密切关注核电和新能源之间的对峙局面，人们都希望通过发展这两种低碳能源促进本国经济发展。比如孟加拉国、白俄罗斯、土耳其、阿联酋和越南等国就正在积极发展核电。



图：Khi Solar One 庞大的定日镜和水蒸气储热系统

而许多非洲国家也正在逐渐摒弃传统污染严重的化石能源，并将发展太阳能和风电视为促使电力增长的快捷方式。例如马拉维和赞比亚，此前曾因遭受严重的旱灾而消耗了水力发电站存储的大量水源。然而，可再生能源的发展将使这些仅仅依靠单一能源获取电力的国家的能源选择变得多样化。

作为撒哈拉以南非洲最发达的国家，南非拥有非洲大陆一半的发电量。1984 年，南非就投运了非洲第一座核电站，尽管当时该国 80% 的电力来自煤电。

但由于缺乏成熟的电力规划，2008 年南非被迫实施限电措施。2011 年，由于迫切的用电需求，南非开始实施一项宏伟的可再生能源独立电力生产采购计划(REIPPPP)，针对一系列可再生能源项目通过竞标的方式吸引了众多私人的太阳能和风能项目开发商。

截止到今年 6 月，已有总价值 140 亿美元、共计 102 个项目入围该计划，其中有 44 个项目均在两年之内建成，总装机容量为 2.2GW。相比之下，南非政府主导建设的两个煤电项目则正面临着连续推迟和严重的资金超支问题。

南非斯坦陵布什大学可再生能源研究中心主任 Wikus van Niekerk 表示：“这项计划非常成功，没有贪污腐败而且进展十分顺利，世界其他地区的人们也见证了这一计划的成功执行，这是南非政府和人民都值得骄傲的事情。”

西班牙 Abengoa 公司是第一个赢得在 Upington 附近建设两座光热电站合约的开发商。与光伏发电不同的是，光热发电可利用储热系统以便在日落后继续发电。

Upington 附近气温最高可达 45℃，且终年阳光普照。Khi Solar One 光热电站总经理 José David Cayuela Olivencia 表示，南非是全球发展光热发电最佳的地域之一。

光热电站在傍晚的用电高峰期仍然可以发电，但目前还需要南非人民为此付出一定代价的。例如，ESKOM 与 Khi Solar One 光热电站签订了为期 20 年的购电协议，该协议电价明显比光伏电价要高。

Eskom 董事长 Brian Molefe 表示光伏和风电电站所提供的电力会出现波动或次日才能恢复供给等不稳定情况。因为太阳落山后或在无风的情况下，光伏和风电电站将停止运转。然而，如果成本低廉且行之有效的可再生能源储能技术得到发展，那么可再生能源会有更好的发展前景。

南非计划在未来几十年内摆脱对煤炭的依赖，践行巴黎协定的环保目标，缓和气候变化，Eskom 官员认为只有大力发展核电才能满足本国的能源需求。

Eskom 发电厂负责人 Mr.Koko 表示他们需要能满足基荷的电力，如果不发展煤电，那么他们必须选择发展核电。

但部分人则认为，建设生命周期为 60 到 80 年的核反应堆，将使南非拥有充足的能源来源，而且核电会同可再生能源一样，成本也将变得越来越低。在过去的五年中，太阳能电站和风电厂的生产成本已经下降了不少。同时更多获批的电站也正在建设中，这些电站所生产的电力价格将创造南非境内更低的电价记录。但针对核电的评论家表示，在未来的几十年中，储能和其它方面技术的不断创新和进步极有可能将使长寿命的核电站最终变成南非的累赘。

有评论家表示，未来大量的核电厂将会过时并被淘汰，因为国家电网正日渐趋于分散。而且越来越多的南非企业正在各个城市安装太阳能光伏电池板，这将使电网更加分散。在非洲一些地区，越来越多的村民开始将电话连接到他们泥砖房外的分布式太阳能电池板上。

开普敦大学能源研究中心主任 Harald Winkler 表示，事实上，基荷电力的概念已成为过去时，而 Eskom 正大力发展的煤电和核电都是基荷电力。虽然未来电网的发展趋势暂不得而知，但我们可以看到南非和世界其他地方的电网都越来越分散。

值得一提的是，南非的主要研究机构--科学工业研究委员会也反对南非建设核电站。据该委员会预测，太阳能、风能以及天然气等能源的利用足以满足南非对低价能源的需求。

该委员会负责人 Tobias Bischof-Niemz 表示，即使南非不继续开采煤炭和建设新的核电厂，也完全有能力打开低成本能源利用且实现低碳能源结构的良好局面。

CSPPLAZA 2016-11-23