

一财能源月报

Yicai Energy Monthly

2017年03月01日 | 总第009期



目 录

【编辑导语】

来到三月，正如民谣里唱的“七九河开，八九燕来”，一阵春风将北京市内公园的冰湖一夜间全部解冻，长达半年雾霾与寒风交织的冬日终于渐行渐远。

能源圈内，2月5日中央一号文件关注农业供给侧结构性改革，指出实施农村新能源行动，推进光伏发电，逐步扩大农村电力、燃气和清洁型煤供给；随后，20日国务院办公厅发布《关于创新农村基础设施投融资体制机制的指导意见》，呼应农村新能源建设重大关切；国家能源局发布《2017 能源工作指导意见》，又发文同意开展跨区域省间可再生能源增量现货交易试点；“京六”标准的油品在北京全面上市，治理雾霾又迈出重要一步；全球能源互联网发展合作组织召开成果发布会，旨在构建互联互通全球配置能源发展新格局。

国际上，具有讽刺意味的是，“EPA 的反对者” Scott Pruitt 得到美国国会确认，就任 EPA 署长；特朗普政府批准 Dakota Access Pipeline；2月14日情人节当天特朗普签署决议废除《多德-弗兰克法案》，多管齐下为美国能源工业松绑监管。

一财能研

回眸与展望：新电改再出发两周年	1
气候变化与金融市场	4

能源大势

雾霾的漫漫回乡路	7
2017 年能源市场走势：电力消费增速回落 天然气消费稳中有升	17

能源百家

新能源消纳关键因素分析及解决措施研究	22
别老想着发电，天然气中短期主战场在非电领域	34

数说能源 38

【油】WTI、Brent 期货价格、中国原油进口均价
【气】欧洲、北美天然气期货价格、中国天然气进口均价、中国 LNG 到岸价
【煤】中国动力煤价格
【碳】中国碳市场成交均价

高能活动 40

25 个高能活动等您参加！

回眸与展望：新电改再出发两周年

作者：杨驿昉/第一财经研究院研究员

摘要：本文回望了 90 年代电力体制改革、2002 年“老电改”、2015 年“新电改”的历程，并总结了“新电改”实施两年来取得的进展与面临的问题。同时展望 2017 年，电改应充分把握当前政策和市场环境为其提供的契机和势能，争取在新一年中实现更实质性的突破。

如果以 2015 年 3 月份正式发布的“中发”9 号文为标志，新一轮电力体制改革至 2017 年 2 月恰好已经进行了整两年，而此时距 90 年代末中国电力行业市场化改革的开端已逾二十年。我们不禁会问，电改在这些年里究竟进展如何？或许我们会期待看到一个如“中华民族伟大复兴的进程已完成 62%”这样进度条式的答案。然而，电改的复杂性和艰巨性决定了这是一个无法给出标准答案的问题。

针对电改的成绩与进展，能源业界似乎仍旧褒贬不一，有人认为电改成绩喜人前景光明，而有人则认为这只不过是又一次雷声大雨点小最后不了了之的尝试。事实上，由于各方的出发点和角度不同，这个问题也许永远会莫衷一是。但可以确定的是，新电改的方向和目标不会改变，而围绕各方的激烈博弈与交锋所做的积极的探索与试点，会让新电改的前路逐渐清晰起来。

回望电改来时路

能源业界通常把 2015 年《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》（中发[2015]9 号文）及其配套的改革措施称作“新电改”，

而 2002 年《电力体制改革方案》（国发 5 号文）称得上是未完待续的“老电改”。更追古溯今，上世纪 90 年代末开始的中国电力企业化改革相关行动则是中国电改“梦开始的地方。”

90 年代的电力体制改革是以国有企业改革与政府机构改革为核心的社会主义市场经济体制改革的一部分，主要想解决的问题是如何推进电力行业的政企分开以及政府向管理职能转变，如何通过企业 and 市场而非指令和计划来促进电力发展。1997 年初国家电力公司的成立是这一阶段改革的标志，政府管理部门和国家电力公司开始成为独立运作的两个主体。

而随后于 2002 年发布的 5 号文，一方面受到国家经济体制改革浪潮推动，方案内容体现了社会主义市场经济体制改革的要求；另一方面又要兼顾构建竞争性电力市场的使命。这使得 5 号文在国企改革红利与市场竞争红利之间做出了一定程度的权衡和妥协。在这种妥协的局面下，更多的是延续了之前电力国有企业改革的步伐，国企改革红利首先得到释放，而竞争市场的构建却并没有达到预期。“厂网分离、主辅分离、输配分离、竞价上

网”四个核心改革方向，只是基本实现了前两个目标，而后两个目标却仍是“未完待续”，电力体制改革也因此停滞多年。

在之前电改已经完成的“政企分开、厂网分开、主辅分开”基础上，2015年发布的9号文力图进一步完善电力市场建设，促进市场竞争红利释放。新电改方案按照“管住中间、放开两头”的体制架构，推动以“三放开、一独立、三强化”为核心的改革内容，即有序放开输配以外的竞争性环节电价，有序向社会资本放开配售电业务，有序放开公益性和调节性以外的发用电计划；推进交易机构相对独立，规范运行；继续深化对区域电网建设和适合我国国情的输配体制研究；进一步强化政府监管，进一步强化电力统筹规划，进一步强化电力安全高效运行和可靠供应。2015年11月30日，国家发改委、国家能源局联合发布了新一轮电改的6份配套文件，从输配电价、电力市场、交易机构、发用电计划、售电侧改革、自备电厂六个角度助力新电改落地。再加上2016年国家发展改革委发布的《省级电网输配电价定价办法》、《输配电定价成本监审办法（试行）》等后续文件，新一轮电改已在全国大面积铺开。

新电改的“进”与“退”

新电改实施两年来取得了一定进展，但随着电改逐步涉入深水区，改革的难度有所增加，离完成市场化的目标还有很远路程。新电改的成绩与进展包括但不限于：

作为“管住中间，放开两头”这一改革核心思路的前半部分，优先完成输配电环节特别是输配电价原则和方法的制定是后续市场化改革的基础所在。2014年输配电改革试点首先从深圳和蒙西电网起步。2016年3月，在深圳、蒙西电网输配电价改革试点的基础上，国家发改委发文批复了安徽、湖北、宁夏、云南、贵州五省（区）电网的准许收入和输配电价水平。随后国家发展改革委公布了第二、三批试点名单。2016年9月，启动了剩余14个省级电网的输配电价改革，提前一年基本实现省级电网全覆盖。2016年12月，国家发展改革委关于印发《省级电网输配电价定价办法（试行）》，意味着电网企业从购销价差作为收入来源向按照政府核定的输配电价收取过网费模式的转型有了正式的操作标准和依据。

电改恰逢其时地放开了输配以外的竞争性业务，使得在电力供应能力有所富余的背景下电力价格呈现下降态势。在中国经济新常态的背景下，企业利润增速减缓，对成本的敏感度也在提高。2015年中央经济工作会议指出，要帮助企业降低成本，其中很重要的一项，是降低电力价格。国家发改委官网数据显示，实施电价改革以后，2016年全年减少企业电费支出1063亿多元（如图1）。2016年8月22日，国务院印发《降低实体经济企业成本工作方案》，明确要继续降低实体经济企业成本，提升实体经济企业盈利能力。而电改对于企业而言最直接的意义在于推动“降成本”的实现，为企业节省真金白银。

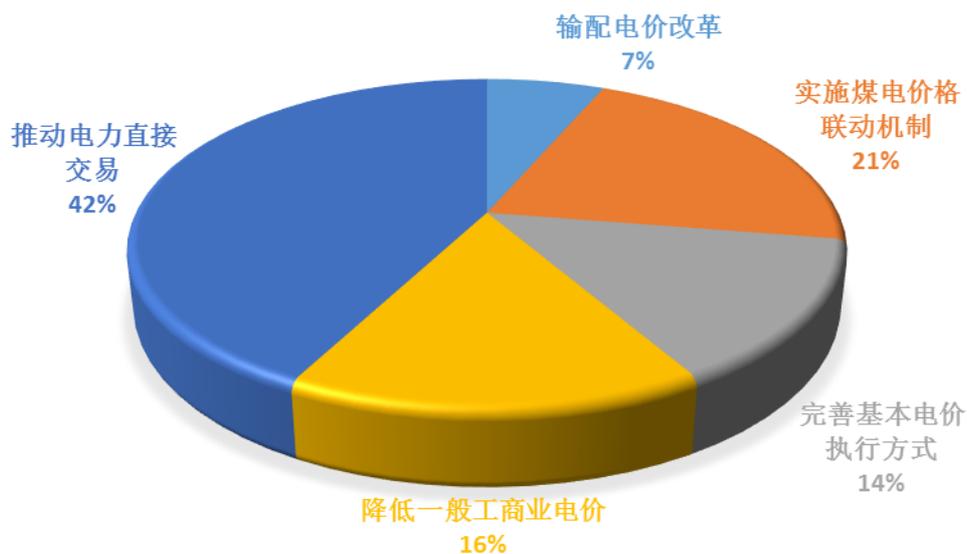


图 1 企业电费支出减少构成

售电侧方面，2016 年全国多地的电力交易中心已经完成组建，包括北京、广州两个国家级电力交易中心和全国 33 家省级电力交易中心。国网公司经营区域内电力交易平台已实现互联互通，售电公司可以根据自身经营需要选择在北京电力交易中心或有关省交易中心进行注册。此外，9 个省（区、市）和新疆生产建设兵团开展了售电侧改革试点。大用户直购电、跨省跨区竞价交易、售电侧零售等具有市场化特质的电量交易已初具规模。

尽管从“降电价”角度看电改取得了一些成绩，但同时也面临突出矛盾与问题。清华大学夏清教授认为电力体制改革过程中存在不能回避的三大矛盾，即各级政府不同部门间不协同，中央政府和地方政府对改革目的、手段的理解存在差异，电力企业与政府之间的博弈。发改委市场与价格研究所的刘

树杰和杨娟指出，各地“售电侧改革”由于未建立批发市场而导致零售竞争无法推动，尽管各试点地区售电企业如雨后春笋般涌现，但时至今日，真正有电可售的如凤毛麟角，售电侧改革最终仍旧只是“直接交易”。社科院经济政策研究中心冯永晟认为，输配电价、市场交易、交易机构、售电侧等改革实际上都是在各自为战，其结果是随着时间推移，各项改革均暴露出越来越多需要系统推进才能解决的问题，从某种意义上来说，“退”和“进”甚至又重新成为讨论的焦点。

2017 寻找突破口

无论电改在未来面临多么艰难和曲折的道路，中国通过电改建立市场化、竞争性的电力市场的目标是一贯和清晰的。2017 对于电改而言将会是在僵持中寻找突破口的一年，而同样对于中国新常态下的能源转型这也将会是精彩纷呈的一年，例如 2017 年是能源和

电力十三五规划发布后的第一年；中国承诺在 2017 年开启全国性的碳市场；酝酿已久的油气体制改革方案也有望于 2017 年落地；2017 年电力企业“混改”将会加速，供给侧改革也仍将持续。电改需要做的就是充分把握当前政策和市场环境为其提供的契机和势能，争取在新一年中实现更实质性的突破。

2017 年电改与中国能源革命的协同发展效应值得关注。随着智能电网、微电网、分布式能源、多能互补、能源互联网、能源区块链等一系列新概念新技术的出现和成熟，愈发需要通过电改解开现有电力体制的桎梏，

为中国能源革命培育合适的制度土壤。例如，9 号文规定全面放开用户侧分布式电源开发、建设，并准许分布式能源公平接入电网及参与电力交易。一方面，电改促进了天然气、可再生能源等分布式能源的发展；另一方面，分布式能源的发展也反过来为电改的售电侧改革等领域提供了丰富翔实的试点和实践经验。2017 年伊始，国家能源局 2 月 6 日发布了《关于公布首批多能互补集成优化示范工程的通知》，随后 2 月 9 日发布了《微电网管理办法》，这对于电改尤其是增量配售电改革和区域电网建设，将会具有重大的意义。

气候变化与金融市场

作者：Silvia Merler/布鲁塞尔欧洲与全球经济实验室 (Bruegel)

翻译：杨驿昉/第一财经研究院研究员

导语：自从 2016 年限制温室气体排放的《巴黎协定》签署以后，研究人员试图找出经济低碳化发展这一趋势对金融市场和金融系统稳定性的影响。以下内容展示了部分研究成果。

2016 年二月，欧洲系统性风险理事会 (ESRB) 发布了一份关于清洁能源转型对金融市场影响的评估报告。如果要达到巴黎协定规定的将温室气体控制在 2 摄氏度以内的目标，未来数十年内全球需要削减相当大比例的温室气体。为此，全球经济体必须显著降低单位 GDP 的碳强度。鉴于当前的技术水平，这意味着全球必须放弃以化石能源为基础的能源利用方式及其设备。

ESRB 指出，如果上述转型发生过于突然，可能会从三方面导致系统性风险：

(i) 能源利用方式突然转变导致宏观经济受到影响

(ii) 碳密集型资产的价值突然巨变

(iii) 发生自然灾害的可能性上升

为了量化这些潜在的金融风险，ESRB 报告提议政策制定者提升非金融类公司的碳强度等信息披露水平。他们同时呼吁存在相关风险的金融公司做基于负面情境假设的强度测试。

选取从可再生能源公司到煤炭公司这样覆盖各种碳强度范围的公司为样本，Sowerbutts 测算了《巴黎协定》对他们收益的不同影响。通过比较巴黎协定在 2015 年 12 月 25 日生效以后一家石化公司（CVR）和风电设备制造公司（Nordex）的累计异常收益情况，他发现市场对此的反应是迅速和深远的。巴黎协定生效以后的第一个交易日，股价就快速变化，Nordex 的收益上升 4% 而 CVR 公司则下跌 4%，在整个统计期的累计收益下跌 6%。

Baranova, Jung and Noss 则认为金融市场的快速调整很可能对金融系统稳定性带来风险，因为缓慢的能源转型也可能导致金融产品估值的迅速变化。如此高的风险水平值得投资者和政策制定者的高度关注。运用碳排放限制下的情景模型，他们重新评估了经济低碳转型对不同行业及其金融资产价格的影响。

他们的计算结果显示能源资产将会有显著的重定价：即便是在平缓的转型过程中，受影响公司的股权价值将会贬值 40% 左右，相当于全球股权市场下跌 11%。如果这一过程非常迅速，则资产再定价可能会危及金融市场稳定性。从信贷市场来看，受影响最大的公司即便在收入下跌的情景下仍旧有足够的收益来偿付现有的债务。但如果公司的盈利水平受到永久性影响，那么再融资成本的上升可能最终导致违约率的上升，进而影响金融稳定。

Battiston et al. (2016) 提出了一种新的方法来评估金融系统在气候政策风险下的暴

露水平。该方法学既包括来自于化石燃料生产部门的直接影响，也包括来自于能源密集型产业、住房和金融等关键经济部门的间接影响。分析欧元区得到的经验数据，结果显示直接来自于化石能源的暴露水平很低（3-12%），而气候政策相关部门组合起来的暴露水平很高（40-54%），金融对手的间接影响可能还会将暴露水平扩大（30-40%）。这些分析结果意味着气候政策可能导致金融领域有赢有输的局面。但只要气候政策在稳定框架内执行，就不太可能会导致非常严重的系统性影响。

德国财政部发布的另外一份报告也采用了相同的分析框架。该报告指出气候变化本身带来的直接影响不太可能在中短期内（2030 年）对德国及欧洲的金融市场稳定性带来显著的风险，但是低碳化转型则会带来较高风险。高排放的工业企业在德国的经济结构中占有重要的比重事实上，高排放的公司在化工（20%），工业产品和服务（13%），汽车（14%）和公共事业（3%）等部门 DAX30 指数的比重接近一半。报告估算认为低碳转型可能导致金融产品（股权和债券）贬值不超过 2%-5%，意味着上述风险对金融稳定性的影响非常微小。然而，取决于金融系统的不同结构，可能会有其他二级效应导致风险积累和危害。

Dietz et 等从另外的角度出发提出了一个不同的问题：气候变化本身对资产估值的影响如何？他们发现当前排放水平情景下的预期气候风险价值为全球金融资产总值的 1.8%，约为 2 万 5 千亿美元。然而，大量的风险都在

尾部。例如，99%置信水平下的气候风险价值约占全球金融资产总值的16.9%，即24万2千亿美元。这些估算可能导致金融资产账面价值根本性的下降。将全球升温控制在2°C以内的减排行动可以降低气候风险价值0.6个百分点，此时99%置信水平的气候风险价值降低7.7个百分点。包括气候减缓的成本在内，全球升温控制在2°C使全球金融资产的净现值可以比当前排放水平提高0.2%。99%置信水平时的净现值提高9.1%。所以限制全球升温在2°C对风险中性或风险厌恶型的投资者而言非常有意义。

在一次 Arthur Burns 纪念讲座上，Mark Carney 指明了在处理气候变化相关金融风险时的悖论。第一个悖论是“未来即过去”：气候变化会对未来产生损害，而现在的人并没有直接的动机去修复这个损害，一旦气候变化成为了当前对金融稳定性的威胁，这很可能意味着想要将温升控制在2°C以内已经太迟了。第二个悖论是“成功即失败”：

迅速的低碳经济转型会在实质上损害金融稳定性。Carney 强调了一个平缓转型的重要性，因为转型风险可能导致“成功”变成“失败”，而平缓转型的障碍来自于能帮助市场参与者控制气候相关的金融风险的信息的缺失。（如有侵权，请联系我们。）

一财研究院点评：

毫无疑问气候变化将会导致大量金融资产增加暴露风险，特别是高碳型资产可能面临潜在的搁浅风险，进而威胁全球金融系统稳定性。对于投资者而言，气候变化不再是一个遥不可及的概念，而是真真切切影响着项目收益率和资产估值的重要因素。甚至在气候变化真正在物理层面对他们的日常生活产生可见的影响之前，市场的情绪和政策导向带来的负面效应可能使得金融市场参与者成为地球上第一批提前感受到气候变化威力的人群。

雾霾的漫漫回乡路

作者：能源智汇俱乐部

内容整理：李蓉/思亚能源

前言：鸡年春节，大家都在返乡途中，然而雾霾却不会因人的离开而就此消散。霾下共呼吸的命运，让我们对雾霾同仇敌忾，却又叫我们倍感无奈。除了抱怨与逃离，除了口罩与净化器，就没有一个迅速、高效的办法来治理雾霾吗？治病治本、治霾溯源，是什么造就了一城又一城的重重雾霾？出法令、关工厂、停机器，治霾的措施一拨又一拨，为何我们却感觉雾霾更严重呢？饱受雾霾困扰的不独中国，那些治霾成功的国外经验能不能照搬？雾霾面前，我们究竟有没有战胜的可能？究竟何时，我们才能彻底送雾霾回老家，过上蓝天白云下不需要口罩呼吸的生活？

雾霾的成因

雾霾成分较复杂，当大气中各种污染源排放的一次污染物在特定的大气条件下，经过一系列物理化学过程，形成了细粒子，与水汽相互作用导致的大气消光现象。简单讲，雾霾的形成需要两个条件：一次排放污染物和气象条件。

形成雾霾的内因是一次排放污染物，指直接从污染源排放的污染物质，如：二氧化硫 SO_2 、一氧化氮 NO_x 、一氧化碳 CO 、碳氢化合物 HC 、颗粒物 PM 等。

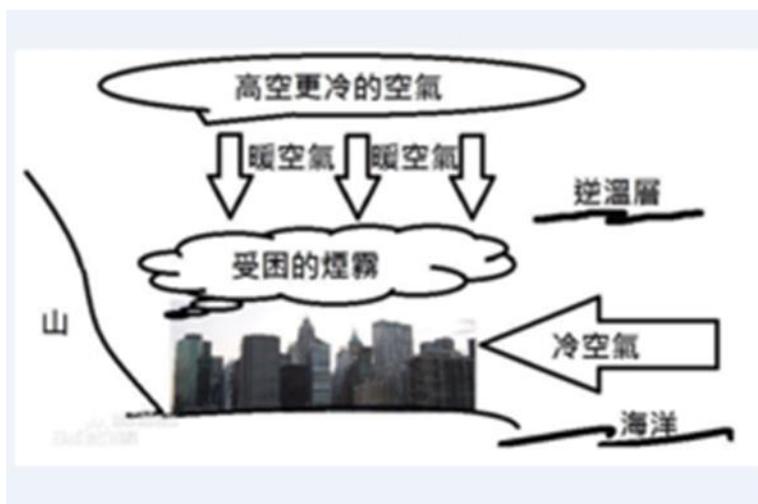
形成雾霾的外因是适合污染物大量二次转化的气象条件，主要有四个：一是风，是污染物横向扩散的条件；二是逆湿，即高空气温高，地表附近气温低（正常情况下温度是会随着高度增加而下降的），这影响扩污染物纵向扩散的条件；三是湿度，影响凝结核化学变化的过程；四是光照，加剧化学反应。

在内因和外因的共同作用下，一次污染在大气中互相作用经化学反应或光化反应形成的与一次污染物的物理、化学性质完全不同的新的大气污染物，转化为二次污染物，如臭氧、醛、酮、酸、过氧乙酰硝酸酯（PAN）等。

冬季，由于气团稳定、天气较干燥，逆温层气候频繁。晴朗、干燥的静稳天气中，地面散热迅速，使近地面气层降温多，在低空形成辐射逆温层。上述条件较适合雾的产生，近地面层大量滴聚积水汽，在逆温层下而形成辐射雾。逆温层如同棉被将城市的一次污染物挡在低空（图 1），加上雾导致的湿度增加，创造了极好的雾霾生成条件，促使一次污染物大量二次转化。逆温层加上静稳天气等气象条件下，天气中大气污染物浓度会比对流频繁（有风）的日子提高 5-10 倍。

同样是多雾的气象条件，南方地区几乎不存在小锅炉取暖，一次污染物排放量相对少，二次转化增量少，霾的指数也相对低；北方地区由于供热，燃煤尤其是小锅炉燃煤

量上升，一次污染物的排放量大大增加，再经过逆温层的二次发酵后，大气污染物急剧上升，环境承载力突破临界点形成雾霾，是以供暖季北方地区雾霾频发。



资料来源：网络公开信息

图 1：逆温层对雾霾的影响

此外，地形也会对雾霾的形成有助力。

如北京东、北、西三面环山，西面、北面的弱冷空气不易进入平原地区，且冷空气途经山脉后强度减弱，而来自北京南面的外来污染物却能长驱直入（图 2），且被西北的

山挡住，客观上长时间维持雾霾，所以一出北京到张家口，缺乏环形包围后，雾霾就散了。刮北风时，逆温层被吹散，雾霾也即刻消散。所谓“治霾靠风”，其实就是缺失了雾霾形成的气象条件，雾霾不再。



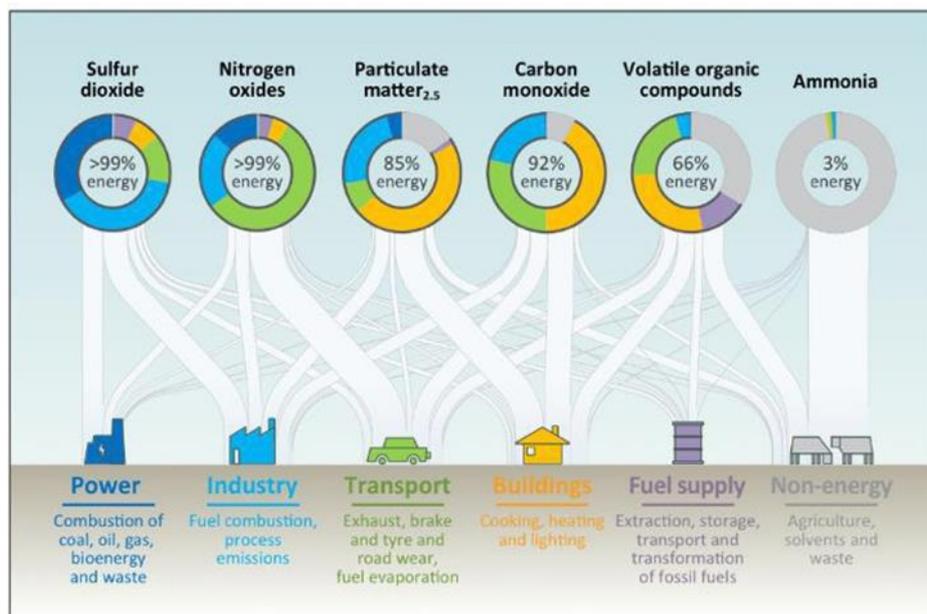
资料来源：网络公开信息

图 2：西红门拍摄的南风带来的雾霾

雾霾的源头

那么雾霾的源头——一次污染物有哪些？IEA 的研究成果表明，超过 99% 的二氧化硫与氮氧化物、85% 的 PM_{2.5}、92% 的一氧化碳以

及 66% 挥发性有机化合物排放来自能源（图 3），包括在电力、工业、居民生活、交通源、农业源等领域的排放。



资料来源：IEA 世界能源展望报告 2016 之空气污染特别报告

图 3：2015 年全球一次大气污染物及其来源

一次能源中产生污染排放的主要为化石能源，包括煤炭、石油与天然气，而水电、风电与太阳能等可再生能源以及核电基本不产生一次污染物。不同化石能源产生的污染

物排放种类不同，排放方式也不同，对环境的影响有较大差别（表 1）。2015 年，煤炭在我国一次能源消费中的比重高达 64.0%，石油消费占 18.1%，天然气消费仅为 5.9%，一次电力及其他能源占 14.5%。

表 1：化石能源的污染物排放（物料衡算办法计算）

排放物	燃煤	石油	天然气
二氧化硫	36（直排）	40（直排）	0
氮氧化物	4-24	4-8	1-4
飞灰	38-380	0	0
烟尘	2-20	0	0

数据来源：来自公开信息与群内专家计算。

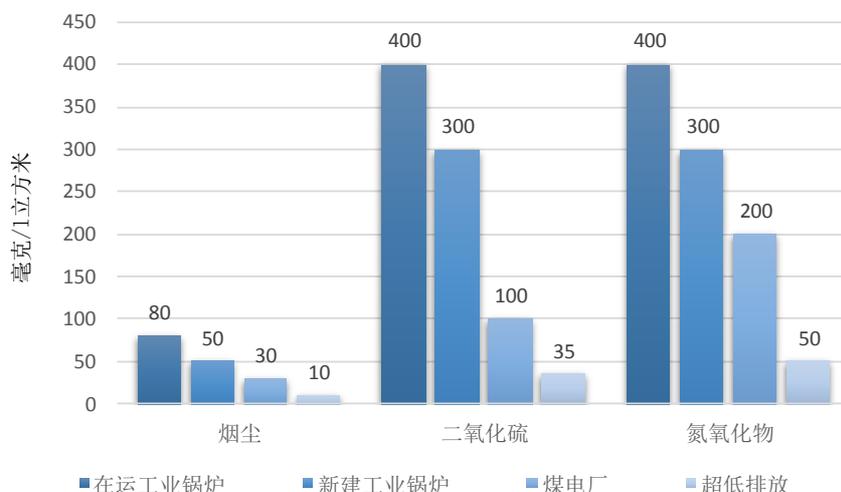
注：* 按煤炭热值 5000kcal，灰分 27%，含硫分 1%，燃油含硫分 2% 计算，其中煤炭和燃油的 SO₂ 转化率分别为 90% 和 100%。

“直排”指未经任何环保设施处理，安装脱硫设备后，超低排放电厂锅炉脱硫效率可达 95% 以上，火力发电厂锅炉约 90%。

由于氮氧化物（NO_x）的转化与燃料中的含氮量关系不直接相关，而与燃烧方式密切相关；飞灰和粉尘的排放与燃烧装置和煤炭品种密切相关，故此处给出范围。

科学地考虑排放污染对环境的影响不仅要区分能源品种，更要区分各种燃烧设施对雾霾的影响。比如煤炭污染应区分电煤与散煤的污染。电煤是指用于电厂发电用的煤，我国的煤炭消费中约有 50% 为电煤，散煤主要包括家庭取暖、餐饮等用煤，以及一些水泥厂、玻璃厂、钢厂、工业用的小型锅炉（平均容量在 8 吨/小时），约占煤炭消费总量的 15-20%。电厂对脱硫、脱硝、除尘要求

较高，其他种类的煤炭消费排放则相对高，比如工业锅炉（65 吨/小时以下）中烟尘、二氧化硫、氮氧化物等污染物的排放则比普通煤电高出 2-4 倍（图 4）。散煤燃烧单体容量小，脱硫、脱硝处理环保成本极高，目前尚未制定散煤排放标准，业内普遍认为散煤燃烧排放一般为电厂排放的 10 倍，污染物排放量大，造成的环境影响大，是造成雾霾的最主要因素之一。



资料来源：据《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271—2014）、《火电厂大气污染物排放标准》（GB 13223-2011）整理

图 4：工业锅炉与煤电厂污染物排放限值

注：在运工业锅炉指 2014 年 7 月 1 日前建设的锅炉，其后建设的锅炉为新建锅炉。

雾霾治理的主要措施

治理雾霾的主要手段有两类，“源头控制”和“末端治理”。

“源头控制”即优化一次能源结构，降低化石能源消费，提供清洁能源占比，从而

降低一次污染物排放。该方法行之有效，却耗时漫长，至少需要 15-20 年甚至更长的时间。比如，北京依靠天然气优化本地能源结构，2008 年前规划气电厂，到 2017 年四大气电厂才全部投产，历时超过十年；全国范围看，2010 年，煤炭占我国一次能源的比重为 68% 到 2015 年才降到 64%。

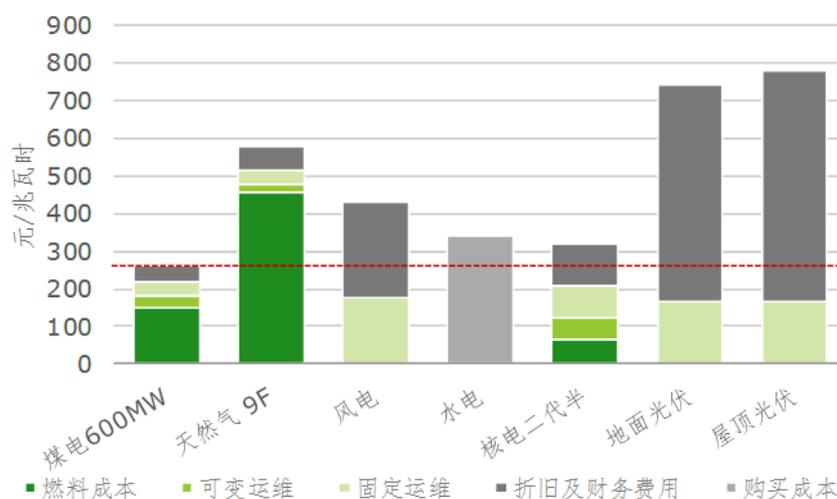
“源头控制”的难度有二：

一是清洁能源经济性差。我国“富煤少油缺气”资源禀赋决定煤炭的经济性超过其他能源，而环境污染成本无法内部化使得清洁能源的环保优势无法从价格上体现。比如发电，煤电成本最低(图 5)，若天然气发一度电的成本跟煤电相当，气价需从当前的 2.3 元

/立方米左右降低至 1.2 元/立方米；而水电、核电、风电等一次电力未来成本还会因为开发条件、安全要求、技术难度等原因不断上涨。

二是供应不足。天然气方面，当前我国进口供应比重已超过 30%；可供经济开发的水电、风电资源已不多，适宜核电站选址也有限，因而增量不大；光伏成本下降最快，但光伏能量密度低与间歇性的局限，在储能价格未大规模商业生产时，光伏亦无法大幅增长。

受上述因素制约，如无巨大技术突破，预计 2030 年，煤炭仍将我国最主要的一次能源。



资料来源：思亚能源

图 5：2016 年江苏省不同发电方式平均成本比较

“末端治理”即优化生产过程，包括清洁生产、工业布局、节能减排等。清洁生产包括洗煤与提高油品标准，汽车安装催化器或升级电厂环保技术等手段；工业布局是指

对重点地区产业布局或产业结构进行整治，比如环保部出台《京津冀及周边地区重点行业大气污染限期治理方案》等地区政策限期治理有关地区的电力、钢铁、水泥、平板玻

璃行业的大气污染行动；“西部大开发”政策将工业转移到人口密度低的西部地区，降低东部地区的排放量；奥运期间、2016年冬季，北京周边的部分工厂等被关停措施；以及部分城市的车辆限号等。

然而，“末端治理”只是污染物的转移，治标不治本。如烟气脱硫、除尘形成大量废渣，废水集中处理产生大量污泥等，不能从根本上解决污染问题。所以，雾霾治理最终还是要实际减少能源的消费量与消费结构，必须“源头控制”与“末端治理”两手抓。

国外治霾经验借鉴

雾霾是工业化进程的产物。上世纪四五十年代，处于工业迅猛发展期的英国、美国与日本等国家也相继出现致命雾霾。1952年的伦敦毒雾事件在4天内夺去4000多人的性命；1955年，美国洛杉矶发生了史上最严重的光化学烟雾污染事件，短短两天之内，因呼吸系统衰竭死亡的65岁以上老人达400多人；日本四日市由于石油冶炼和工业燃油产生的废气，大量居民感染呼吸系统疾病，尤其是哮喘的发病率大量提高，形成了著名的“四日市公害”。

上述国家在治理雾霾上的经验如下：

一是立法。英国1956年颁布了世界上第一部大气污染防治法案《清洁空气法案》；1974年颁布《控制公害法》，涵盖了空气、土地、水域和噪声的保护与控制条款；1995年出台《国家空气质量战略》强制各城市在规定时间内达标。美国1955年设立了空气质

量研究中心；1970年成立环保署，开始依法控制大气污染；1990年建立“臭氧传输协会”，制定相关减排标准并督促实施。日本在上世纪颁布了《公害对策基本法》、《排烟规制法》、《噪声规制法》、《大气污染防治法》等。

二是严格执行。落实相关政策与法规离不开坚定不移的执行。英国政府实时向公众通报空气质量信息，做到信息透明化；美国的环保机构拥有较大权限，其不仅有权进行立法、执法、处罚，而且还能把强制执行和技术改善、监控相结合来开展工作；日本环境省设有大气污染物质广域监视系统，对大气污染物质进行监测、汇总分析、并通过网站24小时发布，日本的“直罚制度”规定强化了污染制约措施，即只要违反废烟排放标准就可以直接适用罚则。

三是依靠社会力量。社会组织、专业协会、科学家、专业技术人员等在各国外治霾中起到了积极的作用。比如对美国雾霾源头的成因就是加州理工学院的化学家斯米特发现的；专业技术人员如燃料工程师将工作重点转移到如何将排放废气降为最低，不仅在技术上提出了改良策略，更帮助了起草法案。此外，社会舆论也起到了良好的作用，一方面宣传各种新技能新发现，给公众信心，另一方面则起到了很好的监督作用。

四是狠抓末端治理。由于洛杉矶雾霾的源头是汽车尾气，洛杉矶治理空气污染的主要措施就是控制机动车排放，政府最初的对策是改良汽车，提高发动机的燃烧效率、加装催化转化器。其中，后者效果更为显著。

催化转化器通常安装于汽车的尾气排放系统，其主要作用是将尾气中的 NO_x 等有害气体转化为无害物质，从而达到减排的效果。英国法律规定在伦敦城内的电厂都必须关闭，只能在大伦敦区重建；要求工业企业建造高大的烟囱，加强疏散大气污染物；并且大规模改造城市居民的传统炉灶，减少煤炭用量，逐步实现居民生活天然气化；冬季采取集中供暖。

五是从源头改善。1970 年代，美国政府开始鼓励使用天然气和乙醇，并且提高了汽油的油品标准。而英国和日本相应进行了能源结构的优化，英国天然气占一次能源消费比重由 1965 年的不到 0.4% 增加到 1985 年的

23.1%；连基本 100% 依赖进口的日本，天然气占比也从 1965 年的 1% 提高到 1990 年的 10%。

中国的治霾效果

国外治理雾霾的经验充分表明雾霾治理是需要系统化工作。我国工业化进程比发达国家晚，雾霾的成因上更复杂，既包括钢铁、建材、水泥等高排放企业的大量燃煤消费，也包括工业锅炉、居民取暖锅炉等环保措施简陋的散煤燃烧，还包括机动车排放等等。因此，我国的雾霾治理更复杂，必须在借鉴经验的同时充分考虑我国国情。

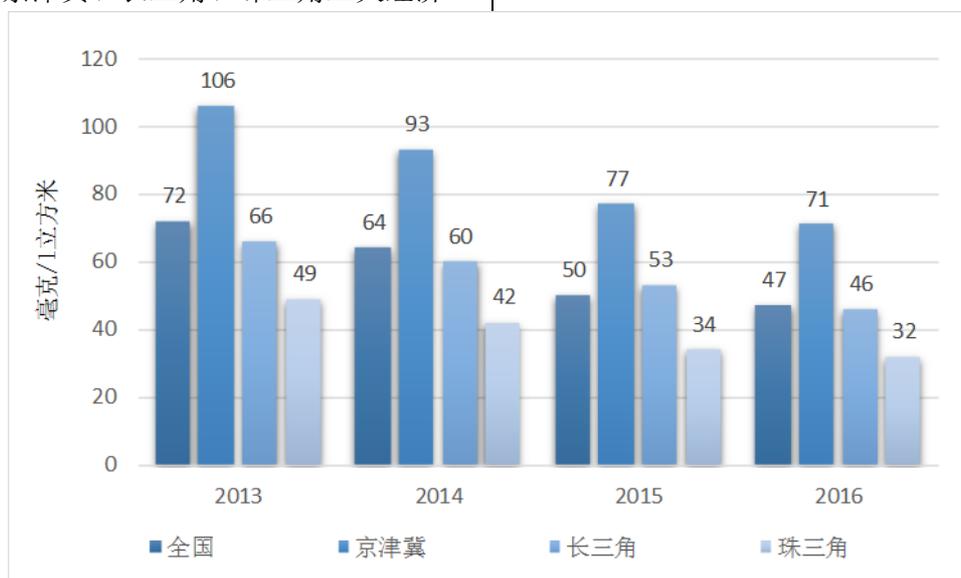
事实上，我国自 2013 年起已出台一系列治理雾霾的政策与法规（表 2）。

表 2：2013 年后出台的治理空气污染相关政策法规

政策与法规名称	发布时间	环境治理措施类别
关于执行大气污染物特别排放限值的公告	2013 年 2 月	末端治理
大气污染防治行动计划	2013 年 9 月	末端治理
环境保护法（自 2015 年 1 月 1 日起施行）	2014 年 4 月	末端治理
能源发展战略行动计划(2014-2020 年)	2014 年 6 月	源头控制与末端治理
关于加强废烟气脱硝催化剂监管工作的通知	2014 年 8 月	末端治理
煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020 年）	2014 年 9 月	末端治理
燃煤锅炉节能环保综合提升工程实施方案	2014 年 10 月	末端治理
关于推行环境污染第三方治理的意见	2014 年 12 月	末端治理
中华人民共和国大气污染防治法（2016 年）	2015 年 8 月	末端治理
关于实行燃煤电厂超低排放电价支持政策有关问题的通知	2015 年 12 月	末端治理
中华人民共和国大气污染防治法（2016 年）	2015 年 8 月	末端治理
能源发展“十三五”规划	2017 年 1 月	源头控制与末端治理

这一系列的措施实际有效降低了全国（图 6）及京津冀、长三角、珠三角三大经济

区的 PM_{2.5} 指数，说明环保治理还是初见成效的。

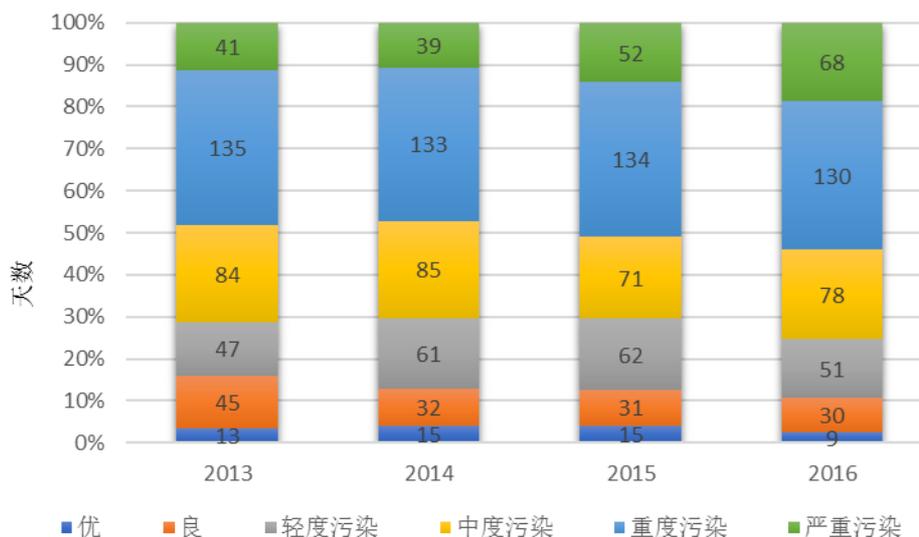


资料来源：据公开信息整理

图 6: 2013-2014 年全国及重点地区平均 PM_{2.5} 指数

对比北京 2013-2016 年的空气质量达标天数（图 7），优质天气（PM_{2.5} 指数在 50 以下）的天数从 2013 年的 42 天上升到 68 天，

而 PM_{2.5} 大于 300 的严重污染天气也由 13 天降为 9 天。这些都是污染治理的成效。



资料来源：北京市环保局

图 7: 2013-2014 年北京市空气质量达标与污染天数与比重

当前雾霾治理中的问题

PM_{2.5}年平均指数在下降，空气污染的天数在减少，然而，民众依然认为空气没有改善，这种管道其实暴露了整个社会在治理雾霾中存在的问题。

一是雾霾治理是个复杂系统的工程，当前社会对治霾的难度认识不充分。前两年，政府并没有意识到雾霾治理是一个长期、高难度的过程，“提头来见”的故事不独发生在中国，五十年代洛杉矶市长弗彻·布朗也曾信誓旦旦地宣称四个月内一定永久消除雾霾，然而关停工厂和焚烧炉后，雾霾并未缓解，反而加剧频繁。说到底，还是公众、政府和社会对雾霾的源头、雾霾治理缺乏足够的认知。

二是缺乏一个公开、透明、具公信力的平台了解雾霾治理的相关知识、进展与成效。由于政府之前对雾霾的认识不够充分，设立的目标过高，造成社会舆论压力比较大，政府也不免丢失了一些公信力。而公众一方面缺乏一个平台了解雾霾的相关知识，另一方面即便有平台，公众也不一定相信专家的科学解读，最终导致网上各类跨界专家的解读满天飞，误导公众。

三是经济效益至上和监管力量降低了雾霾治理的执行力度与效果。中国的一些环保技术比如电厂超低排放已经达到甚至超过了国际先进水平，大部分电厂也都安装了在线实时监测系统，但仍然有许多工厂偷排，其实都是经济在作祟。马斯洛需求层次理论下，

当工厂负责人或业主还不能完成生理需求（工厂盈利）前，根本无暇顾及安全需求（明知雾霾伤害，还是会生产），何论自我实现（牺牲小我，亏本实行煤改气），因此，一些被下令关停的工厂偷偷开工。

四是关于雾霾成因的基础研究不够扎实，雾霾治理的技术路线缺乏创新。目前舆论普遍认为散煤是形成大量排放主要因素，但散煤使用在数量众多的小企业与个人，至今无法科学统计散煤消费量，更勿论科学监管。对散煤的污染因子、排放方式没有科学的研究，就无法研究如何降低散煤排放。

五是不论中国客观条件，生搬硬套外国经验一刀切。能源结构改善是一个复杂而漫长的过程，需要考虑能源禀赋、能源供应安全、经济性、技术等诸多条件。中国能源消费量庞大（世界第一）、“以煤为主”的能源禀赋、能源生产地与供应地背离以及体制、机制等各种特点决定了中国无法在短期内实现清洁能源主导的能源结构。在清洁能源不具备经济性的情况下，一刀切地煤改气，将导致一些省份“煤改气”、“煤改电”的目标难以实现。

对未来雾霾治理的建议

借鉴国外经验结合我国实情，未来的治霾工作可加强以下工作：

首先是政府可制定分阶段目标，定期汇报和检查目标。国际上治理雾霾历时 20 年至 50 年，为使公众知悉雾霾治理的艰难与长期性，又能看到希望。政府可制订诸如京津冀

地区到 2020、2025 年 PM_{2.5} 分别由 2016 年平均 71 毫克/立方米分别降至 50、45 毫克/立方米的目標。公众看到政府不断实现阶段性目标，对治霾成果有量化标准，也会增加对政府的信任。

其次，进行准确的雾霾源解析。呼唤政府以及科学家、环保组织等社会力量多方面进行排放污染物统计、公开目前已有的排放统计数据，建立排放清单；寻找到雾霾的发生机理，找准原因，持续修订完善环保标准、加强技术开发来解决雾霾问题。

第三，源头规划与末端治理并重。雾霾治理主要还是需要依靠政府的力量。政府一方面应当做好前端规划：科学制定环境排放总量下的能源结构、规划布局和产业调整，充分兼顾能源禀赋、技术发展与经济性等因素，坚决依法关停不达标排放机组，逐步降低燃煤发电机组总量（到寿命不再延寿和新建）；鼓励公众改进家庭用能方式；另一方面也要做好末端治理的管理与执行：加强对煤进行预处理，提升油品质量标准，从源头提高燃料质量；加强环保技术的研究外，评估环保技术补贴的效果，如对脱硫脱硝和超低排放进行绩效评估。

第四，完善立法与加强监管并举。一方面加强环境污染方面相关的立法，制定有科学依据的法律；另一方面要将现有法律执行到位，配套相关的配套措施、实施细则，分清权责，缩小“自由裁量权”，依法治理雾霾，加强对燃煤电厂及各类工厂等排放源的执行与监管，保证现有先进技术的充分执行。

第五，建立合理的成本分摊机制。强调环境污染成本内部化，完善环境税制度、碳市场建设等，进一步缩小环境成本与污染排放企业由此获益的比例。在科学的源解析的基础上，优先治理最严重的污染源。如研究表明散煤是最大的污染源，就对其造成的污染重罚（提高罚款力度至转换燃烧散煤与使用清洁能源的最低差额），内化环境成本，促进其向清洁能源转变，通过合理的成本分摊机制实现煤炭向清洁能源的转变，而非依赖无法长期持续的政府补贴治霾。

第六，有序推进信息公开力度，调动社会力量，组织公众参与。建立统一的雾霾科学平台，发布空气质量包括与统计分析、相关雾霾、雾霾防治等知识文章、公布雾霾治理的相关目标与实施效果等；利用公众高度的参与热情，加强社会沟通宣传，形成“雾霾治理，人人有责”的社会共识，培育社会组织，形成国家现代治理的一个重要力量；告知公众减少从自身减少雾霾排放的措施与手段：多利用公共交通系统、少开车，减少衣食住行中不必要的浪费、降低能源消费；利用社会力量对不合格排放进行监控，利用已有的社会空气监控 APP，对高排放单位进行监督，对屡不执行的单位进行重罚。

雾霾治理是比雾霾成因更加复杂、艰巨的过程，需要所有人的共同努力，不论是英国、美国还是日本，都经历过从制定标准到标准执行、从技术开发到技术应用的过程，我国也应该从科学研究出发，针对问题，多方参与，最终解决问题，越过雾霾，回到蓝天白云的原乡。 来源：能源智汇

2017年能源市场走势： 电力消费增速回落 天然气消费稳中有升

作者：王庆、白俊/国合洲际能源咨询(北京)院能源形势课题组成员

一、2016年国内能源市场特点

根据国家统计局规模以上企业统计、海关总署及其他相关机构已发布的初步数据计算，在不考虑各能源品种库存变动的情况下，2016年全国一次能源（包括原煤、原油、常规天然气、页岩气、煤层气以及非火电力）表观消费总量约为41.8亿吨标准煤，同比下降2.5%；如果考虑全社会煤炭库存减少1亿吨左右以及油气库存有所增加的情况，则一次能源消费总量同比为下降约0.79%。从各能源品种消费变动情况看，原油、天然气、非火电力消费均呈不同程度的增长，三者消费增量合计约为10980万吨标准煤，而原煤消费则出现较大幅度下滑，同比下降约14360万吨标准煤，超过原油、天然气、非火电力消费增量总和，从而造成一次能源消费总量的整体下降。这从一定程度上说明在经济增速放缓、煤炭及相关行业去产能、环保要求不断提高、清洁能源替代加快等因素共同作用下，我国煤炭消费总量控制取得了积极成效。按上述能源消费总量匡算，2016年单位国内生产总值能源消耗同比下降约7%，能源利用效率进一步提升。考虑到大量规模以下水电、风电、太阳能、生物质发电等企业的能源供应活动，实际2016年能源消费总量比上述测算值高，同比变化率会有所不同，非化石能源占比也会更高，单位国内生产总值能源消耗的下降

程度也会略低。从能源各行业看，其主要特点如下：

（一）石油市场整体宽松，首次成为全球最大原油净进口国

原油产量四年来首次下降，净进口量首次超美国。根据国家统计局和海关总署数据，2016年全国原油产量为19969万吨，同比下降6.9%，为2012年以来首次下降；原油进口量为38101万吨，同比增长13.6%，全年净进口37807万吨；原油表观消费量57776万吨，同比增长5.6%。根据EIA的数据计算，2016年美国原油净进口量约为37218万吨。这是我国年度原油净进口量首次超过美国，成为世界第一大原油净进口国。受国内产量下降和进口增加的影响，2016年我国原油对外依存度上升至65.4%，比2015年提高4.6个百分点，这一对外依存度水平和美国历史上的最高值（66%）非常接近。

汽油、煤油消费增速放缓，柴油消费十五年来首次萎缩。根据国家统计局及海关总署数据，2016年全国汽油、煤油、柴油产量共计32372万吨，同比增长7.8%。其中，汽油产量为12932万吨，同比增长6.4%；汽油表观消费量为11983.8万吨，同比增长3.5%，增速同比回落6.7个百分点。煤油产量为3983.8万吨，同比增加8.9%；煤油表观消费量为3022.8万吨，同比增长9.2%，增速同比回落

8.8 个百分点。汽油、煤油消费增速虽有回落，但由于乘用车保有量和民航业运输保持较为稳定的增长，汽油、煤油消费总体依旧保持增长势头。与此相反，2016 年全国柴油产量为 17917.7 万吨，同比下降 1.3%；柴油表观消费量为 16469.7 万吨，同比下降 5.8%，这是我国柴油消费自 2001 年以来的首次下降，主要是国内经济增速放缓、传统工业运行情况不振，柴油下游市场需求疲软所致。

成品油出口激增，汽油、柴油出口增速急剧扩大。在成品油内需不旺和原油进口及加工量增长的影响下，成品油出口迅猛增长。海关总署数据显示，2016 年全国成品油出口量为 4831 万吨，同比增长 33.7%，全年成品油净出口量为 2047 万吨，同比增长 222.9%。其中，汽油、煤油、柴油累计出口 3819 万吨，三者全年累计净出口 3357.2 万吨，同比增长 57.2%。分品种看，汽油出口 969 万吨，同比增长 64.5%，全年净出口 948.2 万吨，同比增长 65.8%，增速同比提高 52.3 个百分点；煤油出口 1310 万吨，同比增长 6.0%，全年净出口 961 万吨，同比增长 7.9%，增速同比回落 13.2 个百分点；柴油出口 1540 万吨，同比增长 115.1%，全年净出口 1448 万吨，同比增长 115.2%，增速同比提高 32.8 个百分点。

（二）天然气消费增速回升，市场改革稳步推进

天然气进口快速增加，消费增速明显回升。根据海关总署和国家统计局数据，2016 年全国天然气进口量为 751 亿立方米，同比增加 22.0%，增速同比提高 17.8 个百分点，进口的快速增长主要因冬季保供和进入执行窗口

期合同数量增多所致。2016 年我国常规天然气产量为 1368 亿立方米，同比增长 2.2%，增速同比回落 0.7 个百分点，创三年来新低。如果算上煤层气、页岩气，我国全部天然气的产量超过 1500 亿立方米，同比增长约 3.2%。受多地煤改气工程陆续投运、用户基数扩大的带动，天然气消费总量有所回升，全年天然气（含页岩气、煤层气）表观消费量约为 2240 亿立方米左右，同比增长 9.3%，增速同比提高 3.8 个百分点。

储气库建设取得一定进展，季节性供需矛盾依旧突出。根据中石油数据，截至 2016 年底，我国建成储气库总工作气量超过 60 亿立方米，比 2015 年增加 5 亿立方米，约占当年全国天然气消费量的 2.8%，与国际 10%—15% 的比例水平相比仍有较大差距。受冬季采暖及煤改气的影响，我国冬季天然气消费量激增，供气紧张，而在夏季市场供应则表现为总体过剩，峰谷差越来越突出。2016 年一季度和四季度天然气表观消费量比用气最少的二季度分别增加 16.0% 和 15.7%。用气高峰月与低谷月的日均用气量比值由 2015 年的 1.34 倍扩大至 2016 年的 1.41 倍。鉴于当前国内储气调峰气量远不能满足调峰需求，天然气季节性供需矛盾依旧突出。

天然气市场改革稳步进行。2016 年 10 月以来，国家发改委相继出台《天然气管道运输价格管理办法（试行）》《天然气管道运输定价成本监审办法（试行）》《关于明确储气设施相关价格政策的通知》，明确提出由政府实施监管具有垄断性质的管输环节，实施管输和销售业务分离，鼓励社会资本参

与管道和储气库建设等一系列有利于基础设施第三方公平准入的政策措施。2016年11月5日，国家发改委发布《关于推进化肥用气价格市场化改革的通知》，指出全面放开化肥用气价格，由供需双方协商确定。11月11日，国家发改委再度发布《关于福建省天然气门站价格政策有关事项的通知》，决定在福建省开展天然气门站价格市场化改革试点，西气东输供福建省天然气门站价格由供需双方协商确定。这一系列政策文件的颁布表明天然气市场改革的方向和目标已趋于明确，主要工作已转入细化和落实阶段。

（三）清洁能源发电占比进一步提高，火电设备利用率连续三年下降

电力消费增速显著回升，第二产业用电增速由负转正。根据中国电力企业联合会统计数据，2016年全社会用电量为59198亿千瓦时，同比增长5.0%，增速同比提高4.5个百分点，主要是受到部分高耗能行业经济活动复苏及上年用电量基数较低的影响。其中，第一产业用电量1075亿千瓦时，同比增长5.3%；第二产业用电量42108亿千瓦时，同比增长2.9%，增速同比提高3.7个百分点，并由负转正，这主要是工业用电尤其是重工业用电回暖所致；第三产业用电量7961亿千瓦时，同比增长11.2%；城乡居民生活用电8054亿千瓦时，同比增长10.8%。第三产业和城乡居民生活用电对全社会用电增量的贡献率合计约69%，是用电量增速回升的主要动力。

可再生能源发电占比进一步提高。根据国家统计局数据，2016年全国发电量为59111亿千瓦时，同比增长4.5%。其中，火力发电

量43958亿千瓦时，同比增长2.6%，占全国发电量的74.4%，比上年下降1.3个百分点，这也是火力发电占比连续第5年下降；水力发电量10518亿千瓦时，同比增长5.9%，占全国发电量的17.8%，比上年提高0.3个百分点；核电、风能和太阳能发电量分别为2127亿千瓦时、2113亿千瓦时和394亿千瓦时，同比分别增长24.1%、19.0%和33.8%，占全国发电量的比重分别为3.6%、3.5%和0.7%，分别比上年提高0.6个、0.4个和0.2个百分点。

火电设备利用小时数连续三年下降。根据中国电力企业联合会统计，2016年全国6000千瓦及以上电厂发电设备平均利用小时为3785小时，同比降低203小时，这也是发电设备利用小时连续第五年下降。其中火电发电设备平均利用小时为4165小时，同比降低199小时，如果以5500小时为合理利用标准计算，则火电设备利用率仅有75.7%，同比下降3.6个百分点。火电设备利用小时的持续较快下降表明当前煤电产能面临日益严重的阶段性过剩。

（四）煤炭产量、消费持续萎缩，价格大幅上涨后逐渐企稳

煤炭产量大幅下降，去产能工作初见成效。2016年初随着国务院发布《关于煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》，各省相继公布去产能的具体目标，煤炭行业去产能的大幕正式拉开。受276天工作日制度等一系列限产措施的影响，国内原煤产量出现了大幅明显下降。根据国家统计局数据，2016年全国原煤产量为33.6亿吨，同比下降9.4%，降幅创三年新高。

煤炭消费延续低迷，净进口大幅回升。根据国家统计局及海关数据计算，2016年全国原煤表观消费量为36.1亿吨，同比下降7.7%，创三年来表观消费新低。与2013年煤炭消费峰值（42.9亿吨）比，降幅达16.0%，主要因近年来经济增速放缓及能源转型影响所致。值得注意的是，2016年原煤净进口24673万吨，同比增长24.2%，增速比2015年同期扩大54.6个百分点，并由负转正。其中，2016年7—11月，原煤累计净进口约1.2亿吨，同比增加3332万吨，对全年净进口增量的贡献率达到69.4%。这主要是因下半年来国内煤价快速上涨，使得进口煤在一段时间内价格优势明显，国际采购订货增加。

煤炭价格大幅上涨后逐渐企稳。2016年下半年以来，随着煤炭去产能工作深入推进，煤炭市场开始出现供不应求的局面，煤价也从低谷开始反弹并持续上涨。根据秦皇岛煤炭信息网数据计算，2016年11月环渤海动力煤月均价格较7月份上涨41.4%。整个7—11月的环渤海动力煤均价比2015年同期上涨32.6%。煤价的上涨一定程度上阻碍了煤炭去产能的顺利进行，国家相继出台一系列煤价调控政策后，煤炭价格才逐渐企稳。2016年12月环渤海动力煤均价为595元/吨，环比下降1.2%，结束了自7月以来的连续上涨势头。

二、2017年能源市场展望

国际方面，2017年欧美等主要经济体的政治不确定性或将引发意外事件，对全球经济产生一定程度的冲击，但这并不会改变全球经济缓慢复苏这一趋势，预计主要经济体之间爆发持续贸易战的概率较低。国内方面，

中国经济将缓中趋稳，政策取向将稳中求进，产业结构调整步伐将进一步加快。预计我国一次能源表观消费总量企稳，清洁低碳能源消费比重继续增加。从能源各行业看，其发展或将呈以下趋势：

石油需求继续放缓，对外依存度稳中趋升。2017年，随着产业转型不断升级以及替代能源快速发展，国内石油需求增速将继续放缓。同时，由于近两年国际油价低位运行，中国加快原油进口，导致原油库存高企，未来在油价企稳回升的情况下，国内原油生产将趋于稳定，原油进口量继续大幅增长的空间有限，但其对外依存度仍将稳中趋升。油气上游改革试点持续推进，但对短期国内供给没有影响。

成品油消费总体维持中低速增长，供需或将进一步宽松。2017年，国内成品油消费将缓慢增长，但汽油、煤油、柴油消费将呈继续分化态势。在乘用车保有量持续稳定增长的预期下，预计汽油消费仍将保持中速增长。随着国内大气治理力度不断加大、节能减排工作的不断深入，制造业、采掘业等主要行业的柴油消费将难有起色，预计柴油消费整体将延续低迷态势，柴油消费峰值或已经到来。同时，航空建设稳步加快推进，民用航空客货运量仍将保持较快增加，煤油整体消费或将继续保持中高速增长。

天然气消费稳中有升，季节性供需矛盾难以缓解。2017年，随着我国城镇化水平的持续提高和城市管网的逐步完善，城市燃气消费将继续保持较快增长。工业领域，钢铁、玻璃、陶瓷等主要用气行业仍面临较为严重

的产能过剩问题，对天然气消费的拉动较为有限。但与此同时，2017年也是大气污染防治行动的收官之年，随着各地“煤改气”进程的加速、一系列扩大天然气利用政策的出台、天然气价格市场化改革等工作的深入推进，预计天然气消费将保持稳定增加，但受储气调峰能力不足的影响，天然气季节性供需矛盾仍难以有效缓解。

电力消费增速将有所回落，火电设备利用小时数将继续下降。2017年，受经济增长动力转换、结构转型以及人民生活水平提升的影响，第二产业用电增速难以快速提高，第三产业和居民生活用电仍将持续快速增长。考虑到2016年夏季高温导致用电基数较高的影响，预计2017年用电增速将有所回落。由

于之前装机增长明显快于电力需求增长，尤其是火电装机出现较为严重的过剩，预计火电设备平均利用小时数仍将继续下降。

煤炭去产能还将持续，煤炭消费仍将继续走低。2017年，伴随着煤炭行业去产能的继续推进以及国企改革进程的加快，煤炭行业集中度将进一步提高，大型国有企业对全行业的控制程度将进一步增强。受清洁低碳能源替代的影响，煤电的市场空间将被进一步挤压；与此同时，钢铁、建材等行业用煤及其他散煤消耗难以复苏，加之愈发严格的环保要求约束，预计全年煤炭消费仍将走低。

来源：新华网

新能源消纳关键因素分析及解决措施研究

舒印彪¹, 张智刚¹, 郭剑波², 张正陵¹

1. 国家电网公司,北京市 西城区 100031

2. 中国电力科学研究院,北京市 海淀区 100192

舒印彪(1958),男,教授级高级工程师,长期从事特高压关键技术研发和工程建设、新能源发展研究、电力规划运行管理等工作;

张智刚(1964),男,高级工程师,主要从事电力运行及管理工作;

郭剑波(1960),男,教授级高级工程师,主要从事电力规划、运行研究工作。

张正陵(1963),男,高级工程师,主要从事电力规划及管理工作。

文章编号: 0258-8013(2017)01-0001-08 中图分类号: TM614

摘要: 近年来,我国新能源快速发展,取得了举世瞩目的发展成绩,同时也出现了较为严重的弃风、弃光问题。该文在总结我国新能源消纳现状的基础上,剖析了产生新能源消纳问题的机理,进而指出影响我国新能源弃风、弃光问题的关键因素。从灵活调节电源建设、火电机组改造、电网互联互通以及需求侧响应等多方面,系统性地提出了解决我国新能源消纳问题的措施,并通过生产模拟进行了场景验证。

关键词: 新能源; 消纳; 弃风; 弃光;

DOI: 10.13334/j.0258-8013.pcsee.162555

0 引言

能源是经济与社会可持续发展的基础,是人类生产与生活不可缺少的动力保障。随着能源安全、生态环境、气候变化等问题日益突出,加快发展新能源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[1-3]。

我国积极推动新能源发展,“十二五”末,我国新能源累计装机容量达到 171.48GW,居世界第一位。风、光等新能源出力具有随机性和波动性,大规模消纳一直是世界性难题。由于我国的资源禀赋特点、电力系统条件和市场机制问题,消纳新能源面临更大挑战。随着新能源大规模开发,我国局部地区消纳矛盾逐渐凸显,出现了弃风、弃光问题,引起社会

各界的关注。2015年全国新能源消纳电量223TW·h,弃风、弃光总量39TW·h,双双不断攀升。

本文在分析我国新能源并网和消纳基本情况的基础上,系统性阐述了产生弃风、弃光问题的根源,提出了解决新能源消纳问题的措施与方法,对于推动我国新能源更好更快发展具有指导意义。

1 我国新能源消纳现状



图1 我国风电和太阳能逐年装机容量

2015年,全国风电发电量185.1TW·h,“十二五”年均增长30%;太阳能发电量38.3TW·h,“十二五”年均增长219%,风电、太阳能发电量增速比同期全国发电量增速高出28.7个百

图2 我国风电和太阳能逐年发电量

分点。风电发电量占全部发电量的比例由2010年0.7%提高到2015年3.23%,太阳能发电量占比由0.003%提高到0.688%。“十二五”期间风电和太阳能电量增长如图2所示。

从新能源装机容量与最大负荷的比值(即新能源渗透率)来看,我国为22%,高于美国(10%),低于丹麦(93%)、西班牙(78%)和葡萄牙(63%),处于中等水平。总体来看,我国新能源发展取得了举世瞩目的成绩,装机总量已居世界第一,消纳总量实现了快速增长。但在新能

源整体渗透率并不突出的情况下,弃风、弃光电量不断增加,引起社会广泛关注,成为学界研究的焦点问题。如何减少弃风、弃光,需要结合我国实际,从机理上深入探讨,分析问题产生的根源,找出科学的解决途径。

2 新能源消纳问题机理分析

2.1 新能源参与下的时变电力系统平衡调节问题

电力系统的发、供、用同时完成,电力负荷呈现明显的时变特点,目前我国区域电网峰谷差已达 30%左右,并呈逐步扩大的趋势。系统平衡的原则是调节常规电源出力跟踪负荷变化,保持动态平衡[4]。电力系统平稳运行的一个基本条件是系统调节能力必须大于负荷的变化。

由于风、光的资源特性,新能源出力存在随机性和波动性。风电日波动最大幅度可达装机容量的 80%,且呈现一定的反调峰特性,如图 3 所示。光伏发电受昼夜变化、天气变化、移动云层的影响,同样存在间歇性和波动性。

新能源高比例接入电力系统后,增加了系统调节的负担,常规电源不仅要跟随负荷变化,还需要平衡新能源的出力波动[5-6]。新能源出力超过系统调节范围时,必须控制出力以保证系统动态平衡,就会产生弃风、弃光[7-8]。新能源消纳问题与系统调节能力密切相关。

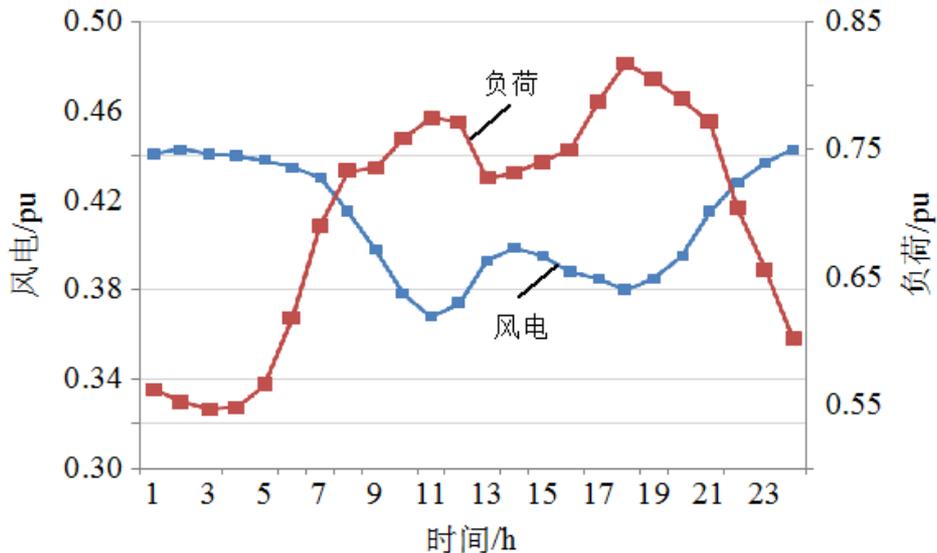


图 3 某省某典型日风电出力和负荷曲线

在一定规模的电力系统中,系统调节能力主要由电源调节性能决定,与电源结构相关。不同类型电源的调峰深度有很大差异。核电机组通常作为基荷运行,较少参与系统调节。凝汽燃煤机组和供热火电机组调节性能较差[9]。燃气、抽水蓄能、水电等电源能够快速启停、大幅调节,灵活参与平衡。我国电源结构以火电为主,电源总体调节性能主要取决于火电调峰深度和灵活调节电源比例。

2.2 新能源消纳关键因素理论分析

对于内部无网络约束的系统,新能源消纳只需满足发、用电动态平衡和系统调节能力下限约束,“负荷+联络线外送功率”曲线与系统调节能力下限之间的系统调节空间,即理论上的新能源最大消纳空间,如图 4 所示。

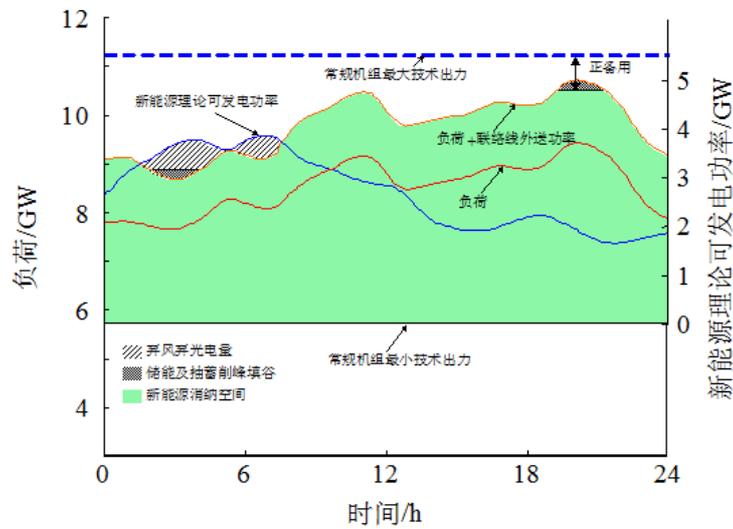


图 4 新能源消纳空间示意图

系统 t 时刻最大可消纳新能源电力 $P_a(t)$ 满足式(1):

$$P_a(t) = R_1(t) + P_t(t) - \sum_i P_{g,i,min} = R_1(t) + P_t(t) - \sum_i (P_{g,i,max} - \beta_i P_{g,i,max}) = R_1(t) + P_t(t) - (1-\beta) \sum_i P_{g,i,max} \quad (1)$$

$$\beta = \sum_i \beta_i \cdot P_{g,i,max} / \sum_i P_{g,i,max} \quad (2)$$

式中： $P_l(t)$ 为 t 时刻的负荷功率; $P_t(t)$ 为 t 时刻的联络线外送功率,送出为正; $P_{g,i,max}$ 为系统内第 i 台常规机组的最大技术出力; $P_{g,i,min}$ 为系统内第 i 台常规机组的最小技术出力; I 为系统中所有常规机组的台数; β_i 是第 i 台机组的调峰深度; β 为系统内常规机组的平均调峰深度。

其中,联络线功率必须满足通道能力的约束:

$$P_{t,min}(t) \leq P_t(t) \leq P_{t,max}(t) \quad (3)$$

式中 $P_{t,max}(t)$ 、 $P_{t,min}(t)$ 是联络线在 t 时刻输送功率的最大值限制和最小值限制。

系统中常规机组的开机最大技术出力之和应该大于负荷和计划外送电力之和的最大值,并留有一定容量的正备用,如下式所示。

$$\sum_i P_{g,i,max} = \max(R_1(t) + P_{t,plan}(t)) + R_+ \quad (4)$$

式中： R_+ 为考虑新能源参与平衡后的正备用容量; $P_{t,plan}(t)$ 为联络线计划外送功率。

由式(1)和(4),从增加新能源消纳角度,在满足平衡备用要求的前提下,应该尽量降低 R_+ ,减少常规电源开机总量,安排调峰能力强的机组运行,增加系统向下的调节能力。

系统新能源消纳电量空间为最大可消纳新能源电力的积分:

$$E_a = \int P_a(t)dt = \int [R_1(t) + P_t(t) - (1-\beta) \cdot \sum_i P_{g,i,max}]dt \quad (5)$$

定义负荷率 λ 为一个开机周期 T 内平均负荷与最大负荷的比率:

$$\lambda = \int P(t)dt / [\int \max(P(t))dt] = E_l / (T \cdot \max(P(t))) \quad (6)$$

式中 E_l 为负荷电量。电网的负荷峰谷差越大,负荷率越小。需求侧响应的作用也可以实现削峰填谷,减小峰谷差,提高负荷率。

孤立系统中, $P_t(t)$ 为 0 ,新能源消纳电量空间为:

$$E_a = E_l - (1 - \beta) \cdot \left(\frac{E_l}{\lambda} + T \cdot R_+ \right) \quad (7)$$

正备用 R_+ 的安排是运行控制因素,一般依据相关标准规定,在保证安全的基础上已经将 R_+ 优化至最小。从系统条件来看,孤立系统中新能源消纳主要由电源总体调节性能 β 、负荷电量 E_l 及负荷率 λ 决定。电源调节性能越好、负荷电量越高、峰谷差越小,新能源理论消纳空间越大。

电网互联后,新能源消纳电量空间为:

$$E_a = E_l - (1 - \beta) \cdot \left(\frac{E_l}{\lambda} + T \cdot R_+ \right) + E_{t,A} \quad (8)$$

式中 $E_{t,A}$ 为电网互联增加的新能源消纳空间。实际电网中,计划外送电力通常安排参与调峰,送电高峰与负荷高峰时段重合, $E_{t,A}$ 可表示为:

$$E_{t,A} = \int [P_t(t) - (1 - \beta) \cdot \max(P_{t,plan}(t))] dt \leq T \cdot P_{t,max}(t) - \int (1 - \beta) \cdot \max(P_{t,plan}(t)) dt \quad (9)$$

由式(9),减少常规电源计划外送电力,根据新能源出力灵活安排外送,能够最大程度利用通道容量,增加新能源消纳空间。电网互联互通为实现调节能力的全局配置提供了物理支撑。

从体制机制上,新能源电力灵活外送需要配套建立跨区跨省交易和辅助服务市场机制,解除省间交易壁垒,调动调峰服务积极性。对于完全按照计划外送电力的情况,外送电力的作用等效于增加负荷,新能源消纳电量空间满足式(10)。

$$E_a = E_l + E_{t,D} - (1 - \beta) \cdot \left(\frac{E_l + E_{t,D}}{\lambda_{l+D}} + T \cdot R_+ \right) \quad (10)$$

$$\lambda_{l+D} = \frac{\int (P_l(t) + P_{t,D}(t)) dt}{\int \max[P_l(t) + P_{t,D}(t)] dt} = \frac{E_l + E_{t,D}}{T \cdot \max[P_l(t) + P_{t,D}(t)]} \quad (11)$$

式中: $E_{t,D}$ 为计划外送电量,送出为正; λ_{l+D} 为“负荷+联络线外送功率”等效负荷的负荷率。

综上,从系统条件来看,电源调节性能(最大技术出力、最小技术出力)、电网互联互通(联络线外送能力)、负荷规模及峰谷差,是影响新能源消纳的几个关键因素。

3 影响我国新能源消纳关键因素分析

3.1 我国新能源消纳问题定性分析

我国弃风、弃光主要集中在“三北”地区。2015年华北、东北、西北弃风电量分别为 9.48、8.34 和 16.55TW·h, 占总弃风电量的 99.9%;西北弃光电量 4.66TW·h, 占总弃光电量的 95%,如表 1 所示。全国弃风、弃光地区分布如图 5 和 6 所示,弃风、弃光率超过 15%的有甘

肃、新疆、吉林、蒙西和黑龙江五个省(地区)。多数省(地区)无弃风、弃光,其中山东、江苏新能源装机总量很大,分别达到 8.54GW、8.34GW,新能源基本实现了全额消纳。从时间

分布来看,全国 67%、东北地区 90%以上的弃风电量发生在供暖期,负荷低谷弃风电量又占总弃风的 80%。我国弃风、弃光的地域集中、季节集中、时段集中的特点十分突出。

省份 (地区)	弃风电量/ (TW·h)	弃光电量/ (TW·h)	弃风、 弃光率/%	弃风、弃光占 全国比例/%
甘肃	8.19	2.62	36.8	27.5
吉林	2.72	0	30.8	6.9
新疆	7.11	1.51	30.7	21.9
蒙西	7.25	—	21.6	18.4
黑龙江	1.86	0	20.5	4.7
辽宁	1.91	0	14.5	4.9
宁夏	1.25	0.28	11.0	3.9
蒙东	1.85	0	10.9	4.7
冀北	1.89	0	9.9	4.8
青海	0	0.25	2.9	0.6
山西	0.26	0	2.4	0.7
山东	0.08	0	0.6	0.2

表 1 2015 年新能源弃风弃光情况



图 5 2015 年全国弃风地区分布情况

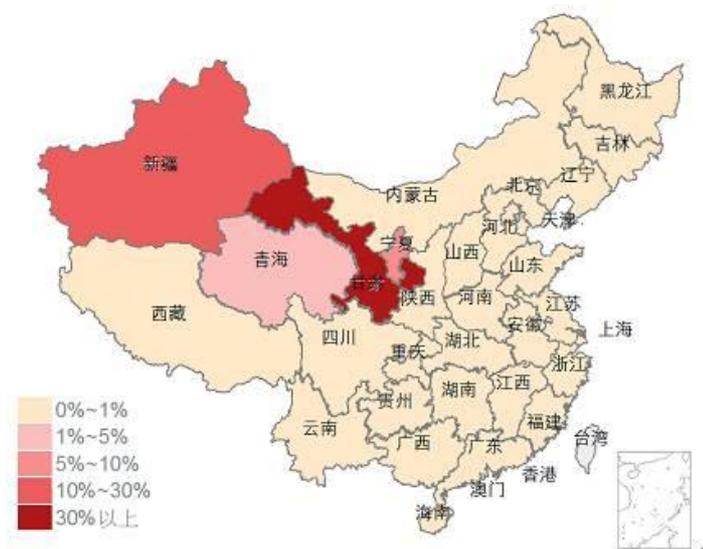


图 6 2015 年全国弃光地区分布情况

分析我国弃风、弃光问题产生的根源,首先从新能源装机分布及其与负荷的关系来看,我国新能源装机分布不均衡,与负荷呈逆向分布。“三北”地区负荷占全国总负荷的比例仅为 36%,但集中了全国 75%的新能源装机。

其中,蒙东、甘肃、宁夏、新疆新能源渗透率超过 100%,已经超过了丹麦、西班牙、葡萄牙等发达国家,如表 2 所示。由于本地负荷规模有限,新能源消纳对电源调节性能和电网互联互通提出了更高要求。

省份(地区、国家)	风电装机	太阳能装机	渗透率/%
蒙东	8.80	0.58	172
甘肃	12.52	6.10	143
宁夏	8.22	3.09	102
新疆	16.91	5.29	100
蒙西	15.45	4.31	97
丹麦	4.89	0.61	93
西班牙	22.98	7.09	78
青海	0.47	5.64	73
葡萄牙	4.86	0.42	63
冀北	9.93	1.11	53
吉林	4.44	0.07	46
黑龙江	5.03	0.02	43
山西	6.69	1.13	33
辽宁	6.39	0.16	27
山东	7.21	1.33	14
江苏	4.12	4.22	10

表 2 新能源装机(GW)及渗透率对比

从电源调节性能来看,我国抽蓄、燃机等灵活调节电源比重低,“三北”地区灵活调节电源仅为新能源装机的 17.9%,其中东北为新能源装机的 7%、西北为新能源装机的 2.4%。西班牙、德国、美国的灵活调节电源占总装机的比例分别为 31%、19%、47%,美国和西班牙灵活调节电源达到新能源的 8.5 倍和 1.5 倍。我国火电装机超过 1TW,但调峰能力普遍只有 50%左右,“三北”地区的火电机组在供暖期只有 20%的调节能力。相比之下,西班牙、丹麦等国家的火电机组都具备深度调峰能力,可调节出力高达 80%。

从电网互联互通水平来看,不能满足“三北”新能源外送需要。截至 2015 年底,西北电网新能源装机 60GW,跨区电力外送能力仅 16.1GW。东北电网新能源装机已达 25.5GW,电力富余 20GW 以上,跨区外送输电能力只有 3GW。而丹麦与挪威、瑞典等国间输电容量

8GW,是本国风电装机的 1.6 倍;葡萄牙新能源装机 5.3GW,与周边国家联网容量达 2.8GW。

总体来看,我国新能源消纳问题与负荷规模、电源调节、电网互联等关键因素呈强相关性。“三北”地区现有新能源消纳条件不足,而东中部地区的消纳空间没有通过电网互联得到充分利用,是产生弃风、弃光问题的主要原因。此外,我国正在建设全国电力市场,调峰补偿、价格响应等市场机制尚未建立,发电计划由各地政府制定,各省优先考虑本地电厂多发,接受外来新能源的意愿不强,省间壁垒严重,客观上加剧了新能源消纳的难度。

3.2 典型省(地区)电网关键因素定量分析

选取山东、甘肃、蒙东、吉林以及葡萄牙电网作为新能源消纳的典型场景,按照式(10)定量分析新能源消纳关键因素的作用。新能源消纳空间电量与新能源理论电量之间的关系如表 3 所示。

地区 _a	β _a	E_{1a}	E_{ta}	λ _a	E_{a^c}	E_{re}/E_{a^c}
山东 _a	0.4 _a	424.3 _a	0 _a	0.81 _a	95.1 _a	13.6 _a
甘肃 _a	0.4 _a	109.9 _a	13.0 _a	0.97 _a	42.8 _a	68.7 _a
蒙东供暖 _a	0.25 _a	16.9 _a	22.7 _a	0.94 _a	6.6 _a	131.1 _a
蒙东非供暖 _a	0.5 _a	23.3 _a	21.0 _a	0.92 _a	19.0 _a	43.8 _a
吉林供暖 _a	0.25 _a	28.7 _a	1.2 _a	0.84 _a	1.7 _a	209.1 _a
吉林非供暖 _a	0.5 _a	36.5 _a	0.3 _a	0.79 _a	12.3 _a	42.3 _a
葡萄牙 _a	0.8 _a	45.2 _a	10 _a	0.78 _a	40.3 _a	29.7 _a

表 3 新能源消纳空间电量(TW·h)以及新能源理论电量与消纳空间电量比值(%)

山东电网新能源装机仅为最大负荷的 14%,远小于负荷规模,新能源理论电量为消纳空间

电量的 13.6%,消纳条件与葡萄牙相当,没有弃风、弃光。

甘肃、蒙东电网新能源装机已经超过最大负荷,外送通道容量不足,加之蒙东电网供暖期调节能力大幅下降,是导致其消纳问题的主要原因。

吉林电网供暖期电源调节能力低,新能源发电需求远超消纳空间,消纳问题突出。非供暖期消纳条件大幅改善,新能源理论电量为消纳空间电量的42.3%,实际运行中吉林电网非供暖期弃风率也控制在10%以内。

葡萄牙电网电源调节性能高出山东、甘肃1倍,且外送通道容量大,能够充分利用欧洲电网整体调节能力,新能源理论电量与消纳空间电量的比值为29.7%,消纳条件良好。

参考吉林非供暖期的新能源理论电量与消纳空间电量的比值,以40%作为理想消纳条件,如果单纯采用提高系统调节能力措施,甘肃电网电源调节性能 β 需要增加到0.63,增长57%;供暖期的蒙东和吉林电网电源调节性能 β 需要增加到0.59和0.45,分别增长136%和80%,涉及纯凝及供热机组大面积改造,代价高、技术难度大。如果采用加强电网互联互通的措施,甘肃需要增加外送电量82.0TW·h,供暖期的蒙东和吉林需要增加外送电量70.3TW·h和34.8TW·h,非供暖期的蒙东和吉林需要增加

外送电量4.0TW·h和1.5TW·h。按照6000利用小时数核算,甘肃、蒙东、吉林分别需要增加外送通道容量13.7、12.4、6.1GW。从实施效率和成本来看,解决新能源消纳问题最有效的途径,是从电源、电网、负荷三方面综合采取措施。

4 新能源消纳解决措施及生产模拟

4.1 新能源消纳措施

为解决我国新能源消纳问题,“十三五”期间考虑综合采取多项措施:

- 1) 提高电源调节能力。对东北、西北电网火电机组进行灵活性改造,供热机组最小技术出力降低至55%,凝汽机组最小技术出力降低至30%。同时,加快推进东北抽蓄电站建设,到“十三五”末装机规模达到4.1GW。
- 2) 提高电网互联互通水平[10-11]。推进跨区跨省输电通道建设。加强送受端交流电网建设,保证跨区直流能够满功率运行。“十三五”期间,东北、西北电网新建跨区直流外送通道如表4所示。

外送通道 ^a	容量/GW ^c	利用小时数/h ^b	输送电量/(TW·h) ^d
扎鲁特-青州 ^e	8 ^c	6000 ^b	48 ^d
酒泉-湖南 ^e	8 ^c	6000 ^b	48 ^d
准东-皖南 ^e	12 ^c	6000 ^b	72 ^d
上海庙-山东 ^e	10 ^c	6000 ^b	60 ^d
宁东-浙江 ^e	8 ^c	6000 ^b	48 ^d

表4 “十三五”东北、西北新增跨区直流外送通道

3) 推进“电能替代”,加强需求侧管理[12-13]。东北、西北电网通过电能替代,各新增用电量 $80\text{TW}\cdot\text{h}$;2020 年东北、西北电网预计电动汽车数量可达 61 万辆和 50 万辆;引入需求侧响应机制,实现全部负荷的 10%参与响应。

4.2 新能源消纳措施生产模拟

依托新能源消纳时序生产模拟系统,对 4.1 节提出的消纳措施进行生产模拟[14-15]。与消纳空间理论分析相比,时序生产模拟更接近实际电网真实运行情况,能够反映各子系统间网络约束以及风电、光伏出力特性,从而能够对西北、东北等区域电网场景进行详细分析。

新能源消纳生产模拟以新能源发电量最大为优化目标,即各区域全部时段风电和太阳能发电量总和最大。

$$\max\left[\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{N_w} P_w(t,i) \cdot \Delta T + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{N_s} P_s(t,i) \cdot \Delta T\right] \quad (12)$$

式中: $P_w(t,i)$ 是时段 t 内风电场 i 的功率; $P_s(t,i)$ 是时段 t 内太阳能电站 i 的功率; ΔT 为时段长度; T 为总的时段数; N_w 为风电场个数; N_s 为太阳能电站个数。

考虑的主要约束条件:

1) 电力平衡约束。

$$\sum_i^{N_g} P_g(t,i) + \sum_i^{N_w} P_w(t,i) + \sum_i^{N_s} P_s(t,i) + \sum_i^{N_{line}} P_{line}(t,i) = P_L(t) \quad (13)$$

式中: $P_g(t,i)$ 是时段 t 内常规机组 i 的功率; $P_{line}(t,i)$ 为时段 t 内联络线 i 的功率,受入为

正; $P_L(t)$ 为时段 t 内负荷大小; N_g 为常规机组个数; N_{line} 为联络线条数。

2) 电源调节性能约束。

$$\begin{cases} P_{g,\min}(t,i) < P_g(t,i) < P_{g,\max}(t,i) \\ 0 < P_w(t,i) < P_{w,\max}(t,i) \\ 0 < P_s(t,i) < P_{s,\max}(t,i) \end{cases} \quad (14)$$

式中: $P_{g,\min}(t,i)$ 和 $P_{g,\max}(t,i)$ 分别为常规机组最小和最大出力限额; $P_{w,\max}(t,i)$ 和 $P_{s,\max}(t,i)$ 为风电场和太阳能电站理论最大功率。

3) 电源电量约束。

$$\sum_t^T P_g(t,i) \cdot \Delta T = E(i) \quad (15)$$

式中 $E(i)$ 为时段 T 内机组发电量。

4) 跨区联络线约束。

$$P_{line,\min}(t,i) < P_{line}(t,i) < P_{line,\max}(t,i) \quad (16)$$

$$\sum_t^T P_{line}(t,i) \cdot \Delta T = E_{line}(i) \quad (17)$$

式中: $P_{line,\min}(t,i)$ 和 $P_{line,\max}(t,i)$ 分别为时段 t 内联络线 i 的最小和最大功率限额; $E_{line}(t)$ 为时段 t 内联络线电量。

首先,在 2020 年用电负荷水平下,基于当前东北、西北电网火电机组调峰能力和外送能力计算新能源消纳情况。预计到 2020 年,东北电网全社会用电量 458.4TW·h,西北电网 850.5TW·h,其他计算场景参数见表 5 和表 6。

在不采取相关措施的情况下,2020 年东北新能源发电量 70.2TW·h,弃风、弃光电量 25.7TW·h,弃风、弃光率 26.8%;西北新能源发电量 172.2TW·h,弃风、弃光电量 72.4TW·h,弃风、弃光率为 29.6%,消纳问题十分突出。

地区 [□]	风电 [□]	太阳能 [□]	火电 [□]	水电 [□]	核电 [□]
东北 [□]	42.54 [□]	3.99 [□]	92.95 [□]	8.01 [□]	6 [□]
西北 [□]	70.00 [□]	62.00 [□]	149.19 [□]	35.63 [□]	0 [□]

表 5 2020 年基础场景电源装机

地区 [□]	负荷电量/(TW·h) [□]	最大负荷/GW [□]
东北 [□]	458.4 [□]	68.91 [□]
西北 [□]	850.5 [□]	127.23 [□]

表 6 2020 年基础场景负荷

在基础场景上,对 4.1 节所提新能源消纳措施进行逐一计算,见表 7 和表 8。

场景 [□]	弃风、弃电量/(TW·h) [□]	差值/(TW·h) [□]	弃风、弃光率/% [□]
基础场景 [□]	25.7 [□]	0 [□]	26.8 [□]
火电机组改造 [□]	13.6 [□]	-12.1 [□]	14.2 [□]
抽蓄电站建设 [□]	22.3 [□]	-3.4 [□]	23.3 [□]
外送通道建设 [□]	18.4 [□]	-7.3 [□]	19.2 [□]
电动汽车 [□]	20.7 [□]	-5 [□]	21.6 [□]
电能替代 [□]	16.2 [□]	-9.5 [□]	16.9 [□]
需求侧响应 [□]	21.2 [□]	-4.4 [□]	22.1 [□]

表 7 东北电网场景分析结果

场景 [□]	弃风、弃光量/(TW·h) [□]	差值/(TW·h) [□]	弃风、弃光率/% [□]
基础场景 [□]	72.4 [□]	0 [□]	29.6 [□]
火电机组改造 [□]	57.5 [□]	-14.9 [□]	23.5 [□]
外送通道建设 [□]	43.0 [□]	-29.4 [□]	17.6 [□]
电动汽车 [□]	68.4 [□]	-4.0 [□]	28.0 [□]
电能替代 [□]	65.4 [□]	-7.0 [□]	26.7 [□]
需求侧响应 [□]	69.1 [□]	-3.3 [□]	28.2 [□]

表 8 西北电网场景分析结果

1) 火电机组调峰能力整体增加 20%,东北电网提高新能源消纳 12.1TW·h,西北提高 14.9TW·h;东北电网建设抽水蓄能电站 4.1GW,可提高新能源消纳 3.4TW·h。

2) 建设跨区外送通道,东北电网提高新能源消纳 7.3TW·h,西北提高新能源消纳 29.4TW·h。

3) 电动汽车参与负荷调节,东北提高新能源消纳 5TW·h,西北提高 4.0TW·h;通过电能替代,东北电网提高新能源消纳 9.5TW·h,西北提高 7.0TW·h;引入需求侧响应机制,东北电网提高新能源消纳 4.4TW·h,西北提高 3.3TW·h。

以上模拟结果反映了单项措施的实施效果及有效性。针对 2020 年度预计的新能源消纳场景,如果综合采用上述消纳措施,模拟表明,2020 年,东北电网可实现新能源发电 94.3TW·h、弃风、弃光 1.6TW·h、弃风、弃光率为 1.7%;西北电网可实现新能源发电 223.5TW·h、弃风、弃光 21.0TW·h、弃风、

弃光率为 8.6%。我国弃风、弃光问题得到有效缓解。

5 结论

我国新能源以集中式开发为主,主要布局在西部北部地区,本地市场消纳空间有限,灵活调峰电源、火电调峰能力均严重不足,电网跨区输送能力不够,市场机制尚不完善,是造成当前新能源消纳矛盾的主要原因。要破解新能源发展难题,需要从电源、电网、用户、市场等多个环节入手,多措并举、综合施策。

在电源侧要加强调峰能力建设,提高抽蓄、燃机等灵活调节电源比例,推动火电机组调峰能力改造,提高供热机组调峰深度。在电网侧要加快跨区跨省通道建设,扩大新能源配置范围,统筹发挥大电网配置及平衡能力。在用户侧要推进电能替代,加快微电网、储能、“互联网+”智慧能源等技术攻关,用市场办法引导用户参与调峰调频、主动响应新能源出力变化。在体制机制方面,要完善火电调峰补偿机制,加快构建全国统一电力市场,建立有利于打

破省间壁垒、促进清洁能源跨区跨省消纳的电价机制和新能源配额制度。

新能源消纳措施生产模拟表明,上述措施实施后,能够有效提高我国新能源的消纳水平,缓解当前严重弃风、弃光问题,推动我国新能源持续健康发展。

参考文献

略

来源: 中国工程电机学报

别老想着发电, 天然气中短期主战场在非电领域

作者: 洪涛/国务院发展研究中心资源与环境政策研究所能源研究室主任

气电指望不上, 天然气行业也无需垂头丧气。事实上, 在中国市场, 非电领域才是天然气中短期的主战场, 其目标是散煤替代和工业燃料, 甚至成本价格控制好, 清洁供热方面也将大有作为。

十三五期间, 天然气非电领域的应用重点是散煤替代、清洁采暖和工业燃料, 包括天然气热电联供。

尽管价格较高, 但除了清洁煤以外, 天然气仍是替代散煤较具经济性的选择之一, 在散煤治理与清洁替代中大有可为。散煤替代与城市供热需要考虑业主财务和供热价格的可持续性, 天然气价格将是重要的砝码, 更有竞争力的价格将有利于替代散煤与清洁供热。

散煤治理与清洁替代的潜力

“十二五”时期, 中国煤炭占终端能源消费比总高达30%以上, 呈现终端耗煤与排放

双高的局面, 清洁替代任务艰巨。其中, 散煤是空气污染物的重要排放源, 对PM_{2.5}的贡献率较高。

散煤比电煤的排放污染更重、更难于治理, 散煤治理与清洁替代是能源消费转型与控煤治霾的重点领域。中国之前对散煤统计分析严重不足, 一是消费规模, 二是污染程度。由于没有后处理和在线监控, 公众对散煤直燃排放的了解并不深刻。

一是散煤规模方面, 中国散煤利用规模大致6-7亿吨, 排放因子大致相当于超低排放煤电的5-10倍, 都取低限计算, 散煤燃烧的排放规模相当于超低排放煤电耗煤30亿吨(折合2015年电煤规模的1.6倍)以上的排放规模。

二是污染排放贡献率方面, 除电煤和大工业用煤外, 仍有很多中小型工业燃煤排放未加后处理装置, 主要是中小蒸吨的燃煤锅炉, 散煤更是直燃排放。有研究表明北方尤其是二三线城市散煤燃烧的污染不容小视, 冬季的集中排放更是导致大气污染和雾霾的

重要诱因。初步估算，其对城市大气污染贡献率高达 45%-65%。

三是燃煤工业锅炉清洁燃料替代方面，工业煤改气仍然是治理空气污染和能源转型的工作重点，加强环境监管将有利于倒逼企业进行燃煤清洁改造。尽管已取得一定成效，但到十四五中期前，工业煤改气仍较大潜力，主要工作将集中在“十三五”时期。

散煤治理与清洁替代，尤其是北方冬季采暖领域，“集中气”替代“分散煤”是路径之一，LNG 点供等更具经济性的新兴商业模式也在不断涌现。对于城乡结合部和有条件的农村等低密度地区，LNG 点供比管道气替代散煤更具经济性，LNG 点供是特定条件下替代散煤的清洁且经济的选择。

LNG 点供的优势在于，可以对散煤进行相对集中的清洁替代，气化站等基础设施投资比建设燃气管网更灵活更便宜，气价较低、气源有保障，北京等地试点反映较好。

虽然在可再生能源集中且外送困难的地区，电采暖具有经济性，但在京津冀尤其是河北中南部、河南北部、山东中西部高煤耗重雾霾地区，除地热外的可再生能源供热优势并不明显，这些地区的城市高密度区天然气供热仍具潜力。

难以复制的北京模式

不过，城市热电联供煤改气，并不能拿北京做标杆。北京供热主要用于居民冬季采暖，四大燃煤热电厂改燃气有特殊背景。

一是地点，控煤治霾的政治压力和国有企业的社会责任等汇聚于北京这个独一无二地区。

二是城市燃煤（热）电厂改为燃气（热）电厂，北京市政府提供财政支持等利益补偿（有专家评论为激励过度），电网也为业主的非京电厂提供了发电小数和上网电网上的优先安排，“北京模式”的这些补偿措施换个时间地点业主是否复制？

三是北京天然气集中供热 30 元/平米/4 个月采暖季的集中供热价格不算低，换邢台邯郸这类城市行不行？若需补贴，地方政府会不会有心无力？

四是北方（尤其是京津冀地区）大范围高密度地冬季高用气（供采暖热负荷），管网储运能否支撑？是否会影响其他工业用气？

综上，北京模式不能简单复制，想复制的城市需要有至少跟北京相近似的条件，包括：地方政府财政支持力度（其中城市地价等）、本地热负荷需求强度（其中冬季采暖期长短、集中供热普及率等）、居民采暖政府定价、电量上网情况及发电权交易情况，供热企业性质等。

过分依赖财政补贴的政策激励在初期可以拉动煤改气较快开展，但并不可持续，尤其是不适用于那些煤改气规模较大且财政有限的北方二三线城市。

北方清洁供热，因地制宜选择经济且市场化的方式才是现实可持续的。城市热电联

供煤改气，大城市可有条件借鉴“北京模式”，但不能拿北京做标杆。有条件的地区可以花钱“吃细粮”，没有条件的地区只能“粗粮精做”。

说到底，城市天然气热电联供，业主财务可持续至关重要。

天然气管网改革与价格改革的红利被城燃“截胡”是不争的事实，门站气价下降并没有很好地传递到终端。天然气价格市场化正逐步展开，城市供热体制改革依然滞后，城市供热企业或将还要面临“市场气、计划热”的尴尬。

如果考虑到城市供热的热计量推广和部分城市供热强度没那么大的这两种情景，燃气热电联供的小时数和耗气量恐受到影响，这样影响势必会传递到供热成本上。在非集中供热期的大多数情况下，天然气热电联供机组或只能作为气电机组应用，在电网统购统销旧模式或竞价交易新模式下都不是优先选项。

多种因素并存影响业主和投资主体对未来政策预期的不确定性，城市供热煤改气的投资意愿已经受到影响。所以，近城市燃煤电厂改为燃气联供，是要考虑业主是否可做到财务可持续，燃料气价是关键。

提升天然气综合竞争能力

中国天然气需要提效降本，提升综合竞争力来回击偏见。天然气发展受制于系统性问题，主要表现为直接的贵和相对的缺。天

然气向“主体能源”方向发展的袖子是撸了，加油口号也喊出来了，但降价提升竞争力还是要考实干才能创造出来的。

努尔局长在全国能源工作会议上也认为2020年难度最大的目标就是天然气消费比重上双，主要基于对天然气综合竞争力和系统性问题的考虑。

价格之外，天然气的综合竞争力还包括：**供应充足，即国产气开发和进口安全合理搭配；储运给力，即储气调节与输配气能力冗余；应用高效，即终端利用物理高效和有效控制排放等。**

尽管天然气是能源清洁化低碳化转型中的主力，但须认识到不同能源品种的优势领域。

发展天然气只是控煤治霾的途径之一，且重点不在发电而在非电领域，尤其是替代散煤与清洁供热，天然气的竞争者还有电能、地热、储热等其他能源形式，甚至清洁煤也参与其中。

控煤治霾同时也是能源转型的限时赛跑，成本降得快、降得低的将成为市场王者，而不是天然气的独角戏。电力体制改革尤其是市场化改革进展较快，可再生能源降成本速度远快于化石能源，商业模式也百花齐放。

因此，天然气想上位，光撸袖子喊加油远远不行，除了因地制宜挖掘自己的优势和定位，还要踏踏实实提效降本，拿出可靠的竞争力来回击偏见。价格才是硬实力。

“十三五”时期气电无法成为天然气的救世主,天然气应回归中短期的非电领域主战场, **油气体制改革将为天然气发展创造条件。**

以中速发展情景,假设“十三五”末天然气消费总量 3008 亿立方米,发电与集中供热用气达 722 亿立方米,与“十二五”相比增加用气 370 亿立方米;发电与集中供热用气量相当于工业、居民、商业和公共服务(不含交通)用气量的四成左右,用气增量相当于六成左右。

“十三五”时期,散煤替代(含清洁采暖)和工业燃料将是天然气的主战场。目前情况看,气电不可能成为带动天然气发展的龙头,尽管燃机技术与装备制造的国产化将很大程度上促进气电成本更低,但气电大发展尚需电力市场化支持,更须要天然气足够便宜。

另外,控煤治霾和能源转型,需要国家层面一揽子的具有协调性的配套制度。

除了油气电力领域的政策外,更重要的是要制定跨能源环境的成本分担机制,同时需要加快制定完善非合规燃煤的淘汰机制、清洁能源扶持发展机制、绿色金融支持机制、环境保护督察机制等,并加强环境监管执行力度。

中国对耗能机具(燃煤电厂、燃煤锅炉等)的环境监测与监管亟待加强,应让污染者承担相应成本并接受高额处罚,才能避免劣币逐良币及逆替代现象的发生,才能为清洁能源上位提供外部条件,强监管可提升天然气的竞争力。

期待油气体制改革尽快出台并顺利推进,关键要看省网和城燃的协同性改革。油气体制改革及配套并行改革提供好的体制机制保障,天然气发展才有美国页岩革命那样的逻辑起点,天然气又多又便宜的时代才会到来。

来源:南方能源观察

【油】

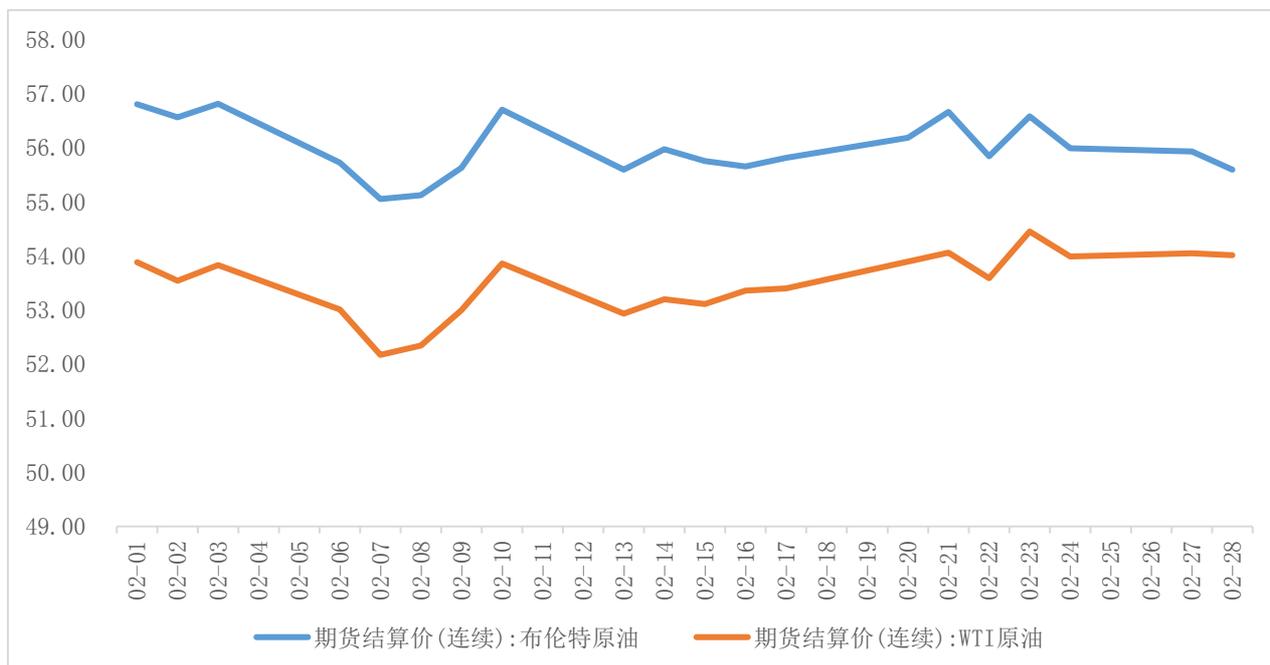


图1 2017年02月国际原油期货价格(单位:美元/桶)

来源: WIND

【气】

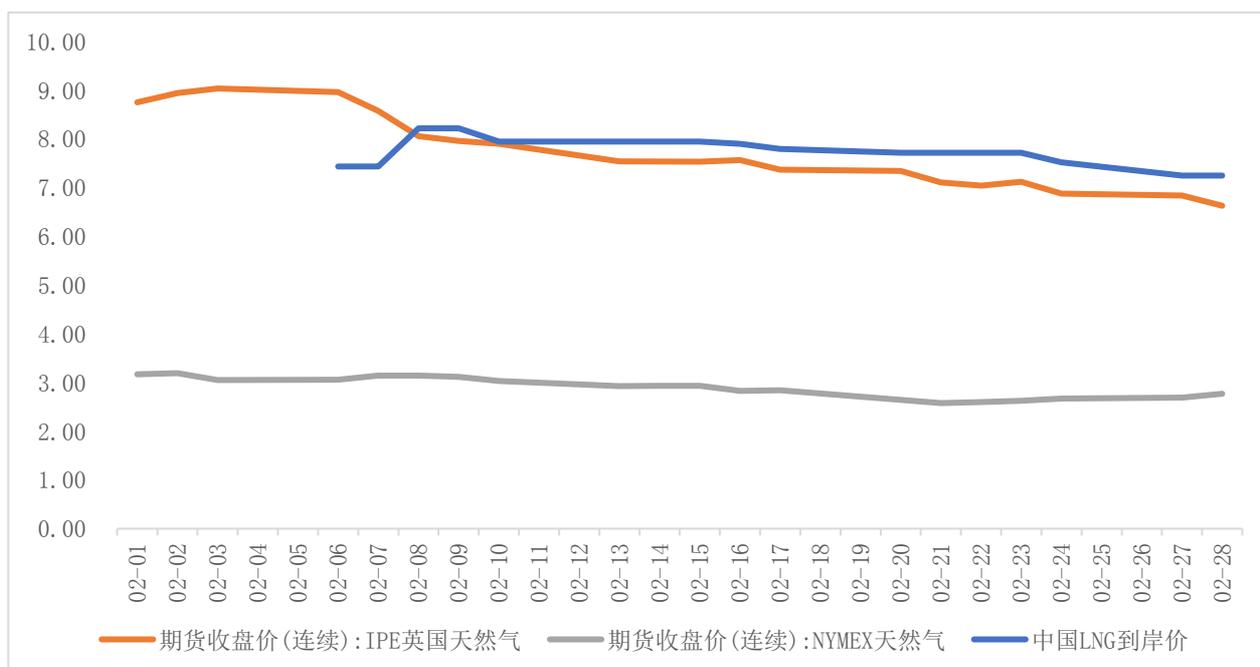


图2 2017年02月国际天然气期货价(单位:美元/百万英热单位)

来源: WIND, 燃气在线

【煤】

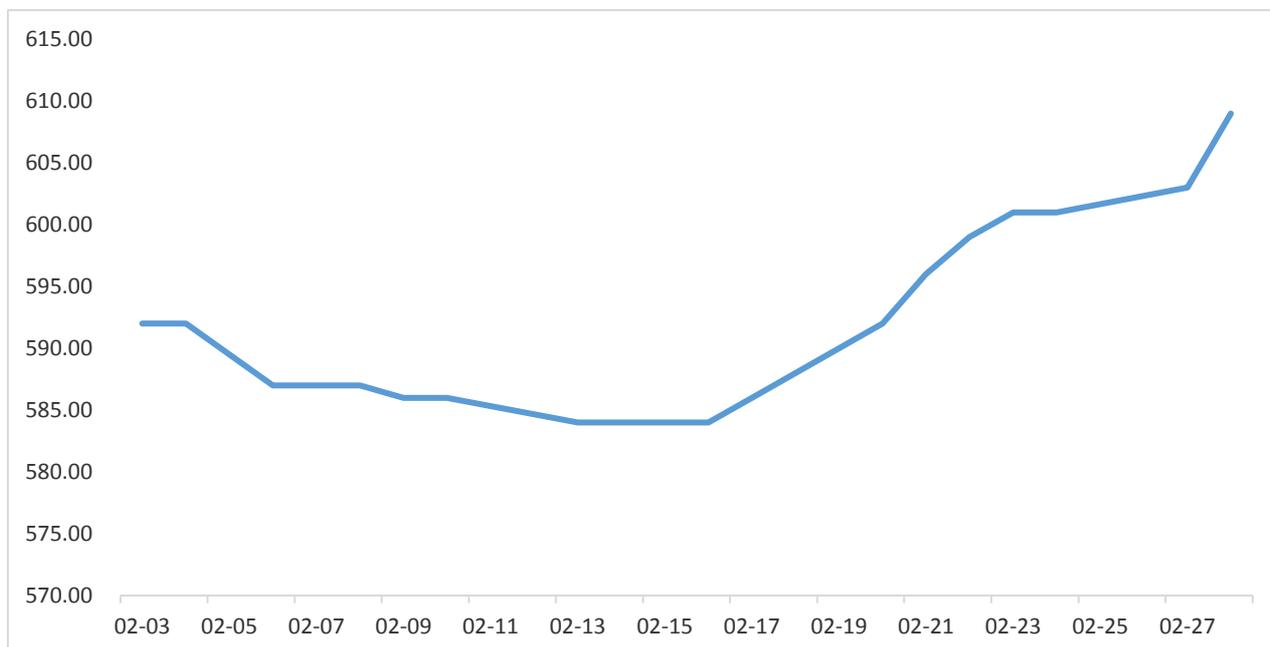


图3 秦皇岛港动力煤平仓价，02月03日-02月27日（单位：元/吨）

来源：WIND

【碳】

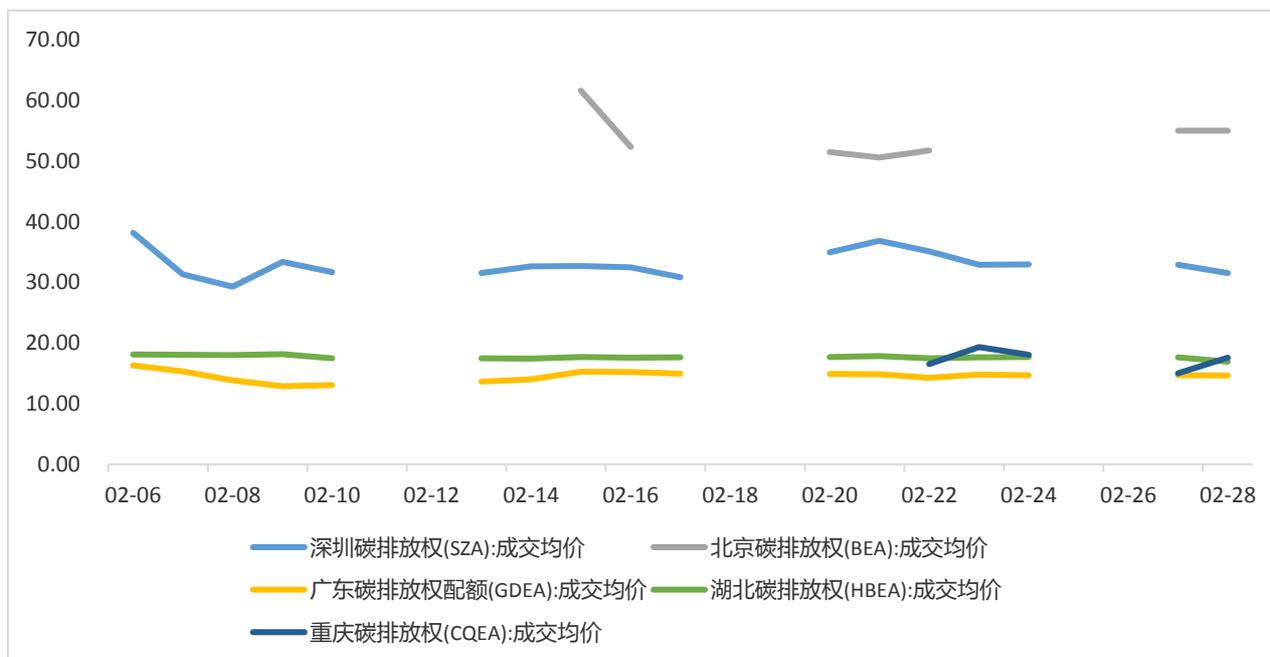


图4 碳排放权成交均价，02月06日-02月28日（单位：元/吨）

来源：各碳排放权交易所。注：无数据代表当日无成交。

【高能活动】

2017-03-07 低碳政策库工具开发工作坊（北京）

● 2016年11月16日，在COP22的边会“东北亚城市应对气候变化解决方案:技术、融资与政策”上，绿色创新发展中心发布了低碳政策库工具 Policy Mapping。该工具是跟踪、整合中国省市低碳政策与行动的交互性信息平台。通过建立评估指标体系，收集整理公开发布的政策信息，对标评价地区政策现状和趋势，低碳政策库研究、分享地区低碳政策的最佳实践，促进体制机制和政策措施的完善和创新。[查看详情](#)

2017-03-07 Screening of Beijing Besieged by Waste（北京）

● 绿领北京和北京能源网络首次合作本次纪录片放映活动，也是绿领北京的首个全中文活动，将关注《垃圾围城》。这部在北京拍摄的纪录片对首都的垃圾处理状况进行走访和调查。著名摄影师王久良记录了周边500家垃圾场的情况和拾荒者所在的环境，展现了令人震惊的影像。电影放映结束后会有讨论会。[查看详情](#)

2017-03-08--2017-03-10 2017年（第十届）中国石油焦市场研讨会暨行业供需见面会（合肥）

● 2016年石油焦市场政策环境出现重大变化；2017年，供需基本面会有哪些变化？电解铝、玻璃等传统下游支撑如何？电厂对石油焦需求力度能否持续？石油焦在负极材料等新领域的应用将给市场带来多少利好？在基本面基础上，国内外经济政策环境将出现怎样的变化？对石油焦行业将产生何种影响？[查看详情](#)

2017-03-09--2017-03-10 2017 第四届全球石化供应链安全与危险品道路运输国际高层峰会（上海）

● 本次峰会将邀请来自国内外领先企业 CEO,VP,权威专家等,以主题演讲、案例分享、头脑风暴、闭门技术培训、欢迎晚宴等形式，聚焦产业未来的发展与动向，分享供应链的最佳实践、物流创新、技术变革、供应链网络优化、采购、库存等先进经验，致力于搭建国内最专业的商务合作和学习交流平台。[查看详情](#)

2017-03-09--2017-03-11 2017 年中国煤化工市场峰会（南京）

●本届煤化工市场峰会将聚焦炭黑原料油、工业萘及下游、粗酚及精制、煤沥青/电解铝、洗油/调油五大主题，依次进行综合热点分析、分项热点分析和圆桌会议。2017 年有哪些热点值得期待？[查看详情](#)

2017-03-09--2017-03-12 第二届中国油气田重大工程“装备与材料”科技创新大会暨油气智能装备产业发展论坛（昆明）

●贯彻落实《中国制造 2025》，加快提升装备制造业质量和品牌水平，依托《石油发展“十三五”规划》、《天然气发展“十三五”规划》和《大型油气田及煤层气开发重大科技专项“十三五”实施计划》等相关能源中长期战略规划和相关重大工程的实施，加快自主研制和试验示范、加快关键装备、核心技术和创新材料的发展和应用、加快自动、智能、互联技术的支撑和应用，对于我国油气行业的转型升级、创新发展具有重要意义。

本届论坛将邀请中国石油、中国石化、中国海油、延长石油、中国中化及民营石化等单位有关管理和技术专家出席并作主题报告，并向全国油气田、管道、石化、燃气公司、装备与材料企业、智能技术与设备和信息化技术与系统等单位广泛征集交流论文。[查看详情](#)

2017-03-11—2017-03-16 2017 智能能源技术国际会议（新加坡）

● The Smart Energy Technologies (SET) is a six-day international event organized by the International Association of Advanced Materials (IAAM) with the collaboration of VBRI Press AB, Sweden. Conference will be held on the Diamond Princess Cruise Ship cruising from Singapore - Kuala Lumpur (Malaysia) - Penang (Malaysia) - Phuket (Thailand)- Singapore. The goal of symposium is to provide a global platform for researchers and engineers coming from academia and industry to present their research results and activities in the field of advanced materials for energy associated applications, in particular, photovoltaics, efficient light sources, fuel cells, energy saving technologies, nanostructured materials, etc. Tendencies for future development will also be discussed.[查看详情](#)

2017-03-15--2017-03-17 2017 年全国炼化工业重劣质原油深加工先进技术研讨会（北京）

●世界原油资源劣质化趋势明显，重质原油和含硫、高硫原油比例增加，炼油企业将不得不加工更多的劣质原油；提高宝贵石油资源的利用率，特别是提高以劣质石油资源为原料生产轻质油品和化工原料的收率，是节油增效的主要途径；以清洁化、低排放的工艺来生产优质产品是炼厂的必然选择。因而，适合中国国情的劣质原油加工方案、流程、技术经济性等成为炼油领域关注的热点。会议主题“提质增效升级推动炼化企业稳健发展”。[查看详情](#)

2017-03-15--2017-03-17 2017 年第 22 届中国 LPG 国际会议（成都）

●原油价格下跌为中国 LPG 发展带来历史机遇，价格优势为 LPG 进入边远地区的民、工、商领域创造了条件，丰富的供应提供强有力的保障，LPG 与天然气的共存势不可挡。[查看详情](#)

2017-03-16--2017-03-17 第五届中国国际生物质能源与生物质利用高峰论坛（BBS 2017）（上海）

●基于 4 年沉淀，BBS 2017 第五届生物质论坛推陈出新，将打破往届传统，带您领略不一样的生物质行业顶级年度盛会，BBS 2017 第五届生物质论坛暨展览将于 2017 年 3 月 16-17 日在上海举办，预计参与人数将达到 700 人以上，现场展位增加到 60 个，展商阵容将再次扩大，BBS 2017 生物质论坛缤纷呈现：首期大型沼气工程技术与项目管理实务精英训练营、沼气项目实地考察、论坛高端对话、论坛现场全球同步直播、技术成果展示区、精品茶歇洽谈、精彩名片速递、“一对一”VIP 贵宾私谈会、“一对一”媒体专访等等轻松高效的环节让您与生物质行业顶级专家、合作伙伴有更为深度的接触机会。[查看详情](#)

2017-03-20--2017-03-21 2017 第九届国际石油产业高峰论坛（北京）

●2016 年，国际油价持续低位震荡，专家预测未来一段时间也将保持低位运行，面对国际油气市场需求低迷，如何度过低油价寒冬期，已成为各油田单位、服务商亟待解决的问题。论坛重点关注低成本开发，通过分析行业发展前景、解析行业政策，探讨实用可行的新技术、新方法，进而分享水驱、稠油油藏等方面的低成本开发经验与注气式、注水式等方面的提高采收率实践经验。[查看详情](#)

2017-03-20--2017-03-22 2017 海洋油气新技术和投资北京国际峰会（北京）

●时逢举世瞩目的中国十三五规划开局之年，中国的十三五，也是世界的十三五。中国与世界产业的未来发展机会有哪些？如何捕捉、把握和充分利用？本届峰会将重点探讨中国和世界未来海洋油气产业、海工产业、造船产业、航运业、金融业、能源业、装备业、配套业和服务业的发展格局、机会前景、协同合作、问题挑战、未来潜力、国际布局和方向趋势等。[查看详情](#)

2017-03-21—2017-03-23 2017 第 18 届世界可再生能源大会（约旦）

●The International Renewable Energy Congress (IREC) provides a forum for researchers, academicians, scientists and industrial professionals around the world on recent developments in the fields of renewable energy. The congress consists of keynotes, oral sessions and poster presentations. Considered as a catalyst for research works, the IREC publishes the best presented papers in partner journals.[查看详情](#)

2017-03-23 联合国气候变化行动和可持续发展议程高级别会议（纽约）

●2017年3月23日，第71届联合国大会主席彼得·汤姆森与《联合国气候变化框架公约》执行秘书帕特里夏·埃斯皮诺萨女士联合召集会员国、联合国系统和其他相关人士在联合国总部举行气候变化行动和可持续发展议程高级别会议。本次会议邀请公民团体和商业领袖参加。[查看详情](#)

2017-03-23--2017-03-24 2017 中国“光伏+储能”技术融合创新应用大会（北京）

●国家发改委近日发布《可再生能源发展“十三五”规划》，将“推动太阳能多元化利用”、“推动储能技术示范应用配合国家能源战略行动计划，推动储能技术在可再生能源领域的示范应用，实现储能产业在市场规模、应用领域和核心技术等方面的突破”列为“十三五”期间可再生能源发展的主要任务。

机械行业拥有十分丰富的企业资源和技术能力，是推进“光伏+”综合利用工程和储能技术应用的重要领域，也可通过与光伏、储能等技术的有机融合，创新产品和商业模式，同时，在促进可再生能源关键技术装备的国产化亦可发挥重要作用。[查看详情](#)

2017-03-23—2017-03-25 2017 年绿色能源转换系统国际会议（突尼斯）

● This conference provides opportunities for researchers, academicians, scientists and industrial professionals around the world to exchange and discuss new theoretical and practical research results on the field of renewable energies.[查看详情](#)

2017-03-24--2017-03-25 2017 能源科技高峰论坛（广州）

●本次论坛围绕十三五绿色节能环保高效战略，以“面向未来，构建绿色、高效、智慧互联的能源体系”为主题，对能源政策，趋势，标准及节能补贴申要点进行解读。从“节能环保”和“智慧能源”两大主题进行深入探讨，全面展开行业间交流合作。[查看详情](#)

2017-03-25--2017-03-26 煤炭深加工领域脱硫脱硝技术及环保投资金融服务创新模式研讨会（盐城）

●“十三五”时期，随着我国雾霾治理的深入，大气环境的质量标准将会不断提高，煤炭深加工领域将面临更加严厉的环境约束和更高的环境治理要求。为深入交流当前我国煤炭深加工领域二氧化硫和氮氧化物治理技术，深入研究煤化工工艺排放气体和锅炉烟气脱硫脱硝技术最新进展和应用成果，分析先进技术的可行性、运行经济性和合作模式，积极推广先进适用的脱硫、脱硝，硫、氨、酚回收等应用新技术，积极采用环保设施投资和运营的企业金融服务创新模式，有效控制用煤对环境的影响。[查看详情](#)

2017-03-27—2017-03-28 2017 年 SPIE 第 3 届智能材料和能源系统的非破坏性评估会议（美国）

● The major focus of this conference will be materials, smart structures, sensor systems, NDE, and monitoring of green and conventional energy systems for energy mining, energy transformation, energy transportation, energy storage, and energy harvesting. We will bring together specialists from industry and the academia to discuss challenging topics towards an environmentally friendly energy base for the future.

Our goal is to provide materials and measurements that can help build environmentally friendly energy based technologies for the benefit of all. We are interested in energy systems and their NDT/SHM across a wide range of scales from nano (e.g. ultra small health implants) to macro (e.g. a whole wind farm).[查看详情](#)

2017-03-27--2017-03-28 2017（第十届）金联创石油市场高峰论坛（北京）

●在经济“软着陆”与温和通胀背景下，政策重心从稳增长转向调结构、促改革、抑泡沫和防风险，2017年“十三五”第二年，各项政策开始实施，中国经济形势将有何改变？

OPEC 减产话题不断，国际油价有了上涨的动力，但面对特朗普新政，美元加息，页岩油可能卷土重来等因素，2017 国际油价走势又将如何？

雾霾严重，环保政策加强，油品质量不断升级，这将促进炼油产业结构不断调整与升级？目前中国成品油行业正处于市场化的转型关键时期，“三权”放开一年后，2017 地炼成品油出口权利暂时叫停，地炼企业又将如何应对？[查看详情](#)

2017-03-28--2017-03-30 2017 第五届汽车动力蓄电池回收再生暨二次电池回收再利用技术研讨会（北京）

●本次会议将就汽车动力蓄电池的回收政策、回收模式、回收技术、回收标准体系建设、再利用现状及国外回收再利用现状、案例等进行研讨。届时，工业和信息化部节能司、国家发展改革委环资司、国家相关部委及地方主管部门的领导将出席本次会议。会议期间，有关地方环保主管部门，国内外整车制造企业、电池生产企业、再生企业、回收企业、再生设备制造企业及科研院所等也将莅临本次会议。[查看详情](#)

2017-03-29--2017-03-30 2017 第十届中国地炼市场与发展峰会（大连）

●步入 2017 年，在推进供给侧改革之后，制造业投资增速企稳迹象明显，不过面临更加复杂多变的外部环境，我国经济将维持中低速前进，目前，我国炼油板块正向着产业全面性、资本多重性迈进，企业仍需不断调整结构、挖潜升级改造。

东北地区是中石油炼厂的根据地，区内地炼历史背景雄厚，炼厂林立。东北地区虽非地炼厂家的主战场，但随着近几年的快速发展，正在被更多的业内人士所关注。[查看详情](#)

2017-03-29--2017-03-31 第四届国际储能峰会暨中国国际储能技术与应用展览会（ESC）（北京）

●国际储能峰会暨中国国际储能技术与应用展览会（ESC）是杜塞尔多夫展览集团推出的全球储能展览会系列活动之一，聚集了行业领袖、政策制定者、学者等，推动了中国储能产业更好的发展。ESC2016 专业展览会共吸引了来自 12 个国家和地区的 2,186 名专业观众和产业同仁前来观展交流，并给大家创造一个切磋交流和扩展商务网络的良机。

ESC2017 将携手合作单位打造中国最大、最具影响力的展览会；预计 ESC2017 将吸引来自 18 个国家和地区的 6,000 多名专业观众及 120 多位演讲嘉宾汇聚一堂；本届峰会暨展览会的主题是“引领下一代能源系统”。[查看详情](#)

2017-03-29--2017-03-31 2017 中国西安多能互补及智慧能源产业大会（西安）

●本届大会以“推动多能集成优化利用、促进能源产业健康发展、共建绿色生态美好家园”为主题，通过现场展示及会议研讨的方式，促进传统煤炭、石油等常规能源及太阳能、风能、地热能、空气能、生物质能、核能等新能源的有效结合利用，合理保护自然资源，促进生态环境良性循环，有效推进治污减霾，改善民生、提高生产生活质量，增进能源集成互补优化利用水平，促进能源产业健康快速发展。我们相信，本次活动定能为政府、行业、金融界、产业界搭建一个零距离的交流平台。诚邀您届时参展参会！[查看详情](#)

2017-03-29—2017-03-31 2017 年第七届 ACM 信息,环境,能源与应用国际会议 (IEEA 2017)（韩国）

● High quality, original papers are solicited in all areas of Informatics, Environment, Energy and Applications. The final program will be the result of a highly selective review process designed to include the best work of its kind in every category. The conference will be single track to allow attendees an opportunity to experience the best research. The program will include invited talks as well as oral and poster presentations of refereed papers. We sincerely invite you and your colleagues immediately mark this event on your calendar and make your plans to Jeju Island, Korea. [查看详情](#)

免责声明

本报告由第一财经研究院独家制作，本报中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但第一财经研究院对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供能源领域研究人员参考研究之用，不构成投资参考。本报告的版权仅为第一财经研究院所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

联系我们

yangyifang@yicai.com

关注我们

微信号：cbn_research

