

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
第二十二期 2015年12月

目 录

总论	1
曾鸣：能源互联网与新能源电力系统的对接整合是能源转型中的重要问题	1
聚焦“清洁低碳”、“安全储备”、“开放竞争”	2
推进全球能源互联网任重道远	3
李克强：科学编制“十三五”《规划纲要》	4
也曾遭遇煤电过剩，美国电力产业转型是如何做到的？	5
中国明确自主贡献路径	11
中国成为 IEA 联盟国	12
新能源发电期待更加“风光”	13
G20 的纠结：应对气候变化积极 化石燃料补贴难弃	15
未来五年我国能源互联网市场规模或将达 9000 亿美元（含报告全文）	17
“清洁日”搭建中芬合作新平台	34
老在说能源互联网，可你们好像都忽略了什么	35
黑龙江省“互联网+”能源行动计划	37
能源互联网热潮下的几点冷思考	39
关于能源互联网定位问题的思考	40
“能源互联网”即将进入操作阶段	42
IEA：全球能源转型正当时	43
习近平出席气候变化巴黎大会开幕式并发表重要讲话	44
全球可再生能源发电增量中国占 40%	45
热能、动力工程	46
页岩气那些事儿	46
储能技术与电网发展进展&前景	49
巴黎气候大会召开在即 碳排放进程是关键	54
我国将编制五年电力发展规划 严控火电项目建设	55
各国电力企业纷纷抢滩非洲微电网市场	59
霾怨：政策给力 效果无力？	60
地热能	62
日本大分县开发地热资源之道	62
生物质能、环保工程	63
秸秆成元凶 解决秸秆焚烧痼疾 燃料乙醇或是良策	63
太阳能	64
非洲新市场：光伏产业如何掘金？	64
光伏发电为何“碾压”光热风电？	65
盘点：中国光伏激励及补贴政策标准	66
风能	69

英国风电也面临困境.....	69
风电设备及控制国家重点实验室顺利通过验收.....	71
前瞻：2050年风电光伏撑起整个世界？.....	71

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

曾鸣：能源互联网与新能源电力系统的对接整合是能源转型中的重要问题

11月14日，“2015年中国气体清洁能源发展与能源大转型高层论坛”在北京召开。国务院发展研究中心主任李伟，国家能源局副局长张玉清，IEA能源市场负责人 Keisuke Sadamori，中国科学院院士金之钧，浙江大学副校长、英国皇家工程院院士宋永华等出席该会议。

华北电力大学曾鸣教授在会上发表了主旨为《能源互联网与新能源电力系统》的演讲。他指出，能源互联网是对当前整个能源供用体系的颠覆性革命，而新能源电力系统在核心目标、核心技术等方面与能源互联网都具有高度的一致性。

他还建议，当前应从顶层设计、整体规划到具体技术等方面做好能源互联网与新能源电力系统的对接与整合工作，完善和统一相关的标准，做到“标准先行”，从而减少二次升级成本，集中当前有限的资源和时间，通过新能源电力系统与能源互联网的多种技术手段，推动我国能源革命和经济社会的跨越式发展。

----以下为发言摘编----

随着环境污染、气候变化等问题的日益严重，大规模开发利用可再生能源，提高能源利用效率，减少污染排放已经成为当前我国能源革命的核心内容和必然选择。

但是，高渗透率的可再生能源大量接入电力系统，加深了电力系统的双侧不确定性冲击。因此，如何安全高效的利用可再生能源，是当今亟待解决的问题。新能源电力系统和能源互联网概念的提出，为解决上述问题提供了一整套完整的技术路线方案，两者有什么不同，存在什么样的耦合关系，如何将两者的功能进行整合是能源转型中的重要问题。

关于能源转型中的新能源电力系统，新能源电力系统是对电力系统结构、运行方式的根本性变革，使电力系统能够承受供需双侧不确定性的冲击，保证可再生能源的安全高效利用以及系统的安全稳定运行。

新能源电力系统的两大特点

①在电源上，可再生能源电力的比例不断提升。

考虑到风能、太阳能等发电资源的间歇性与随机性问题，以及我国可再生能源资源与负荷集中区“逆向分布”的问题，未来我国的新能源电力系统应该是集中式与分布式相结合、远距离大电网输送与区域微网就地消纳相结合的形式，从而保证系统能够最大限度的利用可再生能源电力。

②在结构上，新能源电力系统是横向多源互补，纵向源-网-荷-储协调。

新能源电力系统利用精确预测技术、新型可再生能源发电设备以及控制技术，实现发电出力的协调可控。新能源电力系统的新型电网结构、先进输配电方式、控制技术使得电网对可再生能源拥有足够的接纳能力。通过先进的需求侧响应技术，能够对用户的终端用电器做到精确计量与控制，最大程度地开发需求侧潜力。

新能源电力系统与能源互联网的三大关联

新能源电力系统和能源互联网虽然在整体布局上有很多的不同，但是在一些核心内容上又有着深刻的关联性，主要表现有以下3点：

①核心目标一致。

两者都是在当前传统能源供应紧张，经济发展与环境保护之间的矛盾越来越突出的背景下应运而生的，提高可再生能源的开发利用效率是两者共同的核心诉求。两者都为可再生能源的安全高效利用提供了一整套技术解决方案。

②技术层面相互交叉。

电力将是能源互联网的核心能源，承担未来能源互联网中各类能源互联互通的纽带与接口作用。因此，未来新能源电力系统将是能源互联网的核心能源系统，新能源电力系统的先进技术也同样将是能源互联网建设中的核心技术。

③能源互联网与新能源电力系统都强调“横向多源互补，纵向源网荷储协调”。

一方面，新能源电力系统和能源互联网都将供需双方信息流与能量流的双向互动作为供需双侧互动的基础。需求侧资源将成为维持能源供需平衡的有效调控手段，需求侧响应将借助新能源电力系统与能源互联网的技术平台得到更好的开展。

另一方面，新能源电力系统强调的供应侧多源互补与能源互联网的多种能源互联互通具有本质上的一致性。两者的根本目的都是利用广域内不同类型能源电力的互补特性来保证供需的实时平衡，减小可再生能源电力不确定性对电力系统以及能源系统的冲击。

新能源电力系统与能源互联网的四点差异

①能源互联网不仅包含新型电力系统，还涵盖各类一次能源网络以及公路、铁路等交通运输网。

新能源电力系统是能源互联网的核心和纽带，是解决各类型一次能源互联互通的有效途径；而能源互联网是各类型能源网络的高度整合，是要实现更为广泛意义上的“横向多源互补，纵向源网荷储协调”。

②能源互联网更强调对分布式可再生能源的利用。

能源互联网要求充分开发广域内分布式电源的时空互补特性、分布式储能以及可控负荷的系统调节潜力，实现上述设备的“即插即发、即插即储、即插即用”。

③能源互联网强调参与主体的无差别对等互联与能源共享。

能源互联网的核心价值观是互联共享，能量流与信息流自由流动，具有高度的开放特性。对等互联和能源共享也意味着能源市场的开放，市场准入门槛降低，参与主体丰富，系统也将拥有更多的可控资源维持动态的供需平衡。

④能源互联网对能源体系的影响更为深远。

能源互联网是要通过能源技术革命推动能源生产、消费、体制变革和能源结构的调整，通过广义的“源-网-荷-储”协调互动达到最大限度消纳利用可再生能源以及资源优化配置的目的，从而推动整个能源产业以及经济社会的链式变革。

结语

总而言之，能源互联网是对当前整个能源供用体系的颠覆性革命，而新能源电力系统在核心目标、核心技术等方面与能源互联网都具有高度的一致性。

当前，应从顶层设计、整体规划到具体技术等方面做好能源互联网与新能源电力系统的对接与整合工作，完善和统一相关的标准，做到“标准先行”，从而减少二次升级成本，集中当前有限的资源和时间，通过新能源电力系统与能源互联网的多种技术手段，推动我国能源革命和经济社会的跨越式发展。

曾鸣 中国能源报 2015-11-16

聚焦“清洁低碳”、“安全储备”、“开放竞争”

11月3日，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》发布。面向“十三五”时期的经济社会发展，“清洁低碳”、“能源安全储备”、“开放竞争”等正在成为能源领域未来五年发展的亮点。

绿色发展 低碳为重

纵观《建议》，“碳”字共出现了12次。“低碳”成为绿色发展的高频词汇。在坚持绿色发展理念中，《建议》指出，推动低碳循环发展。推进能源革命，加快能源技术创新，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系。同时强调，要主动控制碳排放，实施近零碳排放区示范工程。

国务院参事、原国家发改委能源局局长徐锭明认为,“低碳”、“近零碳排放”对能源领域的发展提出了更高的要求,也将成为“十三五”期间能源发展的关键词。“相对于硫、硝、粉尘等而言,碳排放的降低和‘近零’难度更大,此前能源行业中许多‘近零排放’都是将碳指标排除在外的。”徐锭明说。

中国电力企业联合会秘书长王志轩也表示,“目前,除尘、脱硫、脱硝已取得显著成绩,常规污染的控制已经不是电力行业的主要矛盾;‘十三五’期间,低碳发展将成为电力行业主要目标。”

徐锭明表示,在绿色、低碳的发展方向下,能源行业即将迎来“后煤炭时代”。针对“本世纪内将全球升温控制在 2℃ 以内,将二氧化碳排放浓度控制在 450ppm 以内”的目标,“目前世界范围内煤炭消耗总量已经超过了目标值的三分之二,未来人类可以消耗的煤炭量将越来越少。”徐锭明说,“清洁技术将成为低碳发展的关键环节,而循环利用则会成为低碳发展的有效方法。”

此外,针对《建议》中提出的“划定生态空间保护红线”,徐锭明认为,所谓“红线”,包含资源消耗上限、环境保护底限、生态功能极限三个层面,“为了守住‘红线’,化石能源的使用比重必须进一步降低。”

能源储备完善重在法律法规

在创新发展层面,《建议》指出,要拓展基础设施建设空间。完善能源安全储备制度。

厦门大学中国能源经济研究中心主任林伯强表示,能源安全储备在我国早已存在。但一直以来,我国能源行业的发展多是“以满足需求为重点”。随着现阶段我国经济发展进入新常态,对满足需求的迫切程度有所下降,安全储备的重要性日渐上升。另一方面,在供给侧,目前在国际范围内能源价格普遍处于相对低位,这也为完善能源安全储备制度提供了良好契机。

林伯强认为,随着未来能源储备量级的增长,相关法律法规的建立健全将成为完善能源安全储备制度中的重点。

下游环节成能源价改突破口

10月15日,中共中央国务院印发了《关于推进价格机制改革的若干意见》,能源领域的价格改革成为关注焦点。在此次《建议》中,能源价改同样成为创新发展的重要内容。

《建议》指出,要创新和完善宏观调控方式。减少政府对价格形成的干预,全面放开竞争性领域商品和服务价格,放开电力、石油、天然气、交通运输等领域竞争性环节价格。

徐锭明认为,《建议》延续了十八届三中全会中“发挥市场在资源配置中的决定性作用”和“还原能源商品属性”的思路,在能源领域进一步推进创新步伐。

在实施层面,林伯强指出,体制改革是价格改革的支撑,两者需要沿着“管住中间,放开两头”的基本思路协同推进。“《建议》中提到有序开放开采权,积极开发天然气、煤层气、页岩气;改革能源体制,形成有效竞争的市场机制。这正是‘放开两头’的具体体现。”林伯强认为,相对于上游环节,下游改革的风险和门槛都较低,“售电侧、加油站、加气站等环节未来可能会成为最先改革的突破口。”

姚金楠 中国能源报 2015-11-16

推进全球能源互联网任重道远

在日前由中国产业海外发展协会和国家电网公司联合举办、国网能源研究院承办的全球能源互联网论坛上,来自业界的多位专家认为,全球能源互联网的构想宏伟而富有远见,未来发展空间巨大,但由于涉及 100 多个国家,受体制机制和技术融通等诸多因素制约,要实现全球能源互联任重道远。

全球行业整合面临最大问题是机制各不相同。与会嘉宾一致认为,国家电网公司董事长刘振亚全力倡导的全球能源互联网构想对构建国际能源合作新格局有着宏大的引领作用,但目前全球行业整合面临最大的问题是机制问题。

所谓全球能源互联网,是以特高压电网为骨干网架、以输送清洁能源为主导、全球互联的智能电网,是服务范围广、配置能力强、安全可靠、绿色低碳的全球能源配置平台。通过远距离、大容量、高效率传输,使世界用能区域分享全球清洁能源带来的好处,使世界能源资源富集的区域分享清洁

能源资源优势转化为经济优势的好处。

华北电力大学能源与电力经济研究咨询中心主任曾鸣认为,全球能源互联网建设应包括三个阶段,第一阶段是国内互联。从现在开始到 2020 年,要初步完成全国能源联网,考虑各种能源及其相应的传输方式、各种用能负荷、各种储能方式的协调优化,实施领域侧重于国内或区域内。第二阶段是到 2030 年,构建国际区域内的能源互联。通过与周边国家特别是“一带一路”沿线国家,建立能源互联体系,实现国家之间清洁能源的互联互通、优化配置。第三阶段到 2050 年则是全球能源互联网。主要是二次能源的电能生产、传输、存储和使用的协调优化,将能源互联网的概念推广到全球。

据国网能源研究院院长张运洲介绍,预计到 2050 年,全球一次能源需求将达到 300 亿吨标准煤,其中清洁能源占比有望达到 80%,主要转化为电力使用。未来全球发电量的比例是,太阳能发电占 35%,风电占 31%,水电占 41%,其他为常规化石能源发电。发电方式上,集中式的可再生能源发电量占总发电量的 71%左右,分布式发电量约占 15%左右,其他为化石能源发电、核电和海洋能发电。

曾鸣认为,清洁能源与能源消费都存在着逆向分布的特征,因此要实现全球清洁能源的大规模开发利用,必须解决清洁能源电力在全球范围内优化配置的难题,将智能数字技术和跨区域输电技术结合起来,针对世界能源分布特点、用能情况以及社会经济条件,建立全球能源互联网络体系。

中国产业海外发展协会研究规划部主任张世国说,目前全球行业整合面临最大的问题是机制问题,100 多个国家,几千种机制,怎么对接,人怎么交流,电网体系怎么沟通,规则、标准、技术怎么融通,难度很大。全球整合资源和规则之间有很多问题亟待解决,输配电技术概念落地操作空间虽然很大,但操作手段有待商榷。

“一带一路”战略带动跨国能源合作。据张运洲介绍,全球能源互联网构建,将遵循“先近后远”、“先易后难”的原则,充分考虑地区的跨国联网需求及技术经济条件。在近中期,将积极推进陆上与周边国家的联网,沿“丝绸之路经济带”西向延伸,逐步实现亚洲-欧洲-非洲的电网互联。未来十年间,将建设与俄罗斯、蒙古、中亚五国、巴基斯坦等邻国的联网工程,建设亚欧洲际输电,实现“丝绸之路经济带”能源电力基础设施互联互通的向西延伸。

张世国表示,从电力角度讲,我们与这些国家的合作潜力非常大。无论是水电开发还是新能源,风电、太阳能建设能力我们都是比较强的,相对优势也是比较突出的,可以跟他们形成一个对接。

曾鸣建议,中国与合作国家的经贸及能源合作应与“一带一路”整体路线相协调和配合,形成双边、多边合作机制。唯有在符合战略整体利益的前提下,才能更加有效地实现最大化利益。

张世国强调,由于亚非欧、拉美洲等资源分布不均衡,互联网技术在能量传输方面也面临整合,需要技术专家、资本投资者、产业投资者、政府部门、行业、商协会共同努力。(郎婧婧)

经济参考报 2015-11-16

李克强：科学编制“十三五”《规划纲要》

11 月 17 日,中共中央政治局常委、国务院总理李克强主持召开“十三五”《规划纲要》编制工作会议并作重要讲话。

中共中央政治局常委、国务院副总理张高丽出席。

会上,国家发展改革委就《规划纲要》编制作了汇报。与会同志进行了讨论。李克强说,未来五年是我国全面建成小康社会的决胜阶段,也是实现升级发展的关键时期,我们面临着不同以往的国内外环境,一方面仍处于可以大有作为的战略机遇期,拥有较大的回旋余地;另一方面,世界经济复苏乏力、地缘政治和国际经贸格局变化使我国发展的外部环境更加错综复杂。国内经济在体量不断增大的高基数情况下,实现平稳运行并统筹好与转型、就业等的难度加大。走好夺取全面建成小康社会最后胜利的关键一步,我们就能基本跨越“中等收入陷阱”,把建设现代化国家的宏伟事业推向新高度。为此,按照党的十八届五中全会精神,编制好一个战略性、针对性、操作性都很强的“十三五”《规划纲要》至关重要,这有利于坚定发展信心,焕发奋斗激情,通过扎实努力把全面建成小

康社会的美好愿景变成现实。

李克强强调,《规划纲要》必须突出新的发展理念。围绕贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的理念推出一系列重大政策举措,在增动力、促平衡、可持续、拓空间、更包容上下功夫。以灵活有效的宏观调控创新举措应对经济波动,加快新旧动能转换和平滑接续,更大释放有效需求潜力,培育国际竞争合作新优势,保持经济中高速增长。紧扣调结构、转方式,实施创新驱动发展战略,推动大众创业、万众创新,在供给侧和需求侧两端发力促进产业迈向中高端,围绕新型城镇化和区域均衡发展打造新的增长极,形成绿色低碳的新增长点,实现提质增效、生态良好的发展。要继续做好基本民生保障,稳步提高基本公共服务均等化水平,在不断增加收入基础上调整收入分配机制,促进社会公平。尤其要打赢脱贫攻坚战,把发展成效体现在人民福祉上。

李克强说,《规划纲要》必须贯穿改革的精神。通过实实在在的重大改革举措破除阻碍发展、妨碍公平的弊端。按照进一步厘清政府和市场边界的要求,去除各种对市场主体不合理限制,在推动“双创”中最大限度释放市场活力,解放和发展社会生产力。要加快完善产权保护和交易、现代财政、要素市场、价格形成、金融服务等制度体系,建设公平竞争市场环境,充分发挥市场在资源配置中的决定性作用和更好发挥政府作用,提高资源配置效率,以不断释放的改革红利增进发展效能。

李克强指出,《规划纲要》必须聚焦发展重点、明确有效抓手。通过实施一批重大工程和重大项目,抢占事关国家竞争力的战略制高点,提供更优质、更多样的公共产品和服务。要围绕增强国家综合实力,在科技前沿、信息强国、高端装备、战略性新兴产业发展等方面建设一批重大工程。要着眼提升基础支撑能力,在交通设施、新型城镇化、现代农业、能源开发、网络提速、生态环境治理等方面实施一批重大项目。要立足加强社会建设,在教育发展、促进就业、健康中国、文化建设等方面推出一批重大举措。要做好统筹兼顾,并与相关专项规划紧密衔接,推动经济社会发展补上短板、突破瓶颈。

李克强说,《规划纲要》必须注重调动中央和地方两个积极性,一方面地方规划要体现国家战略,另一方面国家规划也要对有条件的地方围绕发展优化结构和布局、开展各类探索与试点给予支持。要开门编规划,用好互联网、大数据等技术平台,广泛听取各方意见。要应群众所盼、解群众所忧,多出群众能直接受益的干货实招,真正做到聚众智编规划、汇众力建小康。使“十三五”规划成为推动科学发展、催人奋进的行动纲领。

刘延东、马凯、杨晶、常万全、王勇参加会议。

中国政府网 2015-11-18

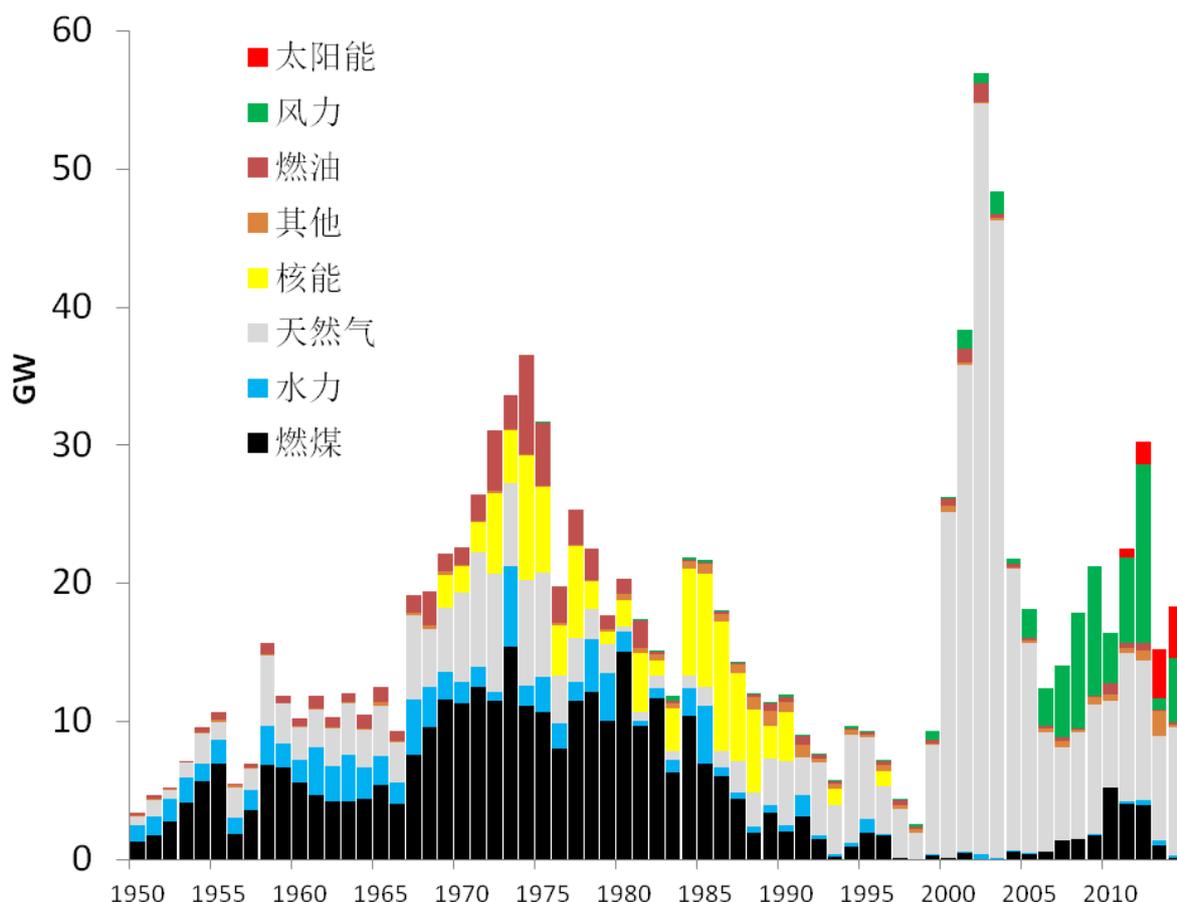
也曾遭遇煤电过剩, 美国电力产业转型是如何做到的?

【导读】在电力供应紧张时进行电力体制改革的风险较高,而在电力供应过剩时,则是推动改革的好时机。美国在1970年代末期发电产能严重过剩,电价却不断上涨,因此成为美国联邦政府推动电力事业管制政策改革的好时机,希望借由改革开放、引进竞争,以提高电力产业的经营效率。在这段期间,影响最深远的电力体制改革就是1978年的公共事业管制政策法(PublicUtilityRegulatoryPoliciesAct)。

大约在1985年之后,美国的电力产业发生了结构性的大转变,这场变革,奠定了美国后来能源体系朝向低碳发展的基础。以下介绍这场电力产业结构的拐点,以及在此一时期启动的电力体制改革,并讨论中国投资者与政策制定者可以从这段美国的历史经验得到的启示。

文/杨启仁(现任职于美国杜克大学、国际能源与环境政策专家)

电力结构的拐点

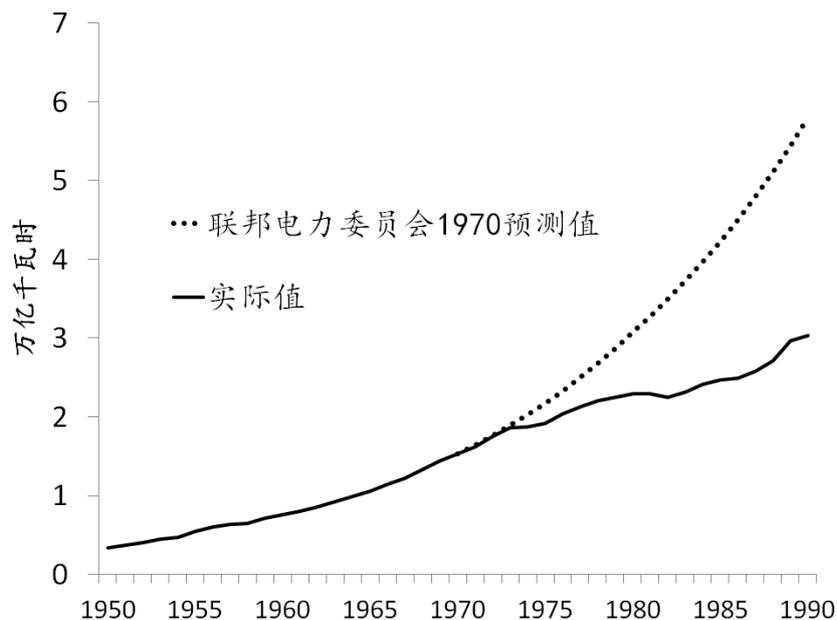


图一 美国历年新增电力装机容量（依能源种类区分）

图一所示，在 1985 年以前美国每年新增的发电机组容量中，一直都是以燃煤的火电机组站为主力。但是在 1985 年以后，美国燃煤发电的发展急剧萎缩，从此以后几乎一蹶不振。而天然气发电开始崛起，到了 2000 年之后，天然气发电在新增的发电装机容量里占据了压倒性的多数，而 2005 年以后风力发电开始迅速成长，开始成为主流的发电技术之一。2011 年开始，太阳能发电开始出现显著性的成长。燃煤发电虽然在 2007 年到 2013 年间有小幅度的复苏，但是在也无法回到 1985 年以前的那样的市场份额。

我们可以非常清楚的看出这个大拐点。但在当美国的产业界、学术界、还是政府部门，没人预料到美国电力业发展会出现如此的一个大转弯。从第二次世界大战结束后，到 1973 年第一次石油危机发生之前，国际原油实质（经通货膨胀调整）价格大致保持长期稳定下跌的趋势，许多原本使用煤炭的产业逐渐改用石油，造成煤炭价格也随之不断下跌，煤炭产业全面萧条，虽然美国政府推动了许多煤炭业纾困方案，但是都无法扭转煤炭业的颓势。在能源价格长期低迷超过二十年的期间，美国经济持续高速增长，美国的电力需求成长率都是保持在每年大约 7% 左右的成长率。

1970 年美国联邦电力委员会（Federal Power Commission）进行了一场全国电力普查并做出了电力需求成长预测：美国全国电力需求将在 1980 年达到 3.08 万亿千瓦小时，并且到 1990 年将达到 5.8 万亿千瓦小时。这个由美国全国专家学者共同讨论决议做出的预测值，现在经由与历史资料比对，可以看出当时对 1980 年的电力需求高估了 35%，而对 1990 年的电力需求则高估了 91%（图二）。



图二 美国联邦电力委员会 1970 年所作长期电力需求预测与实际值比较

图二可以看出美国能源需求的成长：从 1950 年到 1974 年左右大约符合一个完美的成长曲线，然而在大约 1974 到 1975 年附近出现了一个小小的拐弯。美国的能源产业界，因为当时忽略了这个小小的拐点，持续按照先前错误的成长曲线预测值进行投资规划，结果造成整个发电业都出现严重的产能过剩，甚至到了濒临崩溃的程度。从 1974 年开始，许多原本兴建中或规划中的核电机组与燃煤发电机组都因电力需求不足而陆续取消（表一）。

年度	核电机组	燃煤机组
1974	9	19
1975	13	3
1976	1	8
1977	10	na
1978	13	2
1979	6	4
1980	15	2
1981	9	6
1982	18	na

表一 取消的核电与燃煤发电机组数

从二十世纪初一直到 1970 年代以前长达 70 年的期间里，美国的发电成本大致呈现缓步下降的趋势，当时美国还没有进行电力市场化改革，由于电力的供应具有自然垄断的性质，美国各州政府都设有公共事业委员会来对当地的电价进行管制，一般都是根据成本加成法来规范电价。在 1970 年代之前，发电成本逐步下降，所以不管是政府、电力公司、消费者都是皆大欢喜。每隔几年电力公司会因为获利超过法律规定的上限，而向政府提出调降电价的申请，政府当然欣然同意，而消费者也乐意接受越来越便宜的电价。

1973 年中东的阿拉伯国家对美国实施石油禁运，国际原油价格大涨，美国的电力公司跟投资业界普遍认为油价上涨会加强煤炭与核能的竞争力，使得许多原本使用石油作为能源的产业转向用电，因此加速规划兴建更多的发电厂。结果事与愿违，石油危机造成全球经济萧条，美国更是首当其冲，而经济成长减速造成用电需求成长也减速。新建了许多的电厂，却没有足够的电力需求来使用这些电厂生产的电能。

由于新建电厂需要大量的资金投入，不论完工后的电厂产能可不可以有效运用，这些为了建厂所借的贷款利息都还是要付，本金也要在一定期限内归还。于是随着过剩产能越来越多，电力公司的财务负担就越来越沉重。过剩产能造成电力公司成本提高，于是电力公司向州政府申请提高电价，但是政府的公共事业委员会有时却认为这样的成本上升是因为电力公司的错误规划所造成，所以不同意把这些过剩产能的投资纳入成本转嫁给消费者。在上个世纪 70 年代，美国大约有 40% 的电价上涨申请被政府否决。成本上升，政府却不准涨价，于是有不少电力公司开始出现财务危机，甚至到达必须进行破产重组的严重程度。

这场美国发电业的泡沫化历史，对于美国电力产业的投资逻辑也造成重大的冲击：在发电业泡沫化之后，电力公司在电力需求成长前景不明的新常态下，如果贸然投资兴建大型电站，而建成之后因为需求不足而使产能无法充分利用，反而会造成沉重的财务负担。

天然气发电厂因为资金需求低、建厂周期短，虽然燃料成本较高，但是由于产能可以充分利用，反而比产能无法充分利用的大型燃煤电站或核电站更具有竞争力。因此在本世纪初期，即使是在天然气价格高涨的时候，美国的发电业仍然宁愿建设天然气发电。而风电的大发展也跟此有关，因为风力发电机可以很有弹性的逐步增加装机数量，而不像燃煤发电与核电厂一次就必须建设至少 600MW 甚至 1GW 的发电容量。在电力需求成长前景不明的新常态下，大型电站因为资金需求过高而且建厂周期过长，使得投资者财务运作无法灵活调度，因而丧失竞争力。

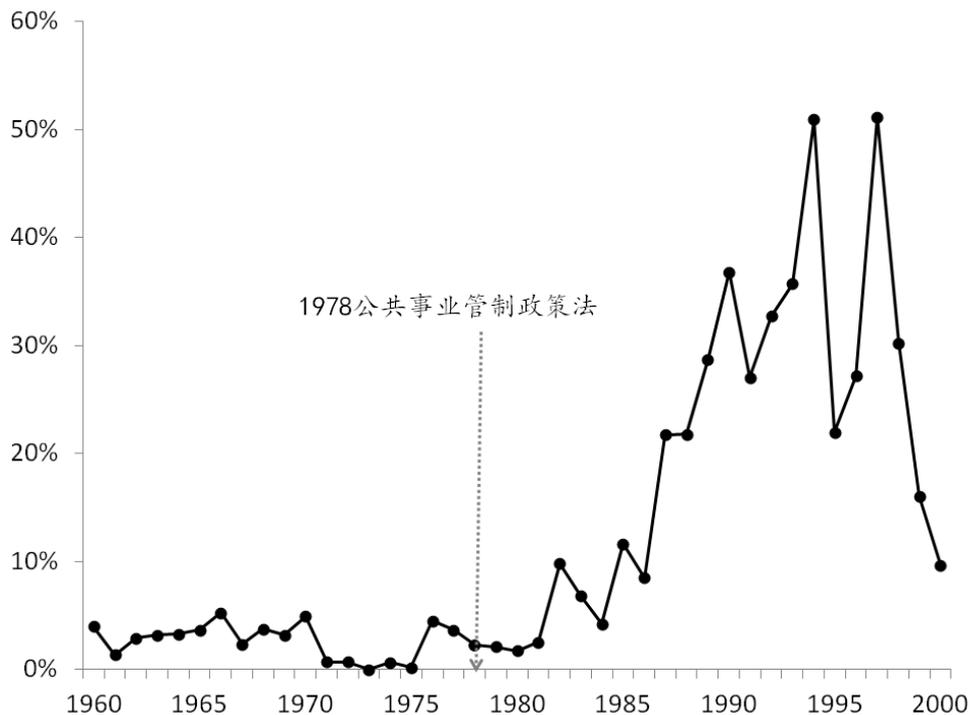
由于电力供应业具有自然垄断的特质，使得这个行业不容易借由市场机制中的竞争与淘汰来提升效率。而电力供应与民生息息相关，所以各国政府在考虑对电力行业的管制与改革时也必须格外谨慎，以免造成电价暴涨或是大规模停电等意外结果。

电力体制的拐点

1978 年公用事业管制政策法：

美国 1978 年公共事业管制政策法的重点在于开放上游发电业的竞争，主要作法是强制要求公共事业电力公司必须向使用废热发电和可再生能源技术发电的合格电厂（qualified facility）购买电力，而且购买价要反应公共事业使用自有电厂提供电力时的可避免成本（avoided cost）。

1978 年公共事业管制政策法强制要求具有垄断地位的公共事业电力公司向非公用事业发电业者（non-utility power generator）以公平的价格购电来减少工业中的能源浪费，因此可以有效提高整个经济体的能源利用效率。这个法案的通过，促成了美国许多原本不能从事发电业务的产业开始积极投资利用废热与废蒸气进行热电联产，因此热电联产产业从此蓬勃发展，到了 1990 年代中期，每年新增的电力装机容量中，有大约三分之一都是热电联产的机组（图三）。



图三 美国历年热电联产装机容量占全年电力装机容量比例

1978年公共事业管制政策法的另一个效果是促成了小型分布式可再生能源的产业化。加州、纽约、新英格兰地区各州等地的州政府更进一步将环境因素纳入电力供应成本的计算之中，而促使小型的可再生能源发电业者可以在电力产业中逐渐占有一席之地。

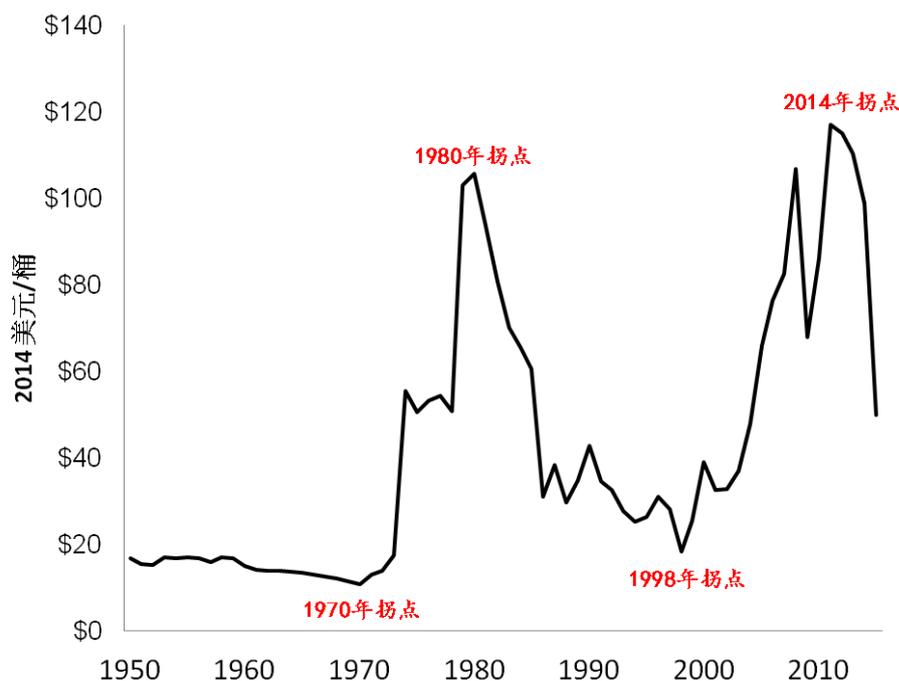
从政治层面来说，1978年公共事业管制政策法还造成了独立发电业者（independent power generator）的兴起，并逐渐形成一个可以与垄断性公共事业相抗衡的政治利益集团。这个新的政治利益团体的崛起，使得垄断性公共事业不再能挟持电力体制改革的进程，而为美国在1990年代继续推动电力市场化改革奠定了政治基础。

对中国的启示

美国电力产业与电力体制的转型经验对当今中国有以下几点启示：

对能源投资者的启示：

从长期历史趋势来看，世界能源价格大致呈现周期性起伏（图四），1970年以前世界实质（依物价指数调整后）油价大致呈现缓慢下降的趋势，1970年是一个拐点，之后10年间油价快速上涨，1980年是另一个拐点，之后18年间油价大至持续下跌走势，1998年又是一个拐点，之后上升期持续了16年。从目前的种种趋势来看，2014年很可能又是一个世界能源价格的大拐点。从历史经验上来看，每一个上升或下降期，大约都长达十年以上。



图四 国际原油价格长期走势

大型电厂或是大型煤化工项目这类规划周期较长，且需要巨大的资金投入的项目，在全球能源大局势发生逆转时，投资者的反应速度对于公司的命运有关键性的影响。从开始规划项目就必须支出相关的费用，一旦开工建厂，费用开支更会快速累积。十年内可能不具经济效益的过剩产能越早取消，损失就越小。

对于长达十年以上的产业规划，必须把技术发展的世代交替考虑进去。

在 1980 年以前，燃气涡轮发电机的技术还未成熟，当时燃煤发电是最主流的发电技术。1980 年到 1998 年发电业长期萧条，各式发电技术的新装机容量都很少，主要的发展方向在于利用废热回收做热电联产。这种小型热电联产的发电机组大多数采用天然气为辅助燃料。到了 1998 年以后，美国发电业开始复苏，但是燃煤发电却没有复苏，因为此时燃气发电技术已经成熟，燃煤发电已不再具有竞争力。直到 2008 年到 2012 年间，燃煤发电才有小幅度的复苏，但成长幅度仍然远远比不上燃气发电与风力发电（图一）。从 2005 年开始，风力发电出现爆发性的成长，随着风力发电成本在数十年间逐渐下降的结果，近年来风力发电的平均成本已经普遍低于燃煤发电。而且风电相对于煤电的成本优势预期在未来还将持续扩大。

近年来开始出现的另一个能源技术重大变革是光伏发电的规模化发展，以及光伏发电成本的急速下降。预期在未来十年之内光伏发电的成本很有可能也会对于燃煤。

在全球朝向低碳发展的大趋势下，煤炭产业的长期逐步减产委缩是必然的趋势。然而既有的煤炭产业与利益团体一定不愿意接受这样长期衰退的命运。如果投资者盲目把资金投向夕阳产业，只会让自己骑虎难下，在亏损之中越陷越深。

中国的风力发电近年来也呈现爆发性的成长，而且发电成本也极具竞争力。而中国近年来积极建设抽水蓄能电站，预计在 2018 年中国就会超越日本成为全世界抽水蓄能装机容量最大的国家，而规划中到 2025 年中国全国抽水蓄能装机容量将达到约一亿千瓦。届时可再生能源电力储存与调峰问题可以得到有效的解决。一旦可再生能源兼具了成本与环保优势，又解决了储存与调峰问题，其在总发电量中的比例将可无限制的提升。此外中国的核电发展也在逐步扩大规模，由于核电站与燃煤电站在电力系统中都属于基载电源，彼此具有高度的替代性，核电的发展也必然将挤压燃煤发电的生存空间。由各方面的趋势综合判断，目前还在规划中的燃煤电站，若是继续投入建设，未来完工

后的面临的处境也许是持续亏损直到淘汰。

对政策制定者的启示

诺贝尔经济学奖得主乔治·斯蒂格勒（George Stigler）提出了规制俘虏理论（regulatory capture），指出政府某一机构所主管的产业中如果存在着具有垄断性的利益团体，那么这个政府的管制机构就很容易被这个利益团体所「俘虏」而制定出有利于特定利益团体，却不利于全民福祉的政策。中国电力体制改革已经很明显的出现了规制俘虏的情形。

美国 1978 年公共事业管制政策法，利用了当时的改革时机，借由立法强制开放市场，不但因此提升国家整体的能源效率，催生新科技与新产业，也借此发展出可与垄断行业相抗衡的新利益团体，使得后续的电力体制改革得以循序推进。中国的政策制定者可以参考美国的经验，以政治决策强制开放市场来打破垄断，再借助市场开放发展出来的新兴产业作为进一步改革开放的动力，循序渐进完成电力体制的市场化改革。

此外，美国政府曾耗费巨资推动振兴煤炭产业的示范项目，结果都是徒劳无功。中国政府在实施限煤政策时，应该要配合的是辅导煤炭产业逐渐缩小产能，而在原本产煤地区的规划转向发展非煤产业，而不是试图延长煤炭产业链，把单一的夕阳产业延伸成为一长串的夕阳产业链。

煤化工的主要产品，不管是煤制油、煤制气、煤制甲醇、煤制烯烃，受限于国际油气价格低迷的大环境，未来长期都将处于供给过剩、价格低迷的局面。由于煤化工的制程复杂而且污染难以处理，与相同产品与产量的天然气化工与石油化工相比，煤化工的建厂资金往往要高出数倍。因此，借着高额资金投注来延长煤炭产业链，结果只会扩大亏损。与其把资金投入产能已经过剩的煤炭相关产业，还不如用来转型发展其他的产业。美国的煤制油气示范项目的发展历史，可以说就是一部政府浪费的历史，中国的政策制定者应该吸取美国的教训，避免重蹈覆辙。

杨启仁 中国能源报 2015-11-19

中国明确自主贡献路径

“‘十二五’中国非化石能源占能源消费的比重达到 11.2%，比 2005 年提高了 4.4 个百分点。‘十二五’规划要求达到 11.4%，完成目标没有问题。我国低碳省市、园区、社区的试点工作正有序开展，7 个碳排放交易试点也全部实现了上线交易，适应气候变化的能力逐步加强。”11 月 19 日，在《中国应对气候变化的政策与行动 2015 年度报告》发布会上，中国气候变化事务特别代表解振华用这样一组数字阐释了中国为应对气候变化做出的努力和贡献。

《报告》明确指出了中国对巴黎气候大会的基本立场和主张。中方愿意按照“共同但有区别的责任”原则、公平原则和各自能力原则，与各方一道积极建设性推动谈判进程，确保 2015 年巴黎会议如期达成协议，构建公平合理的国际气候制度。

《报告》强调，2015 年协议应坚持以《联合国气候变化框架公约》及其《京都议定书》为基础，全面遵循《公约》的原则、规定和架构，尊重发达国家和发展中国家在历史责任、国情、发展阶段和能力上的区别，统筹处理好减缓、适应、资金、技术、能力建设和透明度等各项要素，加强《公约》在 2020 年后的全面、有效和持续实施。发达国家应认真兑现 2020 年前减排及提供资金和技术支持的承诺，并在 2020 年后继续为发展中国家提供支持，为巴黎会议取得成功奠定互信基础。中方全力支持东道国法国办好巴黎会议。

关于本次巴黎会议的成果，解振华也表达了中国的期待。据解振华介绍，目前已有 160 个国家向《公约》秘书处提交了各国的自主贡献方案，随后应该会有更多的国家参与提交。世界各国正在为应对全球气候变化采取行动。

同时，中国期待巴黎会议的成果能够坚持、遵循和落实《公约》基本原则，在全球范围加强行动动力。“我们希望能够达成一个有力度、有雄心，而且是有法律约束力的巴黎协议。但是我们认为应该遵循《公约》的基本原则，在《公约》框架下开展谈判，最后达成这个结果。在应对气候变化行动

当中，应该充分体现公平原则、共同但有区别的责任原则、各自能力原则，考虑到各国国情。各个国家应该按照这个基本的原则最后达成共识，这是我们非常重要的一个关切。”

解振华指出，协议的达成必须建立政治上的互信，“过去谈判和公约、议定书已经取得的共识，各个国家应该认真落实。各国已经作出的承诺必须兑现，这是建立政治互信非常重要的基础和表现。”

针对我国已提交的自主贡献文件中关于 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值的目标，解振华强调，通过节能手段提高能效、调整能源结构和增加森林碳汇将是主要的实践路径。

世界银行公布的数据显示，近 20 年来，中国累计节能量占全球的 52%。“十一五”、“十二五”期间，我国采取的节能降耗减排措施收效明显。尽管如此，目前我国的能耗水平仍是世界平均能耗的 1.9 倍左右，与其它先进国家相比仍有较大差距。可见，在节能和提高能效方面，我国依旧存在很大的发展空间。

在能源结构调整方面，解振华指出，为应对气候变化，中国已经通过鼓励可再生能源发展做出自己的贡献。“近 5 年来，全球可再生能源的总装机容量中，中国占据了 25%；在 2013 年、2014 年的增量当中，中国占了 37% 和 40%。由于中国可再生能源发展规模大，也降低了全球风电、光伏发电的成本，按照国际能源署公布的数据，大体上降低了 50%。”另一方面，当前我国非化石能源占能源消费的比重为 11.2%，按照规划预期，“十二五”末这一比重应达到 11.4%，计划到 2020 年和 2030 年分别达到 15% 和 20% 左右。

此外，增加森林碳汇，大量植树造林，增加森林养护，提高养护水平，也将成为吸收二氧化碳的有效路径。

对于受到普遍关注的资金和技术问题，解振华表示，“按照历史责任、各国的发展阶段和能力，《公约》要求发达国家要向发展中国家提供资金支持，2020 年之前要实现每年 1000 亿美元，现在距离这个目标还有相当大的差距，这个必须落实。”就自身而言，目前中国已经建立了气候变化南南合作基金，过去 3 年共出资 4.1 亿元人民币，为 20 多个发展中国家提供了节能、提高能效、新能源方面的支持。同时，为 120 多个发展中国家的 1000 多名官员和技术人员开展了相关培训。“应该说，中国在资金问题上尽己所能帮助发展中国家，但这和发达国家提供资金支持的责任和义务性质是不同的。”

姚金楠 中国能源报 2015-11-23

中国成为 IEA 联盟国

国际能源署（IEA）部长级会议 11 月 18 日在法国巴黎召开，中国正式成为国际能源署联盟国（Association countries）。期间，国家能源局局长努尔·白克力和国际能源署署长法提赫·比罗尔举行双边会谈，双方签署了《中国国家能源局与国际能源署的联合声明》，明确了 2016-2017 年度国家能源局、国家科技部、国家统计局与 IEA 的合作计划及项目。双方还表示，将探讨建立国际能源署—中国能源合作中心的可行性。据了解，该中心将成为双方未来进一步深化和扩大合作、推进互惠互利关系的一种制度性纽带。双方同意授权工作层尽快启动协商进程，以推动后续的事务性讨论。

IEA 在 1973-1974 年石油危机期间成立，其初始作用是负责协调应对石油供应紧急情况的措施。随着能源市场的变迁，IEA 的使命也随之改变并扩大，纳入了基于提高能源安全、经济发展和环境保护“3 个 E”的均衡能源决策概念。IEA 当前的工作重点是研究应对气候变化的政策、能源市场改革、能源技术合作和与世界其它地区，特别是主要能源消费和生产国，如中国、印度、俄罗斯和欧佩克国家展开合作。

今年 9 月初，在法提赫·比罗尔新上任之际，路透社撰文称，IEA 成立的初衷本是为石油消费国代言，保护欧美国家利益对抗欧佩克组织。然而，如今形势逆转，IEA 的重要成员国之一美国，已经成为了能源生产国，并逐渐跻身全球市场的主导力量之列；而诸如中国、印度等如今的能源消费大国，却还不是 IEA 成员国。这一现状导致 IEA 的权威性大大下降，其对全球能源市场的预估判断也

有待完善。

在全球能源格局发生变化的大背景下，IEA 也正在进行调整。此次部长会议期间，比罗尔提出了推动 IEA 现代化进程、增强 IEA 包容性的愿景，受到与会者的欢迎。他表示，IEA 的现代化进程需要三个主要支柱支撑。首先是要向新兴经济体敞开大门。其次，比罗尔建议拓宽能源安全的核心任务，一方面要考虑到全球石油市场的持续发展；另一方面，也要考虑到液化天然气（LNG）在全球能源贸易中的地位正日渐上升。另外，他提出，IEA 要转型成为全球清洁能源技术和能源效率的中心。

据国家发改委国际气候战略中心主任李俊峰介绍，目前 IEA 是在经合组织(OECD)框架下协调发达国家能源问题的国家组织，成员有 29 个，主要来自于 OECD 成员国。“联盟国是一个很松散的联系机制，比如，国家可再生能源机构把全球性、区域性和大国的可再生能源行业作为其联盟国。IEA 把中国作为其联盟国是为了解决中国等大国不是其成员国，但能参加其活动的问题。”

“中国与 IEA 的互动，已经开始了很长时间。从 2008 年起，国家能源局每年会派遣一名官员到 IEA 工作一段时间，但是了解有限，有的会议也无法参加。此次成为联盟国，只是意味着双方互动程度的提升，还不能算作准成员国。”北京大学国际关系学院查道炯教授表示，“此次，双方关系之所以取得进展，主要有两个原因，第一，本届 IEA 署长的任命，较以往的政治色彩要淡；第二，我国也在改变自己的态度。例如，今年 5 月份，中国签署了新的《国际能源宪章宣言》。”

据厦门大学中国能源经济研究中心主任林伯强介绍，我国目前是世界第一大能源生产国和消费国，IEA 非常需要加强与中国的合作。“例如，IEA 会定期发布能源发展相关报告，加强与中国的合作，可以为报告提供更多相关数据，这利于其在业内认可度的提高。”

国务院参事室特约研究员徐晓东则认为，原则上，中国要扩大开放，就需要与国际上多边组织加强联系。同时，能源是重要的基础性资源，扩大合作对双方、对中国推动“一带一路”战略无疑会有帮助。

“但需要提醒的是，中国与 IEA 之间，有两个核心问题还没有找到答案，一是 IEA 能为中国做些什么，二是中国能为 IEA 做些什么。并且，这一问题还将持续存在。”查道炯说，IEA 是一个市场跟踪分析机制，类似于商会，当企业有产品供给或对其他产品有需求时，可以到商会了解一些市场信息。“IEA 只是一个市场信息跟踪分析的基础平台，此次合作的意义，不应过分拔高。”

（本报记者钟银燕对本文亦有贡献）

中国能源报 2015-11-23

新能源发电期待更加“风光”

不久前，本报曾刊文指出，风光电的成本竞争力正在逐渐加强。在风光电成本持续走低的大势下，近日，有媒体报道称，国家发展改革委悄然下发《关于完善陆上风电、光伏发电上网标杆电价政策的通知(讨论稿)》(以下简称《通知》)，并会同相关部门和企业召开座谈会研究调整陆上风电和光伏发电上网电价政策。本月，《中国科学报》记者通过国家发展改革委价格司确认了这一消息。

河北省某大型光伏企业工作人员给记者发来的《通知》照片显示，此次调整拟将 I 类/II 类/III 类资源区的光伏标杆上网电价从 2015 年的 0.9/0.95/1.0 元/度下调至 2020 年的 0.72/0.80/0.90 元/度，隐含年降幅为 2%~4%。2016 年陆上风电标杆上网电价拟下调 0.02~0.03 元/度。

上网电价下调意味着补贴的减少，而令人担忧的是，这一信号的释放时间恰恰处在国内能源革命如火如荼、能源“十三五”规划将大幅提高可再生能源发电比重的关口。下调电价，会是风光电产业发展热潮中的一盆“冷水”吗？

平价上网是目标

记者在采访中了解到，对于业界来说，风光电上网电价的下调并不意外。

去年夏天我国发布的《能源发展战略行动计划(2014-2020 年)》曾明确提出，到 2020 年风力发电

与煤电上网电价相当、光伏发电与电网销售电价相当。“逐年下调电价，政府一定会有所行动。”英利集团的一位工作人员向《中国科学报》记者表示。

国家能源局近日发布的《2013-2014 年度全国电力企业价格情况监管通报》显示，我国可再生能源发电尤其是风光电电价，相较于传统的火电、水电确实不占优势。以光伏发电为例，2013 年光伏发电的平均电价水平为 1064.37 元/千千瓦时，2014 年则进一步小幅增至 1075.82 元/千千瓦时，是火电上网电价的一倍还要多。

“我们的最终目标是实现可再生能源的平价上网。”国家能源局副局长刘琦告诉《中国科学报》记者。他认为，随着技术的进步和成本的降低，国家对可再生能源的上网电价会进行一定的调整，向市场化的方向推进。

“比如风电，明年的上网电价最低一档会降至 0.47 元/度，这样的话就跟火电成本非常接近了。”刘琦说。

此前，国家电网总经理刘振亚曾在国际能源变革论坛上表示，随着技术进步，清洁能源经济性和竞争力将不断提高，有望在 2020 年左右超过化石能源，尤其是随着储能电池技术的快速发展，风光电发电成本未来 5 年有望降低至目前的 1/5。

“长期来看，上网电价的下调将促使发电企业的战略从规模扩张转移到降低成本上来。”中投顾问新能源行业研究员萧函向记者表示。

“政府对光伏行业的扶持是长期的，肯定会保证发电企业的盈利空间。以前的上网电价在光伏组件大幅降价后已显得相对偏高，适当下调并不是什么坏事。”一位不愿具名的光伏企业管理人士告诉记者，即便上网电价马上下调，公司也可以通过成本管理、优化运营等方式应对。

警惕传统能源“逆替代”

但短期来看，调价带来的补贴削减，对于行业仍算是一个利空消息。

近期，有 6 家光伏发电上市企业推出定增预案，在其相关风险的说明中，这 6 家企业无一例外地均将政策风险列为首位，认为项目收益情况依赖于电站建成后首次并网发电时国家对光伏发电上网电价的补贴力度大小。若项目建成并网发电前，国家下调或取消光伏项目的电价补贴，或国家制定的光伏项目扶持政策无法得到地方政府的严格执行，则可能对募投项目的经济效益产生负面影响，进而影响公司未来的经营业绩。

更值得注意的则是，收益的不确定性可能会降低企业对于可再生能源发电的投资热情，进而出现短期内传统能源“逆替代”可再生能源的可能性。

“受煤炭市场不景气影响，煤价自 2012 年 5 月以来持续下跌，未来煤电上网电价仍存较强的下调预期。”厦门大学中国能源经济研究中心主任林伯强告诉《中国科学报》记者，这相当于增加了新能源发电的利用成本，传统能源发电在价格方面有了更多比较优势。

据媒体报道，国内能源“逆替代”已有先例。去年 6 月，国内成品油价格出现“九连跌”，大部分低端微利的企业在短期内放弃清洁能源，重新改用传统能源。如今，煤电价格下调预期强烈，这一现象重现的可能性大幅增加。

国家发展改革委价格监测中心专家刘满平介绍，“逆替代”现象在用能大省较为突出，这种效应不利于我国能源消费结构调整、能源利用效率提高和环境污染治理。

“调价会拉近传统能源与可再生能源之间的电价差距，但这种调整给可再生能源发电带来的正向收益是长期的、缓慢的。”一位业内人士对《中国科学报》记者表示，由于能源需求的短期价格弹性小于长期价格弹性，因此需要警惕短期内发生能源利用的逆替代，《通知》中的降价幅度仍有商榷空间，最终可能会小于目前的方案，尽量不影响企业的相关投资计划。

限电、补贴问题待解决

多位业内人士指出，电价下调的大前提是保障发电项目的基本回报率，否则只会导致可再生能源发电项目投资减少。

换言之，就是要保证电站的使用时间，这就意味着必须解决弃风弃光的问题。

数据显示，今年前 9 月，全国累计光伏发电量 306 亿千瓦时，弃光电量约 30 亿千瓦时，弃光率为 10%。中国风能协会披露的数据也表明，今年弃风量接近 400 亿千瓦时，相当于去年 2000 多万的装机全部作废。

“如果限电问题不解决，即便是现行电价也很难保证电站收益。”一位风电企业工作人员告诉记者。

正因有上述问题的存在，按时、按量发放可再生能源补贴更显得尤为必要。相比调整电价，企业更关心的也是补贴能否及时发放的问题。

据媒体报道，截至目前，国家一共发放了五批可再生能源补贴，最后一批是 2014 年 8 月发放，补贴的项目是 2013 年 8 月底前并网的项目。事实上，补贴两年后发放已是常态，最长有拖欠 3 年的，截至今年上半年，仅光伏发电项目就已拖欠 200 亿元。

“补贴问题不能解决，会导致电站投资收益无法保证，投资者收紧电站融资，看似火暴的可再生能源发电市场就可能出现断崖式下跌。”晋能科技总经理杨立友认为。

“补贴”历来被认为是碳税实施前的特殊阶段，今后收上来的碳税和化石能源税主要也将用来支持可再生能源发展，因此，合理的顶层设计和一套透明的补贴资金发放机制仍将是行业发展的关键。

国家能源局新能源司处长董秀芬告诉《中国科学报》记者，能源局目前正在协调有关部门，针对补贴资金来源等进行沟通，针对性提出对策，并在未来逐步进行完善。但在补贴资金不能无限量增长的现阶段，可再生能源补贴政策将出现微调，一些被证明行之有效的政策会继续保留，确保给企业一个合理的利润空间，实现新能源从规模扩张型向质量效益型发展、从高补贴政策依赖模式向低补贴竞争力提高模式的两个转变。

边慧 中国科学报 2015-11-24

G20 的纠结：应对气候变化积极 化石燃料补贴难弃

11 月 15 日至 16 日，二十国集团（G20）领导人峰会在土耳其安塔利亚举行，峰会主题为“共同行动以实现包容和稳健增长”，议题包括世界经济形势、国际金融货币体系改革、能源发展、气候变化以及反恐问题等。

巴黎恐怖袭击为 G20 峰会蒙上了一层阴影，但各成员国实现经济转型、发展清洁能源及应对气候变化的热情丝毫不减。印度呼吁每年投资 1000 亿美元发展清洁能源、建立国际太阳能联盟；加拿大一改消极态度，提出为绿色能源基础设施融资；中国与阿根廷签署重水堆核电站商务合同及压水堆核电站框架合同。

然而英国有报告统计，G20 每年支出的化石燃料补贴高达 4520 亿美元，相当于全球对可再生能源补贴的 4 倍。一面积极发展清洁能源，一面补贴化石燃料，G20 似乎很纠结。

清洁能源是主流

在 10 月 2 日伊斯坦布尔 G20 能源部长会议上，各国首次将能源问题提上了研讨日程表，将可再生能源问题放到更高层面的国际多边舞台。11 月 15 日召开的 G20 领导人峰会上，清洁能源再次成为焦点。

最抢风头的就数印度总理莫迪，呼吁 G20 每年投资 1000 亿美元发展清洁能源，并提出建立一个国际太阳能联盟。“G20 成员国应发挥模范作用，增加可再生能源的研究和开发力度。到 2020 年，每年需在全球范围内投资 1000 亿美元用于可再生能源开发，必须确保全球对清洁能源的财力和技术支持。”

莫迪表示，印度将为“绿色”星球做出贡献。到 2022 年，印度将额外增加 175 吉瓦可再生能源电力，削减化石燃料补贴，提高煤炭使用税，并建立一个价值 30 亿美元的国家清洁能源基金。

奥巴马盛赞莫迪领导印度着力发展可再生能源。他表示，莫迪政府雄心勃勃的可再生能源计划，将有助于保护环境、创造投资、增加就业。

加拿大此次态度逆转同样引人注目。合众国际社报道称,加拿大新总理特鲁多在峰会上呼吁 G20 为绿色基础设施设立基金,称为低碳经济建立基础设施是一个新的投资战略。特鲁多在 11 月初曾表示,“清洁能源工作岗位”将有利于加拿大中产阶级。

此外,南非总统祖马在 G20 领导人峰会上公布了南非能源计划,称南非将努力实现能源多元化,以满足国家发展需要。他表示,南非已经获得超过 6 吉瓦的可再生能源电力,这是南非能源多元化战略的一部分。“我们注意到首届 G20 能源部长会议取得的成果,将实现对撒哈拉以南非洲的能源获取。”

中国和阿根廷也传来了喜讯。11 月 15 日,中核集团与阿根廷核电公司正式签署阿根廷重水堆核电站商务合同及压水堆核电站框架合同。本次签约项目共两个,一个是阿图查核电站 3 号机组的重水堆核电站,装机容量为 750 兆瓦,另一个是围绕阿根廷第五座核电站的框架性协议。

气候变化迫在眉睫

凡是国际性会议,气候变化问题从不缺席,况且距离巴黎气候大会只有两周的时间。

G20 领导人峰会发表公报强调,致力于在巴黎达成富有雄心的协议,反映共同但有区别和各自能力原则,同时考虑各国不同国情。“巴黎协议应当公平、均衡、富有雄心、可持续和有活力。气候变化是我们当代面临的最严峻挑战之一。我们认识到 2015 年是采取有效、强有力和集体行动应对气候变化及其影响的关键之年。”

公报明确提到,《联合国气候变化框架公约》是气候谈判的主要国际政府间机制。欢迎包括所有 G20 成员在内的超过 160 个国家向《联合国气候变化框架公约》提交国家自主贡献,并鼓励其他国家在巴黎气候大会前提交。

10 月 2 日,印度公布减排计划,即自 2015 年至 2030 年,减少温室气体排放 33%至 35%,同时为本国应对气候变化设立基金;11 月 10 日,沙特宣布,将利用经济多样化,实现“减排共同效益”,目标是到 2030 年,每年削减 1.3 亿吨二氧化碳排放量。沙特是 G20 最后一个在巴黎气候大会前公布减排计划的成员国。

莫迪在 G20 领导人峰会上强调,应该有解决气候变化的全球共识;日本首相安倍晋三也表示:“激励各国投身温室气体减排运动的机制必不可少,日本将为协议达成贡献建设性的力量。”他还表示,日本今后会尽最大可能积极向发展中国家提供相关援助,推动优质低碳技术的研发与普及。

化石燃料补贴之重

G20 已将应对气候变化视为己任,然而真的像宣传得那样清洁吗?英国著名智库海外发展研究院(ODI)和研究集团国际石油变革组织 11 月初发布的联合报告给出了一个否定答案。

报告分析称,尽管承诺逐步淘汰化石燃料来应对气候变化,但 G20 成员国每年的化石燃料补贴支出达 4520 亿美元,这相当于全球在可再生能源补贴上支出的 4 倍。G20 对化石燃料的热衷远超清洁能源技术,这就使减少温室气体排放、应对气候变化的行动更加困难。

报告指出,虽然 G20 成员国在 2009 年和 2014 年 G20 峰会响应逐步淘汰化石燃料补贴的号召,但是并没有取得重大进展。2013 年和 2014 年,G20 为化石燃料生产提供的资金包括每年近 780 亿美元的国家补贴、2860 亿美元的国有企业投资、及 880 亿美元的其他公共财政支持。其中俄罗斯是提供补贴最高的国家,约 230 亿美元;尽管奥巴马呼吁废除化石燃料补贴,但美国的国家补贴超过 200 亿美元;中国国有企业对化石燃料生产的投资是 G20 中最多的,每年近 770 亿美元。

在本届 G20 领导人峰会上,各成员国对传统能源仍持淡然态度。只有俄罗斯一家发言。俄罗斯能源部长表示,全球石油供需之间的缺口正在缩小,过多的原油供应可能在 2016 年下半年消除。沙特国王萨勒曼在 G20 峰会期间未谈及石油问题。

G20 峰会发表公报称,G20 国家将继续增强能源市场的透明性与竞争性,尤其是在天然气市场。“我们将继续推动发展透明的、具有竞争力的和运作良好的能源市场,其中包括天然气市场。我们强调能源来源的多样化和能源安全投资的重要性。”

张琪 中国能源报 2015-11-24

未来五年我国能源互联网市场规模或将达 9000 亿美元（含报告全文）

全球管理咨询公司埃森哲在日前最新发布的《中国能源互联网商业生态展望》报告预测，到 2020 年中国能源互联网的总市场规模将超过 9400 亿美元，约占当年 GDP 的 7%。

其中，除智能电网建设先行驱动的快速增长外，能源互联网还会为中国直接带动微网建设、冷热电三联供系统建设、屋顶太阳能系统建设、物联网建设、智能家居系统、储能系统等一系列制造产业的生长。同时，围绕能源管理相关的服务、融资甚至数据产业也将成为新型收入来源。根据中国政府的“互联网+智慧能源”指导意见，能源生产、输配、消费领域，以及信息通信技术和物联网领域，都将迎来新的投资机遇。

发展或经历四个阶段

面对如此巨大的市场发展潜力，埃森哲认为，中国能源互联网从投石问路到繁荣发展，将经过“有容乃大、平台论剑、无远弗届、乾坤易位”四个标志性发展阶段。

报告指出，能源互联网并不是“能源”与“互联网”的简单叠加，而是能源产业的传统企业与新参与者共同利用信息通信、大数据、物联网、新能源等技术让互联网平台与能源专业服务深度融合，创造新的增量价值。

目前，中国还处于能源互联网发展的初级阶段。传统能源生产商与输配服务提供商仍然主导市场格局，积极利用改革政策导入前的空档期加紧竞争新业务的能力建设，保留和拓展优质能源用户基数。而新能源供应商和跨界企业，则正通过尚未互联互通的、局域性的能源网，如智能油气管网、智能电网、智能微网等在能源服务市场摸索、建设、运营新的商业模式。

随着改革降低能源行业进入壁垒、局域多种能源互补网络的经济性得到商业化验证，以及更广泛的物联网基础设施加快部署，中国的能源互联网试验将在某些区域率先取得成果，其建设运营模式也将趋于成熟并值得推广。随之而来的将是更多的分布式、可再生能源被纳入有效的能源交易，能源产品和服务的供给形式也开始变得多样化。

在第一阶段的经济规模形成后，随着售电和配电市场的竞争性改革，需求侧管理成为坚实的业务增长支柱。由于运营技术与信息技术深度结合，在配电技术上以“削峰填谷”为内核的时间调度模式和“就地平衡与跨区平衡相结合”为内核的空间调度模式都将发展成熟。以智能计量和流量数据分析能力支撑的智能微网、虚拟电厂等技术会加速普及，平台化能源供给与能效服务模式逐步出现。各类平台同时竞争优质能源用户入口，参与竞争的企业体现出“比特管理瓦特”的人才特征。平台化导致线性的能源产业链重组为多边关系的价值网络——其中的供应商与用户往往同时具有生产、消费、销售多重角色。

在第二阶段营造的能源用户体验基础上，中国的家庭和工商业“能源产销合一者”加速涌现，分布式能源在骨干网络上即插即用。同时，基于平台的能源交易量呈指数上升，积累蕴含生产运营和用户消费信息的海量数据。数据成为能源互联网中各利益相关方的重要资产。伴随新的改革，分布式发电和集中式发电平等竞价上网，电力交易市场化达到新水平；能源生产、加工、传输、配送、消费全产业链数据可共享用于支撑能源互联网交易平台。社交、移动、数据分析和云计算的协同应用（SMAC）高度成熟和定制化，使能源产消者的交易空前便捷。

在第三阶段带来的可再生能源边际成本大幅降低基础上，中国低碳能源结构逐渐形成，同时单位 GDP 能耗降至后工业化发达国家水平。不同类型的能源服务提供商以差异化竞争取胜，成功的能源企业兼具产业技术与数字技术基因，以帮助用户降低能耗、减少排放、完善用能体验为核心收入支柱。如此，能源互联网的核心价值得到充分体现。

埃森哲全球副总裁兼大中华区资源事业部总裁丁民丞指出，能源互联网预示着新型产业链、新型市场和新型商业模式正在形成。这为中国能源企业“边转型、边增长”创造了无限可能，但企业从中的实际获益程度，取决于其推进数字化的观念与能力，取决于其对商业生态变化趋势的理解。

企业应积极谨慎应对

报告同时指出，上述四个阶段的发展情景取决于政策、技术和商业三个主要因素对能源互联网的推进作用，这三个因素所能达到的不同程度和实际差异，也会使四个递进阶段发生部分重叠、跨越或停滞。

目前，中国能源互联网的发展仍然面临一系列的挑战，其中包括市场政策有待进一步健全，数字化基础设施建设仍需提升，投融资渠道亟需引向创新，企业观念与能力尚未准备就绪。

对于传统能源企业和新兴企业如何应对挑战，顺应发展，埃森哲战略咨询董事总经理黄伟建议，由于能源的替代无法做到一蹴而就，因此传统能源企业需要转变思维，重新自我定位，以实现新的价值提升。

“一方面，传统能源企业需要找准切入点，对市场、业务进行细分，以满足客户新的需求。”黄伟在接受记者采访时表示，“另一方面，企业层面可以采用‘一体两制’的方法，比如成立新的公司来发展新业务，以便确保业务的专注程度。与此同时，还应注意创新和增效并举。”

黄伟同时提醒，传统能源企业在积极拥抱创新、拥抱能源互联网的同时，也应保持谨慎态度，把握好数据交换的尺度，以保证实现价值的最大化。

“对于能源互联网领域的新兴企业，则需要全面了解掌握市场情况，积极与传统企业合作，清晰自我定位，以最大程度地发挥自身优势。”

以下为《中国能源互联网商业生态展望》报告全文

“能源互联网”最早由美国科技财经作家杰里米·里夫金提出。其在著作《第三次工业革命》和《零边际成本社会》中从共享经济角度出发，前瞻性描绘了人人皆可成为“能源产消合一者（Energy Prosumers）”的能源互联网体系。借鉴这一观点，中国希望能源互联网可以帮助自身加速能源转型、推进资源效率和绿色经济，最终实现以电力作为主要能源、以可再生能源替代化石能源。

鉴于互联网已经重塑了中国多个传统产业，加之电力市场改革的进程加深，围绕能源互联网的商业预期正在提升。埃森哲从价值实现的角度出发，认为中国能源互联网的发展应根植于五位一体的价值点。它们会对中国未来的新能源架构产生重大意义：

首先，能源基础设施的互联。这是能源互联网价值实现的基础条件。预计随着可再生能源大规模接

入以及中国燃气需求的增长，中国需要不同能源基础设施进一步开放互联，甚至需要与其他行业基础设施互联——例如电力系统与电气化交通系统之间的能量与信息交换。

其次，能源形式的互换。在基础设施互联后，热能、电能、化学能等不同能量形式还可以在能源互联网中相互转化、存储和调剂，形成多能源互补。例如，多余的可再生能源能够通过抽水蓄能或高性能电池得到有效储存，并可通过智能输配网络满足用户需求。

第三，能源技术数据与信息技术数据的互用。能源互联网的关键使能技术是物联网。这也是运营技术（OT）与信息技术（IT）融合的重要支撑。通过物联网采集的能源生产运营数据，将与企业级应用的信息化数据之间进行共享和集成，从而得出实时业务洞察和预测性分析，用以辅助企业战略决策。

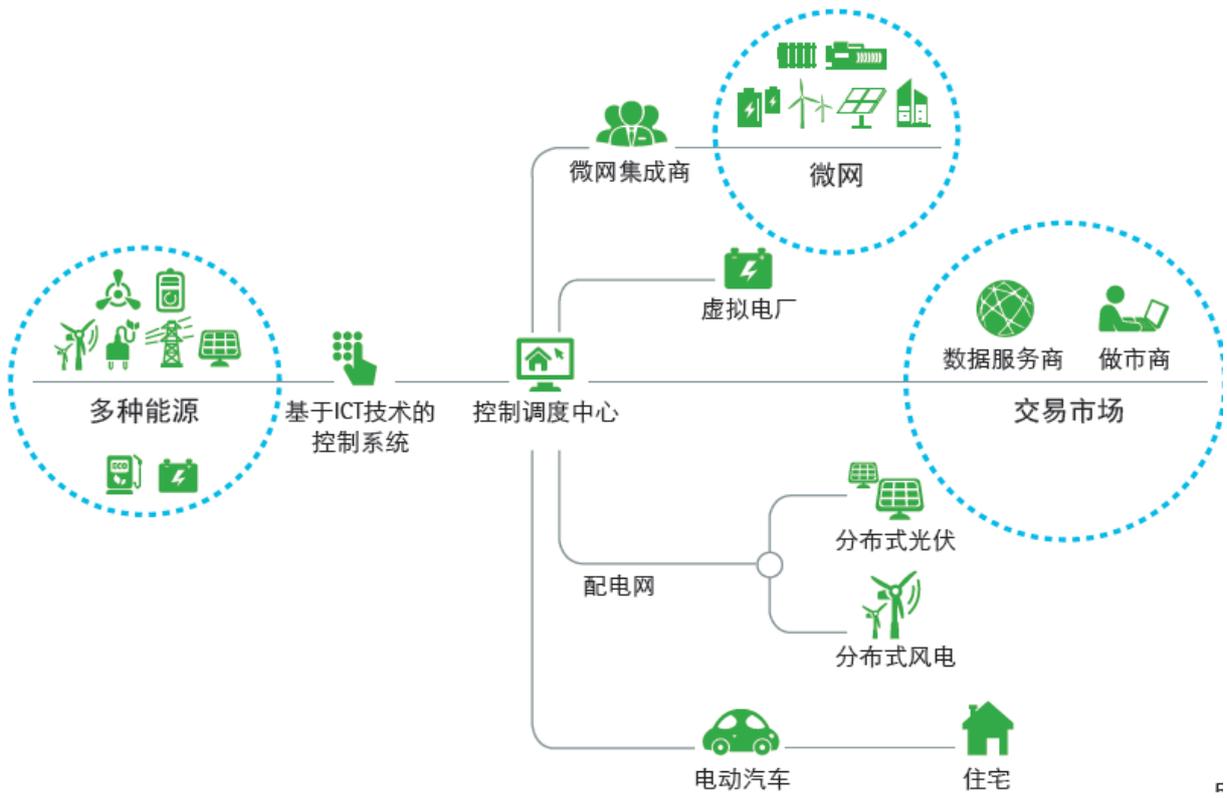
第四，能源分配方式的互济。

能源互联网应在广域和局部均能感知、分析、预测能量余缺信息，通过能源路由器、能源输配平台等系统性创新，对各类能源产品和能源服务进行精细调度与分配，同时为能源用户提供无缝的整合服务体验。其数字化和可视化的调度平台将有助于消除产能过剩。

最后，能源生产与消费商业模式的互利。传统能源供应商、可再生能源生产商、能源输配优化商、终端能源解决方案集成商、系统资产运维服务商等能源互联网的参与成员都能利用数字技术不断进化，在新的商业生态中形成互利共赢的“能源产消共生系统”。

基于中国国情和产业现状，埃森哲认为能源互联网至少应包括多种能源的生产与协调系统、智能化控制调度、分布式能源发电、微网、能源交易市场等关键环节（图1）。

图1 以电网为主体的中国能源互联网示意图



由此可见，中国的能源互联网将有助于实现分布式可再生能源产销机制的合理化与能源需求侧的高度客户关怀。它会使分布在全国各地的“能源产消合一者”与能源主干管网以实时、对等的方式双向交流、相互补偿，在微观上创造卓越的能源用户体验和生活品质，在宏观上实现供需平衡和低碳能源结构，并极大提升能源利用效率，最终使经济增长与能耗增长脱钩。

因此企业应当看到，能源互联网将成为商业维度更高级的生态系统，这与智能电网之间存在明显差异。能源互联网具有战略与商业属性，不仅能建立新的物理连接，更能提供捕捉新用户和新需求的增量市场；而智能电网具有技术和运营属性，是发展能源互联网不可或缺的智能化基础设施之一。能源互联网将降低行业壁垒，创造改变能源生产消费方式的全新业态，其中传统企业与非传统企业均可参与竞争；而後者的投资、建设和运营则一般不必突破传统公用事业边界。

能源互联网缘何成为中国议题？

中国能源产业对能源互联网议题的探讨和实验并非偶然发生，而是源自对可再生能源发展瓶颈的长期研究，对互联网时代能源用户需求特征蜕变的细微洞察，以及对全球能源价值链重组趋势的前瞻判断。与中国在国际舞台上提出的“全球能源互联网”侧重跨国能源合作机制不同，能源互联网对中国自身能源产业的诸多转型目标带来新的机遇。

一、“两个替代”与能源效率

在终端能源消费中，电能对化石能源的替代作用是随着经济增长模式转变而强化的，且这一趋势不可逆转。在城镇化与工业化的推进中，中国“电能替代”的比例已超出世界主要经济体的平均水平。但同时，在发电侧以可再生能源替代化石能源是实现绿色经济更加根本的转型目标，而且减排承诺已使中国成为全球“可再生能源替代”的主要驱动者之一。

预计2014到2040年，中国电力装机容量共增加1.72亿千瓦，其中可再生能源发电装机量占56.1%。换言之，中国对可再生能源发电和核电的投资将是对化石能源发电投资的3.7倍，逼近欧洲OECD国家同类投资总额¹。但接纳高比例的可再生能源对原有电网系统是巨大挑战，电网企业需要以智能电网为技术路径向能源互联网参与者转型，并与其他参与者探索共赢的新商业模式。

另一方面，与电网同为公用事业的燃气企业也大有可为：以天然气为清洁能源的冷热电三联供系统可以大幅提升这种传统能源的利用率——全球能效最高的冷热电三联供系统已经将能源利用效率提高到94%，比集中式发电翻了一番²。同时，中国各地探索的微网项目也在试验可再生能源和化石能源的友好互补，以多能协调的方式满足用户需求³。与智能电网一样，微网也将成为能源互联网不可或缺的一部分。

二、能源用户需求蜕变

与中国其他产业的消费者一样，能源用户也将越来越呈现出互联网用户特性——寻找最优平台、热衷应用体验、关切自我价值。这一趋势会创造能源互联网对用户的聚合力，驱动各类新能源商业模式的演进。

分布式电源技术的普及，将使传统能源用户有能力成为既进行能源消费，又可以自主生产并销售能源的“产消（销）合一者”。中国产消合一者提供的光伏发电并网电量2014年已达到317.8万千瓦⁴，占光伏发电总量的12.5%。按照能源局计划，2015年分布式光伏发电新增容量将达700万千瓦⁵。此外，电动汽车和充电桩网络的扩张也将催生移动能源产消者。产消合一者的出现，使能源供应商和能源用户之间的关系由双边变为多边。这对能源解决方案的定制化、数据共享和服务产品互联互通性提出了更高要求。

从智能电表、自助加油站到智能家居硬件，能源用户对能源产品和服务更加挑剔。这种趋势也迫使能源企业提升技术应用能力以保留优质用户，并在帮助用户节省能源开支的情况下反而提升ARPU值（Average Revenue Per User，即每用户平均收入）及总体服务收入。

三、传统赢利模式饱和

全球能源需求已伴随经济“新常态”而进入微增长时代。能源效率的提升和能耗密度的降低，使世界一次能源消费在2012至2040年间仅会增长37%，明显低于前几十年¹。中国是这一趋势中的主要代表：不仅电力供需继续宽松，全社会用电量增速远低于GDP和工业增加值增速，而且在“十二五”期间单位GDP能耗降幅有望超出16%预期目标。已有不少传统发电企业加快亏损资产处置，集中优质资产发展高效和新能源业务。这与目前欧洲电力企业为保存财务实力出售低盈利电厂的做法如出一辙。

当今全球油气产量增量也超过了消费增量，这是能源大转型的时代特征。尽管石油天然气在未来数十年内还是最重要的能源燃料，但由于交通工具电气化等技术创新和低碳政策的加速驱动，新能源替代不仅在技术上可能，而且替代成本也日渐进入可承受范围内。

能源互联网并不是“能源”与“互联网”的简单叠加（因为看似无孔不入的消费者互联网并不能直接交付用户所需的全部能源产品和服务），而是能源产业的传统企业与新参与者共同利用信息通信、大数据、物联网、新能源等技术让互联网平台与能源专业服务深度融合，创造新的增量价值。

埃森哲认为，中国能源互联网从投石问路到繁荣发展，将经过“有容乃大、平台论剑、无远弗届、乾坤易位”四个标志性发展阶段（图1）。

随着传统销售的赢利模式饱和，能源企业的关切重心正在从股东价值最大化转移到用户利益最大化、从产品销量导向转移到差异化服务导向。如何帮助用户以节能减排、简单易用的最优方式达成生产的新成就、生活的新体验将成为能源业务的战略核心。

四、行业边界开始模糊

市场化竞争在中国能源产业日趋活跃。这得益于政府监管重点的转变、积极的民间资本投入，以及传统能源企业与新进入者的竞争合作。

借鉴国外能源政策演进的经验教训，中国政府在能源电力市场中的角色也从大包大揽的“家长”向制定游戏规则的“监护人”转变，并从电价、气价改革着手为中国能源市场改革梳理行动路线和新目标。有序放开配售电业务竞争、输配以外的竞争性电价、公益性和调节性以外的发用电计划，推进相对独立、规范运行的电力交易机构建设，降低行业壁垒，为“互联网+智慧能源”创造投资环境——这些新政将有助于平衡能源生产侧和消费侧的权益，激发市场创新活力。

在能源零售市场，消费行为演变和技术发展尤其会促成产业融合。在全球的竞争性市场中，跨界竞争企业已将提供能源

设备和能源服务视为增加其主业市场份额和维系客户关系的有效手段，并与传统能源企业形成前所未有的竞合关系。因此，能源零售市场的竞争程度已不再仅由监管政策定义，而是由行业边界得到突破的程度决定。即使中国在监管政策上仍属于非竞争型的能源市场，但由于其他行业的供应商正携带新产品和新服务，以互联网为渠道，在传统能源价值链外占领市场，且为原有公用事业服务提供补充，其跨界竞争程度将很快超过全球平均水平。这又将是“新经济”替代“旧经济”的一种体现。

阶段一 有容乃大：目前中国还处于这一阶段的初期，新能源供应商和跨界企业碎步潜行，通过尚未互联互通的、局域性的能源网（如智能油气管网、智能电网、智能微网、冷热电三联供试点项目等）在能源服务市场摸索、建设、运营新的商业模式。然而，传统能源生产商与输配服务提供商仍然主导市场格局，它们准备利用改革政策导入前的空档期加紧竞争新业务的能力建设，保留和拓展优质能源用户基数。

随着改革降低能源行业进入壁垒、局域多种能源互补网络的经济性得到商业化验证，以及更广泛的物联网基础设施加快部署，中国的能源互联网试验将在某些区域率先取得成果，其建设运营模式趋于成熟并值得推广。其结果是，更多的分布式可再生能源被纳入有效的能源交易并惠及终端能源用户。能源产品和服务的供给形式开始变得多样化，能源企业希望向不同程度的“能源服务集成者”拓展和转型。

图2 中国“能源互联网”阶段性演进路径



阶段二 平台论剑：在第一阶段的经济规模形成后，随着售电和配电市场的竞争性改革，需求侧管理成为坚实的业务增长支柱。由于运营技术与信息技术深度结合，在配电技术上以“削峰填谷”为内核的时间调度模式和“就地平衡与跨区域平衡相结合”为内核的空间调度模式都将发展成熟。以智能计量和流量数据分析能力支撑的智能微网、虚拟电厂等技术会加速普及，平台化能源供给与能效服务模式逐步出现。各类平台同时竞争优质能源用户入口，参与竞争的企业体现出“比特管理瓦特”的人才特征。平台化导致线性的能源产业链重组为多边关系的价值网络——其中的供应商与用户往往同时具有生产、消费、销售多重角色。

阶段三 无远弗届：在第二阶段营造的能源用户体验基础上，中国的家庭和工商业“能源产消合一者”加速涌现，分布式能源在骨干网络上即插即用。同时，基于平台的能源交易量呈指数上升，积累蕴含生产运营和用户消费信息的海量数据。数据成为能源互联网中各利益相关方的重要资产。伴随新的改革，分布式发电和集中式发电平等竞价上网，电力交易市场化达到新水平；能源生产、加工、传输、配送、消费全产业链数据可共享用于支撑能源互联网交易平台。社交、移动、数据分析和云计算的协同应用（SMAC）高度成熟和定制化，使能源产消者的交易空前便捷。

阶段四 乾坤易位：在第三阶段带来的可再生能源边际成本大幅降低基础上，中国低碳能源结构逐渐形成，同时单位GDP能耗降至后工业化发达国家水平。不同类型的能源服务提供商以差异化竞争取胜，成功的能源企业兼具产业技术与数字技术基因，以帮助用户降低能耗、减少排放、完善用能体验为核心收入支柱。如此，能源互联网的核心价值得到充分体现。

需要说明的是，这四个递进阶段的发展情景，取决于政策、技术和商业三个主要因素对能源互联网的推进作用：1. 中国能源市场改革政策的进展和预期；2. 中国对新一代数字技术的吸收与应用；3. 跨界竞争在中国能源产业的扩散速度。因此，这三个因素所能达到的不同程度和实际差异，也会使四个递进阶段发生部分重叠、跨越或停滞。

以小见大，CPS能源公司向能源互联网演进

CPS Energy位于美国圣安东尼奥市，是美国最大的市政天然气和电力公司。CPS Energy公司层面的智能电网变革之路与宏观尺度上能源互联网的演化路径非常类似。在变革之前，CPS Energy的产业链仅涉及电力生产、传输、分配以及天然气和电力销售。面对数字经济的冲击，CPS Energy公司制定了新的发展目标，在电网发展结构上逐步向分散化和智能化发展，并提出电网发展的网络式生态圈（图3）。

CPS Energy为实现这种新的网络式生态系统，重点发展四大支柱：

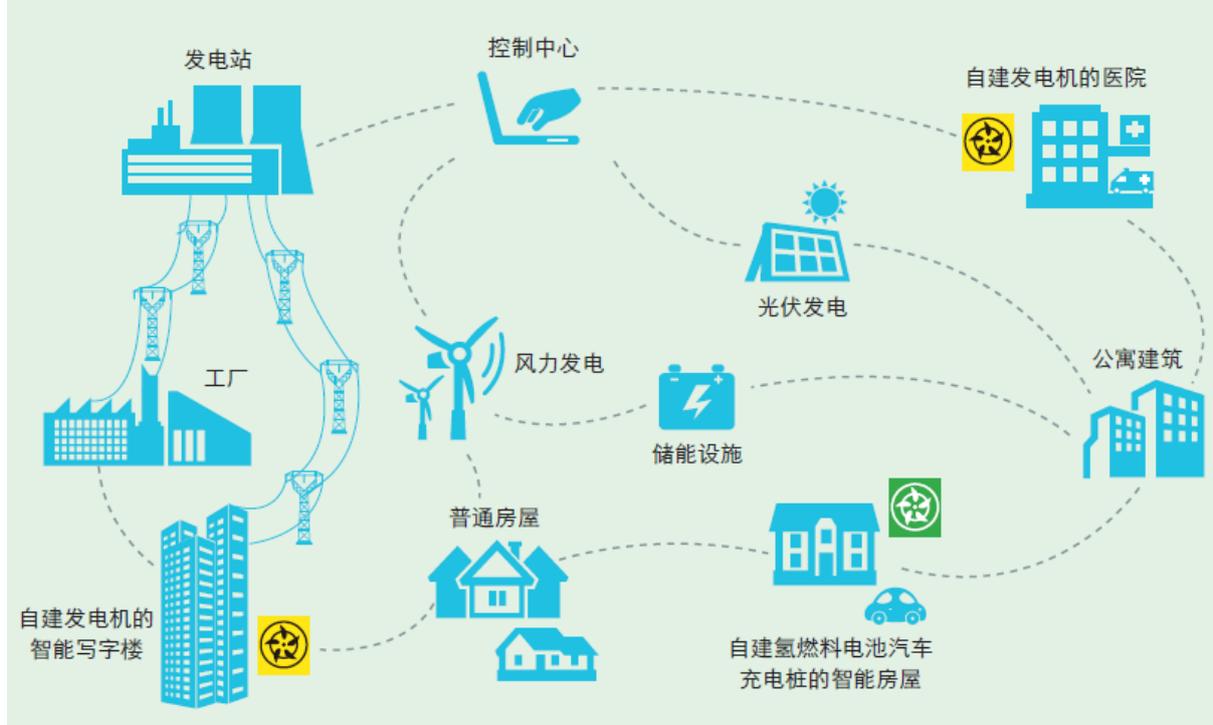
1. 向可再生能源转型。CPS Energy逐年提升可再生能源的接入比例，预计到2020年共提供1500兆瓦的可再生能源发电，占总发电量20%。

2. 使智能建筑成为电站。CPS Energy主要通过改造用户的建筑，为政府、医院等公共部门以及家庭提供能源管理服务。改造后，建筑拥有自己的发电设施，而用户多余的电能也可并网销售。此外，公司将这类所有分布式用户连结起来形成网络。

3. 大力投资储能设施。CPS Energy会在抽水蓄能、压缩空气储能以及大容量电池储能方面加大研究投入。

4. 广泛部署智能输电网。CPS Energy与通用电气合作建设智能输电网，将所有的利益相关方通过基础电网和信息网络互相连接，实现能源和信息的实时交互和双向流通。CPS Energy还安装智能电表，收集用户数据，并将数据集中进行分析，作为新业务发展计划的决策依据。

图3 CPS Energy公司智能电网新生态系统



2020年市场规模评估

中国能源互联网市场的体量如何？虽然其发展仍在探索期，使人难以论断市场的总体容量和增量，但是埃森哲通过对主要表征数据的研究，尝试对未来五年情景做出粗略评估。

除智能电网建设先行驱动的快速增长外，能源互联网还会为中国直接带动微网建设、冷热电三联供系统建设、屋顶太阳能系统建设、物联网建设、智能家居系统、储能系统等一系列制造产业的增长。同时，围绕能源管理相关的服务、融资甚至数据产业也将成为新型的收入来源而受到业内企业追捧。

简言之，中国在高比例情景下的可再生能源相关产业链增加值、物联网在有利政策推进下为能源产业创造的GDP增量、国内微网市场可预期的大规模增长，以及全国在新能源供应和能源效率方面的新增投资，到2020年会共同聚合为巨大增量市场：届时中国能源互联网的总市场规模将超过9400亿美元，约占当年GDP的7%（计算方法见尾注）。

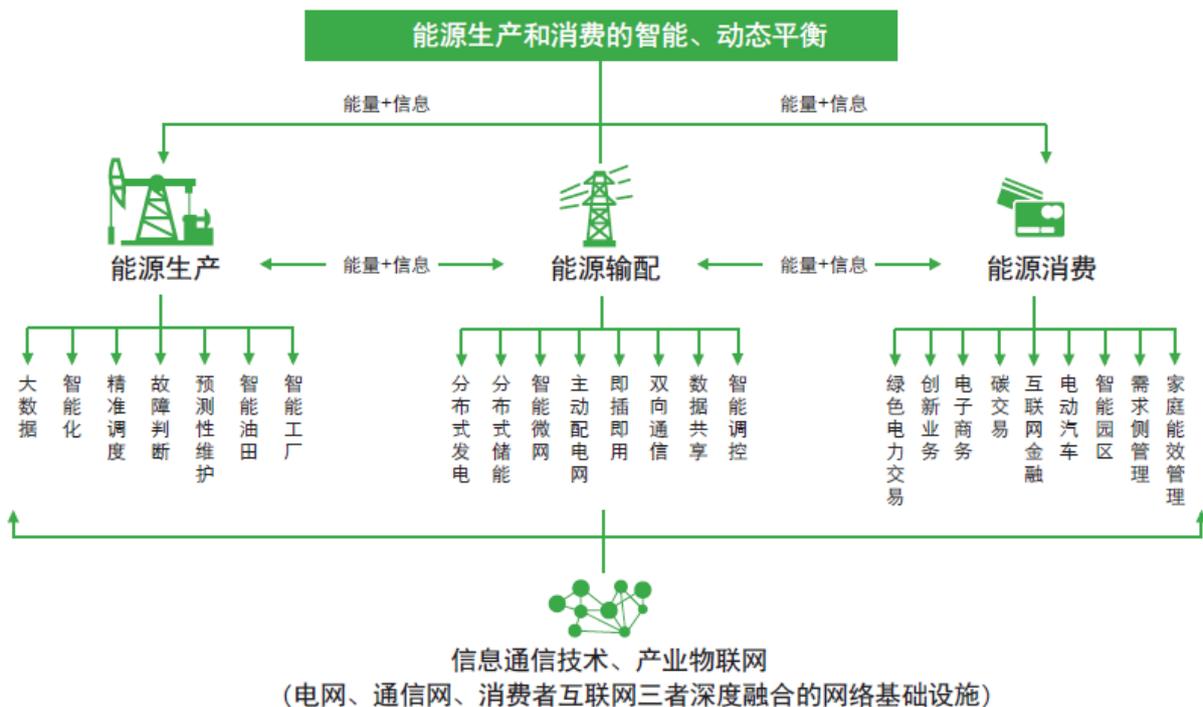
全新商业生态系统描画

中国能源互联网的商业生态系统由各类企业和各类用户组成，它们不仅得益于改革的“政策红利”，更得益于互联网带来的“科技创新红利”，能以较低成本采用先进的

信息技术，从而提高个体和整个生态系统的自我更新能力。传统能源企业及用户、能源产消合一者、普通互联网用户最终将整合在同一平台中，通过企业与用户间的数字化互动而拓展产业价值链。

根据中国政府的“互联网+智慧能源”指导意见，能源生产、能源输配、能源消费领域，加之信息通信技术和物联网领域，都将迎来新的投资机遇（图4）。

图4 中国能源互联网重点发展领域



“门口的野蛮人”与电力企业共同掘金

埃森哲通过分析“互联网+”引入能源产业的跨界竞争认为，能源互联网有可能将首先冲击传统电力公司的投资回报水平，新进入者的竞争会使电力公司面临电力销售和过网费收入减少、业务被“管道

化”等潜在冲击。而新进入者的风险则在于面临对能源专业领域和管理运营认知不足、能力欠缺。跨界竞争虽然值得传统企业警醒并做好应对之策，但它并非零和游戏，在能源互联网中将不会出现“赢者通吃”，传统和新兴企业各有优势，可共同开拓潜力巨大的增量市场和细分市场（图5）。

图5 能源互联网跨界竞争者对传统电力企业的潜在冲击分析

业务模式变革

角色聚合：产消合一，投消合一；
电网管道化

能源互联网（生产端）

- 分布式发电
- 移动化储能技术
- 众筹式微电网

冲击能源销售和过网费收入：自给自足能源经济减少集中化能源生产、输配的需求

能源互联网（用户端）

- 家联网
- 电动汽车车联网
- 综合能源服务商
- 能源交易平台

电网公司被“管道化”：渠道垄断打破

盈利模式变革

交叉补贴：新进入者在资本的支持下对供电和服务的定价组合进交叉补贴设计

能源互联网（盈利模式）

- 定价方式：定向，定性，定量，定时
- 收费方式：频率，数量，固定，分成，免费等

电力公司盈利模式单一：对收入来源和支出方式的设计单一

“互联网+”将冲击传统电力公司的投资回报水平，改变电力的发、输、配、调、售、用各个环节的商业和运营模式



运营模式变革

产业裂变：资产规划、运维、调度、交易角色逐步分离；客户服务逐步前列为认知、比价、服务等细分领域

能源互联网（输配端）

- 输配能力优化商
- 系统资产运维商

运营服务成本控制的挑战：外包成本降低，外部具有一揽子服务能力
的供应商将挤占电网服务市场

融资模式变革

图点打援：民间融资和理财市场的蓬勃发展间接推高电力公司的资本成本；前期投资的搁浅成本需要消纳

能源互联网（资本）

- 资产融资服务商
- 众筹融资发行商

融资方式与渠道需要拓展：电力公司长期享受国家低资金成本的优势不可持续。融资渠道少，融资方式缺乏创新

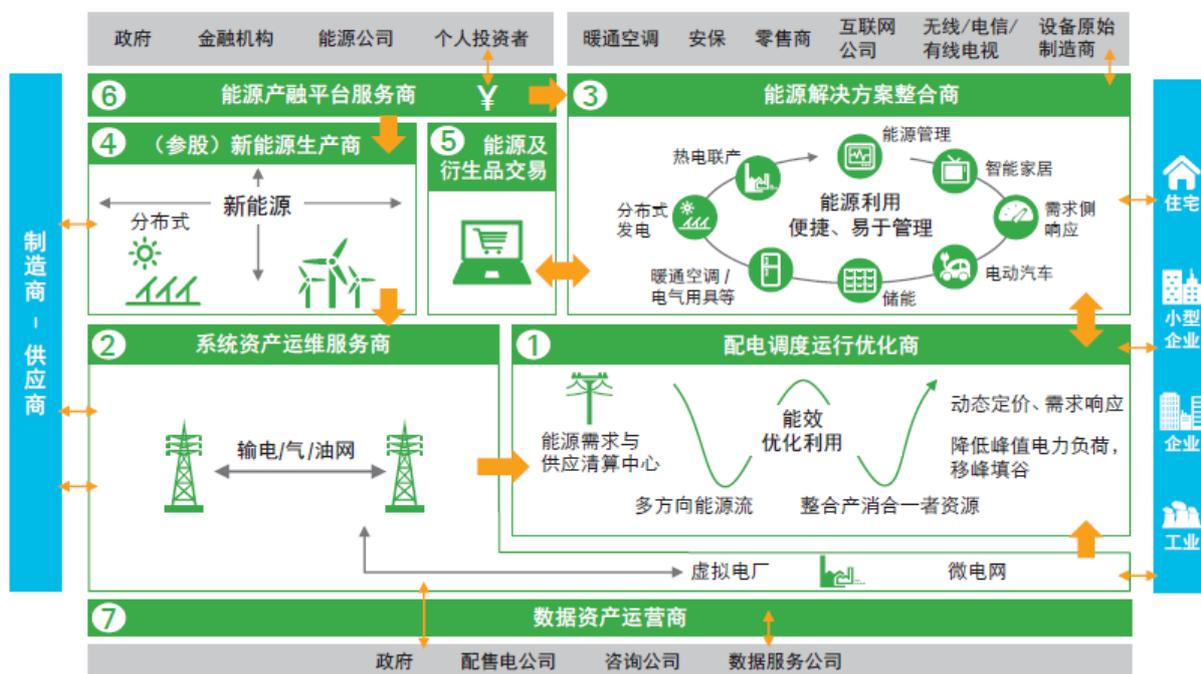
不同类型企业的价值挖掘

能源互联网的核心价值是通过创新实现的：用户价值创新、数据价值创新、能效价值创新。要实现这些创新，生态系统中的合作企业就需要打破传统的商业模式，通过聚合用户资源、输配资源和技术资源，提供更多新产品、新服务、新赢利模式甚至投融资模式。因此，中国能源互联网的生态系统将在这一价值框架下呈现雏形并开始演化（图6）。

传统能源电力企业：挖掘已有资产潜能，转型为集成式能源服务供应商

在全球范围内，领先的传统能源企业已经将价值创造从核心业务向周边产品和服务市场拓展，并占据了市场主动权。他们深谙商业模式创新原则，即新商业模式价值的实现必须与用户价值一致。

图6 能源互联网生态的七种商业模式



领先能源企业在服务创新中的成功尝试值得同类企业借鉴：为应对能源互联网挑战而进行的转型中，不同领域的传统能源企业在新商业生态系统中可转换为不同角色，但都是依托既有客户、资产和业务优势，挖掘核心业务价值、拓展周边增值产业和业务价值。

油气和煤炭企业：上游勘探开采企业将利用物联网、大数据分析等IT技术和勘探开采技术提升能源储量的勘探成功率、增加油气开采量，尤其是复杂地形中的采收率。它们利用物联网技术进行预测性维护、保障生产安全，并实时感应人员、设备和物流的状态以降低运营成本 and 环境影响。此外采用新炼化技术和智能工厂，一体化能源企业还可以开发绿色交通燃料，并对客户车队能耗情况进行感应、监测和预测性建议。

而掌握了地质大数据的勘探开采企业还可以进一步挖掘数据资产价值。比如油气企业可以利用掌握的化石能源储量、分布、开采进度为政府提供能源供应安全相关的信息和服务，并为其他企业提供开采计划、成本估算、物流优化和能源加工转化等决策支持服务。

油气管网运营企业：油气管道企业需要数据与业务的融合，驱动企业提升资产的综合利用效率，优化运营和运维决策，最大化增强商业机会。油气管网运营企业可以深化智能管网系统，基于云平台、大数据分析、物联网、机器人、可穿戴、3D打印等新技术的应用实现智能化运营管理和风险控制，实现实时、可视化管道资产管理。

例如，埃森哲与通用电气联合发布了一个包括管道运营、预测分析功能的智能管网解决方案，可以帮助油气管网运营企业更有效、更及时地进行运营决策，以提升管道安全并预防造成损失的管网停运⁶。

发电企业：在能源互联网时代，火电企业不仅应关注煤电技术革新以提升煤炭清洁利用效率，还应关注可再生能源的开发利用和发电余热的综合利用。例如，火电企业可以逐渐增加太阳能或风力集中发电量；或者开发分布式可再生能源，建设虚拟电厂；同时利用火电余热为临近社区、学区提供冷能、热能的综合供应。此外，发电是重资产行业，企业应通过数字化技术提升发电效率和资产利用效率。

发电企业的数据来自上游一次能源供应商的供应信息、可再生能源信息、资产运营信息、电力生产信息、下游电力需求信息等。利用这些数据，发电企业可以反过来向一次能源供应商提供电力需求数据，助其进行生产决策。此外面向电网一端，还可为需求侧响应系统提供决策支持。数据驱动的决策对于缓解能源电力的产能过剩具有重大意义。

输电企业：电力传输企业是能源互联网价值链中的重要环节，因此在能源互联网中的价值创造可以围绕信息互联和电力交易展开。

预期在中国新电改后，电力传输企业仍将定位于政府监管下的自然垄断企业，其核心价值在于如何利用数字化手段实现电力传输和调度的安全可靠，同时保障大规模可再生能源集中发电后的长距离输电

需求。输电企业还可将从各方收集到的数据进行分析整理，向相关方提供实时信息共享服务，如通过对电力需求预测，可以为发电企业的出力决策提供支持，向政府提供可再生能源集中发电的供应数据。

配电企业：配电企业在中国新电改后将向符合条件的市场主体放开增量配电投资业务，因此配电企业可能面临市场化竞争，但是整个行业也将受到民营资本的青睐，因此创新驱动动力强劲。

在能源互联网生态系统中，配电企业在传统业务智能化的基础上，可以通过价值链延伸进入新的产品和服务领域。如在分布式可再生能源领域提供微电网、虚拟电厂或冷热电三联供系统的销售、建设或租赁服务；在储能服务领域提供区域能源存储设备或相关服务；充电桩基础设施建设或租赁服务；整合来自多方的能源流、产消合一者资源、能源需求信息、动态定价系统，提供优化高效的用能服务；提供专业的电力交易平台，拓展能源电力的产品属性。

能源电力销售企业：对于油气销售企业来讲，便利店式加油站与

油气企业的电子商务网站形成O2O模式，这一新商业模式侧重非油品业务的扩张。埃克森美孚公司开发了一个提升用户体验和忠诚度的移动应用，利用这一应用程序Speedpass+，用户可以支付加油和洗车费用，累计积分，甚至可以玩游戏⁷。

对于电力销售，分布式发电系统、储能系统和产消合一者给传统企业带来的冲击更大。因此能源互联网对电力产品和服务质量、对用户需求响应的及时性和准确性、对电力销售模式等都提出了更高标准和要求。

在能源互联网中，传统能源销售企业应积极参与电力产消合一者搅动的零售市场竞争，抓住用户入口，拓展增值服务。例如为能源用户提供分布式可再生能源解决方案或服务、用能管理服务；与其他行业企业合作，开展新能源汽车销售、数字通信业务等非电力的新业务。英国天然气公司并购了智能家居设备平台开发商AlertMe，增强了公司智能家居系列产品的研发能力。

此外，能源电力销售企业收集到的用户信息经过处理分析和隐私过滤，可以提取出用户群的消费习惯、能源需求等信息，这些信息与生态圈中其他企业提供的信息进行交叉分析后，还可以挖掘出更多的商业机会，最终帮助能源电力销售企业成为大众居家品牌。

“同样的电，不同的态度” ——没有实体店的能源零售 商Powershop

Powershop公司⁹是澳大利亚最大的可再生能源发电公司——子午线能源（Meridian）的子公司。借助手机APP软件、分析能力和强大的品牌效应，Powershop在竞争激烈的澳大利亚和新西兰市场中都是赢家。在新西兰政府为比较不同供电商而设的网站PowerSwitch上，Powershop的公众认可度稳居第一⁹。

Powershop的售电盈利模式似乎与其他电力零售商没有什么不同，都是从电力批发市场买电后再转售给终端用户，同样要支付电网输电费、缆线使用费等费用后赚取差价。但Powershop深知投资于电力产品的零售领域，就要及时响应用户需求和价值诉求，因此帮助用户省钱、注重服务和多渠道的用户交互是Powershop的盈利之道。

不开设实体店，只在线营销

社交媒体是公司营销的主力渠道，其设计理念就是关注于客户的选择、便利性和管控能力，电力打折信息和新的产品组合发布都是通过社交媒体，以便用户能够及时了解信息并进行分享和反馈。“想加入的人最好找个用powershop的人邀请你，这样有钱送你和邀请你的人”。

在手机APP上，用户可以监控家庭能源使用情况，当用电高峰来临时会得到通知并帮助用户选择分布式可再生能源发电。在门户网站上，用户只需输入地点、现在使用的供电商、每月电费等信息，网站会自动计算出更便宜的方案给用户；用户选定满意的方案后，直接在线签订供电合约，用户在线付费。

在Powershop约110个人的团队中，一半的人在负责处理消费者关系，而它在电力市场负责批发的仅有一个人。在电话旁、在形形色色的社交网站，Powershop的“客服”24小时待命¹⁰。

专注帮助用户省钱

Powershop的供电方案分为四类：即用型、未来型、特殊型、绿色型。未来型的电力方案中有“冬季电力”这一打包方案，用户可以在夏天时用较低价格提前买下冬天用电，这样到冬天高峰电价来临后，用户不必再购买昂贵电力。而特殊型，是为特定地区或满足特定条件的用户，打包售卖以周为单位的电。所有合约内的电价都是随着电力市场的价格而动，这样动态价格带来的省钱空间进一步扩大。绿色型则是公司为追求低碳生活的用户量身定制的，所有供应的电力均来自于绿色发电企业或碳中和交易（Airshed Energy pack）后的电力¹¹。

面对丰富的选择，用户不用亲自花费时间去寻找需要的用电方案，Powershop会利用自身的大数据分析能力给用户推荐量身定制的方案。当用户成为甩手掌柜，他们对Powershop的忠诚度也随之增加。

随时准备迎接后来者挑战

Powershop很清楚，如此低价电力和精细化服务并非不可被模仿和超越。为了迎接未来的挑战，公司将深入家庭内部提供集成的能源产品和服务，如保安系统、宽带接入、能源管理和屋顶太阳能安装等，而不仅仅是像大多数电力零售商一样只提供电力接入¹²。

新兴能源企业：轻装前进，大胆开拓新兴能源技术和能源管理市场

新兴能源企业是没有历史包袱、轻装前进的能源新玩家。他们利用各种先进的能源新技术大胆地挑战权威的传统企业，并逐渐受到能源用户认可。埃森哲发现，能源用户对于从新竞争者处获得各种电力相关产品和服务持开放态度，73%的受访能源用户表示会考虑从其他供应商（非电力企业）处购买电力或节能产品及服务¹³。

新能源企业拓展了传统能源外的能源开发和利用领域。例如，风电设备制造和服务厂商金风科技正在实现风电、光伏、储能和微燃机等互联，推动不同形式的新能源的互联¹⁴。在这种思路下，公司位于江苏大丰的智能微电网项目已经并网发电。

能源服务企业是能源互联网环境下孕育而生的新型企业。他们借助智能化能源网络收集信息，并通过节能技术、产品和大数据分析技术提供多种能源服务，从能源管理、能效提升解决方案到分布式能源系统运维租赁等服务。

总部设在美国的能源监测领域的新兴公司Forgitit，迎合了竞争性电力市场中的用户需求。公司提供自动监控能源用量等多种服务，帮助用户省钱并可随时比对能源用量。一旦消费合同期满需要续签的时候，服务系统将自动评估市场中不同供应商提供的能源计划，并根据消费者的使用习惯推荐最优方案¹³。

“泛能网”的尝试

新奥集团于2006年开始探索泛能网技术，其根本原理是通过信息技术，打破各自封闭的能源系统，使各种能源形式高效转换为冷、热、电等不同种类和品位的能量，融入一个包含天然气、地热、太阳能光伏光热的局域能源网中。

目前，在新奥总部廊坊市已落成一个泛能网项目。新朝阳购物中心被规划为这个泛能网区块的中心，也是区块的标志性建筑，周边还覆盖北华航天工业学院、国际饭店、管道局设计院、乐晟广场等。其中，能源调度中心位于购物中心附近的市政热力公司三处。热力三处直接负责区内热量供应，供冷和供电则由新奥集团泛能站、乐晟广场、热力三处联合供给。各单位通过燃气管网、电网及热网相互连接，形成了一个独立、智能协同的能源互补网络。

在该项目中，多种能源的相互转化技术，如燃气和光伏、冷热电三联供、锅炉余热利用等技术来自各个伙伴企业。泛能网还是实现区域内能源调度、交易流程和数据共享的管理平台，能源用户可以登入该平台获取自身能耗相关数据并发布交易需求。目前该项目的能源调配已实现自动化。例如在寒暑假期间，学院可以把不再消耗的能源合理调配给购物中心；而购物中心傍晚打烊时，又可以把能源调配给周边居民住户；在采暖季，各单位都有供暖需求，通过区域内不同种类能源的优化调度和梯级利用，避免单独使用燃煤造成的污染，减少不必要开支。

仅在这一示范区，泛能网就已实现年度减排二氧化碳2.6万吨、二氧化硫24吨、氮氧化物41吨、烟尘20吨。

使能企业：提供先进的信息通信技术，支持能源互联网价值创造

科技发展是能源用户对能源产品和服务的期望值不断提升的主要驱动力。例如移动技术开启了能源管理的新时代，手机有望成为企业与能源用户联系的首选渠道。随着智能电表的普及和物联网技术的应用，大数据分析和相关应用需求发展为一股颠覆性力量。而作为用电大客户的数据中心提供商，ICT（信息通信技术）使能企业也纷纷加紧研发，利用先进技术探索绿色能源应用和节能减排的最佳实践。例如，谷歌不但利用风能和太阳能发电为数据中心提供绿色电力，更利用机器学习、人工智能等技术大幅改进数据中心能效。

因此，能源企业需要将ICT企业、互联网企业或者专业咨询服务机构等使能企业视为提供终端用户服务的战略合作伙伴，而不仅仅是购买使能企业提供的硬件或服务。

使能企业在开拓能源互联网商机的征途上，不可避免地缺乏能源专业知识和技术，因此更应与传统企业相互取长补短，洞悉能源行业价值创造的机制，共同挖掘新商机。

云端风电的生态

远景能源CEO张雷认为，“能源互联网是可再生能源时代的运行机制”。能源系统正在经历系统性的重构，可再生能源将会成为能源世界的主导，而颠覆性的技术是关键驱动力。

远景设计研发的“智能风机”每台装有数百个传感器、200万行控制代码，可使风机发电贴合风能的实际变化，随时识别、预测风的变化趋势，自动调节运转角度，自动补偿和寻优。由于上游风机尾流可能影响下游风机的发电效果，下游风机还可借助这项技术自动捕捉上游风资源。

这种机组智能化控制与远景开发的格林威治云平台相连，使每台机组可以感知到自己的工作状态，并通过数据共享同时判断出与相邻机组的相互影响。云平台提供风电场运营数据并形成物联网——风塔、风机与地形之间的相互影响，均可在云平台上进行协同控制。这大大延长了

机组运行时间，降低运维成本。2014年，远景凭借智能风机在安徽省的低风速风场达到平均发电2100小时，至少超过该省平均水平两成。

除了基于物联网、云计算和大数据技术建立的格林威治云平台之外，远景能源还推出智慧风场Wind OS管理系统及应用，并且将风资源评估、风场设计、风电资产管理等信息数字化，以互联共享的方式为客户构建风电场全生命周期资产管理平台，实现风电场投资风险的准确度量与规避，可帮助客户提升风电场投资收益20%以上。

图7 不同类型的企业的价值挖掘



生态跨界企业：技术驱动混业经营，借机跨入能源市场，寻求非常规增长机会

埃森哲在对能源用户的调研中发现，跨界竞争者正在通过智能家居领域渗透进能源服务领域，如电信公司提供互联网设备、安保公司提供能源管理解决方案、智能插头生产商将产品集成到电力企业的需求响应系统中等¹³。

这些生态跨界企业首先会引入节能、智能化等技术改造现有产品，使能源设备、家电、电动汽车等具有节能和互联的特征。然后，跨界企业会通过延伸服务，进入家庭智能设备管理、能源管理等服务领域。

这些跨界企业的共同特征是：已在各自领域拥有超群的能力、丰富的经验，可以有效地吸引并留住用户，进而可以在能源领域提供额外的附加值服务。这些企业都是ICT应用、混业经营和品牌运作的高手，他们能够基于自身核心产业能力和ICT能力建立复合型系统，如提供数字化客户体验，或者通过定制化、个性化服务创造新的溢价空间。

传统能源企业和新兴互联网企业应当把彼此看作战略同盟，通过业务与客户群的有效融合，分阶段共同创造商业模式。在能源互联网中，它们都是“能源产消共生体”，需要跳出现有思维模式的框架，从自我的重新定位开始起步（图7）。

充电桩的双重身份

充电设施是插电式新能源汽车发展的主要瓶颈之一，其根本原因是充电标准不统一。对此，来自传统通信产业背景的普天集团着手把握新的市场机遇，并提出了充电桩互联互通的概念——这需要实现不同企业运营的充电桩接口的标准化与通信协议的标准化，使充电桩既满足基本的电动汽车动力需求，又配备商业模式拓展接口。在中国电力企业联合会的牵头和新的行业共识下，普天与众多运营商参与了标准制定。

目前，充电桩接口标准化已基本实现，通信协议标准化尚在国务院审批。一旦通信协议标准统一，各个企业的充电桩将编制成大的充电网络，并衍生出基于数据的、更加丰富的业态。充电网络的参与主体包括以央企为代表的普天集团与国家电网、以特锐德为代表的民企，以及不同的新能源车企。各企业在生态体系中的定位不同：国家电网主要以城际高速为主，普天将重心放在物流与公共交通领域，特锐德将重心放在新能源示范城市。

国家规划2015年电动汽车充电桩数量达到40万座，目标是平均5公里就可以找到充电桩，像加油一样容易。而普天集团是主要参与企业之一。截至2015年10月，普天在全国已建成80座充电站、5000座充电点（每座充电点有数座充电桩，数量不同），每年充电量超1亿度。

在普天的充电网络中，充电桩企业与新能源车企还从各自为战走向了有效协同：今年9月，普天与宝马公用启动了ChargeNow服务，为北上广深所有的宝马电动车主建设充电桩并已形成网络。普天新能源（山东）有限公司的成立则标志着普天以充电桩为跳板，进入电动物流车生产行业。在通信协议标准统一的充电网络形成后，普天还将向新能源汽车维修、租赁、充电桩广告传媒等相邻行业拓展。

能源互联网生态系统各方潜在价值机会及能力需求

行业属性	企业业务类别	核心价值发掘	新价值拓展	能力需求
 <p>传统企业</p>	油气勘探开发和煤炭开采企业	<ul style="list-style-type: none"> 创新油气、煤炭资源勘探开采技术 非常规能源勘探开采 清洁能源开发：生物质燃油等 利用物联网和大数据分析做好勘探、开采和销售预测以降低成本 利用数字化技术进行资产生命周期管理 	<ul style="list-style-type: none"> 勘探开采信息的共享和价值挖掘：如国家能源安全分析预警、为下游企业提供能源加工转化决策支持 	<ul style="list-style-type: none"> 利用数字化工具创新开采技术 无人或少人开采技术 远程监测 将数字信息转化为货币 多产业合作 数字化运营
	发电企业	<ul style="list-style-type: none"> 增加可再生能源发电比例 热、电、冷、气四联供 通过IT技术增加能效和资产管理水平，降低运营成本 	<ul style="list-style-type: none"> 向一次能源供应商提供电力需求数据，助其进行生产决策。 向电网企业提供电力生产信息，向需求侧响应提供决策支持 	<ul style="list-style-type: none"> 利用数字化工具提升发电效率 全生命周期资产管理 电子工作包 用户洞察和交易优化 数字化运营 多产业合作
	能源输配企业	<ul style="list-style-type: none"> 智能油气管网：基于云平台、大数据分析、物联网、无人机、机器人技术的智能化运营管理和风险控制，实现实时、可视化管道资产管理 智能电网与全寿命资产管理 数字化员工：通过数字化技术和可穿戴设备实现员工远距离对管网的管控，以及不同物理位置的员工的协同 	<ul style="list-style-type: none"> 拓展增长平台 <ul style="list-style-type: none"> - 能源交易平台 - 信息交互平台 通过用电量预测信息为发电企业提供决策支持 为电动汽车、储能系统提供基础设施和电力服务 销售、搭建或租赁分布式能源系统：分布式能源发电、小型储能系统、充电桩、虚拟发电厂、冷热电联供系统 	<ul style="list-style-type: none"> 高效的能源分配和调度 完善的用户服务和用户管理 品牌建设 平台运营 多产业合作 高频交易能力
	能源销售企业	<ul style="list-style-type: none"> 拓展个性化用户接触渠道：门户网站、移动应用、社交网络等 智能加油站：通过O2O形式拓展加油站功能、品类管理 优化用户服务流程：用户更换产品和服务的流程、用户更换能源供应商的流程 新的计费模式和收费方式：分时计价、长期合同短期合同、组合销售价格 数字化员工：通过数字化技术提升员工客服质量和效率 	<ul style="list-style-type: none"> 用户分析信息的B2B交易或共享 销售、搭建或租赁分布式能源系统：分布式能源发电、小型储能系统、充电桩、虚拟发电厂、冷热电联供 提供能源管理服务 与其他行业企业合作，开展新业务：新能源汽车、数字通信业务等 	<ul style="list-style-type: none"> 产品服务开发和组合管理 数字化营销 用户管理和渠道开发 数字化分析与运营 多产业合作
 <p>新兴能源企业</p>	新能源企业	<ul style="list-style-type: none"> 分布式能源发电系统建设运营：虚拟电厂运营、微电网运营、冷热电三联供运营 利用新能源技术提供新能源发电：生物质能发电、潮汐能等 	<ul style="list-style-type: none"> 围绕能源用户个性化需求提供产品和服务 	<ul style="list-style-type: none"> 新能源技术应用 数字化分析运营 多产业合作
	能源服务企业	<ul style="list-style-type: none"> 能源管理：合同能源管理等 能效咨询 	<ul style="list-style-type: none"> 能效管理的大数据挖掘 家庭能源管理服务 与其他企业合作拓展能源管理范围和价值 	<ul style="list-style-type: none"> 数据分析 服务开发和组合管理 用户管理和渠道开发 数字化分析与运营 多产业合作
 <p>使能企业</p>	ICT技术企业 互联网企业 金融机构 咨询机构	<ul style="list-style-type: none"> 为能源企业提供创新的解决方案 	<ul style="list-style-type: none"> 帮助能源企业挖掘数据价值 帮助能源企业发现商业机会 	<ul style="list-style-type: none"> 能源专业知识 多产业融合 数据分析
 <p>生态跨界企业</p>	汽车企业 家电企业 建筑和房地产企业 设备制造商 零售商 ICT技术企业	<ul style="list-style-type: none"> 节能、互联产品：全面构建网络接入能力，并且提供互操作型产品 商品零售商可以将能源相关产品的销售、安装及管理服务组合在一起 	<ul style="list-style-type: none"> 抓住“智能家居”的机遇，提供家庭能源管理解决方案和服务 基于用户需求的数据分析和商业机会挖掘 	<ul style="list-style-type: none"> 能源用户认知 多产业融合 数据分析

市场政策有待进一步健全

健全的市场机制和产业政策是能源产业可持续发展的重要保证，它应当具有完善并且明确的法规和监管体系。中国政府在推进能源市场化改革中，主要力量集中在能源价格形成机制方面，尚未真正进入消除行业壁垒、促进市场化竞争的新阶段。

同时，中国电力交易市场建设仍处于探索期，但直接借鉴欧洲的“电力池”系统并不适合中国国情。中国政府仍需要进一步实践、试点和逐步推广可行模式。

此外，政府监管和扶持的“度”也难以把握。欧洲经验表明，降低行业壁垒以促进能源企业竞争保障了能源供应安全和消费者权益；但不合理的财政补贴反而会扭曲新能源电力的价格，进而无法反映市场真实的供需情况，容易造成政府和企业决策失误。

数字化基础设施建设仍需提升

能源互联网愿景的实现，在基础设施层面需要广泛普及的宽带接入，使宽带用户与能源用户的数量和覆盖地区尽量重合。目前，尽管中国网络用户数量持续迅速增长，但相比其他领先经济体，中国人均享有的通信基础设施仍处在低端。例如，作为世界第二大经济体，中国只有45%的家庭可以上网，而其他领先经济体平均比例达到70%。此外，中国网速达到10Mbps以上的宽带用户只有16%，而领先经济体平均水平为58%，韩国则达到了100%。显然，政府需要增加该领域开支，才能赶上其他领先经济体¹⁵。鉴于中国能源生产与消费在地域上的二元逆向分布，大多数能源产地处在经济欠发达地区，在能源相关领域的数字化基础设施建设（例如高速无线宽带和智能设备联通性）意义重大。

与基础设施的硬件条件密切相关，中国还应基于互联网时代的商业环境，尽快制定科学统筹、高效安全和监管流程简化的公共服务与公用事业数据公开政策和数据分享体系。这将有助于政府为企业家营造积极创新和创业的环境，使他们更易于借助数字技术参与能源互联网的发展进程。

投融资渠道亟需引向创新

中国能源投融资渠道仍然有限，以银行为主，辅以股票、债券、风险投资和私募基金等渠道。以可再生能源为例，主要融资渠道是银行，超过全部融资额的50%，但是来自股市、债市、风投和私募等渠道的融资份额却有所萎缩。

私营企业和中小企业融资困难，这一局面不转变则有碍于它们向能源互联网创新领域的拓展。在可再生能源领域，银行支持的对象仍以国有背景的发电企业为主，私营企业和中小企业难以得到银行支持¹⁶。根据国际货币基金组织（IMF）在2015年的分析，中国的中小企业能源效率和环境保护领域贷款总额不到银行贷款组合的3%¹⁷。

在这方面，互联网+普惠金融可以借鉴电商平台“供应链金融”的模式，首先通过大数据管理好对创新企业的借贷风险，从而为能源互联网的创新孵化注入资金活力。

企业观念与能力尚未准备就绪

总体来看，任何企业向能源互联网转型的过程中都面临观念、变革魄力、信息技术与运营技术融合等内外部挑战。它们需要在竞争压力和能力获取两方面找到自我更新的节奏。

观念转变

视产销合一者为业务伙伴。企业通常将与用户的关系视为简单的买卖关系。而能源互联网中诞生了产销合一者，企业与用户之间形成了多边贸易关系。如果忽视这一关系，势必会有其他新进入者来填补用户需求。

向用户交付服务而非产品。分布式可再生能源、微电网、分布式储能技术等新元素的加入，使得能源成为附加了服务和金融属性的特殊产品，它交付给用户的，是能源和电力使用中和使用后的成果与体验，而不仅仅是能源产品本身。企业若不能转变观念以挖掘能源服务的高附加价值，将无法在能源互联网中赢得立足之地。

变革魄力

运营管理模式。新能源开发利用和不断涌现的新型能源服务具有轻资产、分布式的特点，并且能源互联网体现了多种融合，如信息技术与运营技术融合、多种能源融合、新旧投融资模式融合、生产与消费融合等。这些融合增加了业务、技术和资本运作的复杂性。企业的传统运营管理模式受到挑战。而对于传统能源企业来说，组织架构和运营管理模式都是围绕能源集中供应展开的，因此，它们在分布式情景下优化投资和管理流程、提高市场敏捷性的能力建设方面需要更努力。

重新定义市场和经营模式。能源互联网中的企业都面临拓展新业务领域、创新业务盈利模式的挑战。如电力企业面临在表外业务市场创新业务模式的挑战，新进入者面临将既有业务与能源业务进行跨行业协同的挑战。而在盈利模式上，围绕用户价值创造、释放数字红利应成为能源互联网生态系统中各企业关注的焦点，这需要结合数字技术的特点和能源服务的特点创新经营模式。但能源企业和技术企业各自能力的集成互补需要时间和伙伴。

IT与OT的融合

顺应全球经济绿色可持续发展的趋势，能源企业都将关注点放在信息技术（IT）与运营技术（OT）的融合应用。但在很多企业的IT部门和业务部门之间不但有管理差异，甚至有文化和信任方面的差异。此外，招募到同时具有IT技能和能源知识的人才并不容易。能源企业的IT与OT融合是企业数字化的前提，也是它们向着能源互联网转型必须跨越的一道坎。

李慧 中国能源报 2015-11-25

“清洁日”搭建中芬合作新平台

11月17日，由芬兰驻华大使馆、芬兰清洁技术委员会，芬兰贸促会、芬兰国家创新局主办，中国工业节能与清洁生产协会合作参与的“2015 芬兰清洁日”暨中芬 EMC 企业合作伙伴计划活动在北京举行。这是在中芬“美丽北京”合作框架下，举办的第二次清洁日活动。

活动当天，共有 20 多家芬兰企业携相关清洁技术及解决方案亮相，另有 60 多家中国企业和机构参加此次活动。中芬双方企业、相关机构就环保、节能、工业增效等方面问题进行了深入交流，并就合作事宜进行了洽谈。

芬兰驻华大使马寰雅女士在活动现场致辞表示，环保和清洁技术已经成为中国当下最为重要的话题之一，而工业作为能源消耗的主要领域，如何节能增效也日益受到关注。年底即将召开巴黎气候大会，讨论新的全球气候协议，工业能效提升也将成为大会的主要议题之一。

芬兰作为一个土地面积有限、资源匮乏的国家，在能效和环保领域却都走在世界前列，甚至称得上是全球最清洁的国家之一。特别是在能效提升方面，芬兰更是处于领先地位。据马寰雅介绍，在芬兰，工业领域广泛采用热电联产，有多达 80% 的供热都是来自热电联产。同时，许多工厂也想方设法节能增效，甚至形成了自己的循环经济。

马寰雅表示：“今年是芬中两国建交 65 周年，正是两国间加强合作的最佳时机。无论是‘美丽北京’项目，还是此次活动，主要都是为了帮助中芬双方企业寻找到最佳的技术和解决方案。希望通过类似项目和活动，帮助两国企业建立新的合作关系。”

中国工信部节能司副司长杨铁生指出，工业是能源消耗和排放的主要领域，有数据显示，中国作为工业大国，工业用能占到能源消耗总量的 70%，其中钢铁、电力等 6 大领域更是占到工业总耗能的近 80%，因此中国当前节能减排任务很重。据杨铁生透露，目前，工信部正在组织编制“中国制造 2025”的相关实施方案，其中一项就是有关绿色制造的实施方案。

“在‘中国制造 2025’规划中，将绿色发展作为工业从打到强的重要方向和标志。”杨铁生表示，“在此背景下，中芬双方共同举办研讨交流会，通过政府对话与企业交流相结合，在推介交流最新节能减排技术的同时，也为双方企业提供了探讨和合作的机会。此次活动是很好的方式，能够帮助企业解决资金、技术等相关问题。相信依托此次的对话平台，能够进一步增进中芬双方的交流合作，并能促进双方长期合作机制的建立，为今后两国工业领域在技术、人才等方面的合作打下坚实的基础。”

事实上，近年来，随着中芬两国贸易往来的增加，芬兰企业已经在中国开展了多项清洁技术相关业务，范围覆盖建筑节能、生物燃料利用等众多节能减排领域。在去年的“清洁日”活动上，中芬双方企业和机构还签署了多项合作协议。而根据芬兰清洁技术委员会的调查，中国更是已经名列芬兰清洁技术五大出口目的地之一。

李慧 中国能源报 2015-11-26

老在说能源互联网，可你们好像都忽略了什么……

能源互联网被视为国家“互联网+”战略的重要组成部分，受到了社会广泛关注。学界、产业界、投资界纷纷从不同角度提出了对我国能源互联网的认识和发展思路。当前，对能源互联网的理解有一种倾向，将能源互联网等同于电力互联网或分布式电力互联网。

笔者认为，能源互联网不是简单的能源+互联网，更不应是单纯的“电力+互联网”，而是要在深刻理解“互联网+”的本质和充分认识能源问题基础上，站在更高层面，以更广角度去思考。

文/左前明(供职于中国煤炭工业协会咨询中心)

一、“互联网+”到底是个什么鬼？

当我们看到滴滴快车冲击了出租车产业，京东、天猫抗衡了实体商业，雷布斯的小米异军突起，各类 App 层出不穷的时候，似乎感觉到了一股强大的力量正在冲击我们的传统思维、传统商业模式和传统产业！这股强大的力量就是“互联网”及“互联网思维”。

互联网本质上解决了一个问题，那就是效率问题！所谓互联网思维，实际上是基于“解决效率问题”的本质衍生出来的思维方式。用户思维是提升了产品功能性和用户体验效率，迭代思维提升了产品更新效率，简约思维提升了核心功能使用效率，平台思维提升了参与各方衔接效率，跨界思维实际上就是高效率整合低效率！互联网的打法正是基于这种思维模式，通过降维打击，夺取市场，实现独大。腾讯游戏打败任天堂是打掉了游戏硬件的维度，小米电视打击夏普、康佳打掉的是高毛利维度，360 超越瑞星、江民打掉的是收费维度！如若再放眼 O2O、P2P、B2B 等商业模式，更是如此。

二、电能是中心环节，但可以完全代表能源吗？

一方面从能源内涵来看。“能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载体资源（出自《百科全书》）。可分为一次能源和二次能源（一次能源转化而成）。电能只是二次能源的一种形式。只从电能角度的部分概念不能囊括能源互联网的大概念。

二是从能源供应链来看。如果构造从端到端的能源供应系统，其过程应是一次能源—传输—终端用户以及一次能源—二次能源—传输—终端用户两类形式。单纯把二次能源中的电能供需链加以互联网改造，不全面，即便是未来电能替代，也有一次向二次转化的问题。

三是从具体我国能源结构来看。从赋存结构来看，我国的能源资源显著特点是“富煤、贫油、少气、风光好”。煤炭和风、光等一次能源相对丰富。从消费结构来看，煤炭占能源消费总量的 66%，石油 17.5%，天然气 5.6%，水力 8.1%，核能 1%、风能 1.9%、太阳能 0.48%（出自 2014 年 BP 能源统计）。根据国务院能源发展战略行动计划相关研究，到 2050 年煤炭在我国一次能源消费结构中的比重在 50%左右，届时新能源也将占到半壁江山。如果将常规一次能源割裂出去也不符合我国能源实际。

三、能源互联网究竟应该怎么定位？

笔者认为，能源互联网，本质上是通过互联网手段和思维，解决能源产业整体效率问题（具体包括生产效率、传递效率、使用效率、转化效率等等）。既要包含二次能源，也要兼顾一次能源，既要考虑新能源，也必须融合常规能源。

因此对能源互联网的理解是：运用互联网和电力电子技术，通过整合多类型能源的产、转（一次转二次、能源形式间转化）、输、储、配、用各环节，对环节中信息流、能量流（或物流）、资金流进行优化和重构（双向），增强能源价值创造环节（产、消）功能和体验，提高能源价值传递环节（输、储、配）效率，构建高效、绿色、智能能源产业的一套体系。

这一理解，首先立足各类能源，强调互联网思维在各类能源资源配置中的优化和集成作用，而非美国未来科学家里夫金在《第三次工业革命》一书中理解的“可再生能源”；其次，是真正的“端到端”的能源供应链（或需求链）的效率优化提升，而非从二次能源的电力为发源点；其三，强调了多能互补、产消一体、逆向重构，即能源的不同形式间相互转化；最后，揭示了互联网的价值本质，即增强产消环节功能和体验，减少传递环节的效率浪费。

四、未来能源互联网的五大特征！

按照这一思路，能源互联网应具有以下五个显著特点：

一是需求导向（互联网思维之用户思维）。一方面是我们能源的生产要根据实际的需求来确定，避免盲目的能源生产扩张（尤其对当前能源过剩很有意义）；另一方面，从用户对能源消费使用的便捷性、经济性、稳定性出发，通过技术手段，提升需求侧的用能功能与体验。还一方面，随着能源互联网中可再生能源、分布式电源以及电动汽车的大规模接入，使得电力系统呈现出较强的双侧随机性。需求侧能源消费管理和能源输出其实也是一种需求！这是未来能源互联网中重要的可控资源。应该说，在未来的能源互联网时代，伴随能源真正回归商品属性，尤其是完全市场化后，有谁很好地满足用户需求，解决了用户痛点，从而抓住终端用户，谁就占据了能源产业主导权，这一点非常符合近来互联网领域的一个流行观点，就是从供应链向需求链的转化！

二是多能融合（互联网思维之整合（共享）思维）。实际是考虑到我们不同能源形式的高效协同，比如太阳能、核能、风能（制氢）与煤基多联产的耦合。在煤基多联产中，需要大量的氢气参与化学合成。而核电、太阳能、风能则可以通过电解水、热化学循环分解水、核能高温热裂解等多种方式获得氢气，实现清洁能源的就地利用，从而避开清洁能源并网的难题。再如，太阳能、风能等新能源发电，由于其受光照、风速、风向等自然条件的影响，存在稳定性可靠性差的弊端，通过常规能源调节从而“消峰填谷”，辅以储能技术的发展，实现能源的稳定可持续供应。另外，光热作为一种新能源，目前成本很高，国家正在积极开展示范项目推进，但光热发电基本原理和火力发电相似，若与火电项目联合布置或在既有火电项目上改造布置，可以降低成本，提高太阳能利用率，增强电网的稳定性，也有利于传统火电的清洁发展。

三是能源泛在（互联网思维之流量思维与社会化思维）。今后伴随光伏、风电等新能源的发展，以及储能技术、电动汽车（可简单理解为移动储能设备和电源）的发展，不仅常规能源分布广泛，新能源和各类能源存在形式也将变得异常广泛，人人都是能源提供者和消费者（产消一体化），都可以参与到能源的产业链中来（能源互联网概念中的双向重构）。从长尾理论出发，如此泛在的能源存在，给运用流量思维和社会化思维将边际成本打到趋零的商业模式带来了无限的想象空间。

四是供应链线上线下一体多元化（互联网思维之平台思维）。能源实际也是一种商品，其供应链

从传统的线下单一点对点，向线上多需求、多来源的转变，是未来能源互联网的一大显著特点。首先拿常规一次能源来说，近两年，伴随互联网的春风，找煤网、易煤网、气头网、麦安集等煤炭、天然气等资源的垂直 B2B 的电子商务平台在诞生，这类平台旨在打造集信息流、物流、资金流为一体的“能源资源淘宝”；另外，围绕能源供应链环节，尤其是在能源传递上，又涌现出像 56 快车（APP）这样的大宗能源商品的运输线上线下一体化平台，提高了物流效率、降低了成本。相信在今后伴随能源互联网的不断深入，不仅一次能源供应链的互联网改造更加充分，“电能淘宝”，或多种能源形式的供应链互联网化将会逐步实现。

五是服务体验（互联网思维之极致思维，服务即营销）。互联网讲究的是打造让用户尖叫的产品，实际在能源互联网领域，能源的属性不易改变，只有改变能源生态链上的配套服务，才能给用户极致的体验。比如，在常规能源领域，基于对用户使用煤炭资源的用途，利用互联网技术和思维，按其最满意的发热量、灰分、硫分进行寻缘并配煤销售（有点像众筹），服务其能源资源的再加工和转化。再比如从二次能源电能角度，基于高度信息化的基础设施，以及大数据分析技术，售电企业可以针对不同电力消费群体的用能习惯进行分析，来制定针对不同消费群体的个性化用电服务模式，同时用户也将有更多的用电模式选择。

以上是笔者从互联网思维和能源属性出发，阐述了对能源互联网的一些认识。但毕竟能源互联网是一个新鲜事物，各界人士、各专业领域从各自角度阐述其对能源互联网的认识，实际是有助于这一概念的更加明晰，有助于国家相关政策的制定，也有助于未来我国能源互联网产业的发展。希望更多的人能够关心能源互联网，毕竟，明天的你可能就是能源互联网的改造者和受益者！

左前明 中国能源报 2015-11-27

黑龙江省“互联网+”能源行动计划

“互联网+”能源是把互联网的创新成果与能源领域深度融合，推动能源技术进步、效率提升，形成更广泛的以互联网为基础设施和创新要素的能源发展新形态。为深入贯彻落实《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》（国发〔2015〕40号）精神，加快推进互联网与能源领域深度融合和创新发展，制定本行动计划。

一、总体思路和发展目标

（一）总体思路

积极贯彻落实国务院关于“互联网+”的一系列重大战略部署，以提高能源生产效率和实现能源资源合理开发为目标，有机联结用户，促进能源生产发展，拉动能源消费市场，释放我省能源潜力，实现能源效率利用最大化和配置最佳化，为经济社会发展提供坚强有力高效的能源保障。

（二）发展目标

到 2018 年，互联网与能源的融合发展进一步深化。

1. 互联网在促进能源产业转型升级方面取得积极成效，加速提升产业发展水平，增强能源行业创新能力，建立覆盖全省重点能源企业的信息公共服务网络。

2. 互联网在促进新能源发电预测、调度等方面的应用得到加强，实现新能源精准调度和高效利用，新能源和可再生能源发电量占全省发电量比重达到 15% 以上。

3. 互联网对促进节能减排起到积极推动作用。提升用户智能错峰用电水平，提高智能电表覆盖率达到 80% 以上。新建住宅停车位和大型公共建筑物、公共停车场充电设施建设比例得到提高。

4. 智能电网建设进程进一步加快，新能源微电网示范项目取得成效。

到 2025 年，形成覆盖电、煤、油、气等能源行业的公共信息服务网络，能源行业基本实现网络化、智能化、服务化、协同化。

二、重点任务

（一）推进能源生产智能化

1.全面提升能源生产智能化水平。加强常规电源和新能源电源发电的厂站级智能化建设,逐步开展电源参数实测,实现电源与电网信息的高效互通,进一步提升各类电源的调控能力和网源协调发展水平。推进煤炭、石油、天然气等能源企业生产实时监控、调度和管理信息大数据系统,提高安全生产调度指挥能力和经营管理水平。

2.继续完善新能源发电运行电网监控与调度。建立新能源基础资料收集与分析预测体系,实现新能源运行信息全覆盖。开展电网调度运行实时数据共享方案研究,实现多单位间新能源信息全面共享。利用互联网技术成果,探索通过价格杠杆改变用户消费模式,建立电网风险控制模型,更大限度提升电网承载能力。

(二)推进分布式新能源网络建设

1.开展分布式新能源网络建设试点。选择风能、太阳能等新能源资源条件较好、产业园区具有一定规模、工业企业较为集中地区,开展分布式新能源网络建设试点。探索应用互联网通信和智能调控技术,实现高效互动的需求侧管理,逐步建成开放共享的新能源网络。

2.探索新能源微电网建设。按照国家统一部署,发挥互联网远程控制优势,在有条件的单位或园区,开展风能、太阳能、天然气冷热电联产等微电网建设示范。在偏远农村、林区、旅游景区,探索建立容纳风能、太阳能、小水电等可再生能源的发输(配)储用一体化的局域电力系统,研究创新技术支撑体系、管理体制和运营模式。

(三)推进能源消费清洁化和智能化

1.强化电能替代工作。推动电动汽车应用,合理规划城市布局,加快配建充电桩、城市充换电站、城际快充站等设施,鼓励民间资本以独资、PPP等方式参与充电基础设施建设。

2.鼓励发展智能家庭能效管理等新型业务。积极开发智能用电用气技术,开展双向互动服务平台示范工程建设,逐步完善用户用电用气信息采集系统,在中心城市形成智能化用能小区。

(四)推进电网与互联网深度融合的网络设施建设

1.建设全省能源互联网信息公共服务网络。建设能源管理部门和重点能源企业互联网信息公共服务网络,与国家能源监测预警与规划管理系统互联互通,实现能源产业链上下游企业信息对接。

2.加强智能电网建设。集成信息技术、控制技术、储能技术等新技术,加快建设智能电网,提高电网安全性、经济性、适应性和互动性,实现水能、风能、太阳能等新能源和常规电源的智能化融合及高效利用。

3.探索电网和通信网的深度融合。推进电力光纤到户工程,开展电网和通信网深度融合技术攻关和示范工程建设,逐步实现同缆传输、共建共享。

三、保障措施

(一)加强组织协调和服务。建立组织协调机制,着力优化服务,营造良好发展环境。进一步深化行政审批制度改革,充分发挥市场配置资源的决定性作用,激发市场主体发展活力。

(二)拓宽融资渠道。鼓励和引导社会资本参加“互联网+”能源行动。发展绿色信贷,鼓励符合条件的企业通过发行企业债券、中小企业私募债券等方式进行直接融资。

(三)增强科技创新支撑。支持“互联网+”能源行动科技计划项目。支持高校、科研院所与骨干企业联合组建产业创新战略联盟及技术转化应用服务平台。加大人才引进力度,积极打造科技创新的智力优势和人才高地。

(四)培育市场主体。通过市场化公开招标方式,确定全省能源互联网信息公共服务网络、光伏电站、风电等投资主体,鼓励投资实力强、市场实践经验丰富、懂经营善管理的企业参加“互联网+”能源行动,提高市场主体的创新能力和竞争能力。

(五)加大宣传培训力度。充分利用网络、电视、报纸等媒体,多形式、多渠道宣传典型项目、案例,加强对各级能源管理部门和能源企业有关“互联网+”能源行动知识、技术的培训。

北网 2015-12-01

能源互联网热潮下的几点冷思考

历史经验表明，由技术进步推动的变革往往以超乎人们想象的速度和烈度发生。在“互联网+”的浪潮下，能源互联网所推动的能源革命，即使穷尽我们所有的想象力，也难以预测其到来的速度有多么快，其影响的程度有多么深远。因此，我们在顺应这个潮流的同时，也应提前做好应对问题的准备。

自 2014 年下半年开始，伴随能源革命的提出，“能源互联网”开始成为社会关注的话题，政府部门也确定了《能源互联网行动计划大纲》。毫无疑问，能源互联网的发展将会给能源行业带来许多积极作用。不过，笔者认为，面对新变革和潮流，在尽情享受盛筵的同时，还得冷静下来思考其中可能带来的一些问题。

不能将能源革命目标的实现

完全寄希望于能源互联网

能源是根本，是“道”，互联网只是手段，是“术”，两者一结合，本质是互联网与能源的融合与创新，实现能源革命的目标：高效、低碳、安全及可持续，其重心应是解决当前能源行业中存在的问题，而不是将能源简单地互联网化，例如，能源数据的互联网化、能源信息的互联网化等。

对于上述能源革命的几大目标，能源互联网对能源的高效、低碳两大目标的实现极具促进作用：一是通过互联网对整个能源产业链条的重新塑造和高度智能化管理，解决分布式能源大规模并网的问题，不断优化能源供给结构，促进能源需求侧管理，提高能源的利用效率；二是可以有效解决能源分布和市场供求失衡问题，最大限度实现供需均衡；还能把能源消费者和生产者融合在一起，将个体融合成既是能源生产者也是能源消费者，实现产销一体；三是在当前能源体制改革背景下，之前的体制障碍将逐步消除，可通过大力发展可再生能源、分布式能源、储能技术等，提高清洁能源比例，促进未来能源应用向低碳转变。

但对于能源的安全和可持续利用这两个目标，能源互联网快速发展，并不见得是一件好事。由于电力、油气的特殊性，不像其他行业对中游管网依赖程度高，其安全、可持续利用要求极高。尽管之前我国电力、油气行业一体化严重，垄断比较突出，但在保证能源安全、可持续利用方面，成绩绝不比发达国家差。例如，2008 年雨雪冰冻灾害天气时，若不是大一统的电网体制，绝对会出大的能源问题。随着能源互联网的推进，能源市场供应主体大量增加，交易方式更加多元，政府对其监管将日益困难，例如，“售电市场放开”是我国能源革命的重要内容，当售电侧放开后，有很多供电主体，如果一家售电公司经营不善倒闭，或者跑路，谁来保证供应？谁来兜底？不像现在有电网公司在绝对保证供应。另外，可再生能源供应持续、稳定性差，如何将之转化为稳定性强、波动性不大的能源又成为一大问题。

能源互联网也许不能提供

低成本的能源

再者，能源互联网的快速发展并不一定将会提供社会成本更低的能源。我国能源现状是：常规能源“富煤、贫油、缺气”，可再生能源和清洁能源还处于产业初期，规模效应还未得到真正体现，这就决定了可再生能源和清洁能源的价格肯定要大于常规能源，是真正的“贵族能源”。尽管 11 月 18 日天然气门站价格下调，但石油、煤炭、电力与天然气相比仍具有价格优势（下调后油气比价仍为 0.6:1）；天然气分布式能源如果没有投资、价格补贴，仍没有经济性。如果为了治霾，一味弃煤炭于一边，大力提高可再生能源和清洁能源比例，整体能源价格肯定就要提高。能源价格的提高又会使我国整个社会的成本抬升，经济增速进一步下滑。

目前我国制造业的成本优势与美国相比已不大。美国波士顿顾问公司（BBG）不久前发布的《全球制造业的经济大挪移》报告指出，若与全球出口总额排名前 25 的经济体作比较，并以美国的制造成本为基准指数 100，中国的制造成本指数高达 96，也就是说，同样一件产品若在美国制造的成本是 1 美元，在我国则需要 0.96 美元，显示两者制造业的成本差距已大幅缩小。所以，我们在大力推

广清洁能源面临的一个问题是，整个社会是否能够承受得起广泛使用可再生能源、清洁能源的成本？能否忍受能源成本攀升所带来的冲击？能否忍受由于成本上涨而带来的产业转移？

政府应重视能源互联网

所隐藏的风险

如果说能源革命是对我国原有能源体系的颠覆性变革，那么在将互联网思想引入能源产业后，能源互联网所带来的就不仅是针对能源技术的变革，更是针对生产力及生产关系、能源消费与生活方式的深层次变革。大的变革往往带来的既是机遇，也有挑战。

从商业及市场投资机会的角度看，的确，能源互联网快速发展将会带来新的、多元化商业模式和投资机会，因为它能彻底颠覆能源行业“天然垄断”，把之前一个集中式的、单向的、生产者控制的能源系统，转变成大量分布式能源、辅以部分集中式能源、与更多消费者互动的能源网络，将原来封闭运行的能源产业链进行更进一步划分，并尽可能对外开放和共享，肯定会产生新的利益区块，吸引更多投资者进入，前景十分诱人。但从政府角度看，由于能源互联网是新能源技术、ICT 和互联网的融合，是一项复杂系统工程，不仅存在技术、安全、标准等问题，还需要解决消费者、发电企业、电网、售电企业、政府等利益相关方的协调问题。在看到其带来的巨大红利之时，也不应忽视暗藏或潜在的风险。互联网金融就是很好的例子，在塑造传统金融业态、带来普惠金融红利的同时，也由于其金融方式及手段日益衍生复杂、创新而带来很多新的金融风险及乱象，政府不得不出面加强监管。

历史经验表明，由技术进步推动的变革往往以超乎人们想象的速度和烈度发生。在“互联网+”浪潮下，能源互联网所推动的能源革命，即使穷尽我们所有的想象力，也难以预测其到来的速度有多么快，其影响的程度有多么深远。因此，我们在顺应这个潮流的同时，也应提前做好应对问题的准备。

（作者系中国经济学会理事）

刘满平 中国能源报 2015-12-01

关于能源互联网定位问题的思考

能源互联网是国家“互联网+”战略的重要组成部分。当前，对能源互联网的理解有一种倾向，将其等同于电力互联网或分布式电力互联网。笔者认为，能源互联网的概念不应是单纯“电网”或“电力+互联网”，而是要在深刻理解“互联网+”本质和充分认识能源问题基础上，站在更高层面，以更广角度去思考。

一、“互联网+”的本质

“互联网+”本质上解决了一个问题，那就是效率问题！所谓互联网思维，实际上是基于“解决效率问题”的本质衍生出来的思维方式。用户思维提升了产品功能性和用户体验效率，迭代思维提升了产品更新效率，简约思维提升了核心功能使用效率，平台思维提升了各方参与衔接效率，跨界思维实际上就是高效率整合低效率！互联网的打法正是基于这种思维模式，降维打击，提高效率，实现独大。腾讯游戏打败任天堂是打掉了游戏硬件的维度，小米电视打击夏普、康佳打掉的是高毛利维度，360 超越瑞星、江民打掉的是收费维度！如若再放眼 O2O、P2P、B2B、C2B 等商业模式，更是如此。

二、能源的理解

一是从能源内涵来看。“能源是可以直接或经转换提供人类所需光、热、动力等任一形式能量的载能体资源”。可分一次能源和二次能源。电能只是二次能源的其中一种形式。只从电能角度的部分概念不能囊括能源大概念。

二是从能源供应链来看。如果构建端到端的能源供应视角，其过程应是一次能源—传输—终端用户以及一次能源—二次能源—传输—终端用户两种形式。单纯把二次能源中电能供需链加以互联网改造，不全面，即便是考虑未来电能替代，也有一次向二次转化问题。

三是从具体我国能源国情看。从赋存结构看，我国能源资源显著特点是“富煤、贫油、少气、风光好”。煤炭和风、光等一次能源相对丰富。根据国务院能源发展战略行动计划相关研究，到 2050 年煤炭在我国一次能源消费结构中的比重仍在 50%左右，届时新能源也将占到半壁江山。如果将常规一次能源割裂出去也不符合我国的能源国情。

三、能源互联网的定位

笔者认为，能源互联网，本质上是通过互联网手段和思维，解决能源产业整体效率问题（具体包括生产、传递、使用、转化效率等）。既要包含二次能源，也要兼顾一次能源，既要考虑新能源，也必须融合常规能源。

因此对能源互联网的理解是：通过整合各类型能源的产、转、输、储、配、用各环节，对环节中信息流、能量流（或物流）、资金流进行优化和重构，增强能源价值创造环节（产、用）功能和体验，提高能源价值传递环节（转、输、储、配）效率，构建高效、绿色、智能能源产业的一套体系。

这一理解，首先立足各类能源，强调互联网思维在各类能源资源配置中的优化作用；其次，是真正的“端到端”的能源供应链的效率优化提升，而并非从二次能源电力为发源点；其三，强调了多能互补、产消一体、逆向重构，即能源不同形式间相互转化；最后，揭示互联网价值本质，即增强功能体验，减少效率浪费。

四、未来能源互联网的五大特征

按照这一思路，能源互联网应具有五个基本特征：

一是需求导向（互联网思维之用户思维）。其一是能源生产要根据实际需求来确定，避免盲目的能源生产扩张；其二，从用户对能源消费使用的便捷性、经济性、稳定性出发，通过技术手段，提升需求侧用能功能与体验。其三，随着能源互联网中可再生能源、分布式电源以及电动汽车大规模接入，使得能源系统呈现出较强的双侧随机性。需求侧能源消费管理和能源输出其实也是一种需求！未来能源互联网时代，伴随能源真正回归商品属性，尤其完全市场化后，谁很好地满足用户需求，解决用户痛点，抓住终端用户，谁就能占据能源产业主导权。

二是多能融合（互联网思维之整合思维）。实际指不同能源形式的高效协同。比如，太阳能、核能、风能（制氢）与煤基多联产耦合。在煤基多联产中，需要大量氢气参与化学合成。而核电、太阳能、风能则可以通过电解水、热化学循环分解水、核能高温热裂解等多种方式获得氢气，实现清洁能源就地利用，从而避开清洁能源并网难题。再如，太阳能、风能等新能源发电，由于其受光照、风速、风向等自然条件影响，存在稳定性、可靠性差的弊端，通过常规能源调节从而“消峰填谷”，辅以储能技术发展，实现能源稳定可持续供应。另外，光热作为新能源，目前成本很高，国家正在积极开展示范项目，但光热发电基本原理和火力相似，若与火电项目联合布置或在既有火电项目上改造布置，可以降低成本，也有利于传统火电清洁发展。

三是能源泛在（互联网思维之流量思维与社会化思维）。今后伴随光伏、风电等新能源发展，以及储能技术、电动汽车（可简单理解为移动储能设备和电源）发展，不仅常规能源分布广泛，新能源和各类能源存在形式也将变得异常广泛，人人都是能源提供者和消费者，都可以参与到能源产业链中来。从长尾理论出发，如此泛在的能源存在，给运用流量思维和社会化思维将边际成本打到趋零的商业模式带来了无限的想象空间。

四是供应链线上线下一体多元化（互联网思维之平台思维）。能源实际也是一种商品，其供应链从传统的线下单一点对点，向线上多需求、多来源转变，应是未来能源互联网一大显著特点。首先拿常规一次能源来说，近两年，伴随互联网春风，找煤网、易煤网、气头网、麦安集等煤炭、天然气等资源垂直 B2B 电子商务平台诞生，这类平台旨在打造集信息流、物流、资金流为一体的“能源资源淘宝”；相信今后伴随能源互联网的不断深入，不仅一次能源供应链的互联网改造更加充分，“电能淘宝”，或多种能源形式的供应链互联网化将会逐步实现。

五是服务体验（互联网思维之极致思维，服务即营销）。互联网讲究的是打造让用户尖叫的产品，而在能源互联网领域，只有改变能源生态链上的配套服务，才能给用户极致体验。比如，在常规能

源领域，基于对用户使用煤炭资源的用途，利用互联网技术和思维，按其最佳发热量、灰分、硫分进行寻缘并配煤销售，服务其能源资源高效再加工和转化。再如，从二次能源电能角度，基于高度信息化的基础设施，以及大数据分析技术，售电企业可以针对不同电力消费群体的用电习惯进行分析，来制定针对不同消费群体的个性化用电服务模式，同时用户也将有更多的用电模式选择。

综上，能源互联网实际是运用互联网思维对整体能源生态进行改造，而非单一能源形式。希望各界人士在研究能源互联网问题时，以更加开放、更加包容、更加协作的态度去重新审视我国的能源互联网，也希望国家在研究出台能源互联网政策时，有一个全面而又完整的能源互联网视角，这将有助于未来我国能源产业健康、高效、绿色发展。

（作者供职于中国煤炭工业协会咨询中心）

左前明 中国能源报 2015-12-01

“能源互联网”即将进入操作阶段

中国能源报记者日前获悉，国家发改委已派出三路专家赴各省能源企业与开发区调研能源互联网进展情况，预计年内推出能源互联网的正式文件，广受行业关注但认知依然模糊的能源互联网即将进入实际操作阶段。

现状：认知模糊

自国家提出以“互联网+”为手段，以智能化为基础，促进信息和清洁能源的深度融合以来，行业对能源互联网技术、发展模式、发展业态的关注持续升温。但除了“互联网+”被定义为能源行业创新要素，概念相对清晰外，尚存探索空间的能源互联网形态依然模糊。

“现在行业内所提的能源互联网，大多是指能源的、互联的网络系统，但从顶层架构上讲，目前这种能源的互联网络系统并不是全部意义上的能源互联网，而未来‘能量信息智慧融通’的能源互联网会具备这样的功能。”承接国家发改委基础产业司《中国能源互联网产业技术发展研究》课题研究的江苏低碳研究院执行院长徐拥军告诉记者。

清华大学能源互联网创新研究院政策研究室主任何继江在接受记者采访时介绍，能源互联网是解决高比例风、光等清洁能源的接入体系，同时也是智能电网、能源网、物联网、互联网的深度融合。“未来的能源体系将以风电和光伏等清洁能源为主，火电规模的下降客观上将改变现有电力系统。新能源不稳定，能源互联网要实现这个目标，就要在用户侧也实现智能的能源互联网体系。”

“现阶段能源互联网的巨大空间，主要是电改过程中由电网释放出来的能量空间，需要明确如何用能源互联网的模式来承接它。任何问题在改进和解决的过程中都会释放新的机会和空间，都会经历一次再分配，最终形成系统优化。市场上出现的众多售电公司大多是看准了这个市场方向。”徐拥军说。

企业多元试水

能源产业发展新形态的来临，为市场预留了巨大想象空间，不少商业嗅觉敏锐的能源企业纷纷摩拳擦掌，积极布局能源互联网。在新能源领域，远景、协鑫、阳光电源的尝试最具代表性，但路径不尽相同。

远景能源是国内最早提出能源互联网概念的企业之一，据远景光伏产品业务总经理孙捷介绍，能源系统正在发生巨大的重构，能源互联网将会是可再生能源时代的运行机制，该机制包含系统、法则、规律和参与方。可再生能源时代将以可再生能源为龙头、在重构的能源系统，化石能源生产端、能源需求端和电网，将在能源互联网的协助下，更为柔性的服务于这个可再生能源主导的系统。能源互联网将以平台为核心，构成生态系统，除了智慧风场和智慧光伏操作系统外，远景正在打造能源互联网领域的操作系统，并逐渐拓展到智慧城市数字基础设施管理平台。

与远景有所不同，国内最大光伏制造企业协鑫集团在探索能源互联网时，不仅具备了能源互联网业态的基础雏形，还率先提出了能源互联网路线图。绿色小镇、绿色能源家居、绿色出行、绿色

交通,以及电动汽车投放和充电桩的联网建设,形成了协鑫统一智慧城市调度管理平台,预计在 2025 年之前可形成区域性综合能源互联网。

作为国内最大光伏逆变器供应商,阳光电源在能源互联网探索更显专业化。阳光电源在 4 月份正式与阿里云签订战略合作,通过 iSolarCloud 智慧光伏云,实现旗下所有电站标准数据信息的共享,成为支撑“互联网+”的新型基础设施。阳光电源副总裁赵为表示,借助能源互联网,阳光电源从单一电站管理正式进入精细化运作、集团管理的新时代。

“现阶段能源互联网不是商业性概念,企业可以发现并找到其商业价值。市场中的应用都是能源互联网形态之一,是一个功能的表现形式,是用现在所能想到的模型来认定未来能源世界的能源互联网认知。”徐拥军表示,这些相对零散的实践在更高的层面的应用,与国家战略层面的能源互联网尚有一定差距,但互联网的思维需要社会积极响应。

路线呼之欲出

尽管行业对能源互联网的追捧情绪日益高涨,关于能源互联网的辩论也愈加激烈,但国家层面至今并未出台任何关于能源互联网的文件。

一位行业权威专家向记者透露,国家目前正积极筹备能源互联网行动指导意见,相关正式文件将在年内发布。该专家表示,能源互联网是新兴事物,信息和能量通道尚未搭建完成,世界各国对其基本形态均未形成清晰认知,我国也不例外。

记者了解到,当前来自相关权威部门给出的能源互联网定义是:一种与能源产生、传输、储存、消费以及能源市场深度融合的能源产业发展新形态,其主要特征为设备智能、多能互补、信息对称、供需分散、系统扁平、交易开放。对此,徐拥军表示,能源互联网就是:“能量信息智慧融通”,最终实现“能源信息一体化”,是未来智慧星球的基础。未来的工业 4.0、智慧城市等离开了能源互联网都将是空谈。

据记者了解,为促进能源互联网健康有序发展,国家将在 2018 年之前着力推进能源互联网的试点示范工作。目前一些能源互联网研究机构已相继成立。其中在今年 6 月,由发改委国合中心国际能源研究所、江苏低碳研究院、清华大学联合筹备、组织的中国能源互联网产业技术联盟将于 2016 年初正式挂牌。该联盟将成为中国能源互联网发展的智库和推动力量。

钟银燕 中国能源报 2015-12-01

IEA: 全球能源转型正当时

近日,国际能源署(IEA)在北京发布了最新的《2015 世界能源展望》报告。这是中国成为国际能源署联盟国后第一次在中国发布《世界能源展望》报告。众多明显信号显示出全球能源转型正在进行中,石油市场的再平衡、中国发展模式的转变、印度能源消费的崛起都将对世界能源格局带来深远影响。

在此次报告中,与电力紧密相关的两个词是效率和低碳化。在 2005 年时,中国只有 3%的能源消费需要满足强制性能效标准,如今,中国有大约半数的能源消费需要满足强制性能效标准。而且,持续的能效提高和风能、太阳能、水电和核电等低碳能源使中国的排放增长放缓,到 2030 年左右达到峰值。中国可再生能源电力装机容量比其他任何国家都要高,并将于 2017 年引入涵盖电力行业的碳排放交易方案,这将有助于抑制对煤炭的需求。

中国和印度(跟随日本强制能效标准步伐)的强制性目标已经把全球能效法规对工业的覆盖率从 2005 年的 3%增加到现在的超过三分之一,而且从现在到 2040 年此类能源政策将继续扩大其覆盖范围和效力。在经合组织国家,能效措施把需求增长减少为没有此类措施的情况下的 60%。

但是 IEA 的中心情景还远远没有完全释放能效提高的潜力。IEA 估计,2030 年全世界新购设备的能效会再增加 11%,所节约能源的平均成本是 300 美元/吨油当量,远远低于 1300 美元/吨油当量的加权平均能源价格。目前,只有美国、加拿大、日本和中国对卡车和重型货运车辆的能耗进行监

管，欧盟也计划出台相关规定：更广泛的地域覆盖和更严格的标准可以把 2030 年时新卡车的石油需求削减 15%。

在 IEA 的中心情景中，只有少数国家实行了较高的碳定价。有鉴于此，政府政策的支持和相关补贴对于多数装机容量而言依然至关重要。可再生能源装机转向可再生能源资源更好的国家，成本继续降低，批发电价上涨，补贴需求有所降低。到 2040 年时，补贴增加 50%，估计将达到 1700 亿美元，这会确保来自非水可再生能源的发电有五倍的增加(如果没有成本降低和批发电价上涨)。没有任何补贴支持的、具有竞争力的非水可再生能源所占的份额会翻一番，占比达到三分之一。

结论是，如果世界要想让排放轨迹与 2 摄氏度目标保持一致，在第二十一届联合国气候变化大会上达成的气候行动框架就需要建立一个确保随时间发展不断加强气候承诺的程序。清晰可信的长期低碳化愿景对于为投资提供正确的信号和让低碳高效的能源行业成为国际社会减缓气候变化努力的核心具有至关重要的作用。

陶朵朵 中国科学报 2015-12-01

习近平出席气候变化巴黎大会开幕式并发表重要讲话

国家主席习近平 30 日在巴黎出席气候变化巴黎大会开幕式并发表题为《携手构建合作共赢、公平合理的气候变化治理机制》的重要讲话，强调各方要展现诚意、坚定信心、齐心协力，推动建立公平有效的全球应对气候变化机制，实现更高水平全球可持续发展，构建合作共赢的国际关系。

当地时间上午 9 时 25 分许，习近平抵达布尔歇展览中心，法国总统奥朗德和联合国秘书长潘基文在停车处迎接。

习近平在讲话中指出，巴黎大会要加强《联合国气候变化框架公约》的实施，达成一个全面、均衡、有力度、有约束力的气候变化协议。巴黎协议应该着眼于强化 2020 年后全球应对气候变化行动，也要为推动全球更好实现可持续发展注入动力。协议应该有利于实现公约目标，有效控制大气温室气体浓度上升，引领绿色发展;应该有利于凝聚全球力量，鼓励广泛参与，提高公众意识;应该有利于加大投入，强化行动保障，发达国家要落实承诺，向发展中国家提供更加强有力的资金支持，并向发展中国家转让气候友好型技术;应该有利于照顾各国国情，讲求务实有效，应对气候变化不应该阻碍发展中国家消除贫困、提高人民生活水平的合理需求。

习近平指出，巴黎协议不是终点，而是新的起点。应对气候变化的全球努力给我们思考和探索未来全球治理模式、推动建设人类命运共同体带来宝贵启示。我们要创造一个各尽所能、合作共赢、奉行法治、公平正义、包容互鉴、共同发展的未来。巴黎大会要推动各国尤其是发达国家多一点共享、多一点担当，实现互惠共赢;要确保国际规则的有效遵守和实施，坚持民主、平等、正义，建设国际法治，遵守共同但有区别的责任原则;要允许各国寻找最适合本国国情的应对之策。

习近平强调，中国一直是全球应对气候变化事业的积极参与者，目前已成为世界节能和利用新能源、可再生能源第一大国。中国将落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，形成人与自然和谐发展现代化建设新格局。中国在“国家自主贡献”中提出的目标虽然需要付出艰苦努力，但我们有信心和决心实现我们的承诺。中国政府认真落实气候变化领域南南合作政策承诺，今年 9 月宣布设立中国气候变化南南合作基金，将于明年继续推进清洁能源、防灾减灾、生态保护、气候适应型农业、低碳智慧型城市建设等国际合作，并帮助发展中国家提高融资能力。

习近平最后强调，应对气候变化是人类共同的事业。让我们携手努力，为推动建立公平有效的全球应对气候变化机制、实现更高水平全球可持续发展、构建合作共赢的国际关系作出贡献。

约 150 个国家领导人出席气候变化巴黎大会开幕活动。与会领导人表示，气候变化问题是全人类面临的共同挑战，攸关人类未来，需要各方携手应对。气候变化巴黎大会为全球共同应对气候变化提供了重要契机。巴黎大会要取得成功，就要确保大会达成全面、均衡、有力度、有约束力的协议。各国要加大对清洁能源、低碳经济等领域的投资，制定有雄心的减排计划，减缓气候变化过程。

全球可再生能源发电增量中国占 40%

11月18日，在国际能源署2015年部长级会议上，中国成为国际能源署联盟国。

在此次会议上，国际能源署署长法提赫·比罗尔表示，在全球能源转型的大背景下，国际能源署的现代化进程需要三大支柱：首先是向新兴经济体敞开大门；其次是拓宽能源安全的核心，一方面要考虑全球石油市场的持续发展，另一方面将液化天然气纳入全球能源贸易；第三是将国际能源署转变为全球清洁能源技术和能源效率的中心。

面临能源转型与气候变化的双重挑战，中国能源发展的潜力如何？机遇又何在？巴黎气候峰会聚焦哪些主题？近日，记者专访了国际能源署能源市场和安全负责人贞森惠佑。在采访中他表示，中国在可再生能源领域已经是领先者。

全球可再生能源发电增量，中国占 40%

11月10日，国际能源署发布的《世界能源展望 2015》指出，2040年全球能源消费将增长三分之一，增量全部来自非经合组织国家，如印度、中国与非洲、中东和东南亚的一些国家，而经合组织国家能源消费下降，如欧盟较2007年峰值时下降15%，日本下降12%，美国下降3%。

根据报告，在全球能源结构中，非化石能源占比将从现在的19%提高到25%，而化石能源中仅天然气份额增加。

报告预计，可再生能源愈加受到青睐。世界各国对可再生能源愈加重视，可再生能源发电量也逐步提升。至2040年，欧洲将有一半的发电量来自可再生能源，中国和日本为30%，美国和印度则为25%。

“我们已经看到全球能源的转型，从化石能源逐渐向可再生能源过渡。”贞森惠佑称，可再生能源在欧洲市场的增长已经是一个趋势。与此同时，中国的煤炭需求已经逐渐下降，如太阳能和风能等可再生能源的经济效益正在逐步体现，整个能源结构已经在向低碳能源转型。

“可再生能源会进一步地增长，中国会发挥重要作用。在这个领域，中国已经是一个领先者，在全球可再生能源发电量的增长中，中国占比约达40%。”贞森惠佑表示，中国在节能减排上的压力已经推动了可再生能源的快速发展。

不过，他同时指出，虽然全球可再生能源发电增长的趋势非常明显，“但是这样的增长是不够的，没有办法帮我们来满足应对气候变化的目标。”

天然气、核能在中国的需求比较大

《世界能源展望 2015》指出，由于可以取代碳强度更高的燃料或支持可再生能源并网，天然气消费增加近50%，非常适合逐步低碳化的能源体系。

“迄今为止，中国是世界上增长最快的天然气需求中心。”贞森惠佑表示，很多LNG产品都在盯着中国市场，预计未来亚洲会引入大量的天然气。

如今，在国际油价下跌的大背景下，天然气价格也迎来了一个低潮期。

贞森惠佑指出，如今天然气市场价格波动非常大，但是却没有影响到需求的变动。他建议亚洲国家应当利用这一市场机会，进一步改革能源架构，促进天然气市场第三方准入问题的解决，“我们应该创造一个高效的市场，使天然气的投资成为具有吸引力的项目。”

福岛核事故后，日本所有的核电站都被迫停运。日本本土核电发展遭遇民众的质疑与阻力，继续发展核能面临不小的挑战。

“在过去的几年里，日本本土基本上处于‘零核电’的状态，也因此增加了碳排放，这对于应对气候变化是不利的。”贞森惠佑对记者称，近期川内核电站1、2号机组已经重新运转，其他的核电站也在接受审查。如今，日本在新的主管部门和新的监管规定框架下发展核电，希望能有更多的核电

机组在未来重启，“当然，安全仍然是首要问题。”

贞森惠佑指出，作为一种低碳、可调度、大规模、稳定的能源，核能对于保证可持续以及可负担的电力供应非常关键。在可预见的将来，中国核能建设的规模会比较大。

巴黎气候大会：

中印积极参与令发达国家更为重视

11月30日至12月11日，《联合国气候变化框架公约》第21次缔约方会议将在巴黎举行，如今已经进入倒计时。会议旨在完成2009年哥本哈根气候大会提出的目标——达成一项抑制全球气候变暖的协议，确保地球升温不超过工业革命前2摄氏度。

今年6月30日，中国向联合国气候变化框架公约秘书处提交了应对气候变化国家自主贡献文件《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》。根据文件，到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%~65%。

贞森惠佑告诉记者，目前160个缔约方都已经提交了削减温室气体排放的国家自定贡献预案，其中包括了所有发达国家和二十国集团成员国家，这是此前全球气候变化大会中从未出现过的情况。

“这具有非常积极的影响，包括中国和印度在内的发展中国家在积极参与，这也会令发达国家更加重视。”他说。

他同时表示，在巴黎气候大会上达成的协议关键在于确保有足够的资源和路径来保证实现升温不超过2摄氏度的目标。在国际能源署提交的报告中，该协议应当关注几个核心议题，包括每5年一次的检讨集体碳减排影响的机制、如何衡量和评价各个国家碳减排进展以及某一国的碳排放峰值等问题。

“我们希望能在大会的协议中看到这些成果。”贞森惠佑表示，不论大会结果如何，各国国内碳的排放都将有所减少，各国亦应该出台相应的政策，“同时我们还希望对各国在这方面政策制定和实施的效果实施追踪。”

中国经济周刊 2015-12-01

热能、动力工程

页岩气那些事儿

与“十二五”能源规划相比，页岩气“十三五”规划产量目标足足打了对折，在国际油价持续低迷的当下，让人不禁发问，中国页岩气产业发展是应“踩刹车”还是“踩油门”？

2015年，BP集团发布的世界能源展望预测，中国将成为仅次于北美的全球第二大页岩气产区。然而，在国家能源局“十三五”规划中，到2020年，我国页岩气产量的目标是300亿立方米。这与页岩气“十二五”规划所设定的产量目标600~1000亿立方米相比，直接打了对折。

在国际油价持续低迷的当下，“热炒”的页岩气概念似乎逐渐淡落，曾经对其给予厚望的人们开始显露质疑，甚至在大多非专业人士眼中，开发页岩气几乎成了赔本赚吆喝。

值此之际，《能源评论》召开第25次学术沙龙，邀请中石化石油勘探开发研究院咨询委员会副主任张抗、中石油规划总院经济所主任工程师孙春芬、中国地质调查局油气资源调查中心页岩气调查室主任包书景等专家深入探讨，中国页岩气产业发展现状究竟如何？中国寻路页岩气面临哪些挑战？当下页岩气产业发展是应“踩刹车”还是“踩油门”？

中国页岩气：“家底”有多少

我国页岩气资源丰富，赋存条件比较优越。陆上页岩气从前寒武纪到新生代发育丰富的富有机质页岩，广泛分布于北方主要含油气盆地及南方广大地区，具有良好的页岩气形成与富集条件。随着地质认识的不断深入，美国EIA、我国国土资源部、中国工程院和中国石油天然气股份有限公司

都先后发布了国内页岩气资源潜力评估报告。根据 2014 年的最新评价结果，我国页岩气技术可采资源量为 12.85 万亿立方米，其中，海相页岩气技术可采资源量为 8.82 万亿立方米；海陆过渡相—湖沼相页岩气技术可采资源量为 2.23 万亿立方米；湖相页岩气技术可采资源量为 1.80 万亿立方米。从含气量指标来看，在我国的四川盆地寒武系筇竹寺组，黑色泥页岩含气量为每吨 1.17 立方米~6.02 立方米；下志留统龙马溪组黑色泥页岩含气量为每吨 1.73 立方米~5.1 立方米。与目前实现页岩气商业开发的北美地区相比，页岩含气量为每吨 1.1 立方米~9.9 立方米。这说明从泥页岩含气量相比，我国页岩气价值和潜力并不逊色。

在政策的大力扶持下，我国页岩气开发已取得了阶段性成果。截至 2014 年年底，累计投资 230 亿元，钻探页岩气井 400 余口；完成二维地震勘察 21818 千米、三维地震 2034 平方千米；设置探矿权 54 个；总共获得三级地质储量近 5000 亿立方米、探明地质储量 1067.5 亿立方米；建立了四个国家级页岩气产业化示范区，在四川盆地海相页岩气开始投入商业性开发，在南方地区海相页岩气见到较好的苗头，在鄂尔多斯(600295,股吧)盆地陆相页岩气勘探开发有了实质性突破。2005~2014 年累计生产页岩气约 13 亿立方米，平均单井产量可达 10 万立方米 / 天。不过，2015 年要实现“十二五”规划中年产 65 亿立方米的目标，难度依然很大。

美国页岩气：繁荣的真相

2001 年以来，天然气价格走高，在钻井和压裂技术都取得重大突破的前提下，全球掀起了轰轰烈烈的页岩气开发热潮。美国“页岩气革命”的全球化引发了各国政府及能源企业对页岩气资源超乎想象的热情。页岩气产量占美国天然气总产量的比重由 2000 年的 1.6% 激增至 2013 年的 40.4%。通过页岩气革命，美国使自身能源“独立性”增强，并预计在 2020 年前将成为天然气的净出口国，2011 年至 2040 年美国预计天然气产量增长 44%，其中页岩气增长 113%，占最终天然气产量的比重达到 50%。以页岩气为代表的非常规油气产业，也为美国进一步开拓了广阔的投资市场。2009 年至 2011 年 3 年间，北美油气上游业务资本投入超过同期经营现金流 1300 亿美元，接近 2/5 的资本投入来自于北美以外的地区和石油以外的行业，北美国家由传统的油气资本输出大国瞬间转变成为了油气资本吸纳大国。

由于对美国页岩气发展历程缺乏客观认识，大多数人误以为美国用了短短十年时间造就了页岩气产业的繁荣。事实上，美国页岩气钻井历史可追溯至 1821 年，但早期开发主要以寻找天然裂缝发育储层、直井衰竭式开采为主，缺乏有效开发工程技术。以 1982 年 Mitchell Energy 开始 Barnett 页岩气钻采工程技术攻关为标志，现代页岩气开发拉开了帷幕，其中以 2000 年为界限，2000 年前为理念认识突破阶段；2000 年后，Barnett 的开发经验迅速扩散至新的页岩气田，加上天然气价格走高，现代页岩气开发才进入了一个快速扩张的商业化开采阶段。所以美国现代页岩气产业发展至今，已经历超过三十年。

由于对美国的市场环境缺乏系统的研究，大量专业和非专业的报道将美国页岩气“革命”的成功简单归因为成千上万的中小企业。事实上，根据 2011 年 4 月美国独立石油协会委托知名咨询公司 IHS 发布的报告，美国的确至少有 1.8 万家陆上独立石油公司，页岩气产业中涉及 8000 多家油气公司，其中包括油气公司、油田服务类公司和设备供应商。但据美国智库未来资源研究所的研究报告，美国页岩气市场结构并非如业界想象中分散。以页岩气钻井市场为例，从 1982 年至 2012 年，担任过 Barnett、Marcellus、Haynesville、Eagle Ford、Woodford 和 Fayetteville 这六大现代页岩气区块钻井作业者的企业超过了 600 家，但从市场主体对钻井总量的贡献率来看，在 2000 年前的工业性试验阶段，页岩气钻井几乎皆由 Mitchell Energy 公司完成，呈现“一家主导企业”的高度集中状态。被外界赋予传奇色彩的 Mitchell Energy 公司实际上在开始 Barnett 开发试验时，已达到 20 亿美元的资产规模，投资天然气管道超过 3200 英里、天然气处理站 54 座，在当时已积累了三十多年天然气勘探开发和加工销售经验，不但不是“中小石油公司”，还是美国大型独立天然气生产商之一。2000 年后，活跃的作业者依然集中在部分大型独立天然气公司：总钻井量排名前 30 的作业者对美国页岩气钻井总量的贡献率达 77%，而 61% 的企业钻井量不足 5 口，甚至近 34% 的市场参与者仅钻 1 口页岩气井，

且后者七成为投机者。

给大力发展一个理由

揭开美国页岩气“快速走红”的内幕，才能客观定位我国页岩气工业所处的发展阶段。自 2005 年我国开始页岩气勘探工作以来，无论在页岩气开发的资源潜力评价、关键核心技术和装备体系、基础理论建设等方面均取得了长足进步，必须认识到我国的确基本具备了大规模商业性开发页岩气的条件。当然，无论从页岩气分布和成藏条件、开发技术成熟程度、管网等基础设施条件，还是从矿权制度和市场环境来看，中美两国都存在很大不同。我国页岩气产业发展面临时代所赋予的独特机遇，也面临着与众不同的挑战。

一方面，能源革命为页岩气产业成长提供了契机。能源革命是我国为适应能源发展新趋势而提出的划时代命题。在世界能源供需格局重塑、能源消费结构长期失衡、环境问题日益严峻的背景下，推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命和加强全方位国际合作，将成为我国的长期战略。从能源系统来看，我国仍处于以煤为主的时期，能源消费量的 66% 依然来源于煤炭，而作为全球第二大主要能源的天然气，在我国能源消费结构中仅占 5.7%。2015 年上半年，我国天然气表观消费量约 915 亿立方米，同比增长 1.4%，其中城市燃气用气量增长 9.5%，发电用气量增长 13.3%。可见，天然气在我国的能源消费市场，还有广阔的发展空间。发展页岩气作为未来天然气的重要来源，将促使我国早日迈入绿色、低碳、清洁和高效为特征的新能源时代。

另一方面，政府支持为页岩气产业弥补了初创成本。尽管自 2014 年 6 月以来，国际油价呈断崖式下跌，一度逼近美国页岩油气开采总成本，但我国政府对国内页岩气资源的勘探开发依然高度重视。2012 年、2013 年国土资源部相继推出了全国页岩气一、二轮区块勘探权招标，财政部和国家能源局联合出台了页岩气开发利用补贴政策，从 2012 年到 2015 年，按 0.4 元/m 进行补贴，2016 年到 2018 年将降至 0.3 元/m，2019 年到 2020 年降至 0.2 元/m。2014 年，我国页岩气财政补贴约支出 4.2 亿元，2015 年预计支出达 26 亿元，2020 年财政预计支出为 60 亿元。事实上，美国联邦政府鲜有专门针对页岩气的支持计划。上世纪 80、90 年代是美国对石油和天然气研发项目投入最多的时期，但绝大部分投入到油田开发和深水技术研发，投入在美国国内非常规天然气的研发资金比重非常小。在那时候，非常规天然气对他们而言是“微不足道的”。1982 年美国政府实施了 Section 29 税收减免政策，然而到 1992 年即取消了该项优惠。所以我国政府的价格和财税补贴力度，不亚于美国。

亟待解决的四个问题

首先，如何平衡短期与长期利益？短期来看，持续走低的油价对非常规油气服务市场的冲击是巨大的。低油价对发展替代能源产业产生了无形的压力，对国内很多企业而言，加大页岩气钻井技术研发、提高页岩气开采经济效益的难度远远大于老油气田二次开发和管道气进口。但长期来看，页岩气依然有强劲后市。作为未来天然气的重要来源之一，页岩气可在民用、发电、交通和化工等领域发挥对煤炭和石油的替代作用，支撑我国完成雾霾治理、节能减排和能源结构优化战略。因短期油价下跌而叫停页岩气的行为无疑是短视的，如何平衡短期投资回报率低下与长期强劲发展后市，是政府和页岩气企业当前面临的现实难题。

其次，页岩气投资的风险由谁买单？在呼吁提高市场竞争的同时，就应该意识到市场除了投资者外，也将存在投机者，这是市场经济的固有特点。纵观当前页岩气市场的参与万象，我们看到了政府在积极号召，中石油、中石化和延长石油等大型国企已初步试水，以及一些非专业的地方国企和民营企业中标后依然驻足观望。后者尚未开展实质性勘探工作，反映出目前在技术、制度、价格等多因素作用下，市场尚不足以参与者提供足够的行为激励。换言之，由于页岩气投资具有高投入、高成本、高风险、回收慢的特点，产业初期的风险是当前市场部分“玩家”难以承受的，市场期待风险投资者的出现。从产业良性发展思路考虑，最佳的风险承担者，应是政府相关职能部门。就像上世纪 70、80 年代时美国能源部和天然气研究所等机构联合发起东部天然气页岩项目、西部天然气砂岩项目和煤层气开采项目一样，政府扮演了地质资料分析、确定并公开页岩气区块可采储量、研发提供技术支持的角色，为页岩气勘探开发提供了充分信息从而降低了后续进入的风险。

再次，怎样将技术与特色结合？页岩气钻完井技术仍然在改进当中。从现有技术来看，我国水平钻井技术已比较成熟，难度在于继续降低成本和提高储层改造技术的适应性。尽管我国页岩气水平井成本已从 1 亿元降至 5000 万~7000 万元，但依然远远高于北美地区。我国海相页岩热演化程度普遍偏高、含气量偏低、埋深偏大，经济性较差的常压-低压型页岩气分布规模较大，地表条件复杂，地下地层破碎较严重，页岩气的单井产气量较少而成本较高，要在保障井壁稳定、防止安全事故的前提下，持续降低成本，这就需要继续对钻完井的工艺、技术和装备进行优化。此外，我国南方地少人多，井场近人口密集村舍，排液主要以灌溉及饮用水源为主，这将使得页岩气在钻井、储层改造中面临严峻的噪音消除、钻井液与压裂液处理及交通设施协调的压力。

最后，如何激活矿权交易市场？美国的经验显示，矿权的高流动性对于提高市场竞争、加快页岩气产业发展至关重要。目前，尽管我国相关部门已鼓励更多的竞争者参与页岩气区块的招标活动，但两轮招标下来收效甚微，一个巨大的阻碍就在于矿权问题。中国大量的页岩气矿权与已登记常规石油天然气矿权重叠，而常规石油天然气矿权主要为大型国有石油公司所持有。有报告显示，在矿权叠加问题彻底解决前，对新进投资者开放的只有 23% 的未叠加区块。如何进一步实施矿权制度改革，建立和改进矿权交易制度，使存量区块的勘探与利用加快，并能带动增量区块的勘探与利用，是当前制度相关部门亟待解决的问题。

综上所述，我国页岩气开发遭遇当前的困境，一方面来源于国际原油市场的变化，另一方面则源自我国的矿产资源管理制度和石油工业发展模式。在国家实行能源体制改革的大背景下，无疑未来的变数还很多。不过有一条主线是明确的，即页岩气的勘探开发和产业化过程必须遵循矿产资源开发的基本规律和市场机制的运行规律。可以预见，在天然气及其替代能源价格改革、页岩气传输和分配网络建设、管网准入资质放开、矿权交易制度和平台建设等多层次开放政策逐步落实后，最终将会吸引越来越多的、多种经济成分的企业成为页岩气市场的参与主体，从而激活整个天然气市场。

（本文由中国石油大学助理研究员薛庆博士执笔）

《能源评论》 2015-11-24

储能技术与电网发展进展&前景

储能技术是人类社会走向低碳经济不可或缺的基础前提，也是推动能源型的必要条件。哪些储能技术最具发展前景？今后的发展方向如何？中国与美国在储能技术发展和应用方面有哪些最新进展？政策与监管如何支持储能技术发展？储能设施如何与电网配合？如何给储能设施应有的市场地位并保证投资运营商有适当的回报？在 10 月 27 日，北京国际能源专家俱乐部举办的储能技术与电网发展国际研讨会上，多位专家就以上问题进行了探讨，以下是各位专家的演讲精要。

美国能源监管委员会原主席 Jon Wellinghoff 先生做了一篇题目为“储能在电网发展中的作用”的演讲，详细介绍了美国的储能技术进展，解释了在联邦和州层面美国是如何利用监管条例对储能技术进行支持，并展望了储能技术在微电网的应用趋势，主要观点总结如下。

1. 目前世界上有很多种储能技术，可以提供多种服务。这些技术包括超级电容(Supercapacitors)、超导磁储能(SMES)、铅酸电池(Lead-Acid)、锂电池(Li-Ion)、钠硫电池(NaS)、液流电池(Redox Flow)、飞轮储能(Flywheels)、压缩空气储能(CAES)、抽水蓄能(Pumped Hydro)等。这些不同技术可以提供多样化供电功率(从 kW 级到 GW 级)和供电时长(从秒级到小时级)，可以在 UPS 系统(不间断电源系统)、削峰填谷电网输配系统及大容量电力管理系统等三个层面加以应用。在提供大容量能源服务方面，储能技术可以大幅度提升电网供电能力并使电力运营商通过峰谷电价差获利。另外，储能技术还可以为输电基础设施、配电基础设施、用户能源管理等方面提供诸多辅助服务功能，如：给风光系统补充旋转备用能力、黑启动、配合监管等。

2. 储能技术在电力系统各环节都可以发挥作用。一是在发电端与传统发电技术配合，提升清洁

能源的并网率。在发电端，大容量储能系统可以作为发电厂的辅助服务设施，对太阳能、风电等不稳定电源起到稳压、稳流作用。二是在输配环节，储能技术可以用在变电站上起到削峰填谷的作用。这一环节的应用在美国正变得日益重要。储能技术可以作为配电网中变电站的技术升级，推迟电网的更新换代，降低成本。三是在消费环节，在“电表前”和“电表后”，都有储能技术的应用。就“电表前”而言，在美国东西海岸、尤其是东海岸地区，电网公司在积极投资建设储能设施。因为这些地区容易受到飓风影响，储能设施可以让电网更有弹性，在对抗飓风时更稳定。在“电表后”，储能设施为用户提供服务，比如特斯拉的充电墙。在美国部分地区，每天特定时间内为电动车充电有助于电网调峰，而且还会有所回报。除加州外，伊利诺伊、纽约、新泽西、德州等州也都设立了很好的激励政策，鼓励消费者在电表后设立储能或者自发电设施。

3. 在联邦层面，监管政策做出了及时的调整来支持储能设施的应用。Jon Wellinghoff 先生任主席时，美国能源监管委员会制定了第 755 号法规，规定 ISO 应对那些为其提供调频服务的服务商支付报酬。在服务计量方面，不光要计算总共接收到的电量，还要根据反应速度、调频准确度来计算报酬。这一规定主要考虑到储能技术的需求响应速度比常规发电技术要快很多这一特点。能源监管委员会的第 719 号法规要求独立电力系统运营商(ISO)和区域输电组织(RTO)接受来自需求侧所提供的辅助服务，这使商业和工业用户利用储能设施作为需求侧响应手段成为可能。能源监管委员会的第 745 号法规要求电力公司和零售商支付大客户利用储能来替代电网调峰的费用。

4. 在州层面，美国也对储能设施的利用有一定的监管政策激励。加州电网系统运行商(CAISO)制定了采购灵活电源的政策，鼓励装配和使用具有储能功能的灵活电源，以保证大量清洁能源的并网和有效使用(加州通过立法要求清洁能源的装机在 2030 年必须达到 50%)。加州公用事业委员会(CPUC)制定了储能法规(AB2514)，要求加州境内的三家公共电力公司(PG&E, SCE, SGD&E)必须在 2020 年前采购至少 1.325GW 的储能设备。这项法规还设立了评估储能服务、成本效益的框架规则，并且制定了可能的电网储能指标。这个法规直接帮助加州上马了一大批储能项目，很多新的储能技术在这些项目中得到了体现。CPUC 制定的“自发电奖励激励计划规定”给予储能\$2,000/kW 补贴，这项补贴每年递减 10%。

5. 美国的储能产业发展迅速，非电网系统的工商与居民端储能应用增长尤为迅速。美国的东、西海岸是储能发展最快的地区，也是美国最富有创新精神的地区。该地区电价较高，使得储能应用更有经济性。目前，美国全国电池储能设施的安装以每年 30~40%的速度增长，这个速度接近 5 年前光伏的增长速度。目前，美国能源部统计的全国电池储能总功率已经超过 300MW，预计到 2019 年会增长到近 1GW。目前电池储能绝大多数被用到电网输配环节，但未来工业、商业、尤其是居民储能的增长速度会高过电网储能。

6. 美国风、光发电成本下降迅速，已经具备较强的竞争力。目前，美国光伏发电的度电成本有的已低于 4 美分/度(最低的招标价格是 3.8 美分，包括以税收返还形式的补贴)，风力发电成本有的已经直逼 2 美分/度。这些价格包含了 30%的投资免税补贴，但即使扣除这一补贴，美国光伏、风力发电的度电成本已经低于煤电、气电、水电和核电。

7. 储能可以解决光伏输出的不平稳性，解决“鸭子曲线”问题。在加州因为光伏的快速发展和峰谷特性，造成在光伏出力高峰(如一天的中午)时常规电厂发电越来越少，到了晚上又要完全承担平抑“鸭子形”问题(图 1)。储能技术的发展可以填平鸭肚子，削去鸭头，使常规电厂平滑出力，大力增加整个系统的经济性。因此，CPUC 要求三大公共电力公司到 2020 年建立至少 1325 兆瓦的储能设施。

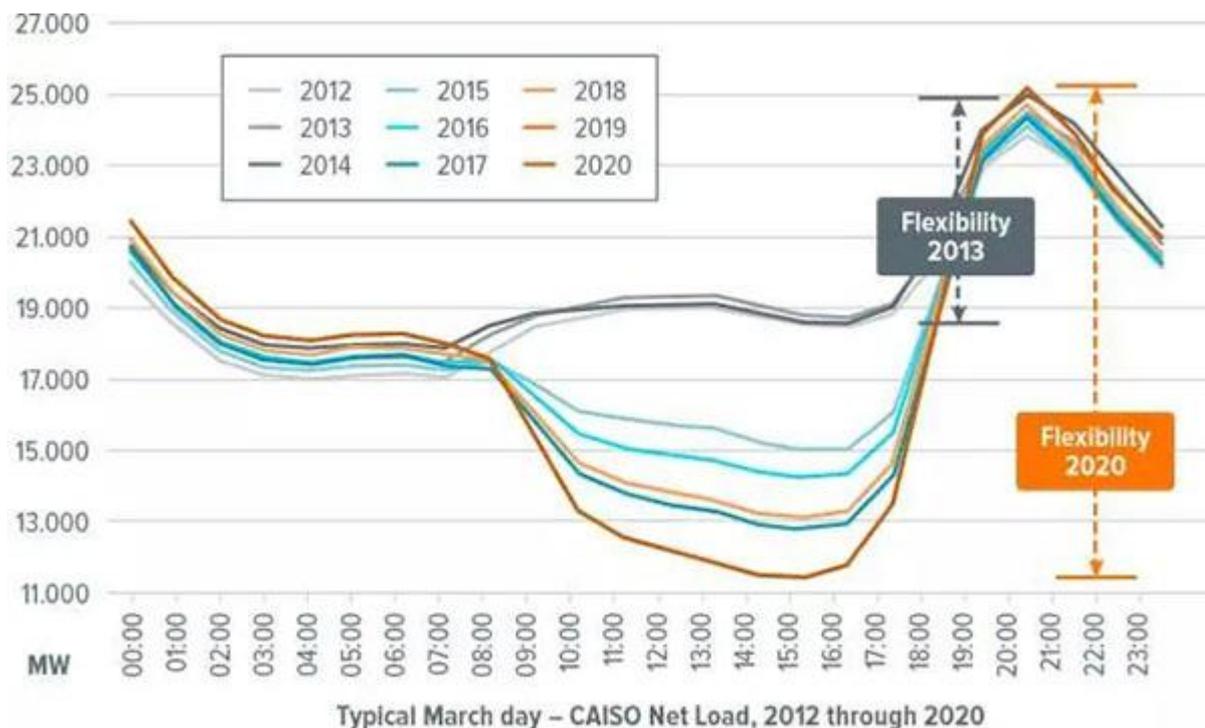


图 1. 加州 2012-2020 年每年 3 月某天的负荷曲线

8. 在微电网应用储能技术是一个新趋势。出于不同的驱动因素，各国都希望大力发展微电网。美国微电网发展吸引了大量投资，2015~2020 年发展微电网的投资总额预计将达 30 亿美元。微电网的主要驱动者包括军事设施，军事基地希望通过微电网与大电网隔离，以保证独立安全的电力供应。此外还有公共设施、大学、岛屿等。加州拥有 3.2 万名师生的加州大学圣迭戈分校校园就是通过储能、太阳能和燃气发电形成自己的微电网。越来越多的类似社区在发展自己的微电网。

9. 储能系统需要合适的市场结构才能给电网带来价值。储能技术在各个环节的应用产生了各具特色的价值链，需要合适的市场结构才能使其所提供电网和用户的服务价值得到认可，实现真正的商业价值。

10. 全球储能技术正处在从科学试验走向商业化普及的初始阶段，政策支持十分重要。政策支持的目的应该是体现储能能在能源系统中的价值，即从化石能源向可再生能源的转型过程中，各环节储能所体现出的价值。

美国西雅图 UniEnergy Technologies 公司总裁兼首席执行官杨振国博士介绍的“美国电网储能技术的研发与应用”情况，主要观点如下。

1. 储能技术的本质是给能量加上一个时间变量。传统上电能是即发即用的，没有时间因素。储能技术给电能增加了时间变量，提升了整个电网系统的价值，同时有助于接入清洁能源。

2. 储能技术在电网上应用有五个关键要求：

安全性。电网储能系统储存巨大的能量，在能量释放过程中可以产生巨大的热量，因此储能系统的散热设计非常关键。美国发生过多起蓄电池起火事故，固态铅酸电池和锂聚合物电池也都发生过重大事故。美国能源部还为此专门设立项目，研究电池的安全性。

性能。性能包括功率、能量、效率、反应时间，灵活及多功能性等指标。根据储能系统在电网不同环节的应用，对功率的要求从几十千瓦到上百兆瓦不等，放电时间的要求从几秒，几分钟，几十分钟，几小时，甚至几天不等。一个重要的指标是反应时间越短越好，一般要在一秒以内达到系统要求。有些应用比如电压支持甚至要求低于 0.1 秒。这样的反应时间是传统的抽水蓄能和压缩空气系统不能提供的。功能上的灵活性能增加储能系统的实用价值。

耐久性，即系统寿命。传统能源和新能源发电厂的生命周期都在 20 年以上，与之匹配的储能系

统也需要有相同的长寿命。一般需要电网储能系统寿命超过 10 年，并且可以承受超过 4000 次深度充放电的考验。

经济性。不仅要关注电池的成本，还有变电系统、辅助系统等系统性成本；不仅是电池系统成本，还有安装和工程造价(在电池成本上增加 30~100%很正常)；不仅是资金成本，还有运营维护成本——因此要比较不同循环寿命周期下的度电成本。同时不仅要看成本，还要看效益，有些贵的电池寿命更长，性价比更高。

可靠性。电池系统不需要太多的维护和保养。

3. 美国目前电网储能以抽水蓄能为主，未来主要方向为电池等灵活储能系统。美国发电装机总量在 1200GW 左右，有大概 2%，即 20~30GW 的储能能力。美国目前电网储能的 95%为抽水蓄能，总量超过 20GW，基本上都是在 1980 年以前建造的。抽水蓄能系统成本最低，但由于环境影响大、建造周期长、投资巨大、地理选址受限等原因，未来的发展非常有限。美国未来电网储能的主要发展方向是使用更加柔性化、多功能、灵活的储能系统。电池储能技术由于高效、功能多样、充放电双向反应、响应速度快、清洁而成为了首选。

4. 各种电池储能技术的对比显示，液流电池优势突出。

锂离子电池。锂离子电池的概念是在 1970 年代提出的。经过近二十年的材料研发和完善，1991 年第一块商业化锂离子电池出现，再经过多年大量的资本投入与发展，锂离子电池的技术已经走向成熟。锂电池最大的优点在于能量密度和效率都很高，所以很快得到了广泛应用。到今天，全球围绕锂电池建成了比较成熟的工业系统。锂电池的缺点在于：1)安全性低，事故多发，如波音 787 的锂电池事故，锂聚合物电池在亚利桑那州的大型起火事故等。电解液的可燃性使危险永远存在；2)容量随着充电循环次数增加而减少，需要经常换电池；3)基本上放电时间较短，长时间放电对锂电池的挑战很大。

钠电池。钠电池根据正极情况，一种是钠硫电池，一种是钠-金属氯化物电池。这两种电池的运行温度都需在 300~350 摄氏度。能量密度与锂电池相当。如果可以长期连续使用，能取得很好的电池效率。电池寿命(充放电 20~80%)可以达到 4000~5000 次。目前这种电池技术已经比较成熟，东京电力、NGK、GE 等大公司做了很大的投资。但是安全性还不能完全保证，2011 年日本的 2MW 钠硫电池系统发生大火，对技术推广产生了很大影响。

液流电池(RFB)。液流电池的能量储存在电解液里，而不是固体电极，电池模块通过氧化还原反应把电解液储存的化学能转变为电能。目前较为成熟的是全钒液流电池。液流电池的优点在于：1)理论上寿命无限长，可循环使用。因为它的工作特点是电极不参加具体反应，所以循环寿命不受限制，也不受放电和充电程度的影响；2)可以根据需求把功率和能量分开来灵活设计，比如说确定了 100 兆瓦功率，但是需要 4 小时还是 8 小时供电可以变化；3)电池结构简单，方便模块化组装，也可以做很大；4)安全性好。因为电解液是水基的，本身就是灭火剂。另外由于水的比热容大，即使充满了瞬间释放，整个系统温度也只上升 15~16 度；5)平准化成本低于锂电池，适合做大型储能项目。缺点是能量密度较低，目前不适合安装在移动装置上，工程上也需进一步完善。液流电池在电网上的应用最大的项目是中国博融集团下属融科储能在蜗牛石风电场的 5MW/10MWh 项目，从 2012 年项目建成至今一直运行稳定。

5. 未来储能电池技术发展还将百花齐放，液流电池将得到更多的重视。人类还没有发明一种电池可以满足所有的储能需求。将来电网应用储能的市场非常大，不会有一种理想技术覆盖所有需求，未来储能技术一定是百花齐放，在不同领域应用不同技术。其中多功能、灵活化的技术将产生更好的效益和价值，占据更大的市场份额。目前在美国，放电时间较短的电池选择基本是锂电池。原来大家看好的钠硫电池放电时间较长，但由于存在安全问题，而使液流电池渐渐被重视起来。目前储能电池的科研趋势已经很大程度上转向液流电池。一个趋势是使用更安全的水基电解液，另一个是采用更便宜的材料，如锌、铁、硅等。

6. 储能技术产业化面临挑战。很多储能技术目前尚处于实验室阶段，吸引了大量风险投资，也

有了一些原型产品，但离工程化、产业化还较远，高性能和低成本仍是一对矛盾。电力储能系统中，不光电池重要，电转换系统、辅助系统、管理系统、能效管理等都很重要。美国现在投资最多的还是投资少、见效快的能效管理系统。

7. 商务模式创新和政策支持对储能技术及市场发展至关重要。三个条件的成熟才能使得储能市场走向成熟，并在电力系统得到大规模应用：一是技术成熟，成本降低；二是政策法规的有力支持；三是在结合技术、投资、金融多个领域形成创新的商务模式。

清华大学教授卢强院士介绍了中国储能技术发展及应用情况。主要观点总结如下。

1. 中国应大规模建设储能项目。中国现在风电总装机容量已经超过 100GW，但是 70~80% 的风能没有很好利用，特别是后半夜的风能全部放弃，损失的能量即使收回 50%，也相当于重建三到四个三峡发电站。虽然大规模储能技术中抽水蓄能是首选，但抽水蓄能严格受到地理条件限制，并存在水库漏水和蒸发等问题。所以不能指望抽水蓄能来解决大量弃风和弃光等问题。

2. 废弃电池污染环境是大规模电池储能发展的主要风险。现在中国大量用的磷酸铁锂电池寿命太短，浅充浅放为八年，深充深放最多四年，废弃电池对环境造成了大量污染。此外，锂电池的工作环境温度要求严格(温度不超过摄氏 27 度(正负 2~4 度)的温度区域才能有效运用)，这也进一步增加了电池的使用成本。

3. 中国可以大规模部署自主研发的非补燃压缩空气储能技术。该技术的优点是：1)系统配置灵活，系统效率可以达到 70% 以上；2)投资成本低，与抽水蓄能几乎相当；3)适用于大规模储能和分散式储能，不发电的时候可以调峰使用；4)碳排放为零；5)可以提供天然的热、电、冷三联供，不但可以提供不间断热水，而且可以提供 2~3 摄氏度的制冷环境用于保鲜水果和粮食，在东北和中国很多地方都可以使用；6)可以在电压不足时提供自然支撑调压。

由国网公司支持、清华大学研发的“非补燃压缩空气储能”相关技术已经获得中美发明专利受理，一个 500kW 的示范项目已经在安徽芜湖建成，连续 18 个月运行效果良好。该项目电对电的转换效率是 33%，加上冷热利用的系统效率可达 72%。目前，国网和清华团队正在筹划一个 20MW 的示范项目，并对该技术进行改良，将“电转电”效率从 33% 提高到 55%，系统效率(热+电+冷)达到 80%。

与会专家围绕中国的电网、储能建设等问题展开了进一步讨论。主要观点总结如下。

1. 储能技术是第三次工业革命的关键技术，也是能源系统从化石能源向可再生能源过渡的基石。从全球角度来看，能源正在转型，电网正在逐步从大规模长距离运输走向更小规模的社区化微电网，整个电网的结构从高、大、远，向中小型、智能化和区域优化的特征转变。在这一转型过程中，储能起着极为关键的作用。中国从“十五”开始，在中长期规划里已经把储能技术作为一个重要方向提了出来，现在应考虑为储能技术的发展制定专项规划。

2. 储能技术最需要的突破是车用电池技术。车用动力电池和电网储能电池的要求不尽相同。目前，电池储能技术最迫切需要的突破是电动车电池技术，车用电池技术的突破代表了储能电池真正的市场化。目前中国电力系统还没有到大规模使用储能的阶段。电力系统作为一个整体，进一步调节吸纳风电、太阳能还有很大潜力可以挖掘。储能电力系统中的应用中，微电网用处更大。应该鼓励示范项目，搞好技术储备。在发电侧大规模的储能，就现在中国而言还是以抽水蓄能为主，还有火电机组的调节。

3. 储能技术发展对电网来说意义重大。中国目前有抽水蓄能，有火电调峰，可以解决电网运行的一些问题。但是搞抽水蓄能要开山、要架线、要通过升压、降压，最后通过电网送到用户，这一系列的工程非常大。如果将来电池的储能规模足够大，并直接装在大城市或者是附近变电站里边，就可以替代抽水蓄能。所以发展用于电网的大规模新型储能技术是未来的方向。同时，电网建设与储能配套设施建设同样重要。现在中国有风、有光的地方电网都很弱，负荷都很小，在没有储能设施条件下，消纳不了就不得不弃电。所以作为电网公司首要的任务是强化电网建设。例如，现在哈密在建 800 万千瓦的风电，需要通过特高压直流送到郑州，而现在的直流输电送不了可再生能源，因为波动太大，所以如果没有合适的调压手段，电损将不可避免。现在的解决办法是在当地建火电，经

过测算，800 万千瓦的风电要配 700 万千瓦的火电，再加 300 万千瓦的光伏，这样直流送出来的可再生能源的电量可以占到 30%。但是如果有了储能技术调节，特高压电力传输就会简单的多。所以储能技术对清洁能源发展意义重大。

4. 中国储能产业的发展还需克服诸多挑战。

一是市场机制不健全。中国储能产业起步晚，最近五年国家才开始重视。北美、日本 20 年前就有了储能方面的产业政策，也都已经形成了各自的运行机制。目前，国内已经有了一些地区性规定，提供了一些发展机会和市场模式，但离整体产业的健康发展还有很大距离。储能企业希望未来这些规定能够上升到政策层面，真正纳入到电力体制改革，成为一个法规，这样可以提高投资方参与的可靠性，也可以尽量减少投资风险。

二是技术前景尚不明朗。如何把技术直接变成实际的商业模式，最终能否支持公司真正盈利，也存在风险。目前还没有完全搞清楚在储能方面什么技术最具经济性、最有竞争力，即从商业角度来看最有前景的储能技术还不确定。例如，很长时间以前就大概知道了硅是太阳能发电主要的技术方向，可以提出商业模式。现在储能技术还没有达到那样的阶段，不清楚未来方向是液流电池、压缩空气还是锂电池。因此不知道如何投入资金和精力来降低成本。从未来发展看，或许有两类主要技术方向，一是对长寿命应用来说应该是液流电池，二是对短寿命应用来说应该是锂电池。不过不论哪种技术，只有完成了科学实验阶段，达到可以盈利，才能谈得上大范围的推广应用。

三是储能设备还需要提高可靠性。如果电池储能不能使用 10 年以上，对于电力系统调节来讲没有意义。如果寿命问题和安全性解决不了，谈价格也没有意义。在运营风电、光电中，我们不需要 1:1 的储能配备，按照 10~15% 配就可以了。如果天气预报预估风电的误差是 20%，那么配上 15% 的储能，就可以提高发电效率，提升电网稳定性。而且，电网调度机构就可以把其他机组进行合理安排。因为风电和太阳能项目一般要运行 20 年，所以储能设备至少要有 10 年的寿命期。

有效应对以上挑战需要政府对科研院所增加研发投入，并对企业也要提供适度的研发支持。在成功试点的基础上，政府可以出台扶持政策，制定行业标准。目前，我国已经成立的中关村储能产业联盟可以在这些方面发挥一定作用。（【北京国际能源专家俱乐部】）

无所不能 2015-11-25

巴黎气候大会召开在即 碳排放进程是关键

巴黎气候大会召开在即，届时，138 个联合国成员国国家元首或政府首脑将出席本次大会。暴恐灾难后各方坚定的态度，令人们在悲壮中燃起一份对达成实质性进展的信心。在 10 月举行的会前最后一轮正式谈判中，各方已就协议草案达成一致，但一些关键问题仍需留待巴黎大会解决。19 日举行的“2015 巴黎气候变化大会媒体交流会”上，就此次大会的预期，能源基金会(TheEnergyFoundation,EF)相关专家在上阐述了自己的观点。

巴黎气候大会前诸国所做的承诺

截至今日，已经有 155 个国家提交了针对抑制地球变暖做出减排计划的计划书。根据各国所做的减排许诺，联合国报告至少将达到巴黎世界气候会议确定减排目标 90% 的要求。

日前，英国政府表示，计划 2023 年限制燃煤电站使用，2025 年关闭所有的燃煤电站。英国能源和气候变化大臣 AmberRudd 在公布英国新的能源发展方向和能源政策时表示，“我们需要给外界一个明确的信号，对于那些正在建设燃气站的人来说，煤炭将不再是竞争对手。”这意味着占英国电力近三分之一的煤电将逐步退出历史舞台。

欧盟在气候谈判中的表现也相对积极，承诺 2030 年之前减排至少 40%，并宣布未来五年内向全球欠发达国家提供总额 3.5 亿欧元的救助资金，用于应对气候变化带来的挑战。

能源基金会中国战略和分析高级副总裁林江博士表示：“可再生能源技术的发展应用，以及它成规模化的发展，使得各个国家对于能源转型有了很大的信心。这也给促进整个全球经济低碳化带来

很大的契机”。

中国将成为气候大会焦点

此次大会，中国是毋庸置疑的关键角色。一方面中国温室气体排放占全球总排放量 25%至 29%，另一方面中国对其他新兴国家和发展中国家影响力巨大，具有“领头羊”的作用。

能源基金执行主席艾瑞克·海茨表示：“中国可以在发展中国家和发达国家之间建立起一个桥梁，这是得天独厚的优势。在中国、美国、巴西、欧洲、墨西哥等国家的共同努力下，全球二氧化碳排放的问题将解决一半。”

为了保证气候协议能够顺利达成，法国总统奥朗德早早地便开启了“气候外交”模式。日前把中国选为了“气候外交”的重要一站。11月2日中法两国领导人就巴黎气候大会签署《中、法元首气候变化联合声明》，触及到 2050 年远期目标，国家目标强度持续深化等谈判核心议题。

在过去一年多时间，中国跟欧洲、英国、法国、巴西和纽约都有一些双边的工作在加速的促进，多方面推动巴黎协议共识的形成。

中国积极行动加快碳排放进程

资料显示，中国在过去六年间形成了一个应对气候变化战略体系，并且在不断完善。2010 年，中国开始在 5 省 8 市实施低碳试点，目前低碳试点已扩展到 42 个省市，覆盖了全国 37%的人口，54%的 GDP 和 54%的碳排放（2013 年）。

本月 19 日，中国气候变化事务特别代表解振华在国务院新闻办发布会上透露，争取在 2017 年开启全国碳排放权交易市场。这意味着，中国在促进温室气体减排、应对气候变化方面再度迈出一大步。

能源基金会中国低碳发展项目的主任胡敏表示：“现在私营部门在商业领域中真正行动起来了。目前在很多机构投资决定和它的企业行为的过程中已经很深入的把气候变化的影响和未来的一些风险考虑在其中”。

截至 2014 年底，北京、上海、天津、重庆、广东、深圳和湖北 7 个碳排放交易试点均发布了地方碳交易管理办法，共纳入控排企业和单位 1900 多家，分配碳排放配额约 12 亿吨。试点地区加大对履约的监督和执法力度，2014 年和 2015 年履约率分别达到 96%和 98%以上。

林江指出“未来 15 年中，中国有一个向低碳新能源国家发展的非常雄心勃勃的计划。目标是在 2030 年达峰或者更早，同时也提出了在 2030 年的时候，在能源供给上达到 20%的非化石比例”。根据国家气候中心的测算，要达到这一目标相当于中国在未来 15 年中，要建造 900GW 非化石能源电厂，包括太阳能、风能、水电、核电这些零排放的电厂。而 900GW 相当于美国目前全国现有的发电厂总量的规模。

全世界都在等待巴黎会议的结果，但谈判的进程无论怎样，事实上全球的低碳经济进程已经是势不可挡。

卢奇秀 中国能源报 2015-11-25

我国将编制五年电力发展规划 严控火电项目建设

11 月 26 日，国家能源局官方网站发布了《国家发展改革委 国家能源局关于做好电力项目核准权限下放后规划建设有关工作的通知》。《通知》的重点内容有以下几点：

我国将编制国家五年电力发展规划

该规划将确定各地区规划期内电力需求预测水平、非化石能源开发目标、省（区）间电力送受能力、火电（含自备电站）建设规模及布局、电网发展总体方针及重点建设任务等。其中，燃煤电站明确分年度总量控制目标和结构调整目标，电网发展明确跨区输电通道和配套外送电力规模、区域电网主网架、500 千伏及以上电网建设任务。

强调“权力与责任同步下放、调控与监管同步强化”

《通知》特别指出，要确保电力项目（本通知指火电、电网项目，下同）核准权限下放后“权力与责任同步下放、调控与监管同步强化”。

2. 严格调控入选电力建设规划的燃煤电站项目

各地区优选确定燃煤电站项目；及时修订燃煤电站总量控制目标；滚动调整燃煤电站规划项目；适时调整电网规划项目；优化调整规划项目内容。

随着我国经济进入新常态，我国发电机组利用小时总体呈持续下降态势，2014年为4286小时，创1978年以来最低水平。其中，火电利用小时下降趋势更为明显，从2010年的5300小时降到2014年的4700小时左右，今年上半年继续下行，同比下降10%。

国家能源局规划司副司长何勇健曾在《中国能源报》撰文指出，“如果按目前已发路条来确定“十三五”火电规模，则火电装机将明显大于实际需求。但当前火电建设步伐未慢反快。政府行政审批制度改革后，火电核准权限已下放至地方，基于发展惯性和本位主义，地方政府仍有扩张建电厂的投资冲动，很多地方不但未能主动调整建设节奏，反而加快核准速度，这有悖于下放审批权的初衷。”

此次《通知》的发布可以看出，国家能源局在简政放权后，明确了规划引导项目的思路，积极建立相应的调控机制，宏观调控燃煤电站的项目建设，从而有序引导火电行业的健康发展，避免因火电项目审批权下放导致的火电装机过剩和投资浪费问题。

文件全文

国家发展改革委 国家能源局

关于做好电力项目核准权限下放后规划建设有关工作的通知

发改能源[2015]2236号

各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团发展改革委（能源局），国家电网公司、南方电网公司，华能、大唐、华电、国电、国电投集团公司，神华集团、中煤集团、国投公司、华润集团，中国国际工程咨询公司、电力规划设计总院：

为贯彻落实国务院关于转变职能、简政放权的工作部署，构建“规划、政策、规则、监管”协调一体的电力项目规划建设管理新机制，确保电力项目（本通知指火电、电网项目，下同）核准权限下放后“权力与责任同步下放、调控与监管同步强化”，保障电力安全稳定供应，根据国务院有关文件精神，现将有关事项通知如下：

一、强化电力规划指导作用

（一）统筹国家和地方电力发展规划。

国家五年电力发展的相关规划确定各地区规划期内电力需求预测水平、非化石能源开发目标、省（区）间电力送受能力、火电（含自备电站）建设规模及布局、电网发展总体方针及重点建设任务等。其中，燃煤电站明确分年度总量控制目标和结构调整目标，电网发展明确跨区输电通道和配套外送电力规模、区域电网主网架、500千伏及以上电网建设任务。

省级五年电力发展的相关规划要在国家五年电力发展的相关规划指导下制定。电源方面重点明确本地区规划期内燃气电站、燃煤背压电站（含自备电站）的建设规模，以及燃煤、燃气、非化石能源电站的重点布局。电网方面重点提出330/220千伏及以下城乡电网建设任务，并对本地区750/500千伏电网建设任务进行补充完善。

省级电力发展规划要统筹地市级（县级）政府能源主管部门编制的城市热电联产规划、计划单列市编制的电力发展规划。

（二）各地区优选确定燃煤电站项目。

省级发展改革委（能源局）按总量控制目标、《关于推进大型煤电外送基地科学开发的指导意见》（国能电力〔2014〕243号）分别开展自用燃煤电站规划项目（含自备电站）和外送燃煤电站规划项目优选工作。国家能源局及其派出机构对优选工作实施事中事后监管，监管意见通报有关方面或实施公告。

（三）及时修订燃煤电站总量控制目标。

国家发展改革委、国家能源局结合电力需求变化、电源项目与输电通道建设进度、落后产能淘汰工作进度，加强分地区电力电量供需平衡衔接，保障电力安全稳定供应。出现重大变化时，及时组织衔接修订各地区燃煤电站总量控制目标。

（四）滚动调整燃煤电站规划项目。

为保障电力规划有效实施，确保电力电量平衡和电力供应安全，燃煤电站项目纳入规划后，长期不具备开工条件的，省级发展改革委（能源局）应及时补选替代项目或滚入次年该地区总量控制目标。

（五）适时调整电网规划项目。

500 千伏及以上交流、±400 千伏及以上直流电网项目，经评估或其他原因需要调整的，国家发展改革委、国家能源局组织相关单位滚动调整规划。330/220 千伏及以下城乡电网建设项目，由省级发展改革委（能源局）组织调整。接入电网管理办法另行制定。

（六）优化调整规划项目内容。

将已纳入国家规划的电力项目形成各省项目库，对项目库进行定期跟踪，以方便宏观管理。已纳入国家规划的电力项目，规划建设内容拟作优化调整，且不涉及总量控制目标、规划布局等重要事项的，省级发展改革委（能源局）自行组织调整，并报国家发展改革委、国家能源局。在燃煤电站建成投产前，不允许控股投资方以牟利为目的进行项目转让。

二、做好项目优选工作

（七）高度重视优选工作。

有关单位要高度重视燃煤电站项目（含外送燃煤电站项目）优选工作，严格按照“公平、公开、公正”原则，按程序推进项目决策的科学化、透明化、民主化，未经优选的燃煤电站项目不得纳入规划。

（八）公开制定优选办法。

省级发展改革委（能源局）应结合当地实际情况，广泛征求有关方面意见，平等对待各类投资主体，综合考虑规划布局、对系统安全稳定影响、煤源及运输、机组选型、机组可用率、机组调峰能力、环境保护和资源利用、技术创新等因素，制定印发和公开本地区燃煤电站项目优选办法（含优选流程、评选标准等，下同），并抄送国家能源局相关派出机构。

（九）严格开展优选工作。

省级发展改革委（能源局）要依据制定的优选办法组织开展项目优选工作，优选前及时将优选办法、时间和要求告知相关单位，优选时组织专家组进行评选并主动邀请国家能源局相关派出机构等单位进行监督，优选后及时将评选结果（含项目排序、采用评分制的项目得分等）告知项目单位。备选项目所提材料内容深度应达到《火力发电厂初步可行性研究报告内容深度规定》等行业标准要求。

（十）履行社会公示程序。

省级发展改革委（能源局）要将优选后的项目进行社会公示（公示内容包括项目规模、建设地点、控股投资方等基本信息）。对社会公示中出现重大争议的项目，要组织开展深入论证，必要时进行调整。公示后拟纳入电力建设规划的项目报送国家发展改革委、国家能源局，抄送国家能源局相关派出机构。

三、依法依规承接核准工作

（十一）贯彻执行新的核准制度。

省级发展改革委（能源局）要按照国务院办公厅《关于印发精简审批事项规范中介服务实行企业投资项目网上并联核准制度工作方案的通知》（国办发〔2014〕59号）、《关于创新投资管理方式建立协同监管机制的若干意见》（国办发〔2015〕12号）、以及国家发展改革委中央编办《关于一律不得将企业经营自主权事项作为企业投资项目核准前置条件的通知》（发改投资〔2014〕2999号）等有关要求对纳入电力建设规划的项目进行核准。核准工作应遵循“公开、透明、高效”的原则，简化电力

项目核准前置条件，优化审批程序，制定并公开电力项目核准工作规则、审批流程、办事指南，实行并联审批、在线审批，并公开审批进度和审批结果，主动接受社会监督。

（十二）按权限履行核准工作。

由地方政府核准的电力项目，省级政府可根据本地实际情况具体划分地方各级政府的核准权限。燃气电站（分布式除外）、500千伏及以上交流、±400千伏及以上直流电网项目宜由省级政府履行核准，对确需下放到省级以下地方政府核准的，省级发展改革委（能源局）要加强规划指导及后续监管工作，确保“放而不乱”。

（十三）及时上报核准信息。

省级发展改革委（能源局）要将燃煤电站、燃气电站、500千伏及以上交流和±400千伏及以上直流电网项目核准文件抄报国家发展改革委、国家能源局，抄送国家能源局相关派出机构。地市级及以下政府核准的电力项目，由省级发展改革委（能源局）每月汇总后报送。同时，应充分利用发改系统项目信息联动机制，切实做到核准信息的在线、及时、准确、共享。

四、加强项目规划建设管理，深化全过程监管

（十四）建立健全电力规划体系。

国家发展改革委、国家能源局加快构建科学合理、权责清晰的电力规划体系。全国电力规划指导省级电力规划，省级电力规划服从全国电力规划，全国电力规划和省级电力规划应做到上下衔接，协调统一。国家能源局另行制定电力规划管理办法，明确国家五年电力发展规划的编制、实施、评估、调整、监管等相关要求。

（十五）确保优选工作科学公正。

省级发展改革委（能源局）要确保优选工作科学公正。国家能源局派出机构监督优选过程，不参与项目优选决策。国家能源局加强事中事后监管，对超出总量控制目标的，要求省级发展改革委（能源局）原则上按优选排序进行削减。对不符合产业政策或规划布局、建设条件等有重大缺陷的，由省级发展改革委（能源局）进行规划调整。

（十六）做好项目前期论证设计。

电网项目业主须优化工程方案，控制建设成本，工作深度要达到《输变电工程可行性研究报告内容深度规定》。火电项目在纳入规划后，项目业主要进一步加强对科学论证，工作深度要达到《火力发电厂可行性研究报告内容深度规定》，项目用能、用地、用水、用材、环保排放等指标要达到国家产业政策和行业技术标准规定。相关项目业主可根据需要对项目前期论证设计工作自行委托评审。

国家能源局将按照国务院关于深化投资体制改革的有关要求组织修订有关行业标准和规范。

（十七）落实好外部建设条件。

项目业主应及时落实项目用地、用煤、用水、铁路接轨、电网接入等外部建设条件。电网企业要积极主动为火电规划项目提供公平无歧视的接入电网服务，抓紧组织开展配套送出工程相关工作，保证电源送出工程同步建设，不影响项目正常建设进度。

（十八）依法开工建设。

项目核准后，项目单位取齐法律法规规定的审批文件后开工建设，并将项目建设信息及时上报有关部门。重点地区燃煤火电项目开工前，要落实国家关于煤炭等量（减量）替代有关要求。

（十九）加强项目建设管理。

项目单位要严格执行《招标投标法》等相关法律法规，高度重视工程质量、环境保护、拆迁安置等工作。省级发展改革委（能源局）要做好项目建设过程中的指导和协调，确保项目顺利建设，项目建成后，按规定开展工程验收和后评价工作，对项目单位超规划和核准要求擅自增容行为加强监管。国家能源局派出机构依据省级发展改革委（能源局）的核准意见确定电力业务许可证的许可容量。

（二十）加强政府协调服务。

省级发展改革委（能源局）要做好项目建设指导工作，提高协调和服务水平。对纳入规划的项

目，前期工作和建设进度明显迟缓时，要分析原因并采取有效解决措施，做好项目服务工作。督促协调电网企业和发电企业同步建设，满足电源送出要求。按月将已纳入规划、核准在建电力项目的前期、投资与建设进度等上报国家发展改革委、国家能源局。

（二十一）严厉查处违规建设行为。

省级发展改革委（能源局）要会同国家能源局派出机构加强电力项目建设事中、事后监管，充分依托投资项目在线审批监督平台，实现纵横协同监管，全程跟踪、及时预警、严肃问责。按照“谁核准、谁负责、谁处理”的原则，对未按核准要求建设及未核先建行为，及时发现并责令整改。对未达开工条件建设的，要会同有关部门严厉查处。对于违规建设的火电项目，国家能源局派出机构不予办理电力业务许可证，电网企业不予并网。

（二十二）建立异常信用记录和“黑名单”制度。

对违规开工建设的、不按审批内容建设的、以及前期工作及建设进度严重滞后的行为，记入项目异常信用记录，情节严重的要将项目单位纳入“黑名单”并向金融机构和社会公布。省级发展改革委（能源局）要对发生异常项目信用记录的项目单位及时予以警告，对列入“黑名单”的项目单位实行项目限批，并将有关情况上报国家发展改革委、国家能源局。

（二十三）加强规划政策执行情况监管。

国家发展改革委、国家能源局重点从总量控制目标、产业政策和规划布局方面加强规划执行情况监管。国家能源局派出机构会同省级发展改革委（能源局）监管国家相关电力规划、政策、标准和其它建设要求的落实情况，及时上报监管中发现的问题和处理措施建议。对于问题严重的，国家能源局及其派出机构约谈责任方，必要时予以通报。

（二十四）总结深化简政放权工作。

省级发展改革委（能源局）定期对电力项目核准权限下放后的承接情况、存在问题和实施效果进行总结并结合电力体制改革有关精神，进一步探索创新市场化的火电项目开发和投资管理机制。

国家发展改革委

国家能源局

2015年10月8日

赵唯 中国能源报 2015-11-26

各国电力企业纷纷抢滩非洲微电网市场

据悉，非洲仍有 6.2 亿人生活在电网不及的区域，人均低到用电量连让 50 瓦灯泡亮整天都不够。不过，随着可再生能源和微电网技术的发展，以及 Enel、GE 等电力企业的积极推动，非洲数亿无电人口有望迎来光明。

非洲发展银行等组织，将可再生能源微电网视为是让穷困地区享有电力，却又不会增加碳排放量导致全球暖化加剧的解决方案，不过，非洲可再生能源微电网的发展，并非基于人道或环保诉求，而是经济因素，由于风能与太阳能成本持续降低，相较于柴油发电机更有竞争力，而搭建微电网，比起建立传统电网的大电厂与高压输配线，所需的基础建设与相对应的资本投资少得多，因此在非洲偏远地区一搭即合。

目前，包括意大利国家电力公司与美国通用电气公司在内的诸多国际企业纷纷将目光瞄准了这一“黑暗大陆”。

Enel 正于肯亚西部发展可供电 100 个村庄的微电网，主要能源来源是风机与太阳能电池面板，因应偶尔夜间无风时间，设有电池储能与备援柴油发电机，将于 3 个月内开工，完工时将拥有 1 到 2 百万瓦发电容量，该计划的合作伙伴为肯亚的 Powerhive，以及美国薄膜太阳能电池龙头厂商第一太阳能。

GE 则与经营能源储存的普林斯顿电力系统以及管理暨经济顾问公司旗下的太阳能部门

MAECISolar 合作，在赤道几内的亚安诺本岛建立以太阳能为能源的微电网，造价 5,600 万美元，由赤道几内亚政府出资，发电容量 5 百万瓦，预定将于 2016 年上线。

非洲永续能源基金表示，在一户人家屋顶装上太阳能电池是件好事，但是只能点亮一两颗灯泡，微电网能为商业发展供电，促进地区经济发展。

非洲发展银行也支持该计划，随着可再生能源价格下降，非洲发展银行支持更多可再生能源计划，并有雄心在 2020 年时，将资助可再生能源微电网计划的资金增为 3 倍，达 50 亿美元。非洲发展银行表示，过去可再生能源的价格是最大阻碍，但现在已经不再是问题，非洲大陆有无穷的、尚待取用的可再生能源资源，必须动员民间资金，在政策面上创造适宜的环境，并认为将有 1.2 亿非洲无电力居民能受惠于微电网而有电可用。

在商机的驱使下，如 Enel、GE 和第一太阳能等企业积极投入，在可预见的未来，非洲大陆将逐渐不再是“黑暗大陆”，许多原本无电力地区都将先从微电网开始，之后逐渐扩大，最后微电网之间并网而成为规模越来越大的电网。只不过，与欧洲历史不同的是，欧洲的微电网是从富人资本家的住家与工厂先发展起，非洲微电网却是由最穷困的偏远村庄发展起，这也可说是资本主义的“济贫”奇迹了。

中国投资咨询网 2015-11-27

霾怨：政策给力 效果无力？

11 月 30 日巴黎秋高气爽，举办举世瞩目的气候大会，国家发改委同步发布有关电力改革的 6 份配套文件，而京津冀等地区却再度陷入重度雾霾，这三件事在微信群里以互联网时代特有的高效和快速进行着疯狂的传播，而就在此刻，所有人也都在这样的传播中几近人格分裂：这么高大上的全球气候峰会，这么给力的政策措施，为何却仍然有这么令人崩溃的雾霾？

今天还听到一件扰心的事，一位有环保主义意识的朋友，为了践行绿色出行的理念，决定购买一辆纯电动汽车来代步，这本是好事，但为了能够在居住的小区安装充电桩，却费尽了心机，期间的艰难令这位城市资深居民不堪回首，现如今终于是安装好了充电桩，不过预定好的车子却还没有来，在等待车子到来的时刻里，城市交通的拥堵却又成为他心中的烦恼。

再有，今天读到的一篇美国学者写的论文令我印象深刻，这篇论文研究的是交通能效问题。作者对美国 20 多年来执行的汽车燃油经济效率改善政策及其效果进行分析，结论令人震惊，那就是，汽车能效的提高并没有带来汽车能源利用上的节约，相反，美国在过去的 20 年里汽车能源利用量不降反升，体现在减排效果上，也就是说这么多年来本来为了减排的汽车能效政策反而却增加了排放。

最后还值得一提的是，近期著名的网络打车软件“滴滴出行”与新华社新媒体中心联合发布了一份城市出行报告，报告显示，“互联网+”城市交通与经济发展正相关，提升了居民的出行便利度及幸福感，全国一二三线主要城市的智慧交通发展存在巨大空间，将释放更多红利。其中的一个红利，就是体现在绿色出行上，根据该报告，出租车满载率较高的上海、北京相对地有着较高的绿色出行效率。

以上的故事和研究结果告诉我们什么了呢？我想，最主要的启发在于，要治理雾霾，应对气候变化以及最终实现绿色发展，除了要掌握目前所知的各种重要宏观政策工具和抽象理论知识之外，还必须深入到雾霾等环境问题形成的微观机理中，并通过把握这些旧的和新的微观机理来真正解决和应对雾霾等环境问题。尽管这些微观机理也许还暂时无法纳入到全球和国家等层面的议事日程中，或者这些微观机理甚至不被当下的主流理论所接纳，但却仍然不可避免地左右着我们这个世界的存在和发展。

为何治霾成效永远跟不上公众的期望？

在公众眼里，为何在经过了各种国际蓝、活动蓝后，仍然要经受一次又一次的重霾折磨呢？其实这与公众心理的改变有关，雾霾仍旧还是原来的雾霾，但是有关雾霾的信息却在不断完善，同时雾

霾治理的预期也在随之加强，在较高的预期下，公众的期望其实已经在一定程度上超出了雾霾治理的可能速度，这样一来，每每当雾霾有所好转时，又会继续强化公众的期望，所以，一旦雾霾继续不期而至时，各种失望和抱怨就会席卷重来。

为何雾霾有时候会越治越糟糕？

那么，怎么理解雾霾的实际治理成效呢？尤其是，为何看起来非常理想的一些政策，以及实施非常严格的政策会适得其反呢？就譬如之前所提的汽车燃油经济性的问题，能效提高却反而扩大排放？这是与政策没有处理好微观上的问题有关。主要原因在于，从微观消费的角度看，选用能效水平更好的汽车后，消费行为并不会因为这样的选择就停止，消费者会在新的能效水平上做出新的选择。尤其是，当高效能的汽车帮助消费者节省了汽油费支出后，这部分节省下来的支出又会对新的消费行为（譬如汽车的行驶）带来激励，也就是在能效提高后，消费者开车的数量增大，如果这个增加的幅度高于能效水平提高幅度的话，那么，从最终的结果看，就反而会体现为消费了更多的汽油，排放了更多的尾气。因此，如果不真正了解这些存在于宏观政策背后的微观机理，就无法做出正确的政策选择。

“给力”政策的效果却如此“无力”？

另外的一种情况是，有些政策看起来很“给力”，但执行起来却很“无力”，就好比刚才提到的电动汽车的例子，明明是一项千好万好的好政策，但实施起来为何这么困难？原因不难理解，这是因为，所有的政策都需要配套政策，也许配套的政策又需要更多的其他政策进行“再配套”，在这个政策的链条中，缺了哪个环节都不行，否则都会落得个事倍功半的结果。再拿电动汽车的例子来看，除了充电桩的安装问题外，另一个重要的问题是，它上路之后会不会加剧城市的交通排放？答案是极有可能。这是因为，当电动汽车作为私人交通工具进入到交通市场后，就会因其成本的低廉（有很多补贴的好处）而大大增加道路负担，从而令城市交通变得更加拥堵，此时，尽管电动汽车的用电不直接排放尾气，但它用的电在发电过程中，却要排放大量的温室气体，以及拥堵增加了常规汽油车辆的负担，加剧了这些车辆的损耗及尾气排放。这样一来，如果不对这些问题未雨绸缪的话，即便我们提高了电动汽车的拥有比例，却也不能真正地给城市带来绿色交通，低碳交通。

为何创新治理方式难以被接受？

最后，在雾霾的治理和应对中，因互联网的出现，我们本应有更多的创新思维和政策工具，不过，从现实的情况看，这样的创新很难出现，而且即使出现了也很难被现有的体制机制所接受？为何呢？主要的根源仍在于，与雾霾相关的行业、领域及政府部门能否从绿色发展、美丽中国建设的政治高度来承担其中可能存在的一些风险，并积极化解这些风险。究其因，总体上，从政府到市场，仍然缺乏试错的勇气、改革的勇气和承担风险的胆量。拿以“互联网+”为特征的专车为例，如果通过“互联网+”的模式可以提高城市出租车的满载率，进而降低交通耗能的话，那么我们为什么还一定要在监管模式上求全责备，非要将它限得死死的不可？我们就不妨试试看，给专车等多元化的出租运行模式一个试验的机会，来最大程度地提高城市交通出行的效率，降低其总体的排放。

总之，在雾霾的治理进程中，我们仍需积极探索各种微观上的规律，而现有的各项政策也仍有较长的路要走。

李志青 新华网 2015-12-01

地热能

日本大分县开发地热资源之道

“大分县积极采取各种措施，大力开发地热发电、太阳能发电、生物发电等可再生能源，取得了丰硕成果，目前大分县的可再生能源自给率已经达到了 28.1%，在日本独占鳌头，”日本大分县商工劳动部工业振兴课课长工藤典型如是说。

工藤还说，由于大分县拥有丰富的地热资源，利用地热发电已经成为可再生能源开发利用的支柱，目前大分县的地热发电年发电量超过 10 亿千瓦时，占整个日本地热发电总量的近 40%，为当地经济的发展作出了重要贡献。

日本是个化石能源资源十分匮乏的国度，为了维护经济的可持续发展，如何有效开发利用可再生能源是日本各有关方面的要务。大分县拥有丰富的可再生能源资源，是日本著名的温泉之都，尤其是大分县的别府市，地热资源分布广泛，数量多、热度高，地热资源开发成了大分县可再生能源开发利用的重点项目。

大分县也是日本地热发电的发源地，该县很早就将丰富的地热资源作为可再生能源开发利用的重点。1925 年，日本第一座地热发电站建在别府市北部的温泉喷气口上。此后，大分县一直是日本地热发电的领跑者。该县九重町还拥有日本最大的地热发电站，该地热电站的装机容量为 11 万千瓦时，年发电量接近 70 万兆瓦，基本上能够满足近 4 万个家庭的用电量。

漫步在别府市的街头巷尾，随处可见从温泉井排气管中冒出的白色气体，宛如以柴火为燃料时代。当然，其蒸汽的浓度和密度远比炊烟高大、壮观，形成了温泉之都独特的美丽景观，让人流连忘返。因此，这里也被“旅友”选为日本仅次于富士山的第二大旅游名胜。

别府市著名历史文化遗产“富士屋”的代表安波治子女士告诉记者，大分县以温泉闻名整个日本，仅别府市就拥有 3000 多处温泉，每天的温泉出水量高达 13 万立方米，其中出口温度超过 100 摄氏度的温泉就达 50 多处。很多温泉由于水温过高，只能采取瀑布式人工降温手段，将温泉水降至 50 多摄氏度后才送入各家各户。别府市铁轮地区的温泉更是出名，几乎家家户户都能在家里用温泉水泡浴。

记者参观了位于别府市的杉乃井地热发电站。该地热发电站为杉乃井饭店集团所属，是该饭店专属的发电站，1980 年建成发电，装机容量为 3000 千瓦。进入紧凑整洁的地热发电车间，就能闻到清淡的硫磺味，发电机发出低沉的运转声，产生的电流源源不断地被送往饭店。该饭店各种设备、温水游泳池、室内外五彩缤纷的各类彩灯等所需的电能一半以上来自这个自备的发电站。

近年来，地热发电技术也得到长足发展。记者还参观了今年才正式投入运行的全流式地热发电站。这是一所装机容量为 2000 千瓦时的小型地热发电站，除了给大分县农林水产研究指导中心花卉研究项目提供电能和热能之外，多余电力出售给九州电力公司。据该电站负责人介绍，采用原有地热发电技术，通常要将热水和蒸汽分离，仅利用蒸汽来发电，剩余的热水回灌到地下。而全流式地热发电系统则把地热水直接输送到全流式地热发电系统，分别由蒸汽与热水先后带动两个涡轮机发电。由于全流式地热发电系统同时利用蒸汽与热水，其热效率提高 60% 以上，可将地下温泉水的一半能量转换为电能。而且，该系统可利用现有的温泉井，不需要特意挖掘地热水井，有望大幅提高热利用效率，降低生产成本。

大分县还将地热大力应用到农业生产方面。大分也是日本著名的花卉之乡，每年生产大量的鲜花销往日本全国乃至世界各地。目前，大分县的农用温室大棚所需的热能主要由温泉水产生的热能来解决。该县农林研究中心还开发出了利用地热给土壤消毒的技术。经过地热消毒过的土壤种植花卉，不仅减少了病虫害，还提高了花卉的质量，色泽更加鲜艳，保鲜期更长，受到了消费者青睐，增加了花农收入。

大分县还制定了促进开发清洁能源条例，鼓励企业和个人积极开展地热、太阳能发电、风浪发电、小水力发电、生物发电等可再生能源的开发利用，进一步提高可再生清洁能源在总能源消费中的比例。

乐绍延 中国经济网 2015-11-25

生物质能、环保工程

秸秆成元凶 解决秸秆焚烧痼疾 燃料乙醇或是良策

入冬以来，雾霾再次成为焦点。11月8日，沈阳PM2.5均值达到1155微克/立方米，局地雾霾指数一度突破1400微克/立方米。当天，东北地区21个城市出现空气质量重度及以上污染。环保部11月11日发布《关于通报2015年11月2日至8日秸秆焚烧污染防治工作情况的函》，该函显示，11月以来，全国秸秆焚烧现象集中出现在东北地区，秸秆焚烧给大气环境质量带来严重影响。

“以秸秆为原料制纤维素燃料乙醇，可有效解决秸秆露天焚烧难题。”国家能源生物液体燃料研发（实验）中心副主任武国庆说。

秸秆焚烧加剧城市雾霾

秸秆焚烧排放大量二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物等大气污染物，禁止燃烧秸秆成为最近几年环保工作的重点之一。

11月2日至8日，环境卫星遥感监测数据统计表明，在黑龙江、吉林、辽宁等13个省（区、市）共监测到疑似秸秆焚烧火点885个，比2014年同期增加556个，增幅为169%。其中，黑龙江663个、吉林119个、辽宁54个，为火点最多的三个省份。其中黑龙江、吉林两省秸秆焚烧现象尤为突出，分别比2014年同期增加645%和120%，给当地大气环境质量带来严重影响。

另据了解，我国每年秸秆产量7亿吨以上，其中田间焚烧约1.5亿吨，造成严重空气污染，有时甚至影响高速公路通行和飞机起降。“目前是北方冬季采暖季节，也是秸秆焚烧多发时节。多地采取了禁止焚烧秸秆的措施，但并未根本解决相关问题。将秸秆制成纤维素燃料乙醇可有效解决这一难题。”武国庆表示，每利用1千克秸秆，可直接减少PM2.5排放量20克。

生物质燃料有技术保障

今年7月，国务院办公厅印发《关于加快转变农业发展方式的意见》，明确要求推进农业废弃物资源化利用，加快秸秆收储运体系建设。

“得益于此，生物质综合利用项目的燃料将得到充分保证。”据武国庆介绍，纤维素乙醇是世界公认的燃料乙醇产业发展方向。目前，世界上以农业和林业废弃物为原料的纤维素乙醇技术不断取得进展，已有一批建成投产和正在建设的工业化装置。

武国庆说，“我国纤维素燃料乙醇技术处在工业化突破的前夜。国内最大的燃料乙醇供应商中粮集团年产500吨纤维素乙醇实验装置现已成熟运行10年，目前正在推进的5万吨纤维素乙醇联产6兆瓦生物质发电项目也已具备了商业化运营条件。”

重视程度不够

“但需要注意的是，目前我国对纤维素乙醇研发和产业发展的支持力度不足，致使我国纤维素乙醇产业化进程落后于国际先进水平。”武国庆说，例如，国家颁布的《可再生能源法》对车用乙醇汽油的推广使用做出了明确规定，但缺乏更具操作性的政策实施细则，推广存在难度。

记者了解到，11月3日，为全面学习贯彻党的十八届五中全会精神，推动我国能源事业持续健康发展，全国政协在京召开“优化新能源布局 促进清洁能源健康发展”主题座谈会。期间，全国政协委员、工业和信息化部原部长李毅中作了“要重视生物质能源的开发利用”的发言。

李毅中表示，生物质能是唯一可以直接生产气、液、固体燃料，唯一能够代替成品油、天然气

的可再生能源。“2014年6月，国务院发布了《能源发展战略行动计划（2014-2020）》，其中提到了发展新一代非粮燃料乙醇和生物柴油，因地制宜发展农村可再生能源。生物质能是重要的可再生能源，但现在重视不够。”李毅中表示，“目前国际能源价格大幅下跌，给新能源的开发带来了压力，但不能因此就放松新能源的开发利用，新能源大多数是以电的形态进入市场，唯有生物质制油、制气才可以替代石油天然气。因此不应该放松生物质能利用技术的研发攻关，在目前的油价下至少可以作为战略储备。”

李毅中建议，相关部门调查研究，制定减免税支持政策；对原料收集问题，需要政府统一安排，进行试点，形成回收的产业链，取得经验以后再推广；同时，生物质能源制油、制气要进入现有储油系统、销售系统。

贾科华 中国能源报 2015-11-17

太阳能

非洲新市场：光伏产业如何掘金？

从资源角度，也就是太阳直接辐照度来讲，非洲的太阳能产业发展潜力无疑是世界上最好的。毫无疑问近些年来，非洲已经晋升为全球最大的太阳能发电潜力市场。特别是在2013年8月金融危机之后，发达国家新能源新装机速度在不断放缓，越来越多的投资者将眼光放到新兴发展中国家的新能源领域，特别是非洲这片热土上。

2013年10月奥巴马政府成立“非洲电力”，提出“电力非洲计划”，计划在5年内为撒哈拉南部非洲国家提供70亿美金资金，随之而来的私人融资也高达90亿美元，用于资源开发、发电、电力输送以及能源管理能力建设。其中，计划新建可再生能源发电量共计3万兆瓦，引爆非洲新能源——特别是对太阳能产业的投资热潮。

近日，在英国政府国际发展部(DFID)、奥巴马政府“电力非洲计划”、IDB 多边投资基金等赞助商合力推动下，彭博新能源财经 BNEF 发布 Climatescope2015 清洁能源分析报告。该报告指出，2014年是创纪录的一年，在全球清洁能源发电领域的年度新增项目投资中，有超过一半投资于新兴市场，而在发达国家/地区的投资则不到一半。

随着发达国家对新能源“热情”和“追捧”浪潮减退，越来越多的太阳能企业瞄准了新兴发展中国家市场。特别是亚非拉地区，这些地区经济增长迅速，缺乏电力供应，但传统能源投资巨大，建造成本高昂，建设周期较长。相比之下，发展新能源成为许多发展中国家不错的选择。

另外，随着全球市场三个大转变：油价下跌了近五成；美元大幅升值；长期利率继续下跌，甚至在一些市场滑落到负利率，全球处于超低利率新常态，这也为海外投资提供了新机遇。

数据显示，巴西、南非和中国等几个主要国家/地区，虽然经济形势下滑，但在2014年，这三个国家总共吸引了1030亿美元的清洁能源新投资项目。

彭博研究员朱羽羽解释道，清洁能源成本持续下降是推动行业发展的关键因素。全球太阳能光伏发电成本每年以15%速度下降。一些新兴市场一方面受到高企的化石燃料发电电价的拖累，另一方面具备充足的光照条件，因此对于这些市场而言，太阳能尤其具有竞争力。

▼ 电力输送网络不成熟下的新商业模式

朱羽羽介绍到，亚洲、拉美州、非洲这三个太阳能新兴市场中，在整个能源市场研究领域还不够深入，特别是非洲。非洲主要市场都是集中在前几个比较大的区域。特别是离网型电力系统的建设，和少部分地区大型电站的建设。

在非洲开发大规模可再生能源是比较有限的。因为整个国家的电网构建还不够完善，电力需要强力支持。但因地制宜而产生出很多创新的模式，特别是分布式小型光伏的利用模式有意想不到的

突破。

- 1, 户用小型光伏。
- 2, 移动支付型(Mobilemoney)购买太阳能所发电力。
- 3, 常规电网买电。

离网型电力系统,是非洲因地制宜的小规模太阳能项目,这也让太阳能领域的专家们发现了新的技术方向。特别是在日常照明、手机充电这种小规模、离网电力网络的发展商带来了无限潜力。目前有一些非洲电力项目是专门针对这类型的地方发展活动。目前已有从该种模式中获益的公司,值得投资者借鉴。

在非洲,几乎 100%的人可以用得上手机,但只有 20%的人能够用得上电。例如美国的菲尼克斯。该公司开发的便携式太阳能基站,能为没有电网覆盖的地区提供手机充电服务。

▼谨防地域“陷阱”

但进军非洲市场也要谨防地域“陷阱”。Climatescope2015 清洁能源分析报告特别指出,非洲市场区域性发展十分明显。目前可再生能源发展较好的国家还仅限于南非,肯尼亚、埃塞俄比亚等国。原因在于,在 2011 年这几个国家开始对可再生能源项目进行招标,促进了新能源产业发展。

其中埃塞俄比亚虽然光伏产业发展速度较快,但大部分都是离网型小型光伏项目。整体制度政策还相对缺乏。特别是税收的政策并不完善。

大概是全非洲最有吸引力的前十个国家:南非、埃塞俄比亚、塞拉利昂、摩洛哥、苏丹、埃及、莫桑比克、厄立特里亚、肯尼亚和赞比亚。

赵宇航 能源杂志 2015-11-24

光伏发电为何“碾压”光热风电?

可再生能源发电是一个不小的概念,其中最为主流的就是太阳能发电,风电,水电和生物质发电等等。但在这众多的分类中,为何相较于光热、风电等为什么光伏发展的更好?

光伏起点低,足够简单,便于扩张生产

从产品生产到电站建设上,光伏都有非常好的可复制和扩张性。特别是生产下游的光伏组件封装厂,投资规模非常小。江浙一带到处都是私营投资的小型组件厂。组件生产技术门槛很低,生产线前段的电池片单焊、串焊等环节年轻女工操作,端的层压、装框等环节年轻男工可胜任。这些环节都不需要过多的培训就可以上手。订单多的话可以两、三班倒,二十四小时运转。生产线扩容、增加员工也是非常容易。

光伏产品各个产业链环节非常明晰,多晶硅、硅片、电池片及电池组件都可以独立生产,有一些标准化的产品规格(硅片、电池片尺寸为边长 125mm 或 156mm 的正方形);还有一些专门生产制造这些标准化产品的设备,设备生产商一般以交钥匙的形势直接将生产线安装调试完毕。

上述这一切都给资本进入光伏行业转化为产能带来了非常便利的条件。

分布式电站

居民能够在自家屋顶上投资安装电站,拥有该电站资产,并且电站带来的盈利是能算出来的。这是多么美妙的事情。小型项目开发商的一些配套服务,如总承包、融资贷款等服务,让该看得见盈利,低风险的投资变得足够简单。辅以如德国的电站补贴政策,这种分布式的光伏市场对于光伏行业的起步,市场认可度的推进及配套产业的形成都非常有利。

虽然从商业模式上,小型分布式很难轻资产、规模化,但是它不但可以成为市场启动的“特洛伊木马”,还是未来大型电站市场的“长尾”。可再生能源的发展的关键是规模化生产和大规模应用,这两点都解决了所以光伏会发展很好。

光热需要规模化,技术门槛高
技术门槛

光热发展最普遍的槽式技术，其核心产品高温集热管生产技术只掌握在少数几个企业手里，著名的玻璃生产商肖特(Schott)掌握全世界未来几年 90% 的订单。这种垄断化的状况很不便于技术的推广。

光热最成熟的技术，塔式热发电。需要大量的镜面校准等专利技术。而这些专利技术是在电站建设的过程中实践出来的，它并不是一种生产技术。我国只有北京延庆的一个塔式示范电站。在青海在建的几个中广核、中控项目，并没有太多的并网发电、后续项目信息出来。

电站规模较大

再看光热，同样是靠太阳能发电，但是光热需要有规模效应才能达到有效发电。小于 10MW 的电站很难有高的投资回报。所以现在光热电站槽式、塔式等都倾向于做成更大的。如世界上最大的电力开发商 AbenGOa，正在开工的 Solana 槽式项目，280MW，位于美国亚利桑那州。

也是在美国，一些在开发的大型光热电站纷纷停止开发，其并网协议(类似于我国的路条)，买电协议被分割成小项目权卖给光伏项目开发商。我在美国做项目开发工作期前，曾接触到一些这样的项目。一个 200MW 的沙漠光热项目被分割成十多个 10MW，20MW 的项目来操作。

试分析其原因：资金需求大，审批周期长导致项目开发周期漫长，少的也得 3~5 年。而 5 年前用来测算投资回报的光热电站基数，远赶不上今天光伏的成本。商业项目必须屈服于市场。大名鼎鼎的开发商太阳千年(SolarMillenniumAG)前期过多的投资，没有预想到光伏成本下降得如此之快，最终破产。吉利得名字，并没有带给它长久得运气。

风电：地域限制+需要规模化

风电也有上述技术限制。更关键的，风力资源的分布也极大限制了风电的发展。被电网接纳的特点，另外一个限制角度任何一个新能源技术被市场接受并逐渐应用，最关键的还要看电网。这也是为什么当年爱迪生靠买发电机赚钱的思路是错误的;而建立电网，靠买电赚钱才是被历史证明的正确选择。并网用电的特点是即发即用，尽可能的减少使用过程损耗：如蓄电、变压、传输等过程必然有损耗。

分布式技术完美的做到了即发即用这一点。而分布式就是光伏最好的应用。大型电站，特别是海上风电，沙漠光热电站及大型光伏电站需要解决传输、损耗的问题。当然，现在我们在技术上解决上述问题，并且我们的技术也允许足够的利润水平。但是上述问题着实限制了上述能源形成一个推广普及快的商业模式。显然光热及风电在技术及应用模式上没有上述优势，这可能也是它们发展不如光伏发展迅猛的主要原因。

我猜未来的电力构成：

电网能源比例中，风电、光伏、光热将贡献非常大的份额，超过 30%(?)，常规能源如火电、水电、核电等因其可控作为补偿、后备及调峰作用存在;但是占据新能源首位的可能不是光伏，它可能是大型风电(如海上风电)，大型沙漠光热电站;而在他们之后，有一个长长的尾巴，那是光伏。

未来会逐渐有更多的中小型规模的光伏企业出来，他们将具有地缘优势，只做一个产业环节，可能更多的集中于下游。他们构成长长的光伏长尾;而光热、风电企业将逐渐向大规模、重资产的巨无霸发展。

国际新能源网 2015-12-01

盘点:中国光伏激励及补贴政策标准

从 1978 年改革开放开始，30 多年来中国经济飞速发展，1986 年中国 GDP 首次突破 1 万亿人民币，达到 10309 亿元(合 2986 亿美元)，到 2014 年达到 636463 亿人民币(合 103611 亿美元)。中国 2010 年超过日本成为世界第二大经济体。经济的迅速发展带来了对能源的巨大需求。

1980 年全球发电总量 3006 亿千瓦时，2014 年达到 54638 亿千瓦时，增长了 17 倍。中国传统能源发电仍占主要份额，近 70% 的能源来自煤炭火力发电。化石燃料的大量使用导致中国成为全球碳

排放量最大的国家。据国际能源署(IEA)的数据, 2014 年中国碳排放占据全球总碳排放量的 29%。

从上世纪末开始, 发展可再生能源受到中国政府重视, 确立了“积极发展可再生能源, 改善能源结构”的方针。2005 年 2 月中国颁布《可再生能源法》, 为可再生能源发展奠定了法律基础。

2007 年 6 月, 中国政府发布《中国应对气候变化国家方案》, 2007 年 9 月, 又发布了《中国可再生能源中长期发展规划》, 提出了国家可再生能源发展目标将风能、太阳能、生物质能等纳入其中。

太阳能是取之不尽、用之不竭的能源, 而且能量巨大、安全无污染, 是人类的理想能源。太阳能光伏发电是利用太阳能的主要形式之一。1954 年, 美国科学家恰宾和皮尔松研发成功实用的光伏发电技术。

20 世纪 90 年代后, 光伏发电快速发展。到 2006 年, 世界上已建成 10 多座兆瓦级光伏发电系统。2011 年, 全球累计光伏发电装机总量达到 67GW。

中国是太阳能资源丰富的国家之一, 75% 以上的国土, 尤其是青藏高原地区、西北地区、云南、海南, 光照更加充沛。在中国政府倡导扶持下, 过去十年中国光伏产业迅猛发展。据中国国家能源局数据, 2005 年中国太阳能发电装机总量 70 万千瓦, 到 2014 年, 累计装机总量已增至 2805 万千瓦, (其中, 光伏电站 2338 千瓦, 分布式光伏 467 万千瓦), 在不到十年内实现了 40 倍的增长。

仅 2014 年, 新增光伏发电容量就达 1060 万千瓦, 约占全球新增装机容量的五分之一。光伏年发电量从 2013 年的 90 亿千瓦时增至 250 亿千瓦时, 增长 178%。

到 2014 年, 全国各省、区已累计并网 700 多个大型光伏发电项目, 主要分布在中国西北和东部沿海地区。累计装机容量排名前三的分别为甘肃省、青海省和新疆维吾尔自治区, 三省装机总量超全国总量的 60%。分布式光伏、并网容量排名前三的分别为浙江、广东和河北省, 占全国并网总量的 40%。

中国也是全球最大的光伏设备生产国。2014 年光伏电池组件产能 63GW, 产量 35.6GW, 全球占比 70%, 连续 8 年位居全球光伏电池组件产量前位。在全球产量最多的 10 家光伏设备生产企业中, 中国占了 6 家。

中国光伏产业激励政策内容

为鼓励和扶持光伏产业的发展, 中国政府相继出台了一系列文件。这些文件包括: 2007 年 9 月, 国家发改委发布《可再生能源中长期发展“十一五”规划》, 2008 年 3 月, 财政部、住房和城乡建设部联合发布《关于加快推进太阳能光电建筑应用的实施意见》, 2009 年 7 月, 财政部、科技部和能源局联合发布《关于实施金太阳示范工程的通知》, 2012 年 2 月, 国家工业和信息化部正式下发《太阳能光伏产业“十二五”发展规划》, 2012 年 9 月, 国家能源局发布《关于申报分布式光伏发电规模化应用的通知》, 2013 年 8 月, 国家发改委发布《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》, 等等。

同时, 各省、市地方政府, 依据中央部门的政策精神, 出台了关于光伏产业的地方性政策文件。这些政策文件规定了从项目初始投资补贴、税费贷款优惠、项目用地安排等各方面政策, 对光伏产业发展起了重要的推动和保障作用。

光伏产业政策中最受关注、也是最核心的内容是光伏补贴政策。中央政府部门规定了国家补贴标准, 而地方省市在国家规定的基础上又规定了本地的实施标准。

(一)国家补贴标准

光伏电站

将全国划分为三类太阳能资源区, 年等效利用小时数大于 1600 小时为一类资源区, 年等效利用小时数在 1400-1600 小时之间为二类资源区, 年等效利用小时数在 1200-1400 小时之间为三类资源区, 实行不同的光伏标杆上网电价。

分别为一类资源区 0.9 元/kWh, 二类资源区 0.95 元/kWh, 三类资源区 1.0 元/kWh。光伏电站标杆上网电价高出当地脱硫煤炭机组标杆上网电价的部分, 由国家可再生能源发展基金予以支付。

分布式光伏发电

对分布式光伏发电实行按照全电量补贴的政策。电价补贴标准为每千瓦时 0.42 元(含税)。其中,

分布式光伏发电系统自用有余上网的电量，由电网企业按照当地燃煤机组标杆上网电价收购。

(二)地区补贴规定

各地根据自身能源优势、发展目标等出台了各自的扶持政策，补贴内容和标准也不尽相同。下面是几个地区的具体规定。

浙江省。浙江省式太阳能资源不够充沛，属于三类资源区，但光伏补贴力度较大。对光伏发电项目按照所发电量，在国家铺贴的基础上，胜利再补贴 0.1 元/kWh。而杭州市又规定，在国家、省补贴的基础上，市财政在给予 0.1 元/kWh 的补贴。温州市规定，对 2014 年新建成并网发电的光伏发电项目，给予 0.2 元/kWh 的补贴。

江西省。在国家补贴的基础上，实行两种补贴模式：一种是初始投资补贴，一种是度电补贴。如对“万家屋顶光伏示范项目”，给予一期工程 4 元/W、给予二期工程 3 元/W 的初装费补贴；对列入省光伏建设计划的项目，建成后在享受国家度电补贴的基础上，按发电量每度给予 0.2 元补贴。

上海市。对光伏电站，按发电量对项目投资主体给予 0.3 元/kWh 的奖励，奖励时间为连续 5 年。单个项目的年度奖励金额不超过 5000 万元。对分布式光伏，按照电量消纳用户类别区分补贴标准，工、商业用户为 0.25 元/kWh，个人、学校等用户为 0.4 元/kWh。

湖南省。对 2014 年投产的光伏发电项目(含自发自用和上网电量)省里给予 0.2 元/kWh 的补贴，补贴 10 年。2015-2017 年投产的项目根据成本变化调整。

陕西省。规定在 2015 年前，对光伏发电实行增值税及征即返 50%的政策。太原市还规定对外来投资或扩大生产规模的光伏企业，优先安排土地指标和配套服务设施用地。

可以看出，中国当前光伏产业激励政策具有两方面重要特征：

一是形成了包括国家基础规定和地方补充规定相结合的政策体系，既反映了国家的原则要求，也照顾了各地的实际，源于贯彻实行和调动地方积极性。

二是政策内容涵盖了从初始投资补贴到光伏电站补贴、分布式光伏补贴、税收优惠、配套服务等各项内容，是一种“组合式”的政策激励，对光伏产业的发展提供了系统的政策支持。

中国光伏产业激励政策前景

中国政府已经郑重作出承诺，到 2030 年本国温室气体排放达到峰值，并争取早于该时间做到。因此，进一步大力发展清洁能源是必然的选择。中国的目标是到 2030 年将包括可再生能源和核能在内的清洁能源的占比提高到 15%，到 2030 年进而提高到 20%。

光伏发电将以更快的速度发展。根据中国国家规划，到 2020 年，全国将实现累计 100GW 的光伏装机容量，年发电量将达到 1300 亿千瓦时。产业的发展与政策的推动密切相关。中国光伏产业激励政策的发展趋势如何，这是业内和有关方面关心的一个问题。

继续实行光伏产业激励政策是客观需要

目前，光伏发电成本过高是中国光伏产业发展遇到的最大障碍。光伏产业属于新兴产业，与煤炭发电等能源生产相比，技术尚不够成熟，这是成本相对较高的主要原因。尽管近年来中国光伏发电成本已有所下降，但仍在 0.7-0.8 元/千瓦左右，约是国内大部分地区煤电标杆上网电价(0.38 元/千瓦时)的两倍。

显然，如果没有光伏电价补贴，光伏发电就是去了投资吸引力。世界上许多国家包括德国、意大利、日本、美国等起步较早的主要光伏市场国家，都实行了各自的扶持光伏产业发展的政策。

中国的光伏产业目前尚处于初步发展阶段，继续实行光伏产业激励政策，不仅是推动和保障光伏产业迅速发展的客观需要，对于实现中国温室气体排放目标也是必须的。

将进一步增强政策的协调性和有效性

目前中国的光伏产业政策的内容虽然已形成体系化的特点，但政策的协调性和有效性还存在明显不足。例如，政策激励机制过于偏重供给方面，如装机容量和上网电量，而店里的购买者和消费者没有得到足够的激励，从而导致需求意愿不强。

再如，国家规定光伏电价补贴从光伏专项基金和光伏电价附加费中支付，而电价附加费是采用

延期支付的方式，这往往是补贴资金不能按时足额到位，影响资金的正常流动。如黄河上游水电开发公司负责人介绍，由于补贴发放滞后等原因，相当于增加电站的资金成本近 7000 万元，导致电站投资回报率减少 20%。

因此，进一步增强政策的协调性和有效性是今后中国完善光伏产业激励政策需要解决好的重要问题。也就是说，政策的安排应该使光伏电力供应方、光伏设备生产厂家、光伏购买方，以及光伏电力消费者都能从光伏能源的发展中得到好处。可以预料，不论是中央部门还是地方政府，都会在这方面做出重大努力。

向光伏技术研发倾斜将成为激励政策调整的重点

中国光伏产业发展可能遭遇的一个重大风险是技术变革。中国的光伏技术近年来有很大提升，但在一些方面如高效节能的多晶硅制备技术、太阳能电池工艺技术等，还存在一定差距。更使得重视的是，目前光伏发电技术在国际上仍处于较快的技术变革期，有些技术如薄膜电池制备技术在处在初期发展阶段。

光伏发电的新技术新工艺随时可能出现，中国现有的技术和产能随时可能被冲击。因此，加强技术研发是中国光伏产业健康发展的战略性问题。目前中国中央部门和地方政府都缺乏连续的光伏技术研发投入计划，专门用于技术研究的资金明显不足。许多专家学者都呼吁重视这一问题，这将是今后中国光伏激励政策调整的一个重点。

中国光伏发电补贴将逐步下调直至实现平价上网

中国光伏产业的发展虽然严重依赖政府补贴，但随着技术的提高，规模的扩大和经营的改善，光伏发电成本也在逐步下降。在一些地区，2010 年光伏发电成本在 1.1 元/千瓦时左右，现在已降至约 0.8 元/千瓦时。

美国经济学家弥尔顿·弗里德曼曾指出，价格的功能在于传递信息，激励资源使用者以这种信息为向导，激励资源所有者的行为遵从这种信息。人们已经认识到，政府对光伏发电实行的价格补贴虽然在产业发展初起是必要的，但同时也扭曲了价格形成机制。

包括中国政府在内的各国政府都不可能无止境地对光伏发电实行补贴。中国太阳能应用专家、国家发改委能源研究所研究员王斯成预测，从 2016 年起，光伏发电补贴将逐步下调，到 2025 年将实现光伏发电平价上网，及与火力等传统能源发电价格持平，无需再依赖国家补贴。人们期待着这一时刻的到来

太阳能新闻网 2015-12-01

风能

英国风电也面临困境

11 月初，英国苏格兰政府宣布，已批准一个在苏格兰东北海岸修建浮动式海上风电场的先期项目，该风电场建成后将是全球同类风电场中规模最大的一个。公告称，这个风电场将包括 5 台浮动式风电机组，建成后整体的发电能力将达到每年 135 吉瓦时。

现在，全球已经建起来的十大海上风电厂中，英国占据 7 座，但是中国在海上风电完成量仅为 500 万千瓦。记者在第四届 IET 可再生能源发电国际会议间隙，采访了英国工程技术学会(IET)刊物《可再生能源发电》总编、英国斯特拉斯克莱德大学可再生能源技术教授、风能系统博士培训中心主任大卫·因菲尔德，探寻英国在风电事业上的风声水起可否给中国带来一些经验。

英国风电政策也偏负面

有观点指出，发展大型风力发电机组需要的风电技术要求非常严格，但现在中国大型风电技术不是特别成熟，特别是一些重要的核心关键部件技术有待突破。

因菲尔德并不十分认同这个观点。他对中国在风电领域取得的进步用了“突飞猛进”四个字进行评价。

“在过去，可能这个技术还不算可靠、规模相对较小，但是我们可以看到，现在有很多主流制造商也可以制造出非常大规模的风力发电机组，甚至其规模和我们在丹麦看到的风电机组规模相当。英国其实在设备供应方面也并非最强的国家，而是在应用方面处于靠前地位，我相信很快中国就可以后来居上。”他说。

让因菲尔德感到焦虑的是，目前英国对于风电的补贴政策并未处于最佳状态。

今年7月，英国财政大臣乔治·奥斯本在公布夏季预算法案的同时，取消了可再生能源电力企业所享受的优惠政策。据英国媒体报道，专门从事风力发电与利用垃圾填埋产生沼气发电的可再生能源企业英菲尼斯公司反应十分激烈，其目前在积极寻求法律援助。该公司发言人称，政府给予电力企业24天的通知时间过短，企业无法应对政府这一突如其来的改变。

可以预见的是，风电终将面临补贴越来越少的局面。不久前，国家能源局新能源司副处长李鹏在2015北京国际风能大会上就表示，我们一个重要的任务是，通过技术进步和市场竞争，在“十三五”时期推动风电开发成本进一步大幅下降，使其逐步减少对补贴的依赖。

因菲尔德也指出，英国现在的政策看来并不特别支持可再生能源，7月份的这个政策不是唯一的负面政策，可能还有更多，包括对陆上风电的新政策。新政策一出来也会促使陆上风电的规划迎接挑战，海上风电方面也可能会受到政策的制约。

“但是随着国际压力的增大，英国可能会改变相关的决议。”因菲尔德认为，力促相关政策的改变，可能是当前比较有成效的方法。

降低成本依然很难

如果政策依然如此，那么风电只能“降成本”来“保生存”。

现在，按照中国的情况来看，海上风电的建设投资成本是陆上风电的两倍左右。因菲尔德介绍，英国的海上风电跟陆上风电成本的对比与中国情况类似，也面临降低成本求未来的境况。

风电成本包括了风机、运维和度电成本。有观点强调，风电成本不仅包括开发成本，还应计算其利用成本，不仅包括由于风电间歇性、波动性带来的系统调峰成本，还包括因其容量置信度低而带来的容量充裕性成本以及输送波动性电源产生的高于输送常规电源的成本等。

因菲尔德指出，海上风电本身的特性是成本较高，而且与其称之为“面临经济方面的挑战，更愿意称它为面临技术方面的挑战”。他认为，通过运用良好的技术确保海上风电的电力稳定、可靠，目前还需要努力。

“我们在尽力降低成本，尤其是风机设计方面，包括风电厂风电机组的尺寸、单机容量等，运营维护的成本也确实非常高，大家也想了很多方法来降低这个成本，但是这些办法都没有很好地实践，所以很重要的一点是，可能我们需要因地制宜地研究这些办法究竟能不能得到行业的认可，并最终付诸于实践，把成本降下来。”因菲尔德坦承，当前英国风电在降低成本上，成果并不显著。

在问及预计英国海上风电有望何时不再需要政府补贴就可以完成自主运营时，因菲尔德也无法给出具体时间。

他回答得颇为婉转：“其实所有种类的能源，包括传统的和可再生能源全部受到政府的支持或者资助，比如传统的有油、气、煤，甚至是核能，其研发或调配都是受到政府支持的。大家都说要建立一个能源的自由市场，其实没有一个真正自由的市场。海上风电受到政府的支持可以再发展，但是一旦政府停止支持，它在发展的时候就很难具有竞争力。如果政府停止对它的支持，它就没有办法和一些还在获得政府资助的能源发电途径进行竞争，所以关键是看如何评判和选择，我们是否要满足一些目标，比如，降低二氧化碳的排放量，如何让空气更清洁等。”

李勤 中国科学报 2015-11-17

风电设备及控制国家重点实验室顺利通过验收

能源网讯：11月23日，以国电联合动力为依托单位进行建设的“风电设备及控制国家重点实验室”顺利通过国家科技部组织的专家验收。

“风电设备及控制国家重点实验室”是由国有资产监督管理委员会规划发展局和河北省科技厅主管，依托国电联合动力建立的以风电设备及控制技术研发为中心，基础研究和应用技术研究并重，以研究解决我国风电行业重大共性关键技术难题为主攻方向的国家重点实验室。本次验收专家组由新能源电力系统国家重点实验室杨勇平教授、高温气体动力学国家重点实验室姜宗林研究员及来自企业、研究机构的七位专家组成，浙江大学计算机辅助设计与图形学国家重点实验室谭建荣院士担任专家组组长，科技部基础研究管理中心、国有资产监督管理委员会规划发展局、河北省科学技术厅、保定市科技局、国电集团科技及综合产业部相关领导参加验收会。专家组认真听取了风电设备及控制国家重点实验室主任褚景春、常务副主任冯健做的工作报告，现场考察了实验室，并对实验室相关资料进行严格审核。专家组一致认为风电设备及控制国家重点实验室确定并凝练了风电机组整机设计及仿真技术、传动链抗疲劳设计及先进制造技术、风轮叶片高效翼型及气动结构设计技术、风电机组控制系统及并网技术等四大研究方向，实验室研究方向明确，重点突出，完成了建设计划任务书规定的任务，实现了建设目标，同意通过验收。

建设期间，实验室先后承担了国家级与省部级重点项目6项，经费约1687万元。发表论文46篇；已获授权专利259项；申请国际（PCT）专利5项；拥有软件著作权55项；实验室为主参与制定国家标准5项，行业标准2项；获得省部级奖项3项；实验室在建设期内已形成相对独立的科研实体；实验室建立了较为完善的规章制度，形成了良好的运行机制。

伴随“中国制造2025”及产业互联网时代的来临，不断创新发展是制造业发展的重要引擎。国电联合动力高度重视实验室的建设与发展，借助国家重点实验室平台，国电联合动力把在突破关键领域核心技术方面的有效经验、创新模式形成辐射效应，带动公司整个创新模式的开拓，从技术创新到产品创新，从服务模式创新到管理模式创新，以创新推动企业转型升级，加快建立质量效益型的可持续发展模式，确保国电联合动力在新一轮科技革命和产业变革中保持竞争优势。

（文：张宇黄惠/图：杨硕崔正雁）

中国能源报 2015-11-30

前瞻：2050年风电光伏撑起整个世界？

在世界各国领导人聚首巴黎出席气候大会之际，近期一项研究表明，几十年后，世界将仅依靠风力、水力和太阳能就能满足所有能源需求。

马克·Z·雅各布森(Mark Z. Jacobson)是斯坦福大学大气能源研究项目的主管，他的团队与加州大学的研究人员一起分析了139个国家的能源蓝图：“这些能源计划图表可以表明，无论是在技术层面还是经济层面上，改变不同国家的能源结构是可行的。”

▼如果按雅各布森的这份研究，到2050年只依靠可再生能源的中国，能源结构就应该是这样的：

100% CHINA

Transition to 100% wind, water, and solar (WWS) for all purposes
(electricity, transportation, heating/cooling, industry)



最主要的供能方式为太阳能和风能，其中太阳能发电厂占 49.3%，接近一半的能源；向岸和离岸风能分别占 16% 和 12.9%。

研究者们先花费了大量精力估算出每个国家到 2050 年的大致能源需求，包括电力、交通、供暖、供冷、工业和农业等产业所需消耗的能源，然后再算出可再生能源可以如何满足这些需求，以及预估这些新能源的处理方式和成本。

“那些抗拒可再生能源的人会说这种能源太贵，或者供不应求，或者是不可靠，抑或可再生能源的取得需要消耗大量土地和其他资源，”雅各布森表示，“但我们的计算和蓝图都可以证明这些言论完全就是无中生有。”

▼ 2050 年美国理想的能源结构组成：



主要由太阳能和风能产能，其中太阳能发电厂占 32.3%;向岸风能占 30.9%，离岸风能占 17.5%。
 ▼2050 年日本理想的能源结构组成：



能源主要来自太阳能和水力发电，其中太阳能发电厂占 56.5%，商业/政府屋顶太阳能占 11.3%;水力发电占 10.5%。

▼2050 年沙特阿拉伯理想的能源结构组成：



能源主要来自太阳能和向岸风能，其中太阳能发电厂占 45.2%，大规模集中太阳能发电厂占 35%；向岸风发电占 11%。

可再生能源的成本当前就已经很低了，未来还有可能更低。雅各布森说，就算是现在，风能就已经可以为美国提供最便宜的电力了：在未获得补贴的情况下，每千瓦时只需花费 3.5 美分，而相同情况下，燃气供能则需要花费 6 到 8 美分。而这还未包含健康和气候上的优势：这项研究预计，若将基础设施改为可再生能源供能，每年可以挽回 400 到 700 万可能因空气污染而丧生的人的生命，还可以为全球 GDP 挽回 3 个百分点。

产业向可再生能源型转变可以提供更多的工作岗位，岗位数可以比传统化石燃料行业导致的失业者多出 2000 万。而因可再生能源不再采用商品型燃料，将会使能源价格稳定下来。能源的分散供给还可以降低对发电站发起恐怖袭击和因风暴而造成断电的风险。各国能源可以达到自给自足的独立水平，从而消除全球性冲突中的一个主要诱因。而以往 400 万无法得到稳定能源供给的人，从此将不用再为这个问题而发愁。

这项研究还给出了一张能源转型的时间表。到 2020 年，各国将停止修建新的煤电、燃气和核电站(或是生物能源，因为研究者们并不认为这是一个好的替代选择)。炉灶和加热器等将会采用电动，而非天然气。到 2025 年，货船、火车和公交车将会改为电能驱动，私家车和卡车则将在 2030 年前完成改造。到 2050 年，能源转型将会彻底完成。

这个过程听起来比我们以往认为的似乎要更简单，但它能够得以实施其实是与政治挂钩的。只要各国政府一点头，这样的能源转型也许真的能带给我们不少好处。

Adele Peters 界面新闻 2015-12-01