

能量转换科技信息

广州能源研究所文献情报室
广东省新能源生产力促进中心
第十四期 2016年7月

目 录

总论	1
二十国集团能源部长会议关注世界能源未来：绿色、低碳、共享	1
以新能源互联网加速推进能源革命	2
能源互联网：能源-信息-经济下的共享演化	3
探索能源互联网落地途径	5
中国机械工业联合会正筹备成立“能源互联网设备与技术分会”	7
能源区块链与能源互联网 未来的能源情境是怎么样?	8
能源转型是改善环境的最佳途径	9
能源互联网是推动能源革命的重要战略支撑	11
能源互联网时代已来 未来人人皆可售电	12
清华四川能源互联网研究院驶入“快车道”	14
世界向低碳燃料转型	16
德国能源互联网实验：高效利用可再生能源	16
能源互联网离我们不再遥远	18
热能、动力工程	20
储能价值在电力市场尚未充分体现	20
我国页岩气勘探获重大突破	22
碳市场规模有望达百亿，然流动性不足怎么破?	22
能源互联网中储能应用商业模式及市场前景研究	23
生物质能、环保工程	24
诺维信和丹麦能源公司 DONG Energy 签订生物废物分类协议	24
太阳能	25
6月底全国各省市实现并网发电的首座光伏电站	25
分布式光伏“嘉兴模式”发展迅速 标准缺席存“无序”风险	26
领跑者”倒逼光伏产业升级效果显现	27
天合光能：量产化 P 型单晶 PERC 电池光电转换率达 21.1%	29
国家级光伏产品户外实证基地海南站首次亮相	29
光伏行业拥抱能源互联网 应该怎么玩?	31
风能	33
我国风企发展思路悄然改变	33
混合塔架技术可提升发电量 30%	35

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

二十国集团能源部长会议关注世界能源未来：绿色、低碳、共享

为期两天的二十国集团(G20)能源部长会议 6 月 30 日在北京闭幕，在“构建低碳、智能、共享的能源未来”主题下，会议呼吁 G20 成员分享可再生能源、煤炭清洁利用等方面的先进技术，实现世界能源包容发展。

与会嘉宾围绕国际能源发展的机遇与挑战、能源技术与创新、能源可及性的需求和政策现状等议题进行了广泛讨论。会议指出，世界能源未来发展呈现出新特征，主要是能源供给消费低碳化，天然气和非化石能源有可能成为未来世界的主体能源；能源开发利用智能化，智能微网、能源互联网等新产业新业态将蓬勃发展；能源发展成果共享化，增强发展中国家的能源自主发展能力，所有国家和地区都将从中受益。

会议形成了《2016 年 G20 能源部长会议北京公报》，鼓励成员国制定可再生能源发展战略和行动计划，促进可再生能源投资，实现可再生能源在全球能源结构中所占比重大幅提高。

中国国家能源局副局长李凡荣在会上强调，G20 成员国将在能源应急措施等领域开展合作和对话，实现能源来源和通道的多元化，不断加大能源投资，避免能源市场动荡，提高可持续能源安全。

业内人士认为，随着人口增长、经济发展以及能源消耗的大幅增加，全球生态环境受到严重挑战，推动清洁能源发展，使能源更加绿色和低碳化已成为全球能源合作的主要方向。

全球能源互联网发展合作组织秘书长王益民日前在首届亚洲能源合作论坛上表示，降低化石能源消费比重，根本出路在于加快发展清洁能源，在能源供给侧实施清洁能源代替、在能源消费侧实施电能代替，其中的关键就是大规模开发清洁能源。

王益民说：“全球清洁能源虽然丰富，但分布很不均匀，资源富集区大多远离负荷中心，这就需要建设具备全球配置能力的平台，逐步形成国内互联、洲内互联和洲际互联的能源互联网。”

在刚刚闭幕的天津夏季达沃斯论坛上，天合光能董事长兼首席执行官高纪凡表示，在保障能源安全和成本竞争力的情况下，低碳化是能源发展的方向，能源产业界和研发界要努力推动这一发展，同时金融机构也应支持新技术、新产业的发展。

近年来，G20 一直在全球能源领域发挥着重要作用。今年，G20 峰会将在中国杭州举行，能源问题是本次峰会的重要议题之一。作为本次峰会的主办国，中国近年来积极推动全球能源合作，参与全球能源领域的相关改革，在国际范围内提出了一系列倡议。2015 年，中国提出旨在促进全球清洁能源大规模开发利用的“全球能源互联网”计划。

联合国环境规划署今年发布的《2016 年全球可再生能源投资趋势》报告显示，2015 年中国在可再生能源领域投资达 1029 亿美元，占全球可再生能源投资总和的三分之一以上。

肯尼亚内罗毕美国国际关系大学的学者马查里亚·穆内内指出，作为此次 G20 峰会的主办国，中国如能在清洁能源利用上进行更多探索并获得更大突破，将会在世界舞台上发挥更大作用。

随着全球化进程加速，全球各经济体在能源、可持续发展等领域所面临的挑战日趋一致。深化全球能源合作，加强全球能源治理将为全人类提供一个更好的能源未来。

马湛 刘海燕 新华社 2016-07-04

以新能源互联网加速推进能源革命

将重塑能源价值链

我国“十三五”规划纲要指出，推进能源与信息等领域新技术深度融合，统筹能源与通信、交通等基础设施网络建设，建设“源—网—荷—储”协调发展、集成互补的能源互联网。今年2月底三部委发布《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》，提出与《中国制造2025》时间相对应的发展计划。

随着新能源的快速发展壮大，能源互联网被看作是解决新能源消纳、互联互通的有效途径。

新能源互联网是推进能源革命的重要路径。我国新能源产业发展存在着严重的产能与消纳不匹配问题，供给侧结构性改革和需求侧改革势在必行。新能源互联网是新能源供给侧结构性改革和需求侧改革的技术平台，可横向实现多能互补，纵向实现电源、电网、负荷及储能的协调优化，从而使新能源供需双侧达到有效平衡。

有效提升新能源的利用比例

未来能源发展总体趋势是能源结构将由高碳向低碳转变，能源效率由低效向高效发展。BP预计，到2035年，可再生能源将贡献全球一次能源增长的1/4，超过全球发电量增长的1/3。新能源互联网作为多层次能源交易平台，将会有效提升新能源的利用比例。

新能源供能将逐步呈分布式。2014年，国家能源局发布《关于进一步落实分布式发电有关政策的通知》，鼓励开展多种形式的分布式发电应用。2015年国家能源局不再限制分布式光伏建设规模。分布式发电是新能源互联网构建的网络“结点”，其通过连接形成多个局域性输配电微网，实现局域内部的电能输送调配，同时与集中式电网实现能源互通，拓宽能源获得的广度，提高能源利用的深度。

新能源的利用形式将以电能为主。电能是实现能源消费高效、清洁利用的有效途径，和其他能源品种相比，电能的终端利用效率最高，可达90%以上。新一代的能源系统将以电力为中心，新能源产生的动力将会日益电力化。风能、太阳能等新能源绝大部分要转化为电加以利用。预计到2035年，可再生能源在全球发电中占比将增加至16%。

新能源将日益数字化。第三次工业革命将数字化新能源网络、信息互联网以及无人驾驶GPS定位的交通互联网无缝连接创造驱动能源、信息、物质流动的物联网。物联网的上游端可配置传感器，传感器收集海量的数据，形成数据网络。众多以数字化为基础的商业模式将会陆续出现，未来将出现基于新能源数字化的巨型能源管理平台，能源服务将更加多样化。

新能源的边际成本将趋近于零。全球能源体系正在经历重构，欧洲化石能源系统面临着重大变革，新能源时代即将来临。伯克利国家实验室发布，光伏发电和风电的边际发电成本已降至几美分/千瓦时，远低于化石能源的边际成本，化石能源将逐渐回归原料属性。在分布式太阳能和风电等新能源得到充分利用的未来，新能源的边际成本将逐渐趋于零。

四个方面力推新能源互联网建设

我国新能源互联网建设仍面临着诸多挑战：电源方面，可再生能源波动性明显；电网方面，能源输配网络日益复杂；负荷方面，消费侧随机性不断加剧；储能方面，配置方式纷繁复杂。为应对上述挑战，促进我国新能源互联网的建设与发展，推动我国能源革命进程，应着重抓好以下四个方面。

第一，强化统筹协调，完善扶持政策。统筹新能源互联网重大政策、举措的研究和制定，加强部门间在政策制定和实施方面的协调配合。加大对新能源互联网领域技术研发、产品和服务创新、平台建设、应用示范等的扶持力度。加强新能源互联网安全管控、预控以及业务监管，特别注意新能源大数据分析、智慧能源云平台、用能咨询等新业务可能存在的问题及风险。

第二，推动关键技术研发与创新。加强新能源互联网体系架构研究，逐步构建完善的新能源互联网系统，并加强新能源相关适应性技术研究。推动共享能源大数据资源，探索将大数据技术的研

究成果应用于新能源互联网服务体系的方式方法，实现新能源供需实时平衡、尽可能利用新能源满足日益增长的用户个性化需求的新能源互联网发展目标。

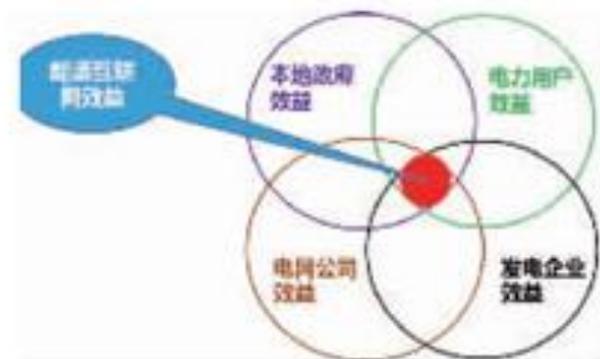
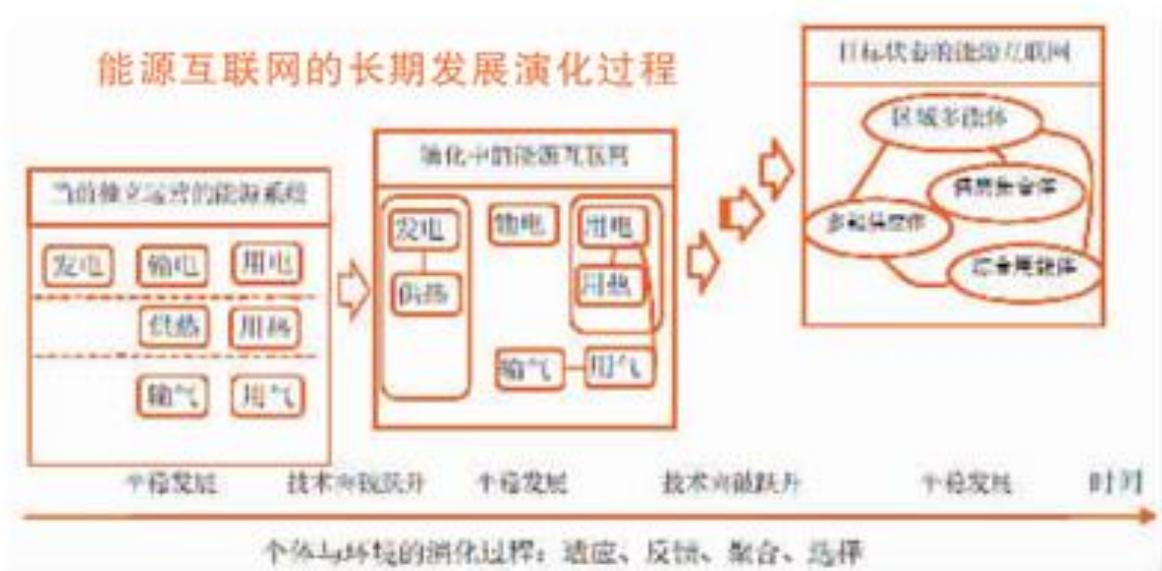
第三，完善新能源互联网标准体系。首先要落实新能源互联网标准体系顶层设计，研究梳理新能源领域与信息领域的相关标准，针对两者的融合研制共性关键技术标准，与我国现有的基于智能电网的标准做好协调，建设开放、兼容的标准体系。可以借鉴 IEEE1888 标准从技术标准转化为国际标准的成功经验，完善标准信息服务、认证、检测体系。然后要建设标准化工作体系和技术队伍，推进标准实施与应用推广，积极参与国际标准的制定，努力建设国际领先的标准体系。

第四，建立新能源灵活交易市场模式。加快建设基于互联网的新能源交易平台，支持风电、光伏、水电等新能源与电力用户之间实现直接交易，实现新能源供给侧与消费侧信息实时对接。逐步完善电力价格体系，开展能源价格市场化区域试点，逐步推广实时电价。针对新能源电力补贴资金缺口等问题，结合互联网完善新能源补贴结算机制，使得补贴的计量、认证和结算与新能源生产交易实时挂钩。

（作者钱翌，青岛科技大学教授；张培栋，青岛科技大学副教授）

钱翌 张培栋 中国能源报 2016-07-04

能源互联网：能源-信息-经济下的共享演化



能源互联网作为互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的能源系统发展新形态，是互联网理念、先进信息技术与能源产业深度融合的产物。能源互联网要实现最大程度的可再生能源利用和最大限度的提高能源开发利用效率的目标，涵盖整个一次、二次能源的整个能源

系统，实现各种能源的横向多能互补，实现能源系统开发、生产、运输、存储和消费全过程的纵向源-网-荷-储协调，通过资源流、能量流、信息流、价值流的融合互动，实现能效的提升、环境友好和全人类的可持续发展。

能源互联网的发展是能源行业共享演化的长期过程，本文将阐述能源互联网长期发展中的八个方面的关键问题。

1 未来的能源系统将不再按能源类型分行业，而是以功能角色划分

当前的能源系统，总体上是按能源类型划分的相对独立运营的多个行业，如传统的电、煤、水、油、气、核，各个行业的企业负责本行业的能源规划、建设、投资和运营，并保证该能源品种的供需平衡。随着新能源的发展，能源企业的经营范围，逐步打破了一、二次能源本身的界限，形成了以功能角色划分的主体。如火电企业投资光伏和风电，是不同发电资源之间的结合；核电站投资抽水蓄能、燃气电厂投资储能调频，是发电与储能的结合；大用户投资自备电厂，是能源生产与消费的结合；节能服务公司为用户安装储冷、储热设备，是储能与消费的结合；微网经营者建设电、热、水等网络和管道，是多种能源传输之间的结合。未来的能源系统中，将出现多能生产主体、多能供应与消费主体、储能服务主体、多能传输主体，以及供应-存储-消费的聚合体。

2 多能供-需-储自平衡体，是未来能源互联网的基本单元

能源互联网的基本单元是“自平衡体”。自平衡体是指能源互联网中一定区域内集多种能源生产、传输、存储和消费为一身的能源主体。储能的应用将打破能源生产者和消费间的界限，主体角色呈现兼容性和可替换性；相邻的生产、存储和消费主体，通过信息相聚合后形成的自平衡体，可以根据供需信息和市场价格信号，在自主供需平衡基础上与能源互联网其它主体进行能量交换和能源交易。能源交易的市场需求，将促进自平衡体进一步与其它能源供应者、储能、能源消费主体或另一个自平衡体进行物理网络的互联，从而形成新的互联网络形态、新的自平衡体。

3 能源互联网实现能源生产消费一体化，推动能源的生产和消费革命

随着多能供-需-储自平衡体的形成，能源生产者和消费者的界限将不再清晰，同一主体可以在一定时段内成为消费者，在另一时期内成为供应者，实现生产和消费的一体化。随着储能的发展，自平衡主体可以利用储能的能量时移能力，调节生产和消费的同时性，根据市场价格的变化，自主决定在市场交易中，何时作为供应者，何时作为消费者。

4 能源互联网的本质是通过多能互补实现更高的灵活性，从而实现高比例可再生能源消纳和高能效

我国资源分布与需求分布的不匹配、与资源配置能力的不匹配，成为制约我国可再生能源消纳和各类能源综合利用效率提升的瓶颈问题。当前能源领域中各类能源系统相对独立运营，不足以应对以上问题，因此需要发展能源互联网，通过多能源系统互通互补，进一步增强能源生产、传输、存储和消费各个环节的灵活性。更强的灵活性是能源互联网的本质特征，通过更强的灵活性来应对高比例可再生能源的随机性，应对能源需求日益增长的不确定性。

5 储能为代表的灵活性资源具有最强大的生命力和发展潜力

以储能为代表的灵活性资源，具有更好的双向调节能力，是能源互联网优先发展的资源。储能可以很方便地与源、网、荷各类主体相结合，比如储能调峰、储能调频是源-储结合，抽水蓄能、水库调度、天然气储气站是网-储结合，需求侧的蓄冷、蓄热空调是荷-储结合。如同在生物进化中，强大而缺乏环境适应力的恐龙灭绝了，相对弱小但更具适应能力的哺乳动物不断进化，在未来能源系统长期发展演化中，更具灵活性的资源将具有更强大的生命力。

6 能源互联网不是通过集中规划实现而是各主体自主演化的结果

规划是单一主体的，集中式决策，自上而下的；演化是多个主体，自发的分散决策，自下而上的。传统的大电网是集中式决策，由电网规划部门做统一的源-网协调规划；能源互联网中的各类主体是分散决策，千千万万个主体各自规划，在整个能源系统层面形成演化。能源互联网的长期发展，是市场机制引导各主体趋优演化的过程。通过市场机制的设计，支撑系统向更灵活、更协调、更互

补的方向演化；各个主体则是在经济利益驱动下进行自适应决策。广域范围内的多个自平衡体在供需信息和市场引导下，自主决策扩展，形成新的物理互联或新主体的过程，就是整个能源互联网演化的过程。单个自平衡主体与整个能源互联网，是个体与环境的关系，个体适应环境也造就环境。能源互联网的形态变化是所有主体各自决策的共同结果。

7 能源互联网是能源的共享经济体系

能源互联网不仅是复杂的物理系统，也是复杂的经济系统，是能源的共享经济体系。在这一体系内，各类能源的生产、消费、传输、存储者以及各类主体，将共同分享多能互补、源-网-荷-储协调后，通过资源优化配置所产生的增值效益。市场机制设计的关键，是建立激励相容的利益调节机制，实现共享经济：对于分布式绿色能源，应提升其利用小时数；对于传统的煤电，应改变以往靠降价增加利用小时数的生存模式，实现深度调峰的改造，通过为风、光提供备用和调峰，在辅助服务市场上提供差异化的电力服务；对于储能投资者，应通过需求侧管理和辅助服务市场，体现储能灵活调节能力的价值，实现投资回报；对于用户，能源互联网的互通互联、市场建设，应最终降低终端用能成本；对于电网为代表的能源传输企业，用户终端用能成本的降低将刺激经济发展，能源传输企业的收入将随着能源的总需求的增长而增长；对于政府和全社会，一方面更高比例的可再生能源消纳可以降低污染、改善环境，另一方面能效的提升、能源成本的降低将促进经济发展。

8 能源互联网是能量-信息-经济三元驱动下物理互联/信息融合/经济融通的长期演化过程

能源互联网从逻辑上分为物理层、信息层和经济层三个层次。多种能源之间的物理互联是部分互联，不是全面互联；信息层应实现所有环节的全面互联；信息的共享将牵引供需，提升市场效率，进而通过市场交易引导物理层的互通互联。能源互联网能量-信息-经济三元驱动的机理是指，通过多能系统的信息物理深度融合建设获得整个能源互联网的全面信息—>利用更全面、更充分的信息提升市场效率—>基于科学的市场设计实现资源优化配置—>引导多能源系统的可持续发展。

能源互联网的发展是一个长期演化过程，是以当前相对独立规划运营的多种能源网络为出发点，通过多能源子系统的互联互通、市场化商业运营、反馈激励下的不同主体相互聚合形成的反馈循环。在此过程中，各主体逐步适应调整、聚合进化，由个体演化到局部复制、扩散，成功的网络结构和运营模式不断自我复制，通过自然选择逐步进化到成目标状态的能源互联网，实现高比例可再生能源和高能效。能源互联网的发展，将随着如储能技术、转换技术等关键技术的突破，经历若干个历史阶段，每一个技术相对稳定的历史阶段内，能源互联网的形态和运营是连续变化的，各阶段之间则是在技术引领下实现阶段，无论是物理互联、信息融合还是市场形态都发生根本性变化。

能源互联网的发展方兴未艾，根据三部委颁布的《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》，2016-2025年将开展多批次的能源互联网的试点示范工程，鼓励利用互联网手段，在大型建筑、场馆、园区、岛屿、城镇等不同规模范围内，开展能源互联网技术应用、商业模式和政策创新试点。本文初步研究了能源互联网长期发展变化的基本规律，希望对未来试点示范工程的推进起到积极作用。

（作者为华北电力大学能源互联网研究中心副主任）

刘敦楠 中国能源报 2016-07-04

探索能源互联网落地途径

今年2月底，国家发改委、国家能源局和工信部联合出台《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》。按照《指导意见》的部署，2016年到2018年是能源互联网发展的第一个阶段。具体而言，2016-2018年推进能源互联网试点示范工作，要建成一批不同类型、不同规模的试点示范项目。

试点实施将围绕现代互联网技术与能源系统的全面深度融合，鼓励具备条件的地区、部门和企业，因地、因业制宜地开展各类能源互联网应用试点示范。在技术创新、运营模式、发展业态和体制机制等方面深入探索，先行先试，总结积累可推广的成功经验，为能源互联网的健康有序发展奠

定坚实基础。

虽然业界对能源互联网的呼声甚高，但目前，能源互联网还未有真正落地的试点项目。在此，我仅提出关于能源互联网试点的几点构想，供业界参考。

能源互联网立足四大支柱

关于能源互联网的概念理解有多种，从根本上来说，就是“智能电网与互联网、物联网、智能移动终端等相融合，成为我国未来的能源互联网平台，实现对清洁能源的大规模开发利用。”

能源互联网综合性试点应该是互联网+分布式光伏全覆盖、互联网+电动汽车全覆盖、互联网+需求响应和灵活性资源以及互联网+售电公司和能量交易平台。

首先，互联网+分布式光伏全覆盖。以北京市为例，当前北京市工商业峰段电价 1.37 元，不包括国家补贴 20 年的 0.42 元以及北京市补贴的 0.3 元，实际上合计电价为 2.09 元，而现在光伏的度电成本在 0.8-0.9 元，因此如果把工商业的消纳能力利用起来，可以极大促进北京市的光伏发展。

对分布式光伏的发展，要允许分布式光伏发电直供。在直供模式下，分布式光伏的价格由购电方和售电方参照当地工商业电价水平协商定价，电网只收取一定的过网费。鼓励专业化开发分布式光伏的公司发展为售电公司。其中要明确光伏直供的过网费，建立光伏直供的市场机制和交易平台，可探索开展试点工作。

其次，分布式+电动汽车全覆盖。电动汽车呈现了能源互联网的核心特征，即移动式能源，通信设施全覆盖（物联网+互联网），可再生能源消纳，互联网+充放电、辅助服务、应急发电等，激活电力市场成立分时或实时的售电公司等。电动汽车提供电网低谷负荷，在向电网送电、参与电网调峰中发挥着重要作用。有数据称，到 2030 年，电动汽车可形成大约 1 亿千瓦低谷负荷。

能源互联网+电动汽车可分为四个层次。一是实现车桩匹配。基于互联网匹配充电车辆和充电桩资源，使电动汽车实现方便快捷的充电；二是繁荣电力市场。与城市分布式光伏的大规模发展和售电市场的放开相辅相成；三是参与辅助服务。电动汽车参与辅助服务，向电网公司以及终端用电客户提供应急供电、需求响应、备用、调峰和调频等服务；四是实现智能集成。关键是无人驾驶技术的成熟和推广，电动汽车成为能源共享经济的旗手。

再次，互联网+需求响应和灵活性资源。强大的需求响应能力是城市大规模开发分布式能源和大规模接纳风电光伏的必要条件。需求侧响应的载体有智能用电设施、分布式储能、电动车以及微型燃气轮机。海量分布式设备的广域协调和即插即用，未来能够实现双向互动的分布式储能，能够提供远距离、大容量的需求侧响应能力。

在政策方面，积极尝试开展需求响应试点，以在线监测和互联网技术为支撑，综合运用补贴政策、价格政策等，对在高峰时段主动削减负荷的用户给予经济补偿，或通过清洁能源开展直接交易予以补偿。要引导供应侧、需求侧资源积极参与调峰调频，保障电力电量平衡，这将大大增加电网的灵活性资源，有利于消纳波动性强的风电、光伏。在前期试点基础上，推广需求响应，参与市场竞争，逐步形成占最大用电负荷 3%左右的需求侧机动调峰能力。

最后，互联网+售电公司和能量交易平台。在电力市场建设中，允许分布式电源可办售电公司。拥有分布式电源的用户可从事市场化售电业务；整合互联网、分布式发电、智能电网等新兴技术，促进电力生产者和消费者互动，向用户提供智能综合能源服务；拥有分布式电源或微网的用户可以委托售电公司代理购电、售电业务。

试点构想——打造北京新机场

基于上述能源互联网的四大支柱：分布式光伏、电动汽车、需求响应、售电公司，产生了关于能源互联网试点的构想——即把北京正在设计规划的新机场，建设成能源互联网的落地示范项目，使之成为世界机场能源技术的大集成、集中展示中国新能源技术的展示厅、中国向世界输出清洁能源体系的签约台。

设想包括：在机场屋顶和适宜的建设用地上广泛安装光伏；内部车辆电动化，且具备充放换电设施；光伏充电站，在机场停车场和沿线建若干个光伏充电站；电气化停车场，可智能充电、群管

群控、自动驶入；道路光伏，在路面、护坡建设光伏；光伏廊道，在公路、铁路、自行车道建廊道，铺设光伏，供给沿线用电单位，随着技术进步，未来可供给电力机车使用；充电道路，在新机场高速最内侧道路建成充电道路，通过电磁感应技术充电。2014年国内首条大功率新能源公交车无线充电商用示范线已在襄阳投运；无人驾驶示范道路和示范区；智能用电，空调冰箱等用电设施的柔性化，大量智能家居的需求响应能力的集成化；燃气、冷热、电三联供，各种储热储冷产品的调峰能力；发电自行车，构想发电自行车应用场景，设计一个“互联网+能源+健身+社交”的能源互联网试点，乘客可自己踩发电自行车给手机充电；售电公司专业开发，余电交易。

通过打造北京新机场，构建一个开放平台，鼓励社会资本介入，孵化新技术，探索新商业模式。不过在这一构想中，也需要政策支持：一要电改与电动汽车的协同发展。要明确输配电价，充电桩电价与建筑脱离，独立定价，实施充电桩峰谷电价；要形成充电桩建设的后补贴制度，由政府补贴电动汽车电费。二要鼓励成立绿电零售公司，由其专业开发、光伏直供。三要出台规划指导原则，如建筑标准中，预留光伏接入；道路规划中，自行车优先；充电设施中，与楼宇和道路集成规划。

（作者为清华大学能源互联网创新研究院政策研究室主任）

何继江 中国能源报 2016-07-04

中国机械工业联合会正筹备成立“能源互联网设备与技术分会”

能源互联网（“互联网+”智慧能源的简称）是一种互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的能源产业发展新形态，具有设备智能、多能协同、信息对称、供需分散、系统扁平、交易开放等主要特征。能源互联网是智能技术和互联网技术与能源技术和能源装备深度融合的产物，已成为产业最重要的发展趋势之一，将深刻改变能源产业格局。2016年2月29日，国家发改委、能源局、工业和信息化部三部委联合发文，推动能源互联网的快速发展。目前能源互联网正处于发展的初级阶段，产业未来发展空间极为广阔。对于装备制造企业而言，能源互联网既是企业技术产品转型升级的重要方向，也是企业向生产性服务业转型的重要机遇。



为推动装备制造企业融入能源互联网的发展大势，抓住产业发展机遇，对接相关政府主管部门和能源行业大用户单位，中国机械工业联合会拟于2016年下半年成立“能源互联网设备与技术分会”。分会依托中机联成熟的行业工作体系，致力于促进设备终端制造企业与上下游企业的合作、对接主管部门各项行业工作、参与或主导能源互联网标准的制定、推动重大示范/应用项目实施、加强设备制造企业与电网等能源行业骨干企业的联络与对话、加快终端设备/接入设备的创新发展、促进能源互联网设备与技术的健康持续发展。

能源互联网设备与技术分会将针对应用在能源互联网领域的各类设备及设备相关的技术开展工作，主要包括：1、为能源互联网骨干网架配套的各类装备；2、能源互联网入网和组网设备、接入模块、能源路由器、各类用能、供能和储能设备、各类表计等能源互联网的终端设备；3、以能源互联网设备为基础的各类应用技术与解决方案。

能源互联网设备与技术分会诚挚欢迎能源企业、能源装备企业、各类设备制造企业、智能化、自动化、信息化等行业相关企业加入分会大家庭，共同探索能源互联网未来发展之路，分享能源互联网产业发展的巨大机遇。

中国能源网 2016-07-05

能源区块链与能源互联网 未来的能源情境是怎么样？

能源清洁化，参与主体多元化，行业的市场化，主体关系的复杂化，能源的金融化，生产的分布化，共享经济化，分享经济化，还有产销一体的融合化，未来类似这些能源行业的范式变化，将会对全行业以及全人类带来巨大的影响。

在这里，我们用一个非常形象的案例作为介绍。分布式光伏发电的价值链模型中涉及到的参与方有电站投资者、电站开发商以及屋顶业主，同时也有用电企业、电网公司、财政部，这些参与方的关系看起来比较简单。如果我们把碳交易价值链放进来，参与主体将增加交易所和控排企业。在价值链模型中，这些参与主体之间的关系比较简单，当然这仅仅是理想情况。

在真实商业世界中，具体情况是这样的，还是这条价值链，还是那几个参与主体，但是，由于不同主体间普遍缺乏信任，因此真实的主体间的关系会十分复杂，导致在这条价值链上的价值生产和流动过程的摩擦成本非常高，充满了各种各样耗时耗力增信和中介过程。而且，分布式光伏价值链仅仅是整个大能源环节中非常小的一环。整个电力网络从发、输、电、配、售、用、储，是一条无比复杂的价值链，同时因为电力行业非常特殊的即时生产、即时消费，难以储存的特性，导致整条价值链上各环节环环相扣，而且能源流、资金流、信息流这三流之间也是你中有我，我中有你，整个系统的复杂度、交易成本是呈指数级别上升的。再举一个例子，目前，在中国碳资产的发行中，从项目发起进入到交易所流通，中间过程至少需要 10 个月，这么长的时间成本都将变成经济成本分摊到每一个减排企业和控排企业，以及每一个能源消费者身上。如此复杂的过程，对于中国能源的清洁化、能源的分布化、能源的共享化会造成巨大的挑战。

未来的能源情境是怎么样？

源，可再生能源波动性明显；荷，消费侧刚性不断加剧；网，能源输配网络日益复杂；储，储能配置方式纷繁复杂。

我们如何应对？

未来能源互联网真正的瓶颈在于，由于参与主体过多，系统的物理和数字复杂性和波动性剧增，再加上身份的模糊性、资源的弥漫性、无所不在的分布性和参与的社会性导致信息流、能量流、资金流无法合一，结果就导致整个能源系统在能量流动和价值流动过程中的过程成本、管理成本、交易成本剧增，而这些问题大部分来自于参与主体之间缺乏最基本的信任。

自从 2014 年 4 月香山会议第一次正式讨论能源互联网的中国定义到现在，其实我们的学术界、政策界，包括产业界，一直在设计各种能源互联网模式。但是，绝大部分能源互联网的设计都是从上帝视角出发的，预设了各参与主体都会积极参与，但事实完全不是如此，不仅参与主体对于系统设计者不信任，参与主体之间也缺乏信任。所以，我们能源区块链实验室认为能源互联网落地需要新的范式，以及匹配的工具。目前大家公认的能源互联网有五大特征——精确计量、泛在交互、自律控制、优化决策、广域协调。但这五大特征全部面临现实问题，第一，精确计量如何确保数据真伪？第二，泛在交互如何确保交互主体间的信任？第三，没有“预言机”的自律控制如何落地？第四，优化决策存在中心悖论；第五，广域协调容易沦为内卷式发展。

怎么办？

我们实验室是全球第一个想到以区块链作为工具实现真正能源互联网，区块链可以做什么？第一，基于区块链的数据公正确保信任，公私钥结合的访问权限保护隐私，真正做到保护隐私，可信计量。第二，区块链防篡改，实现主体间强制信任，实现强制信任下泛在交互。第三，区块链+大数据+人工智能构成可信预言机签署外部数据，实现虚实交互的自律控制。第四，基于区块链部署的设备间点对点交互式决策，不需要将信任托付于中心化平台代为决策，实现设备民主，分布决策。第五，各主体间基于明确的互动规则进行随机博弈，系统呈现中性演化，通过改良互动规则实现竞争进化，最终实现广域博弈，协调演化。基于区块链，我们真正实现了能源互联网从 Beta 版到 1.0，从纸面版到商业版的过程。

区块链和能源结构是全方位的结合。我们以三个行业为例，私有链以光伏电站为例，刚开始在区块链 1.0 阶段，区块链实现电站运维日志区块链登记，内部授权访问。2.0 时代，实现基于大数据的电站管理运维，电站的自动运行。到了 3.0 时代，将实现零边际成本发电，每块组件自有 ID 和经济账户，售电收入自动抵消 OPEX(运营成本)。

联盟链以售电为例，区块链 1.0 阶段实现发用电数据区块链登记，避免上下游纠纷，降低管理成本。区块链 2.0 时代，基于区块链数据的购售电直接自动结算。区块链 3.0 时代，售电公司透明化，发电设施和用电设备自动双向结算，包括需求侧响应和自发返售交易。

公有链以碳市场为例，区块链 1.0 实现减排、排放数据有关数据和文件电子化存证，确保数据不可篡改，减低监管成本，2.0 时代实现简化 CCER(温室气体减排额度)发行流通，基于区块链的简化和自动化 CCER 发行和流通体系。3.0 是减排经济圈，减排量将通过区块链成为特定经济生态圈的一般价值等价物。

这个时候我们再看看具体的案例，还是分布式光伏为例，分布式光伏的问题在于利益相关方非常多，行业参与主体之间严重缺乏互信。此外，由于未来电力市场化，导致价格波动明显，同时电站金融产品开发成本高。怎么办?我们实验室提出利用区块链分布式总账实现强制信任，相关方点对点互动，智能合约自动执行电力交易，需求波动自动响应，区块链还可以实现电站收益直接证券化，基于股权平台实现电站众筹。

再介绍下针对电动汽车的区块链应用，目前电动汽车领域的痛点在于私人充电桩难以实现共享，电动汽车 V2G 缺乏激励机制，动力电池梯级利用无法保证电芯质量。怎么办?我们实验室提出了基于区块链的方案，基于智能合约和分布式总账的充电桩按时租赁，电动汽车 V2G 自动响应，虚拟货币激励机制，电池电芯生命周期数据区块链储存和认证，实现未来动力电池能够按照真正的价值流转到储能电站。

除了具体应用，更重要的是，区块链真正实现能源的数字化精准管理，我们现在发的每一度电就像河流小溪流入大海一样，无法确定水滴来自什么地方，发电汇入电网，区分电源没有意义，无法做到基于电源和能量的精确管理和结算。

但在数字世界，每度电都有数字映射，通过数字映射，重新建模电力网络，实现精确管理和结算。如果说你用这种解构—建构的思维，再去看现在各种各样的社会现象，各种各样的经济现象，你会发现都是你不认识的世界了，你想象一下，如果大海中的每一滴水都具有精确的 ID，你看待大海的视角将会完全不一样。区块链就是起到这样的作用，先解构，再建构形成新的生产关系。

(本文作者系信达证券首席区块链专家、能源区块链实验室创始合伙人)

风能 2016-07-05

能源转型是改善环境的最佳途径

6月29日，国际能源署(IEA)在京发布《2016世界能源展望：能源与空气质量特别报告》。该报告是IEA全球能源展望系列报告中最新的一份，同时也是该系列报告首次专门讨论能源、空气污染和健康之间的关系。

能源生产和利用成主因

IEA 署长法提赫·比罗尔在报告发布现场指出，空气污染已经成为继高血压、膳食风险、吸烟之后人体健康的第四大威胁，而不受监管或是低效的能源生产和利用，更是成为迄今最重要的人造空气污染物排放源。因此，加强能源生产和利用过程中的排放管理，将很大程度上帮助降低空气污染。

根据 IEA 的报告，化石燃料的大量使用，加上城市化进程的快速推进，都带来了大量室外污染。能源在电厂、工业生产设施和车辆中的使用，更是成为污染物的主要制造源。

数据显示，在全球由燃料燃烧所产生的二氧化硫排放中，约有 60%来自煤炭燃烧。交通运输燃

料产生的氮氧化物，占到全球氮氧化物排放的一半以上，其中最主要的是柴油。在人员、能源消费、建设活动和交通活动密集的城市，由于城区车辆直接将尾气排放到行人呼吸的街道周围的空气中，更是使得城市成为污染热点地区。全球每年约有 650 万人因室内或室外空气污染而早逝。

报告强调，即使各国做到全面减排，现行及计划执行的能源政策仍不足以改善空气质量。如果不改变能源生产和使用方式，到 2040 年，室内外空气污染引起的过早死亡人数将增至 740 万，空气污染对人类健康的危害也将加剧。

为此，IEA 提出建议，呼吁全球各国政府从三方面入手，力争将污染物的排放量削减一半以上。报告指出，首先各国政府需要制定雄心勃勃的长期空气质量目标，对照目标来评估各种污染防治方案的效果。其次，各国要为能源行业量身打造一揽子清洁空气政策，并切实落实这些政策，加速能源转型。再者，各国还要确保有效的监督、执行、评估和宣传。

比罗尔表示，如果世界各国能够持续采取严格控制排放、在工业领域提升能源效率等有效措施，即使全球能源消费量继续稳步增长，到 2040 年，全球细微颗粒物排放将下降 7%，二氧化硫将下降 20%，氮氧化物将下降 10%。届时，由室外空气污染引起的过早死亡有望下降到 280 万人，室内空气污染致死人数则有望下降到 130 万。

化石能源低价影响能源转型

除了严格管控排放，大力推动清洁能源的发展也是 IEA 为减少空气污染开出的“药方”之一。不过，面对目前全球化石能源市场的现状，比罗尔坦言，石油、天然气，以及煤炭价格的低迷，的确给清洁能源未来的发展带来一定影响。

比罗尔在接受《中国能源报》记者专访时指出，石油、天然气和煤炭市场在未来几年内，供需状况会出现不同的发展趋势。其中，根据 IEA 此前给出的预测，今年下半年或是明年，国际原油价格将开始回暖，市场供需也将逐渐恢复平衡。

“这主要是因为，受近两年来的低价影响，许多国家都减少了对新增石油生产的投资。”比罗尔告诉记者，“数据显示，去年和今年全球对石油生产的投资都减少了。石油生产投资连续两年出现下降，是我们在历史上从未见过的情况。而我们预计，2017 年，这一领域的投资还将继续下降。与此同时，全球的石油需求却开始增长，这样一来，市场自然会逐渐恢复平衡。”

天然气市场则与石油有所不同。比罗尔表示，目前，全球天然气需求持续走低，但是，却仍有大量新增天然气产量进入市场，特别是北美和澳大利亚，天然气产量和出口量都在不断增长。“未来几年间，随着这种供给猛增、需求疲弱状态的持续，全球天然气价格将承受很大压力。”他说，“天然气市场未来有可能重现眼下石油市场的情形。”

另外，煤炭市场未来的发展趋势虽然与天然气、石油不尽相同，但是，价格上升空间也很有限。比罗尔指出，虽然煤炭已经持续几年低价状态，但是，由于全球对减排的日益重视，煤炭用量仍在不断减少，比如中国，煤炭用量就呈现明显下降趋势。

“综合化石能源市场的发展趋势，虽然可再生能源的成本在不断下降，但是，如果煤炭、油气等化石能源价格维持低位，那么全球向清洁能源转型的过程就会复杂很多。”比罗尔坦言。

解决问题任重道远

有鉴于全球减排面临的严峻现状，比罗尔给出了两方面建议，一是改进现有技术，减少能源生产和利用过程中的排放；二是进一步增加可再生能源等清洁能源的利用。

“对于那些一时无法取消的现有化石燃料发电厂，可以尽可能地改进技术，提升能效、减少排放。”比罗尔向记者表示，“同时，应该大量增加风能、太阳能等可再生能源的利用，这其中也应该增加核能的利用。此外，在能源消费量较大的国家，如中国，如果能大面积用天然气来代替煤炭的使用，也能对减排起到很好的帮助。”

与此同时，比罗尔认为各国政府应该在推动减排过程中，发挥更大的作用。他建议各国政府制定合理的政策，鼓励、帮助发展清洁能源。“一方面，由于发展清洁能源的成本仍然偏于昂贵，各国应该持续对该领域进行补贴。”他说，“另一方面，那些仍然必须大量使用煤炭、油气等化石能源的

国家，应该尽量采用更先进、有效的减排技术，帮助减少排放。此外，各国还应想方设法提升能效，比如在居民用电、汽车等领域实现节能增效。特别是在那些化石能源成本不高的国家，提升能效是十分必要。”

比罗尔同时强调，这些措施不仅适用于发达经济体，对广大新兴经济体也同样适用。

“新兴经济体在全球减排中发挥着越来越重要的作用。2015年，我就任署长以来，一直致力于推动新兴经济体的更多参与。IEA向更多新兴经济体广开大门。印尼、墨西哥都于去年加入IEA，中国也成为了IEA的联盟国。”比罗尔向记者表示，“IEA希望能够成为发展清洁、高效能源领域的全球枢纽，与全球各国分享最好的技术、实践经验。我们希望向那些需要的国家传播更好的技术、更先进的理念、更多的经验，帮助他们制定政策、推动清洁能源发展。有许多国家已经从中受益。未来，我们也希望同中国进一步加强这方面的合作。”

李慧 中国能源报 2016-07-08

能源互联网是推动能源革命的重要战略支撑

2月29日，国家发改委、能源局以及工信部联合下发《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》(以下简称《指导意见》)，以促进能源和信息深度融合，促进能源互联网新技术、新模式和新业态发展，推动能源领域供给侧结构性改革和能源革命。

《指导意见》明确了包括建设智能化能源生产消费基础设施、加强多能协同综合能源网络建设、推动能源与信息通信基础设施深度融合、营造开放共享的能源互联网生态体系、发展储能和电动汽车应用新模式、发展能源大数据服务应用、推动能源互联网的关键技术攻关等十大重点任务。

建设智能化生产消费基础设施与多能协同综合能源网络

《指导意见》提出，要推动可再生能源生产智能化，鼓励建设智能风电场、智能光伏电站等设施及基于互联网的智慧运行云平台，实现可再生能源的智能化生产；推动集中式与分布式储能协同发展，推动在集中式新能源发电基地配置适当规模的储能电站，实现储能系统与新能源、电网的协调优化运行；加快推进能源消费智能化，加强电力需求侧管理，普及智能化用能监测和诊断技术，加快工业企业能源管理中心建设，建设基于互联网的信息化服务平台。

此外，要加强多能协同综合能源网络建设，推进综合能源网络基础设施建设，建设以智能电网为基础，与热力管网、天然气管网、交通网络等多种类型网络互联互通，多种能源形态协同转化、集中式与分布式能源协调运行的综合能源网络；促进能源接入转化与协同调控设施建设，建设覆盖电网、气网、热网等智能网络的协同控制基础设施。

融合能源与信息通信基础设施，营造开放共享的生态体系

要推动能源与信息通信基础设施深度融合，加强支撑能源互联网的信息通信设施建设，对电网、气网、热网等能源网络及其信息架构、存储单元等基础设施进行协同建设，实现基础设施的共享复用，避免重复建设；推进电力光纤到户工程，完善能源互联网信息通信系统，在充分利用现有信息通信设施基础上，推进电力通信网等能源互联网信息通信设施建设。

营造开放共享的能源互联网生态体系也是一项重要任务，要建立能源互联网国际合作机制，配合国家“一带一路”建设，建立健全开放共享的能源互联网国际合作机制，加强与周边国家能源基础设施的互联互通，推动国内能源互联网先进技术、装备、标准和模式“走出去”。

发展储能和电动汽车应用新模式

当前，电动汽车迅猛发展，国家也不断加大推广力度。对此，《指导意见》指出，要发展储能和电动汽车应用新模式，要鼓励整合小区、楼宇、家庭应用场景下的储电、储热、储冷、清洁燃料存储等多类型的分布式储能设备及社会上其他分散、冗余、性能受限的储能电池、不间断电源、电动汽车充放电桩等储能设施，建设储能设施数据库，将存量的分布式储能设备通过互联网进行管控和运营；推动电动汽车废旧动力电池在储能电站等储能系统实现梯次利用；促进电动汽车与智能电网间

能量和信息的双向互动，应用电池能量信息化和互联网化技术，探索无线充电、移动充电、充放电智能导引等新运营模式；积极开展电动汽车智能充放电业务，探索电动汽车利用互联网平台参与能源直接交易、电力需求响应等新模式；发展新能源+电动汽车运行新模式，充分利用风能、太阳能等可再生能源资源，在城市、景区、高速公路等区域因地制宜建设新能源充电站等基础设施，提供电动汽车充放电、换电等业务，实现电动汽车与新能源的协同优化运行。

发展能源大数据服务应用，推动关键技术攻关

要发展能源大数据服务应用，实施能源领域的国家大数据战略，积极拓展能源大数据的采集范围，逐步覆盖电、煤、油、气等能源领域及气象、经济、交通等其他领域；实现多领域能源大数据的集成融合；鼓励能源生产、服务企业和第三方企业投资建设面向风电、光伏等能源大数据运营平台，为能源资源评估、选址优化等业务提供专业化服务。

针对推动能源互联网的关键技术攻关，《指导意见》指出，要支持直流电网、先进储能、能源转换、需求侧管理等关键技术、产品及设备的研发和应用；推广港口气化、港口岸电等清洁替代技术；加强能源互联网技术装备研发的国际化合作。

国家电网报 2016-07-07

能源互联网时代已来 未来人人皆可售电

5年之后，我们将可以使用类似微信这样的智能终端 APP，来发一个能量块给你的机器人，发一个能量红包给你的电动车，也许大家还会觉得这一切离我们很遥远。

但我今天站在这里的目的，就是要告诉你们，这已是在做的现实——人人皆可在未来售电。

今天，在这样一个庞大的能源体系中，我来给大家撕开一个小角，去尝试性地看一下这个行业正在发生的变革。

能源互联网时代已来

我们先来看一下这三个人。左边是埃隆·马斯克，特斯拉的创始人；中间这位是 SoftBank 软银的总裁孙正义，也是当年投了马云的阿里巴巴声名鹊起到现在；最右边的是库克，苹果现任 CEO。

这三个男人的共性是什么？三人所在的公司表面上看起来，一家是汽车公司，一家是银行、投资公司，一家手机制造商，但其实现均属能源公司。

特斯拉已经宣称，“我不是一家汽车公司，我是一家能源互联网公司”。软银的孙正义在全球能源互联网大会上公开说，“软银已经是日本最大的可再生能源电力投资公司。”苹果则在上个星期刚刚宣布成立苹果的售电公司，由苹果的 AppleEnergy 来从事售电。

这些行业里最顶尖的公司，为什么在不断展现这样的趋势？为什么他们要从一家 IT 或者是投资金融的公司走向能源互联网公司呢？原因很简单，因为在这个世界里，能源已经成为当下我们谈“互联网+”、谈科技融合的时候，一个不可避免的话题。

特斯拉近期收购了 Solarcity（太阳城）这样一个公司，来完成它能源互联网的闭环。特斯拉的电动汽车代表的是移动交通工具，是电动汽车，它还推出了 powerwall（能源墙）。在家庭里面给你提供储能的设备，这是两个硬件，一个应对的是交通，一个应对的是能源。Solarcity 代表的是什么？代表的是一种共享经济能源模式，你可以把屋顶借给我，我帮你来做光伏，然后我分你收益，可以把它理解为一种 Uber 在能源领域的应用。这样一来，特斯拉就形成了硬件、软件、运营、生产等平台的对接，从而形成能源互联网这样一个闭环。

电到底是什么东西？

我们在初、高中的课本上已经不断接触电的知识。而我要放在第一位的是，它的属性：电是 24 小时的商品。这个商品特性是独一无二，绝无仅有的，甚至在很长时间内，都没有被任何一个物理学家所认识到。

因为有更多的可再生能源，比如风力和光伏都是不可控制的，是依赖于天气变化而存在的能源

生产形式。每一刻，它的供需趋势都在发生变化。

但是，如果电是按照现在德国、美国的电力市场上正常交易，24个小时之内，它的价格区间会从几十欧元到一百欧元，甚至负的电价也有。这种金融投资特性和可利用的空间是非常大的。

而这恰恰是因为在有了更多绿色和新能源的状况下，才逐渐被发现电具有这样的特性。我们应逐渐去利用这个特性，为社会带来更多优化可能的基础。

电本身不是一个物质，它跟水和气，和煤，和石油有本质的区别，它是一个能量。电最大的优势是，可以用来做电磁波，传到很远的地方去进行通讯。在这个世界里，我们之所以有这么大的电网来运营，就是因为电必须随时随地实现供给和需求的平衡。理论上说，如果你现在开了一盏灯，一定有人会在某一刻添那么一铲煤。

这种平衡性，可以把它理解为一个游泳池里不断地进水，不断地出水。如果要游泳的话，必须保持进量和出量是一样的，不然就没有水了，或者水漫出来了，这都是不行的。

我尝试过很多比喻来解释这个问题。最后，我太太告诉我，电是一种爱。她经常跟我讲，爱情其实很简单，就是你对我有多好，我就对你有多好。如果我对她不够好，我们每个人可能会在忙于工作的时候忽略家人，那可能就会被骂。然后，你就得道歉，得花很多方式去补充，比如买爱马仕。

反过来，如果你太溺爱了，太多了也不行，对方就会觉得没有自由。所以，我觉得电确实是一种爱，它必须随时的平衡，而且更重要的是它无处不在，它其实非常需要你去感受到它。我们每时每刻都需要它。其实，每时每刻都有很多人在为了我们能够用电，去保护它，去完成它的运行。

但是，我们大部分人其实意识不到这个问题，意识不到电是一种能量。为什么需要能源革命？

如果停电超过6个小时，我们的变电站、调度中心都可能全部失电，整个国家将陷入极度恐慌。这不是危言耸听。

当然我们有强大的电网公司，不会让大家面临停电超过6个小时，请大家放心。但如果真的发生了，我们要做好准备。这就是为什么会有人去发展能源转型，为什么像德国这样的国家去发展大量的风力和光伏。万一电厂停电，要怎样应对？

首先，需要有分布式、独立式的供电体系。其次，也是最重要的，风力和光伏它们是边际成本为零的能源利用形式，它们会给我们提供更多的商业模式和想象的空间。比如说现在有垃圾、风力，光伏，潮汐，洋等各种各样的发电方式。

能源互联网的建成标志是什么呢？就是每一次的剩饭剩菜都能拿来发电。为了做到这一点，我们要有电力交易市场，要有把它们连在一起的信息网络。

这是我们在2015年开始经历的一次电力改革，不仅让国家级的电网公司可以售电，包括私人资本，甚至以后我们个人都可以有这样的空间，这在德国和美国已成事实。如果将来用了大量的机器人在工业社会里会发生什么事情？

机器人肯定不会烧煤，也不会烧油，也不会烧气，机器人肯定是烧电的。这个对整个工业系统的影响也是非常大的。机器对机器的通讯，就有很多的数据，人类就要去调配它。

在这个过程中，我们每一个人的需求，将被综合到我们所谓的生产端的智能工厂的需求，而由它们再来考虑我们的能耗，考虑我们总体的运营成本，来实现这个社会的最优。这是我们说的工业4.0。

能源转型确实是一个非常复杂的社会转变。它最重要的转变，就是让你去改变你的生活和消费的习惯。电动车也是一样的。大家会怀疑它充电是不是不方便，会不会有各种各样的问题，但是我想这些都会解决。

假设将来电动车真的取代了传统汽车，绝对不会是因为它的燃料成本低，不会是因为它便宜，只可能是因为它比传统汽车更好。电动汽车的灯光可以控制，电动汽车可以跟手机，跟所有的导航，跟所有的移动互联相连，电动车可以给你带来更多的定制的体验。

所有这一切都是现在可以在做的，很快就会在2017、2018年感受到这种变化。而这种变化的推动，其实来源于我们每个人的需求，来源于我们每个人对生活更高质量的渴望。Awareness是当下最

需要的

在这个过程中，我认为最需要的 Awareness。

第一层意思是关注感，就是大家意识到电是个什么东西，它可以给我们带来什么样的变化。人人都可以售电意味着什么？

德国最大的私营电视台在去年收购了两家德国最大的售电公司，原因是在德国售电公司的激烈竞争下，这些售电公司的广告做的比杜蕾斯还好，它们在 YouTube 上的流量远远超出很多其它公司，所以电视台必须收购它，让它回到电视传统领域来，放它的广告。在这样一个市场竞争下，给这个社会带来的改变，它就成为了一个最好的载体。Awareness 的第二层含义是，互联网公司，尤其是中国的互联网公司，并没有意识到在“互联网+”的过程中，它们遇到的更多的机遇和挑战。谷歌现在一年的耗电量是 40 亿度左右，谷歌和苹果都已经是美国最大的新能源绿色电力的投资商和运营商。腾讯在 2013 年的时候，一年的耗电量大概是 5 亿度，今年应该会达到 15 亿~20 亿。预测到 2020 年的时候，很有可能已经超过 100 亿度电。腾讯会成为一个巨大的能耗商。

传统的行业，也包括现在新兴的互联网行业，怎样在这个能源发展当中寻找自己的新的定位呢？

在能源互联网方面，中国已经有非常好的基础。

我们的互联网、传统产业、制造业等都有很好的发展。我们现在唯一缺乏的是有这么一个平台和这么一种力量，能够把更多人的创意，更多人的创造力结合在一起，在某一个行业里形成凝聚力。

德国之所以能把能源转型做成，是因为这个国家具备最基础的工业精神和科学素养，随便叫一个父亲都可以给他的儿子讲二极管的原理。一个家庭里面，不管是父亲还是母亲，都会经常带他们的孩子去博物馆，去看各种工业展示的东西。

我在这个行业浸淫了 20 年，参加和举办过很多场活动，包括上个星期在慕尼黑举办了一场女性沙龙。有人会问，为什么要再办一个能源类女性沙龙？

因为，我希望每一位母亲向你的孩子传输更多科学精神和创新精神。这并不容易，但真的值得我们去做的。

中国投资咨询网 2016-07-07

清华四川能源互联网研究院驶入“快车道”

位于成都天府新区海昌路。是清华大学在西部第一个，也是唯一一个二级官方机构，汇聚人才、资金、项目，自带天使投资具有孵化器性质的研发平台、产业孵化平台、投资平台

能源革命

能源互联网以电力网络为主体骨架，融合气、热等网络，覆盖整个能源链，包括能源生产、能源传输、能源消费、能源存储、能源交易

新兴产业

研究院已引进 6 支团队。有的主攻无线电能传输与电磁技术，应用于手机无线充电和电动汽车无线充电，手机无线充电已经进入样机阶段。有的研究新能源汽车储能，以后电动车的电池可以到指定地点更换，避免在充电桩充电等待时间较长

在海昌路 36 号，一片精致而颇具特点的集装箱式的园区，坐落着清华四川能源互联网研究院，作为清华大学在西部第一个，也是唯一一个二级官方机构，这里汇聚着人才、资金、项目，一个自带天使投资具有孵化器性质的研发平台、产业孵化平台也是投资平台，已经走上正轨，正在找寻能源互联网领域更大的发展契机，为成都产业发展注入新鲜的活力。

清华四川能源互联网研究院运转

2015 年 3 月，四川与清华大学签署了《推动能源合作促进低碳产业发展框架协议》，明确将共建能源互联网产业研究院、能源互联网创新产业园区、能源互联网产业发展投资基金。同年 9 月，在四川省代表团前往美国考察访问期间，四川省、清华大学与美国华盛顿州、华盛顿大学签署了《关

于气候智慧型/低碳城市的合作备忘录》，构建起“2+2”合作模式。

如今落户天府新区的清华四川能源互联网研究院，经过一年左右时间的筹备，第一期已正式启动运转。据了解，清华四川能源互联网研究院是清华大学与四川省政府为了响应国家“能源革命”重大部署、服务四川创新驱动发展战略、推动天府新区产业发展所共同建立的高层次科研事业单位。研究院充分吸纳国内外能源相关领域的优势科研力量，推动能源互联网核心技术及转化研究，建设能源互联网新兴业态的科技转化中心，产业孵化基地和人才汇聚平台。

引进 6 支团队 正研究无线充电技术

“可以说，清华四川能源互联网研究院是一个自带天使投资具有孵化器性质的研发平台、产业孵化平台也是投资平台。”据清华四川能源互联网研究院院长助理刘毅介绍。

所谓能源互联网是一个新兴产业，包含内容十分丰富，能源互联网以电力网络为主体骨架，融合气、热等网络，覆盖整个能源链，包括能源生产、能源传输、能源消费、能源存储、能源交易。

据刘毅介绍，通过清华四川能源互联网研究院，汇聚国内外领军高端人才，培育优秀中青年科研骨干，形成紧密交叉的研究团队。现在，研究院已经引进 6 支团队，3 个已投入工作，3 个正筹建。

规模最大的一个团队主攻无线电能传输与电磁技术，这项技术可以应用于手机无线充电和电动汽车无线充电，目前手机无线充电已经进入样机阶段。还有新能源汽车储能团队，“做两方面的工作：退役动力电池的梯次利用以及动力电池的小型化、模块化。通过研究，以后电动车的电池可到指定地点更换，避免在充电桩充电等待时间较长。”刘毅说。

刘毅表示，目前这些项目团队主要来源于清华校友，既有海外校友，也有刚毕业的博士，明年研究院预计可以达到 10 个团队。

二期明年落成 今后将建产业园区

目前正在运转的清华四川能源互联网研究院只是一期工程，二期位于成都科学城，紧邻兴隆湖，总计建筑面积 2 万平方米，由三栋大楼构成，第一栋正在装修，另外两栋预计明年 6、7 月可建成。能源互联网创新产业园区、能源互联网产业发展投资基金也将逐步推进。

清华四川能源互联网研究院作为清华大学在西部第一个，也是唯一一个二级官方机构，将为成都带来更多的机遇。

刘毅说：“在能源互联网领域，我们是全国第一家在做这个事情的专业院，下一步将到美国硅谷和西雅图等地进行推介，吸引更多的项目和人才。”

产业发展

2025 年建成新能源产业

国家高技术产业基地

根据《成都制造 2025 规划》，成都力争用十年时间，通过实施“三步走”战略，实现产业倍增、质量升级，总体规模进入副省级城市第一方阵，综合实力进入全国制造业强市行列，成为中西部先进制造业领军城市。

第一步到 2017 年，重点实施成都工业“1313”发展战略，构建“层次分明、优势突出、生态高效”的现代工业产业体系，成为国家智能制造示范城市。第二步 2018~2020 年，数字化、网络化、智能化在重点领域取得明显进展，成为“互联网+”应用示范城市，基本实现工业化。第三步 2021~2025 年，在优势行业和重点领域形成全国创新引领能力和较强的国际竞争力，成为领军中西部的先进制造业强市。

作为加快发展产业，新材料、新能源等产业是国家重点鼓励发展的战略性新兴产业。按照国家新能源产业振兴和发展规划，重点发展核电、太阳能、风电、页岩气装备及产品，储能设备及产品。到 2025 年，主营业务收入突破 600 亿元，建成新能源产业国家高技术产业基地。

在空间布局上，打造成成都“大创造”板块，以成都科学城为核心，发展研发信息技术、生物医药、新材料等高端产业，突出科技研发、产业孵化及成果转化的大园区。高起点规划、高水平建设成都科学城，构建完整的创新产业链，成为再造一个“产业成都”的核心引擎和西部重要的创新引

擎。同时，加快规划建设天府新区南部特色优势产业功能区、成都国际产业合作园。到 2025 年，预计主营业务收入突破 2500 亿元，打造国家级创新创业新高地。

张舒 成都商报记者 2016-07-11

世界向低碳燃料转型

7 月 7 日，2016 版《BP 世界能源统计年鉴》(中文版)(以下简称《年鉴》)在京发布，这是 BP 自 1952 年以来连续第 65 年发布《年鉴》。《年鉴》内容显示，2015 年，全球一次能源消费量仅增长 1%，与 2014 年的增幅(1.1%)接近，但远低于 1.9% 的 10 年期平均增幅，其背后原因是全球经济持续疲软，且中国正在从工业型经济向服务型经济转变。

《年鉴》指出，石油仍是全球主要燃料，占全球能源消费的 32.9%，这也是其市场份额自 1999 年以来首次增长；煤炭以 29.2% 的市场占有率保持第二大燃料的位置，但却是 2015 年唯一丢失全球市场份额的燃料；天然气在一次能源消费中的市场份额为 23.8%。值得注意的是，尽管需求增速放缓，但能源需求仍然出现了一定程度增长，其中石油需求量增长 1.9%、天然气 1.7%、可再生能源 15.2%，只有煤炭需求出现了有记录以来的首次负增长(-1.8%)。

《年鉴》内容同时显示，2015 年全球可再生能源的发电量持续增加，达到全球能源消耗的 2.8%，而 10 年前仅为 0.8%。全球用于发电的可再生能源增长 15.2% (213 太瓦时)，几乎等同于全球发电的总增量。可再生能源占全球发电量的 6.7%，而在 10 年前其比重仅为 2.0%。其中中国(+20.9%)和德国(+23.5%)贡献了可再生能源发电的最大增量。全球范围内，风能(+17.4%)仍是最大的可再生电力来源(占可再生能源发电的 52.2%)，而德国(+53.4%)收获了最大的增长量。受燃料结构转变及能源消费增速放缓的影响，2015 年，全球能源消耗产生的二氧化碳排放量仅增加了 0.1%，创下 1992 年以来，除经济危机爆发的 2009 年以外的最低增速。

中国作为世界上最大的发展中国家，在全球能源结构的转型进程中扮演着至关重要的角色。《年鉴》显示，中国的能源消费增速为 1.5%，是自 1998 年以来的最低值，但仍连续第 15 年成为全球最大的能源增长市场，并仍是世界最大能源消费国、生产国和净进口国。2015 年，中国占全球能源消费量的 23% 和全球能源消费净增长的 34%。随着中国经济结构转型加快，中国能源结构持续改善，煤炭消费在一次能源消费中占比为 64%，出现历史最低值。在此背景下，中国在 2015 年因为能源使用而产生的二氧化碳排放减少 0.1%。这是自 1998 年以来的首次排放减少。它远低于 10 年期平均水平(4.2%)，也低于 2015 年全球 0.1% 的增长率。

另据《年鉴》统计数据，2015 年，中国石油消费同比增长 6.3%；净进口增长 9.6% 至 737 万桶/日，创历史最高水平。与此同时，中国煤炭产量下降了 2%，为 1998 年以来第二次下降。

于欢 中国能源报 2016-07-13

德国能源互联网实验：高效利用可再生能源

在能源互联网的发源地德国，虚拟发电厂已经“落成”。或许未来需求侧最好的商业模式就是虚拟发电厂。

当能源互联网概念正在国内热炒的时候，德国已经完成了一些“能源互联网”的实验项目。随着弃核期限日益临近，可再生能源特别是分布式能源比例的不断提高，如何在原有的大电网中，高效的控制这些分散的小型“电厂”成为了近些年德国政府极力推动的一项研究。

也就是说，将成千上万的分散小型可再生能源整合为一个巨大的类似传统电厂的可靠能源网络，不再是一个梦想，而是在逐步实现。

2008 年，德国联邦经济和技术部启动了“E-Energy”计划，目标是建立一个能基本实现自我调控的智能化的电力系统，而其中信息和通信技术是实现此目的的关键。E-Energy 同时也是德国绿色

IT 先锋行动计划的组成部分。绿色 IT 先锋行动计划总共投资 1.4 亿欧元,包括智能发电、智能电网、智能消费和智能储能四个方面。为了分别开发和测试智能电网不同的核心要素,德国联邦经济技术部通过技术竞赛选择了 6 个试点地区团体。

在以 ICT 技术为基础的一个强大的 " 能源互联网 " 中,各种形式的发电厂和电网运营商、工业和私人用户,都找到了属于自己一个全新的市场角色,一个全新的商业模式应运而生。

在这个全新的结构和功能的电力系统中,各种软件、智能电表、储能等新技术被应用其中。在高效的使用 " 不稳定 " 的可再生能源同时,更为关键的是实现了用户侧的管理。

在由 " E-Energy " 计划支持的 6 个涉及能源互联网项目中,位于德国中北部的哈茨山脉的可再生能源示范项目——RegModHarz 项目,就是将新能源最大化利用的典型案列,而其中最引人注目的就是将这些分散的新能源发电设备进行虚拟集合、调配的技术,也就是我们所称的 " 虚拟电厂 " (VirtualPowerPlant,VPP)。

没有实体的电厂

顾名思义, " 虚拟电厂 " 并不是具有实体存在的电厂形式,它打破了传统电力系统中物理上发电厂之间、以及发电和用电侧之间的界限。

在德国,随着新能源接入特别是大规模分散式光伏、风电发电系统的接入,毫无疑问给电网的稳定带来了间歇性的冲击,这样也就对电网的调度方式提出了新的挑战。同时,随着智能电网技术的发展,电网调度机构甚至是私人用户都可以通过网络技术对电网运行情况进行监测和分析。虚拟电厂的作用就是将新加入的新能源系统与传统的发电系统以及储能系统等进行有效的整合,通过一个控制中心实现管理,从而有机的参与到电网运行中。

与此同时,虚拟电厂也不失为一种有效的响应需求侧的手段。通过在用电侧安装一些装置比如智能电表,从而设计出符合客户特定用能需要并具有经济性的电源组合,使得供需在发电和用电两侧达到平衡。

而德国联邦经济和技术部最终选择 RegModHarz 项目作为 " 虚拟电厂 " 示范项目,是因为该地区可再生能源供电的比例超过德国平均 2 倍左右。在哈茨地区,总人口约为 24 万人,因为地处山区,风电资源较好。不仅风机在此处较为普遍,抽水蓄能、太阳能、沼气、生物质能以及电动车等都成为电力供应的一部分。在这个面积仅有 2104 平方公里的区域里,发电装机总量约为 200MW,此外主要有 6 家配电运营商、4 家电力零售商以及 1 家输电商。

首先,虚拟电厂与分散式电源进行通讯连接,而与原有的传统大型发电场不同的是,新能源系统数据变化较快,安全、稳定性高的传输技术非常必要。所以在此项目中制定了统一的数据传输标准,使得虚拟电厂对于数据变化能够快速反应。

在考虑发电端的同时,虚拟电厂同样关注的是用电侧的反应,在哈茨地区的试样中,家庭用户安装了能源管理系统,被称为 " 双向能源管理系统 " (简称 BEMI)。

资料显示,用户安装的能源管理系统每 15 分钟储存用户用电数据,记录用户每天的用电习惯,并将这些数据通过网络传输到虚拟电厂的数据库中。同时,BEMI 系统还可以通过无线控制开关的插座,当电价发生变动时,可以通过无线控制来调控用电时间和用电量。

此外,此项目还采用了动态电价,设置了 9 个登记的奖惩制度。零售商将电价信息传送到市场交易平台,用户可以知晓某个时刻的电价等级以及电力来源。因而,培养用户良好的用电习惯,通过价格的方式进行,可以让对电价敏感的用户根据电价的高低调整用电时段。为了保证用户对于信息的获取,在哈茨项目中还有一个专门的市场平台,让使用者可以较为便捷的获取相关电力信息,对于当前的电力需求、价格以及天气对于未来需求的影响等信息进行了集合。

其中,特别值得注意的是,虚拟电厂系统中,发电预测系统至关重要。对于售买双方,对于电力批发市场价格、用电量、发电量信息的获取都较为迫切。

这也就意味着,在能源互联网的发源地德国,虚拟发电厂已经 " 落成 "。电源的聚合,其实际能效和经济效益均要高于单独运行这些电源。

需求侧管理的最优方式？

在整个电力需求侧的产业链，有设备制造业、需求响应、电能交易、负荷互济，节能服务，智能微电网运营等等。未来需求侧最好的商业模式是虚拟发电厂。

哈茨项目开始的 2008 年，彼时可再生能源成本还远远高于传统电力发电成本，必须依赖可再生能源补贴。而因为德国电力市场化改革的成果，以及可再生能源成本的下降，可再生能源进入电力批发市场，进行直接竞价上网，成为了必然。

直接进行竞价上网，意味着对于虚拟电厂来说，在批发市场中，要想盈利，必须考虑不同电力的特性，设置不同的销售组合，以获取盈利。据资料显示，在哈茨项目执行的过去几年间，项目方对于进入批发市场的商业模式进行模拟。而模拟的结果是，在彼时，如果缺乏补贴，可再生能源进入电力批发市场获利可能性很小。

此外，在示范区当地，将可再生能源进行销售也是另一种商业模式。随着民众对于可再生能源认同感增强，并且对于当地电源发展的认同与支持，虚拟电厂作为协调方，协调发电端和零售商以及最后到用户端之间的交易。

在德国，越来越多的公司开始进入虚拟电厂领域。除了大公司西门子、博世等等联合传统电力巨头想在通讯服务领域占得头筹，更多的中小型企业也看中了虚拟电厂未来的发展前景，业务涉及能效管理、节能合约、充电设施服务等等。

在虚拟电厂未来的市场中，涌现出更多的服务商。而在整个系统中，那些为电厂运转提供软件、储能设备、电网服务商等各种衍生而出的服务公司甚至咨询公司，毫无疑问，更容易找到市场定位。

可再生能源大量接入引发了电网的波动，对于服务商而言，必须对当地电网足够的了解，并且应该对未来可再生能源比例提高情形进行模拟。在 RegModHarz 项目项目中，项目方根据哈茨地区的电网情况设立一个新的模型，模仿当地分散电源的连接结构，对不同电压等级的电网以及可再生能源比例的不同进行模拟，从而考察不同情境下电压的变化。结果是如果哈茨地区 2020 年可再生能源比例达到 38.5%，目前电网结构依然能够承受。

与此同时，电网本身主动加强监测以及改变现有的电力管理方式。也就是说，利用虚拟电厂进行的需求侧管理进行的是对电源端和负荷端以及电网本身三者之间的协调。需求侧管理需基于多种类分布式能源协调互补、用户主动参与的管理理念。一方面用户需求侧管理的发展方向是通过互联网技术实现多种分布式能源整合互补，提高综合能源使用效率，另一方面利用价格机制，提高用户用电的自主性。

在德国，除了哈茨地区 RegMod 项目，E-Energy 资助的其余 5 个项目，都是试图通过先进的互联网、通讯技术等，来进行电力需求侧管理。比如库克斯港的 eTelligence 项目，通过互联网平台实时发布电力供应与需求情况，以进行平衡。这是一个热电联产示范项目，当新能源富裕时，售电公司向大用户发出电价变低的提醒，此时工业用户可以开启储能设备。

这些在德国已经试验的项目，以不同方式根据不同区域用能情况开展，虽然涉及区域较小，模拟情景更不相同，毫无疑问，他们都是试图寻找互联网与能源消费的融合点。而这一切最基础也是最敏感的因素就是能源产品的价格。

范珊珊 能源杂志 2016-07-13

能源互联网离我们不再遥远

根据 2 月份出台的《“互联网+”智慧能源发展的指导意见》，今年国家将重点推进能源互联网试点示范，鼓励各类应用探索，积累可推广的新技术、新模式、新业态，营造开放共享的能源互联网生态体系。

五大背景

之所以实施能源互联网，背景有五个方面。

一是全球能源清洁化、低碳化已成为共识。比如，美国长期实施火电机组许可到期取缔政策；而法国则明确，到 2025 年核电占比从 75% 缩减到 50%。另外，新能源发展速度屡破预期，2015 年德国光伏出力瞬时最大值达到系统负荷的 74%。与此同时，新兴发电技术成本下降趋势显著。以光伏为例，太阳能光伏电池从 1976 年每瓦 100 美元降至目前不足 1 美元，未来还将持续下降。

二是我国资源、环境负荷逆向分布特征突出。中东部地区和西部地区的用能需求比为 3: 1，但资源禀赋比则为 1: 4。供需的严重不均衡催生了电力的远距离、大规模传输——特高压。

三是我国能源利用效率提升空间大。从能源消费来看，我国综合能源利用效率约为 36%，仅相当于 OECD 国家上世纪 80 年代的水平；单位 GDP 能耗是世界平均水平的 1.8 倍，73% 的能耗来自工业企业。在用能端，我国的能源消费结构可能发生重大变化，例如新兴用能中心的涌现。2012 年我国数据中心耗电量达 700 亿千瓦时，占全社会用电量的 1.5%，相当于天津市全年总用电量。以数据中心负荷年增长为 16%-18%，四年翻一番，预计到 2020 年数据中心用能比例将超过 4%。

四是互联网正在颠覆人类的生存模式。我们看到各传统行业正在加速互联网化的成熟度，比如媒体、零售、交通、医疗、制造、能源，纷纷开展“互联网+”变革。

五是能源革命为旗帜的新一轮改革的启动，能源革命加速起航。2014 年 6 月 13 日，中央财经领导小组第六次会议，研究中国能源安全战略。习近平总书记提出：能源生产和消费革命是国家的长期战略。2015 年 3 月 5 日十二届全国人大三次会议上，李克强总理在政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划。2015 年 3 月 15 日，中共中央下发 9 号文提出“三放开一独立三加强”：放开新增配售电市场，符合条件 5 类企业未来可以开展售电业务。

架构与愿景

上述五大背景条件给能源行业带来重大发展挑战与战略机遇，一种涵盖了需求、技术和机制变革的新型智慧能源体系问世，从特征上来看：多能互补、高效转化是智慧能源的核心；高度融合的信息物理系统是智慧能源的载体；平等多边的交易体系是智慧能源的推手。

而“互联网+”智慧能源无疑是解决能源行业挑战的最优方案，因为其涵盖了六大特征：能源协同化——多能互联、协同调度，提升能源系统整体效率，提升资金利用效率与资产利用率；能源高效化——高效包括效益、效用和效能，以用户效用为本，风能、太阳能等多种清洁能源接入保证环境社会效益，推动能源系统的整体效能；能源商品化——能源具备商品属性，通过市场化激发所有参与方的活力，形成能源营销电商化、交易金融化、投资市场化、融资网络化等创新商业模式；能源信息化——能量流和信息流融合，能源链实现资源和信息共享；能源虚拟化——盘活能源存量，支持即插即用，利用虚拟发电厂等方式提升资源利用效率，延缓能源生产、传输建设需求；能源众在化——能源生产从集中式到分布式到分散式实现泛在，能源单元之间对等互联，能源链多方参与共赢，支撑万众创新。

实施路径

推动互联网与能源行业深度融合、促进智慧能源发展意义重大，《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》明确了十大任务，并提出分两个阶段推进，2016-2018 年，将着力推进能源互联网试点示范工作；2019-2025 年，推进能源互联网多元化、规模化发展。

目前，国家能源局已编制了《“互联网+”智慧能源试点示范项目的实施方案》，很快就会下发，将鼓励扩大能源领域有效投资，明确建设试点示范工程项目的路线图和时间表。

目前来看，已出现一些能源互联网的模式和投资机会。广东和重庆是两个试点，广东省的市场化条件好，走得比较快。电改下大量涌现的售电公司，除了赚取峰谷差价外，也在和互联网公司合作，与大数据结合，通过用户大数据提炼出有价值的信息，进一步分析用户需求、更好做好用能预测。

今后随着能源互联网的发展，能源消费者还将集能源消费者与生产者于一身，在分布式电站满足自发自用之余还可上网，并从电力公司获取回报，而这距我们已不再遥远。

中国电力网 2016-07-13

热能、动力工程

储能价值在电力市场尚未充分体现

一直以来，储能的市场地位与其所承担的战略地位并不相吻合。但自今年参与“三北”电力市场调峰后，这种局面才有所好转，储能市场主体地位获得确立。

作为战略性新兴产业，储能技术路线呈现出多样性和广泛性，很难判断哪种储能技术可以覆盖全部的应用领域，而这也是国家对储能补贴政策出台始终保持谨慎的重要原因。

储能价值几何？就此问题，近日，本报记者采访了参与国家“十三五”储能规划撰写、清华大学化学工程系王保国教授。

依靠电网自身进行储能不客观

中国能源报：国内储能的发展经历了很长一段被质疑的阶段，请您谈一下当前储能行业的发展环境有哪些变化？

王保国：首先，储能行业的兴起与新能源的发展密不可分。这是由于新能源天然具备不稳定的特性所决定的。这种不确定性给可以平滑电力、提高电力质量的储能提供了发展空间；

其次，发展储能对节能减排的影响深远。目前国内节能减排作为一项基本国策，很重要的一个核心，是电网系统能源利用效率的提高，通过储能使能效得到巨幅提升，对社会节能减排意义非常重大。

显而易见，发展储能是可以完美解决新能源问题、满足节能减排需求的最佳技术路径之一。而从目前储能产业发展阶段来看，物理性的抽水蓄能发展受到了自然环境、社会因素的制约，储能正在向以化学物质和电化学储能为主的发展路线进行转变。

中国能源报：通常来讲，电网也具有类似储能的调节功能，那么在电力系统还需要储能的介入吗？

王保国：“电网是一个巨大的储能系统”这一说法有一定道理，但是不准确。我们首先要明白能源和物质的关系——物质是能量的载体，脱离物质讲能量没有任何价值的。国内电网体量庞大而且复杂，确实具有一定的储能和自调节作用，但作为能量传输的大通道，保障电网安全无疑是首要任务，用电网作为储能的替代显然是不可行的。

电改为储能提供发展空间

中国能源报：储能与新能源发展密切相关，怎样的比例才能使整个项目更具经济性？

王保国：各地新能源的波动性是不一样的。通常来讲，一般风力发电厂，按照 10-15% 的比例配置即可行。以全钒液流电池为例，从经济效益、投资价值来看，现阶段其经济价值区间应该在功率 250 千瓦、储电 4 个小时，上限到几十个兆瓦、储电 8-10 小时，在此区间内增加储能所用电解液就可以灵活调节所需容量。

国内储能尚处于产业化的起步阶段，随着技术、市场、规模的扩大，储能成本仍有很大的下降空间。其中，全钒液流电池的成本已经从几年前 1.8 万-2 万/千瓦下降到 6000 元/千瓦。而当前分布式微网系统正在成为全钒液流电池最佳应用场景。海岛、电网末端等地方电价普遍在 3 元/千瓦时以上，液流电池储能特有的长寿命和高安全特征，已经可以促使其经济型逐渐被显现出来。

美国对电力质量的要求很高，也促使全钒液流电池在美国作为一种调频设备，在美国形成了一定的市场和规模。但国内储能项目基本仍以示范为主，距离市场环境的完善还有距离。储能产业的发展不仅需要依靠技术和产业本身的进步，还和政策环境直接相关。

目前，国内电价还没有和电力质量紧密挂钩，导致无论品质优劣的电都执行同一个价格体系，储能的价值并没有在电力市场上得到充分体现。随着电改的推进和国内对电力品质要求的不断提高，一些政策也许会逐步调整，未来储能发展空间可期。

补贴前提是可实现储能单独计量

中国能源报：您认为，储能价值如何在能源系统中如何得到体现？在众多储能技术路线中，国家又该如何选择恰当的技术路线进行扶持和补贴呢？

王保国：储能对整个电力系统的贡献和价值还不能独立计算，犹如在电力系统，没有人测算变压器对电网的价值一样，因此国家对储能的补贴谨慎也是情理之中。

储能价值的真正体现需要先做到在实际工作中储能价值的单独计量，之后才会有储能电价的出台，产业的补贴才会水到渠成，这方面的计算需要有研究单位去推动。

同时，在分布式发电、电网末端，没有储能系统就没有办法运行起来，但这个价值也没有人去量化。尽管储能发展的瓶颈仍在于成本，但如果把储能的边际效益考虑进来：如由于引入储能，减少了“弃风”“弃光”，减少了污染物排放，所形成的社会效益应该考虑在内，储能也已经到了可以产业化的阶段，因此，适当的储能电价政策变得十分必要。

推动行业的发展，政策和补贴都要适度。政策和补贴是一把“双刃剑”，即可以推动产业的快速发展，使用不当也会对产业健康发展产生巨大危害。我一直强调，补贴要适度、在市场使用过程中，用合适的规模检验技术的发展，将社会的损失降到最小。适度是有一个市场的测算，现在很多过火的东西，多是为了推而推，其后果不言而喻。只有按照科学规律办事，才能实现企业和社会效益最大化。

中国能源报：目前，因为储能价值难以估值，行业发展也良莠不齐，您如何看待这种情况？

王保国：储能种类众多，路线争议也比较大。在制定“十三五”储能规划时，我们提出了储能的发展需要遵循四个基本准则，站在整个行业上，讨论共有的尺度十分重要。

第一，安全可靠准则：安全是选择储能技术的首要衡量条件，应优先选择在原理上具有安全特征的技术，保证储能设备应用过程的安全、可靠，节省投资成本；

第二，资源可持续发展准则：优先选择原材料资源能够国内自给，并容易实现资源回收和再利用的技术，实现储能资源可持续发展。

第三，环境友好准则：优先选择在装备研究开发、生产制造、使用和回收过程的全生命周期，对外界“三废”排放最少、环境负荷最小的技术和装备；建设对上级电网系统友好的微网，实现储能产业发展与电网内、电网外环境保护相协调。

第四，社会经济效益准则：不仅要考虑储能系统建设和运行过程的投资，还需要包括储能系统存在对于可再生能源利用、电力质量提升形成的间接经济价值，以及改善环境质量的社会价值。

储能与能源转化要相提并论

中国能源报：您觉得不同的技术路线对储能应用领域有哪些标准？

王保国：目前，我们课题组正在研发三条线路，也是我个人的观点，分别对应不同的市场需求。

一个是锌空气电池，面向户用储能，我们相信储能最终会走进千家万户。因为锌本身具备本源绿色友好，安全和低成本特性；

第二个是中等规模储能，已经实现全钒液流电池的产业规模技术研发；

第三，我们提出的概念是，对吉瓦级别的大规模能源问题，仅考虑储能是有缺陷的。在自然界，光照使水蒸发，水蒸气在空中由风力输送，遇冷后又变为降雨回到地面。人类制造的能源系统，也要仿照自然能源的循环系统，实现能源之间的转化和互联。

有人认为用储能来完全解决弃风、弃光，这是不现实的，要用能源转化的思路来解决问题。最近，我们提出双极膜电解水制氢的方法，大幅度降低电解水能耗。通过电解水方式将电能转化为氢气，与天然气混合后成为加氢天然气，最终以燃烧方式释放能源。既有利于大规模转化、长时间储存，又能够远距离运输，该方式具有直接形成商业化应用的可能性。而这一路径也契合了我国多煤少气的现状和能源结构调整的需求，具有较强的操作性。

未来哪种能源形式更经济、技术上更可行，就采用哪种形式的能源。只有通过能源互联互通，才能真正提高能源效率，实现节能减排。比如通过利用弃风、弃光的电能形式，经过电解水变成气

的形式，实现不同能量形式之间的转换，也多了一条脱离电网、利用天然气管网的消纳途径。

在自然界中，能源是循环流动的，那么人类能源系统也应该是流动起来；能源只有在流动过程中才能产生最大价值。从技术上看，信息技术和能源转化与储能技术的互相融合正在推动能源互联网建设与发展，但能源互联网归根结底还是要依靠新型能源装备支撑。

能源互联网是基于信息技术和装备技术连起来的复杂系统，最终目的是实现人人可以用得起清洁的、可持续再生的能源，脱离“物质是能源的载体”这一说法，脱离物质谈能源互联网，就会让能源互联网变成虚的东西，工程上也难以落地。

钟银燕 中国能源报 2016-07-05

我国页岩气勘探获重大突破

中国地质调查局今天对外宣布，在贵州省遵义市正安县实施的安页1井获页岩气勘探重大突破，其中志留系石牛栏组压裂测试获每日10.22万立方米稳定高产工业气流。这是我国首次在四川盆地以外南方复杂构造区取得页岩气勘探重大突破，有望成为新的工业气田。

此次首次发现石牛栏组、宝塔组两个油气新层系。石牛栏组经压裂测试获得每日10万立方米产量。宝塔组钻遇13米厚高压气层，放喷火焰高达20米，显示天然气资源潜力巨大。此外，栖霞组钻新发现的石牛栏组含气层岩性为钙质泥岩和泥晶灰岩薄互层，是我国首次发现的海相致密天然气藏。

初步勘探显示，我国页岩气可采资源量约在31万亿立方米，与常规天然气相当，与美国的资源储量也基本相当。国土资源部2011年将页岩气正式列为新发现矿种，对其按单独矿种进行投资管理。目前，我国首个大型页岩气田涪陵页岩气田已经进入商业化开发阶段。

据悉，此次勘探提出了油气高产富集新理论。创新提出了深水陆棚相页岩、稳定的构造保存、地层超压“三位一体”的页岩气富集高产理论，实现了由传统的盆地找油气向造山带找油气、由正向构造向负向构造找油气的历史性转变。

专家表示，安页1井首次在南方志留系石牛栏组海相灰岩获得高产天然气流，并见到少量稠油；首次在四川盆地外二叠系栖霞组灰岩获得天然气新发现；首次在武陵山复杂构造带的残留向斜获得高产天然气流，开拓了南方油气勘探新领域，对我国南方油气勘探有重要意义。

黄晓芳 经济日报 2016-07-08

碳市场规模有望达百亿，然流动性不足怎么破？

“全国碳市场预计将于2017年正式启动。在多个试点并存的格局下，全国碳市场的形态成为一个待解的命题。”中央财经大学绿色经济与区域转型研究中心副主任、中央财经大学气候与能源金融研究中心主任助理陈波在7月12日“2016中国绿色产业景气指数体系”发布会上表示。

长期投资价值看好

发布会推出的首个中国碳市场信心指数（简称CMCI）是由碳金融实验室编制，用来跟踪与评估市场参与者对中国碳市场发展趋势的预期和信心。CMCI通过分析早期投资者对全国碳市场的预期，对全国碳市场的形态进行预估，并基于投资者的预期设计一套风险管理工具，从而减少决策者与市场参与者之间的信息不对称问题，有助于全国碳市场顺利启动。

2016年CMCI总指数为61.2，略高于荣枯线（50），其中价格指数为55.4，需求指数为54，风险指数为58，投资指数为77.6，均高于荣枯线。

“尽管全国碳市场尚未公开明确的制度框架和实施路线，但试点市场的早期参与者已经初步形成了对全国碳市场的短期、中期和长期判断及共识。”陈波说，由于碳市场流动性不足，市场总体规模较小，波动尚未形成规律性等原因导致碳市场环境并不理想，市场参与者的积极性有限。

不过，长期投资价值看好。投资指数 77.6 表明决策层成功的向市场传递了稳健的政策预期。大多数市场参与者已形成强烈的共识：碳市场很有可能成为百亿元以上规模的具有长期投资价值的新兴大宗商品市场，甚至“82%的参与者认为碳市场能够成为重要的、新的社会投资领域”。

碳市场有望达到百亿

CMCI 预计碳市场规模预计将达到 200 亿元-500 亿元。但从需求指数来看，未来 6 个月内流动性不足问题仍将极大困扰碳市场的发展，有高达 48.9%的管理者计划维持现有仓位，低流动性稳定格局不利于全国碳市场的建立。

“流动性困境的主要原因是投资者缺乏不断上涨的价格预期以及交易获利的信心。”陈波说。

尽管碳市场被普遍视为高风险的政策性市场，但市场参与者一边倒的相信 2017 年启动全国碳市场是个大概率事件。

CMCI 指数对计划 2017 年启动的全国碳市场进行了价格预测：配额预期价格为 26 元/吨，CCER 预期价格为 11 元/吨。对价格影响最大的三个因素是配额总量、有偿分配比例，CCER 数量，其他的关键因素包括化石能源消费量、GDP、化石能源价格等。

目前碳市场尚未形成价格共识，仅有不到一半的市场参与者认为本地区配额价格水平处于合理区间。而 CMCI 这个结论对试点市场的有效性提出了极大的挑战，全国碳市场仍然难以找到可信的价格基准。而根据 CMCI 对全国碳市场价格的预测，上海、广州等试点的价格存在被低估的可能性。

“要打破流动性不足导致的价格指数和需求指数双低的困境，只有通过全国碳市场建立才能实现。”陈波说，全国碳市场的构建是一个不断迭代，利益相关方不断博弈的过程。

苏南 中国能源报 2016-07-14

能源互联网中储能应用商业模式及市场前景研究

2016 年被业界称为储能商用元年。近日，国家电网公司的直属科研单位中国电力科学研究院展开了“能源互联网中储能应用商业模式及市场前景研究”（课题编号：8142DG160001），及早为转变电网发展方式、转变公司发展方式探路。该课题承担单位是位于深圳市南山区粤兴三道 2 号深圳虚拟大学园院校产业化大楼的深圳市前景科技创新系统研究院。该单位张义院长表示储能应用前景在于市场化，并回答了关于储能应用商业模式的一些话题。

问：为什么储能商用要放在能源互联网这个框架下讨论呢？

张：首先我们要看到，这是一个大格局。去年 9 月，国家主席习近平出席联合国发展峰会发出倡议，探讨构建全球能源互联网。今年 3 月，中国还在能源领域发起成立了首个国际组织“全球能源互联网发展合作组织”。在未来，充电设施、光伏、风电等各种发用电将大量接入电网，用户侧也将随着电力体制改革激活，集中式的储能电站和分布式的储能设备是这个能源互联网中的中枢核心。提供综合能源服务提供商的售电公司、分布式能源管理式的虚拟电厂、基于大数据平台的互动能源交易系统，这些多元化的经营主体和随之而来的新商业模式反过来又助推储能的推广应用。在这个大格局下，推动储能技术进步及其产业化应用可以说是国家战略。这种战略部署是符合技术革新的时代要求和电力体制改革市场化趋势的。

问：但就目前而言，储能应用基本上都还是一些示范工程，现阶段探讨商业模式有什么现实意义吗？

张：我国的储能行业才刚刚起步。一方面，技术还比较欠缺，储能电池研究得多一点，但也只是对材料和单一装置进行研究，整个系统应用、整个产业并没有一个明晰的技术路线，哪类技术、哪种项目更有市场发展前景都还不好说。另一方面，我们国家现阶段没有为储能技术产业化度身定做的政策体系和价格机制，尤其是针对电力储能，基本没有实施细则的政策，参与电力市场的机制很不健全，绝大部分储能项目因为成本高不具备盈利性，也缺乏可预期的收益以吸引资本跟进，利用峰谷差套利、通过参与需求响应获得额外收益等用户侧手段一时也很难实现。所以，确实如您所

说，已开展的储能示范项目大多数还没能实现商业化运行，甚至有一些设备仅仅是实验室样机。项目融资渠道也非常有限，主要是业主自有资本金加银行融资，还没能通过产业投资基金撬动项目开发，和社会资本之间的对接还不够。

但正因为这样，我们才要未雨绸缪，做更具有前瞻性的研究。应该看到，储能技术的突破和技术经济性的提高是可以预期的，储能作为独立市场主体的地位也已经很明确，储能产业的快速发展已成定局。其实，美国、加拿大、澳大利亚、日本、韩国这些国家也是在近几年才开始发力推动储能产业发展的。可以说，现在整个世界的储能应用都还在探索市场化道路，中国薄弱环节很突出，但是并不落后太多。研发会有突破，技术可以引进，我们的弱项主要在政策和市场环境上。

我们在还谈不上电力市场化的环境里研究储能应用商业模式，其实是在找一条利益相关方容易接受的商业模式创新路径，比如做大总价值、增强锁定性、资源独立、快速试错、以用户和数据为中心等。这些研究探讨会梳理出商业模式创新的敏感因素，提出相应的政策建议，相当于倒逼电力体制改革。

问：通过这个课题的研究，我们预期得到什么具体成果？

张：国家电网公司很早就提出要转变电网发展方式、转变公司发展方式。本课题研究对支持智能电网升级和电力体制改革有参考价值，对国家电网公司创新运营模式、把握储能技术应用方向、实现公司业务可持续发展也是有实质帮助的。同时，我们的调研和编制工作也是储能产业领域企业表达行业政策诉求、发表专业技术意见的难得渠道。我们在此呼吁储能产业界的同仁主动向本课题组反馈意见和建议。

问：前景科创院研究这个前沿课题有什么优势？

张：我们团队近十年前开始为高科技企业项目尤其是新能源、新材料等战略性新兴产业的创新创业项目做投资前期咨询，包括先进储能材料国家工程中心研究中心的可行性论证，后来拓展到服务高层次人才团队，以及开展软科学课题研究、承接政府购买服务，并长期资助香港城市大学深圳研究院商务创新与计算实验室进行关于商务模式创新的研究。

我们就在产学研结合最密切的深港创新圈，会为这个课题组织产业界资深人士、投资人和创投机构，以及香港城市大学商学院、深圳大学等国内外高校的科研人员，深挖储能应用商业模式的各种可能性。深圳虽然不是储能示范项目最多的地方，但它的发展定位是国际科技、产业创新中心，正是科技金融最密集活跃的地方，拥有欣旺达电子、博科能源、科陆电子、比亚迪等有重要影响力的储能企业，建有中国第一个兆瓦级电池储能站以及新近的 23 兆瓦储能电站，还有先进储能材料国家工程中心研究中心和全球首个城市级电动汽车商业化智能充电网络基础设施等。去年 5 月成功封顶的中国储能大厦正是高新园的地标建筑。这个课题的调研范围当然不局限于深圳，但要着手探索储能技术应用及其商业化运营模式，深圳是一个相当合适的地标。

深圳商报 2016-07-15

生物质能、环保工程

诺维信和丹麦能源公司 DONG Energy 签订生物废物分类协议

中国能源网 | 诺维信将为 DONG Energy 位于英国的 REnescience 工厂供应酶制剂。该工厂每年将对来自 11 万英国住户的生活垃圾进行分类。

DONG Energy 和诺维信刚刚签署一份协议，根据协议，诺维信将为 DONG Energy 建于英格兰西北部 Northwich 的 REnescience 工厂供应酶制剂。它将是世界上首个利用酶制剂处理生活垃圾的大规模生物精炼厂。

DONG Energy 执行副总裁 Thomas Dalsgaard 表示：“从废物中提取尽可能多的资源很重要，而

酶制剂在将废物转化成绿色能源和可回收材料的过程中发挥非常重要的作用。我们很高兴能与诺维信携手设立这种工厂。”

如今，英国的大部分垃圾的最终归宿是垃圾填埋场，不仅成本高，还对环境有害。位于 Northwich 的 REnescience 工厂将确保尽可能多的废物被回收和转化成沼气，再进一步转化成绿色电力。REnescience 工厂每小时可分类 15 吨废物，每年可分类 12 万吨废物，相当于来自将近 11 万英国住户的垃圾总量。

诺维信副总裁 Thomas Schroeder 表示：“垃圾是世界各地许多城市面临的一个重大问题，但是生物技术可将垃圾变成资源。这种变废为宝的生物精炼厂为实践循环经济提供了一个典范。”

变废为宝

REnescience 技术是将普通未分类生活垃圾与水和酶制剂在大型反应器中混合。然后，真正的化学反应开始了，酶制剂降解所有餐厨垃圾、标签和类似的有机废物，将它们转化成适用于制造沼气的液体。在 Northwich 工厂，这些沼气可用于生产大约 5000 千瓦的电能，足以满足大约 9500 个典型住户的用电需求。残余垃圾是可回收的塑料和金属，还有一部分被转化成燃料。

诺维信和 DONG Energy 还同意共同为 REnescience 技术进一步开发酶制剂。

Dalsgaard 表示：“酶制剂的进一步发展有助于我们持续优化工艺，同时还能从废物中提取更宝贵的产品。这不仅对环境有利，还有助于降低废物管理成本。我很高兴我们都看好这项技术的未来前景。”

位于 Northwich 的 REnescience 工厂计划于 2017 年初投产。DONG Energy 将投资、建设和运营英格兰西北部的这家工厂，同时也会寻找机会在世界其它地方设立类似工厂。

双方之间签订的酶制剂供应协议是一份长期的非排他性协议。

美通社 2016-07-04

太阳能

6 月底全国各省市实现并网发电的首座光伏电站

日前，全国多家光伏电站实现并网发电，其中不乏全国首座、企业首座具有代表意义的大型光伏电站项目。具体电站项目如下：

滨州市首座光伏电站顺利并网

6 月 30 日，滨州市首座光伏电站——梁王昌盛光伏电站顺利并网。该发电项目位于滨州市北海经济开发区，被称为北海经济开发区新能源蓝色渔业基地项目，以光伏渔业大棚为基础，通过棚下渔业养殖和棚上光伏发电综合利用模式，实现工业反哺渔业、清洁能源与现代渔业协同发展的目标。

据悉，梁王昌盛光伏发电项目预计 2016 年底增容至 60 兆瓦，未来将建设 5 期光伏项目，总容量将达到 1000 兆瓦。

全国首座百万千瓦级光伏领跑者基地正式并网发电

6 月 29 日，大同采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地正式并网发电，这也是我国首个成功并网投运的百万千瓦级光伏发电领跑示范基地。

据大同市发改委有关负责人介绍，大同采煤沉陷区光伏示范基地关键设备均选用了达到或超过领跑者技术指标的先进产品，并先后实施了 22 项“示范+新技术应用”项目，基地建设的 220 千伏预制舱式模块化汇集站为国内首创。基地一期工程建成投运后，年均上网电量可达 13.8 亿千瓦时。

特变电工承建国内首座规模最大的商业化光储联合电站投运

6 月 28 日，由特变电工新能源承建的中国首座规模最大的商业化光储电站——格尔木时代新能源 50MWp 并网光伏电站完成了系统调试，成功并入电网投入运行，实现了以储能技术平滑和调控

波动电源，保障新能源发电高比例接入电力系统的成功应用示范，标志着“光伏+储能”新时代的到来。

国家电网首座扶贫光伏电站累计并网发电 188 万千瓦时

6 月 26 日，中国国家电网公司首座扶贫光伏电站——青海省果洛藏族自治州玛多县 10 兆瓦扶贫光伏电站累计并网发电 188 万千瓦时。

玛多县定点扶贫光伏电站于 2016 年 5 月 26 日竣工并并网发电，采取异地建设的方式，总投资 9282 万元，站址位于格尔木光伏工业园区，该地区属于沙漠戈壁地貌，是中国光照条件最好的地区之一。电站占地面积 0.22 平方千米，预计年发电量可达 1562 万千瓦时，发电纯收益将全部用于玛多县贫困人口脱贫。

凤凰网 2016-07-06

分布式光伏“嘉兴模式”发展迅速 标准缺席存“无序”风险

分布式光伏发电作为我国重点推进的太阳能发电模式之一，多年来面临资源散、业主多、统筹难等发展瓶颈。浙江省嘉兴市近年通过“政府引导、市场运作、统一管理”探索出行之有效的 development 路径，但快速发展背后，产业规范缺席、行业发展依赖补贴，无序发展苗头渐显。

积少成多“屋顶电站”显成效

嘉兴市秀洲区沙家浜社区，近百户民居的屋上都安装了 8 片多晶硅光伏组件，阳光照射下，双向电表上数字的不断跳动，由光能转化而来的电能源源不断地输进居民家中。

8 片光伏片一年可发电 2000 度，居民自发自用，余电并入电网。“每户人家只用承担 3000 元的成本投入，发电前 3 年每年有 2000 元直接经济收益，之后的 22 年每年有 600 元直接经济收益。”沙家浜社区居民张菊文说，光伏发电就相当于将屋顶租了出去，大家觉得这笔投资划算。

不少企业也在分布式光伏的应用中获益。位于秀洲国家高新区的福莱特玻璃集团股份有限公司在 12 万平方米的厂房屋顶上建起了分布式光伏电站，总装机容量达到近 13 兆瓦，年平均发电量超过 1200 万千瓦时。光伏发电让用能大户不再担心迎峰度夏，同时带来了可观的环境效益：1200 万千瓦时的清洁能源可节约标煤近 4300 吨，减少排放二氧化硫 395 吨、氮氧化物 36 吨、二氧化碳 10000 吨。

国网嘉兴供电公司副总经理王文华表示，建设光伏电站需要占用大量土地，但东部沿海一代土地资源珍贵，将光伏发电与屋顶相结合能有效利用闲散资源推进新能源开发。

记者在嘉兴走访看到，从民居到企业、医院、学校、大型市场的屋顶都被光伏电站有效利用。截止 2016 年 3 月，嘉兴全市已受理分布式光伏项目 1318 个，装机总容量 751.2 兆瓦，分布式光伏发电量达 2.63 亿千瓦时。

政府主导“屋顶经济”唱大戏

屋顶难找、贷款融资难、并网介入难、电费回收难是分布式光伏电站面临的共性难题。业内人士认为，政府搭台，统一规划、统筹管理是嘉兴的分布式光伏发电发展较快的主要因素。

针对屋顶难找，秀洲光伏高新区出台了统一“三方协议”，与园区屋顶业主、投资方签订协议，制定规划，根据投资方的实力合理分配屋顶资源，平衡分布式电站建设资源的分配；针对分布式项目“小而散”，高新园区提出了“集中连片、多样多元”的打包式开发模式；针对项目融资难，嘉兴市牵头成立 10 亿元光伏产业发展基金，设立了光伏项目专项资金池；针对项目维护难，高新园区成立专业运维公司，负责辖区内所有分布式光伏电站的电费结算、运行维护等服务工作。

此外，一系列光伏产业财政补贴也在大力拉动嘉兴地区分布式光伏的发展。“嘉兴模式”享受国家、浙江省、嘉兴市、嘉兴光伏高新区的四重补贴，在嘉兴投资光伏电站，项目投资回收年限可缩短一半，平均为 6 年，一些技术成熟的先进企业的年限甚至更短。

“政府在分布式光伏发电的政策让企业吃了定心丸，也让企业看到了发展的方向。”浙江昱辉阳

光能源有限公司的首席执行官李仙寿说，产品端上有保障，让光伏制造企业生产起来心里有底，也更能抵挡各种各样的市场风险。

嘉兴市经信委提供数据显示，2016年第一季度，嘉兴市规上光伏企业实现产值87.96亿元，同比增长28.9%；利润总额9.15亿元，同比增长395.4%。

规范缺席依赖补贴无序发展存隐患

多重政策利好、市场回暖趋势下，光伏产业迅速增长。根据2015年国家能源局下发的《太阳能利用十三五发展规划征求意见稿》，到2020年我国分布式光伏发电总装机容量将达到7000万千瓦，这意味着“十三五”期间每年平均需新增约1300万千瓦，市场前景可期。然而业内人士担忧，相关行业规划、标准的缺失将令光伏产业陷入盲目发展。

记者调查了解到，在嘉兴地区，拥有良好光照条件的屋顶已成稀缺资源，因此部分光伏投资企业将目光转向鱼塘、树林、农田等地块。由于缺少标准和规划，部分地区存在“光伏先行”现象，例如“农光互补”项目，在农田上建好光伏电站之后才发现，农田只能种植对光照要求不高的少数农作物，已无法大面积种植。

“什么样的地块能够建设光伏电站？光伏电站是否会对自然生态环境造成影响？如何评价光伏装置的衰竭？如何回收废旧装置？这些问题都没有答案。”业内人士表示，分布式光伏仍处于只顾眼前利益的粗放生长时期。

国网嘉兴供电公司副总工程师周建其建议，应尽快制定太阳能发电技术规范，对太阳能发电上网、建设条件、环境评价、经济效益、保障措施等方面制定标准，指引光伏产业健康发展。

此外，分布式光伏缺乏长期规划，部分地区光伏发电项目备案即获批，用户分批报装、分步实施也容易导致电力设施资源浪费。业内人士呼吁地方政府重视发展规划制定，滚动编制、严格执行。

第三，多重补贴政策是拉动产业的关键因素，却也造成目前分布式光伏企业过度依赖补贴现状，部分企业前三年拿到的补贴金额甚至高于收入。业内人士认为，光伏发电作为新能源发电类型，需要政府继续扶持，但从长远看也必将走向市场。在我国完善光伏发电补贴标准、建立补贴逐步下调机制的背景下，分布式光伏企业如何形成成熟的盈利模式仍需进一步探索。

朱涵 新华社 2016-07-06

领跑者”倒逼光伏产业升级效果显现

6月底，备受关注的大同采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地如期并网发电，这意味着我国首个百万千瓦级光伏发电示范基地建成并网投运。

国家能源局等三部委于2015年正式启动光伏“领跑者”计划，提出光电转换率、电池组件、逆变器等一系列指标，旨在通过市场行为引导光伏技术进步和产业升级，促进我国光伏制造业发展。当年，首批1吉瓦的示范项目在山西大同采煤沉陷区落地。这也是中国实施光伏产业“领跑者”计划的首个获批示范项目。

大同“领跑者”计划示范项目的启动，直接推动了中国光伏产业新一轮技术升级的开启，受到了全行业的高度关注。今年6月5日，国家能源局发布《关于下达2016年光伏发电建设实施方案的通知》，将光伏“领跑者”基地规模提升至5.5吉瓦，占比超过全国年度光伏装机总指标的三分之一。

中国光伏行业协会秘书长王勃华表示，“领跑者”计划能够有效拉动高效产品市场需求，有利于推动企业技术升级和产品质量提升，促进我国光伏产业转型升级。

“领跑者”倒逼效应显现

光伏“领跑者”计划推出后，一度引起行业内的质疑。部分企业认为，“领跑者”只是示范，指标只有年装机计划的十分之一左右，企业即便没有能力去参与示范基地建设，照样可以有足够的市场空间。还有一部分企业认为，只要企业有一部分产能达到“领跑者”要求，能够参与示范基地的建设，实现专项供应即可，无需大惊小怪，盲目投入

始料未及的是，2015年12月8日，宁夏回族自治区发改委出台首个地方光伏新政，要求宁夏回族自治区2016年所有光伏项目都必须符合“领跑者”计划相应的指标。就在宁夏回族自治区发文后不到一周的时间里，光照资源丰富的新疆提出了同样的要求。新疆维吾尔自治区发改委发文称，我确保准东新能源基地装备先进化，光伏发电项目应优先选用“领跑者”技术标准组件。这意味着，准东2吉瓦光伏电站项目也向“领跑者”指标看齐。

随后，以“领跑者”计划技术指标要求来规范光伏发展的已经不仅宁夏和新疆，陕西西安、浙江衢州等地同样开始要求使用满足“领跑者”指标的组件，更有一大批电站投资者，主动要求使用“领跑者”指标的光伏产品。

“领跑者”计划推出一年来，技术领先的产品普及与推广迅速加快，17%及以上转换效率的组件产品市场份额在大同期领跑者项目中占六到七成，并且规模化应用带动高效产品日趋经济化，“旧时王谢堂前燕，飞入寻常百姓家”，光伏全行业开始向高效、先进技术看齐。此前观望、质疑者意识到该改变了，以往以价廉制胜的多晶企业，投入资金开发黑硅技术、PERC技术用以提升转换效率。包括保利协鑫、天合光能在内的光伏巨头开始改变投入方向，建设转换效率更高的单晶光伏产品生产线。

“国家实施‘领跑者’计划的目的是为了鼓励企业采用先进技术生产先进产品”，国家能源局新能源司副司长梁志鹏说。

“提高转换效率、降低度电成本是光伏实现进一步发展的关键，‘领跑者’计划从制造水平、应用水平、标准及测试等方面促进行业整体水平提升，其设置的产品技术指标将不断催生创新活力，将光伏产业引向高质、高效发展”，乐叶光伏执行董事助理王英歌说，“过去几年，低效产品难以退出市场，组件主流功率每年似乎惯性提高一档（5W），在‘领跑者’计划的刺激下，未来3-5年，组件功率提高速度更快，企业之间的竞争过度为以转换效率为核心的良性竞争”。

产能能否满足悬疑

淘汰落后产能、建立技术优势，开展技术创新是我国光伏产业升级发展的必由之路。“领跑者”计划的落实、延伸与拓展，必将推动我国光伏产业的技术升级，达到效率提升，进而最终实现降低成本的目标。“领跑者”基地建设一年，扩容已经成为必然，也成为业内一致的呼声。

6月5日，国家能源局发布《关于下达2016年光伏发电建设实施方案的通知》将2016年新增光伏电站的规模指标划定为18.1吉瓦，将光伏“领跑者”基地规模指标定为5.5吉瓦，这一指标额度是2015年大同“领跑者”示范基地的5倍之多。冬奥会光伏廊道等8个光伏领跑技术基地纳入建设范围。

装机指标确定，给整个光伏行业带来了新的机遇，“领跑者”指标的大幅度增加让技术领先的企业倍受鼓舞。随之而来的是对产能不足的担忧。去年大同1吉瓦装机规模都出现了高效组件供应困难，面对今年需求的大幅增加，产能能否满足需要成为业内担心的新问题。而中国光伏行业协会5月发布的《2015-2016中国光伏产业年度报告》也提出，目前我国达到“领跑者”计划要求的产品产能较低，远不能满足市场需求，亟待加强对生产设备进行升级或新技术产业化，以提升先进生产线产能和提高产品质量。

也有业内人士并不认同会出现高效产品供不应求。持有不同观点者认为，“领跑者”计划实施一年以来，已经引领整个产业改变了需求预期，体现出明显的带动作用。即便是产能暂时不能满足也并不可怕，乐叶、晶澳等具有高效光伏产品生产潜力的厂家已经进行了产能的必要提升，有望近期释放出更多的高效产品产能。

“我们既希望把‘领跑者’规模做大，同时又担心高效产能跟不上，制造企业，包括组件、逆变器等在适应发展需求的同时，高效产能也要相应做到同步，要加快高效转化产品的生产”，水电水利规划设计总院副院长易跃春说。

刘俊卿 新华网 2016-07-12

天合光能：量产化 P 型单晶 PERC 电池光电转换率达 21.1%

7 月 5 日，天合光能宣布量产化 P 型单晶 PERC 电池（ $156 \times 156 \text{ m}^2$ ）光电转换效率平均达 21.1%，利用该电池制备的组件功率达 300 瓦。无论是光电转换率还是组件功率，均处于量产晶硅产品的国际领先水平。

天合光能是全球领先的组件供应商、一流的系统集成商。该 P 型单晶硅 PERC 电池诞生于天合光能的电池“黄金线”（量产示范生产线）上，以大面积工业级硼掺杂的直拉法（Cz）硅片为衬底，采用背钝化技术，运用量产的材料、工艺与技术。光电转换效率平均达 21.1% 是量产化 P 型单晶 PERC 电池在该核心指示的重要突破，展示了天合光能雄厚的量产技术实力。

天合光能副总裁、首席科学家 Pierre Verlinden 博士表示：“我们曾在实验室创造了 PERC 电池光电转换率的世界纪录。此次量产化 P 型单晶 PERC 电池的光电转换效率平均达到 21.1%，得益于公司将部分曾创造世界纪录的 PERC 电池技术应用于此次‘黄金线’的量产，我为研发团队取得这样的成绩而感到骄傲。然而，我们不会止步于此，未来我们将会更加积极地追求低成本高效率的目标。”

天合光能副总裁、光伏科学与技术国家重点实验室主任冯志强博士表示：“一直以来，我们始终致力于依靠持续的技术创新，将实验室技术转化到商业化量产，制备高效的光伏产品，以此降低光伏发电成本。此次天合光能的研发团队将实验室技术成功转化到量产中，加快了高效光伏产品的应用步伐，有效满足了市场对高效光伏电池、组件等产品的需求，也为进一步降低度电成本奠定坚实的基础。相信，这将实现光伏电力平价时代的早日到来，使这一绿色能源在全球范围内得到更广泛的应用。”

天合光能 2016-07-06

国家级光伏产品户外实证基地海南站首次亮相

什么是基准气候？

国际电工组织 IEC 将全球气候环境定义为极干热、中等干热、干热、极地、寒冷、寒温、恒定湿热、湿热、暖温等 9 类气候类型，我国对口的标准化技术委员会（TC8）参考国际分类原则，综合考虑了我国的环境气候特点将我国的环境划分为：湿热、亚湿热、暖温、干热、寒温 I、寒温 II（高原）、寒冷 7 类典型气候环境。



我国七类气候环境分区图

为什么要建设户外实证基地？

建设户外实证基地主要弥补现有实验室加速老化标准和评价手段的不足，揭示真实服役环境下不同材料、不同结构、不同技术的材料及设备、不同应用场景下发电系统的发电能力、性能衰减、耐候性及可靠性响应特性。

什么是国家级光伏产品户外实证基地？

2014 年国家能源局批复中国质量认证中心筹建“国家能源太阳能、风能发电系统实证技术重点实验室”，在海南、广州、海拉尔、吐鲁番、拉萨、西宁建六个典型气候户外实证基地，构建覆盖我国地域面积最广、典型气候环境最全的光伏产品户外实证矩阵网络。

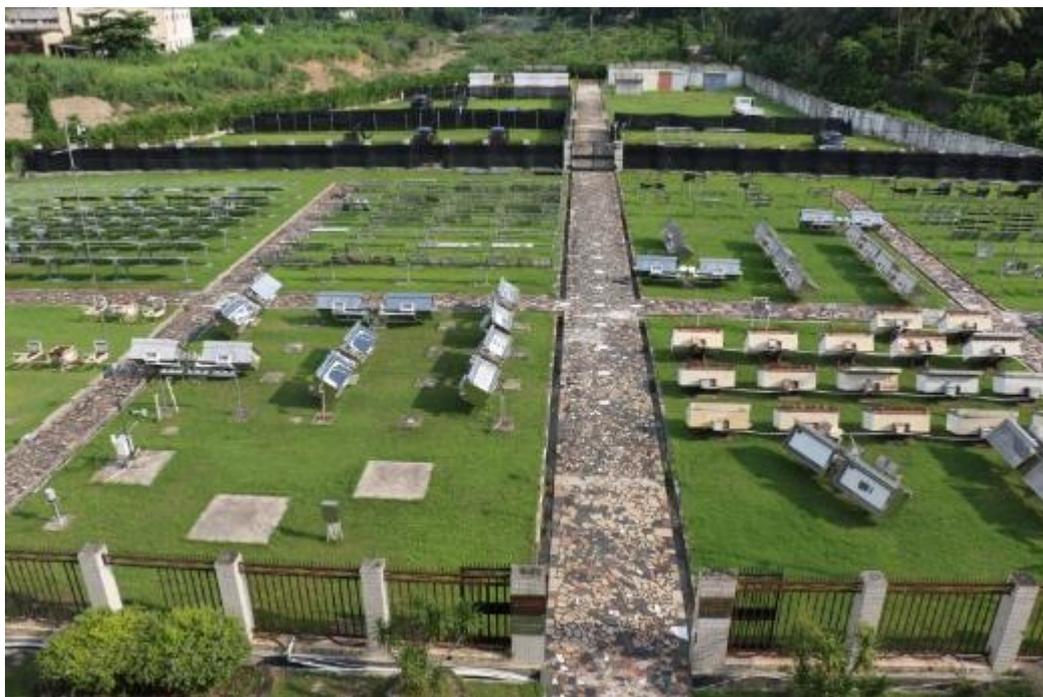
国家级光伏产品户外实证基地定位：

为我国政府主管部门战略决策、行业公共技术研究、制造端优化设计、建设方电站选址和设备选型、运营方系统故障诊断、金融机构投融资服务提供全方位的技术支持。

国家级光伏产品户外实证基地海南站概括

我国现有气候类型中与国际基准气候最为接近的是湿热气候，主要位于我国海南。国家级光伏产品户外实证基地海南琼海站是我国基准湿热环境试验站，位于海南省东部，距万泉河 1 公里，离海边约 20 公里，年平均温度 27.4℃，年平均湿度 87%，属于典型的湿热带内陆气候。

琼海站占地 50,000 平方米、现有试验面积约 20,000 平方米，可扩展至 40000 平方米，严格按照国家和国际标准要求建设，通过了国家认可委员会(CNAS)的认可。琼海站内建有光伏产品试验区、光伏实证试验系统、汽车零部件试验区、汽车整车试验区、电器产品试验区、建材试验区、涂层及涂料试验区、材料试验区等，可同时开展多种类型的自然环境试验和自然环境加速试验。试验站长期连续自动监测各种气象参数，有多角度分光谱辐射监测、太阳总辐射监测、太阳光谱监测，定期监测大气中 10 种主要腐蚀介质浓度。



琼海试验站全景

现有光伏产品户外实证技术研究基础

海南户外试验场已陆续开展光伏组件、光伏材料的环境耐久性研究，近三年投试了多个批次的光伏背板材料样品、层压件样品、小型组件样品，已经积累了 2 年多的实证数据。

国家级实证基地海南站首批用户实证比对启动仪式

国家级光伏产品户外实证基地海南站将于 8 月 4 日-5 日首次向行业亮相，届时行业同仁将共同

见证 CQC 领跑者认证计划-国家级实证基地海南站首批用户实证比对启动仪式。具体有哪些厂家、哪些产品参与，敬请关注 2016 年 8 月 4 日-5 日中国质量认证中心在海南琼海主办的“CQC 领跑者认证计划”专题论坛暨光伏产品户外实证技术研讨会。

张雪 中国能源网 2016-07-17

光伏行业拥抱能源互联网 应该怎么玩？

能源互联网+光伏怎么玩？作者给出的建议是：推进分布式、分区域推进能源互联、整合上下游资源、不断地技术和商业模式创新。

能源互联网的概念在我国异常火热。对于能源互联网，目前并没有统一、权威的界定，主要有以下三种观点：

第一，将能源互联网等同于智能电网，如国家电网公司董事长、党组书记刘振亚在《全球能源互联网》一书提出，全球能源互联网实际上是以特高压电网为骨干网架以输送清洁能源为主导、全球互联互通的坚强智能电网；

第二，有人认为能源互联网就是国务院文件中提到的智慧能源；

第三，能源互联网是一种在现有配电网基础上通过先进的电力电子技术和信息技术，融合了大量分布式可再生能源发电装置和分布式储能装置，能够实现能量和信息流动的新型高效电网结构。它将大型集中式发电机组、分布式可再生发电端、储能设备、各类终端用电器通过自动化与智能化软硬件建立连接，利用互联网技术，促进以电力系统为核心的大能源网络内各类设备的信息交互，实现能源生产与消费的实时平衡。

以上三种界定，第一种仅关注智能电网，第二种仅关注电源，第三种则较为系统地总结了能源互联网的基本要素，其内涵更丰富也更全面。同时在国外能源互联网示范项目中，分布式可再生能源、电动汽车、基于互联网的电力交易和服务平台是能源互联网的三大基本元素。综上，可以将能源互联网简单界定为“智能电网+电源+用电设施”的有机组合。

能源互联网借助海量分布式设备的广域协调和未来即插即用可以实现双向互动的分布式储能，能够提供远距离、大容量的需求侧响应能力。电动车、家庭储能、楼宇储能、天然气发电及电转气技术等将是发展能源互联网的关键技术。全球能源互联网要大规模分布式储能装备高效运行，需要全球电力市场和动态电价作为制度支撑，并且峰谷电价差要足够大才可以吸引投资者和普通家庭积极进入电力市场。可以形象地理解，借助太阳能电池，每一幢大楼、每一块空地都能“化身”为发电厂，每个人既从“能源互联网”购买能源，也向“能源互联网”出售能源，在线提供网购服务。借助互联网技术，消费者和生产者根据实时电价自动调整电力消费和生产行为。

能源互联网强调可再生能源和互联网的融合发展，这将颠覆传统的能源系统，并从根本上解决能源安全问题。目前，我国石油对外依存度增长过快以及传统电网存在重大安全隐患，发展分布式可再生能源互联互通的能源互联网将是大势所趋。由于能源互联网内涵和涉及的产业非常宽广，涉及的问题复杂、多样，导致能源互联网迟迟难以取得共识，也未取得实质性进展，但目前存在一个普遍的共识：能源互联网是推动分布式能源发展的重要途径，光伏产业将迎来新的发展机遇。

“互联网+”将重塑光伏产业发展模式

当前，“互联网+”已成为光伏行业升级的重要推动力，与“互联网+”融合发展已成为光伏产业的最新趋势。光伏产业从制造、应用，到融资租赁等多个产业链环节都掀起了“互联网+”创新浪潮。在国内补贴和优惠政策的有力推动下，无论集中式还是分布式电站，我国已成为全球最大的光伏应用市场，但由于光伏市场普遍存在的大量不透明和不规范、信息不对称问题，导致整个产业交易费用较高。“互联网+”带来的大数据以及行业开放，有助于推动行业持续健康发展。然而，光伏产业面临互联网强大的颠覆能力，也蕴藏着巨大挑战：即使目前规模较大的光伏龙头企业占有竞争优势，也极有可能被富有创新精神的“互联网+”小企业在短期内所取代。由于中国特色的能源互联网是以

特高压为核心的坚强智能电网，如何接纳光伏分布式电源的发展就成为中国能源互联网建设和能源转型的重要内容。

电力体制改革、政策支持和碳排放控制力度对光伏产业发展前景具有重要影响。

随着能源互联网的推进，分布式能源将迎来全新的发展机遇，光伏产业也会进入新的发展时期。

“电改”对光伏产业的发展前景具有关键影响，由于电力体制原因，弃水、弃风、弃光现象时有发生，新能源和可再生能源开发利用面临困难，发展机制不健全，可再生能源和可再生能源发电上网存在困难，光伏产业尚未形成研发、生产、利用相互促进的良性循环。

《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》提出，开放电网公平接入，建立分布式电源发展新机制：

第一，积极发展分布式电源，在确保安全的前提下，积极发展融合先进储能技术、信息技术的微电网和智能电网技术，提高系统消纳能力和能源利用效率；

第二，完善并网运行服务，支持新能源、可再生能源上网，积极推进新能源和可再生能源发电与其他电网的有效衔接，依照规划认真落实可再生能源发电保障性收购制度，解决好无歧视、无障碍上网问题；

第三，全面放开用户侧分布式电源市场，放开用户侧分布式电源建设，支持企业、机构、社区和家庭根据各自条件，因地制宜投资建设太阳能、风能、生物质能发电以及燃气“热电冷”联产等各类分布式电源，准许接入各电压等级的配电网络和终端用电系统，鼓励专业化能源服务公司与用户合作或以“合同能源管理”模式建设分布式电源。

本次改革对光伏产业链中电站建设、上网等问题做了充分考虑，但在实际中能否得到贯彻执行还存在很大的不确定性。因为分布式电源的建设与运营模式还存在很多障碍，“自发自用、余量上网、电网调节”的运营模式是否得到有效执行还存在很大的不确定性。

综上，光伏产业的发展前景、规模和速度受政策的影响因素较大，如果目前支持光伏产业发展与产品应用的政策能够得到维持或强化，加之日前我国已经提出国家自主贡献目标（INDC），2030年我国要实现碳排放峰值，碳排放强度下降60%-65%的控排目标，未来我国碳排放控制将日益趋紧，能源结构调整速度会加快，在此背景下光伏产业将迎来崭新的发展机遇。

借能源互联网东风，未来光伏产业要走升级转型之路

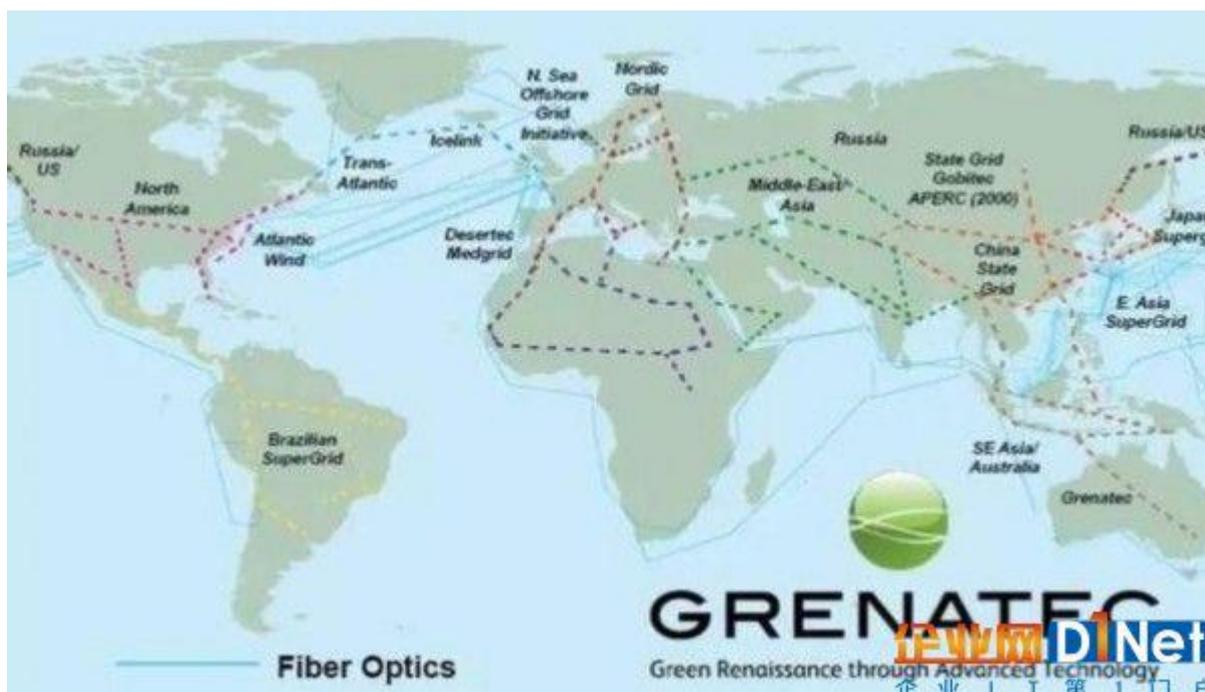
能源互联网可以为光伏产业的发展提供新的入口。能源互联网的发展从根本上就是分布式能源推广和普及的过程，具体分为三步走。

第一，大力推广智能化分布式能源，不断提高分布式能源在能源供应结构的比例。

目前我国多通过法律法规的方式推动分布式光伏、分布式天然气的发展，实际装机量与规划目标存在较大差距，未来要在分析原因的基础上提出更有针对性、更有实效性的激励性政策措施，推动实现规划装机目标。

第二，分步骤、分区域地推进能源互联网。针对智能化分布式能源推广好的社区、园区、城镇，渐进开展区域能源互联网试点，将能源互联网应用到“低碳社区”、“低碳园区”、“低碳城镇”、“低碳家庭”等低碳社会建设的各个领域，使其覆盖到社会公众工作生活的方方面面。

第三，在区域性能源互联网得到一定普及后，采取实际措施推动区域之间互联互通，形成国家、甚至全球能源互联网。



对于光伏企业来说，未来光伏行业的发展将不再是简单的生产、推广与应用，不再是依靠政府补贴就能轻松盈利的时代，行业发展要全身心拥抱“互联网+”，不断提升行业创新与盈利水平，重点做好以下工作。

一是光伏产业通过与产业链上下游建立密切联系，实施纵向一体化战略，不断进行技术与产品创新。2016年在光伏发电领域，我们已经看到有越来越多的光伏企业正在建立智能电站和大数据中心，推出“互联网+光伏产品”，未来相信还会有更多企业进入这一领域。

二是光伏企业要强化资源整合能力，实施横向一体化战略，由产品提供商向提供服务以及一体化综合解决方案方向转型。通过与互联网巨头合作，国内光伏电站已经找到光伏数据高效收集的解决方案，同时借用互联网大数据平台进一步扩大了光伏产业的市场潜力。

三是光伏产业发展要通过运营模式创新，寻求新的利润增长点。“互联网+”将推动改变光伏发电的管理方式，并且改变产业盈利模式，推动形成新的利润增长点。

能源圈 2016-07-13

风能

我国风企发展思路悄然改变

为了贯彻落实《中国制造 2025》、推动能源技术革命和促进装备制造业自主创新和优化升级，以能源装备发展引领制造强国建设，近日，国家发展改革委、工信部以及国家能源局联合发布了《中国制造 2025—能源装备实施方案》(以下简称《实施方案》)。

《实施方案》围绕确保能源安全供应、推动清洁能源发展和化石能源清洁高效利用三个方面,确定了 15 个领域的能源装备发展任务,其中就涉及数项风电装备发展任务。对此,业内相关专家表示,我国目前正处于由风电大国向风电强国转型的关键期,这也就意味着对风资源的有效利用、风电机组设计制造等在内多个方面较以往提出更高的要求,而此次发布的《实施方案》是能源领域贯彻《中国制造 2025》的具体举措,将积极助推我国包含风电在内的新能源装备持续健康发展。

记者梳理发现,经过近年来的快速发展,我国大部分风电整机企业的发展思路早已悄然改变。

现状：陆上风电已达领先水平

记者看到,《实施方案》提出,2020年前围绕推动能源革命总体工作部署,突破一批能源清洁低碳和安全高效发展的关键技术并开展示范应用,制约性或瓶颈性装备和零部件实现批量化生产和应用,有力保障能源安全供给和助推能源生产和消费革命。2025年前的行动目标是,新兴能源装备制造业形成具有比较优势的较完善产业体系,总体具有较强国际竞争力。有效支撑能源生产和消费革命,部分领域能源技术装备引领全球产业发展,能源技术装备标准实现国际化对接。

与此同时,《实施方案》还重点确认了15个领域的能源装备发展任务。具体到风电方面来说,《实施方案》明确提出,未来将开发适用于轮毂中心高度100~200米大型陆上风力发电机、掌握自主知识产权的5~7兆瓦级大型风电机组、10兆瓦级大型风电机及关键部件设计制造技术、变流、变桨等子系统智能融合技术、发电机高性能控制技术、基于大数据的风电场群智能运维技术,重点突破超长低风速叶片、超大功率高温超导风力发电机、大功率直驱永磁同步风力发电机等。

事实上,记者梳理发现,经过几年来的快速发展,我国大部分风电整机企业早前片面追求机组单机容量大、新机型下线速度快、急于批量安装等思路早已悄然改变。

目前,国内一批企业通过技术引进、消化吸收、联合设计以及自主研发等方式,使我国陆上风电技术已经达到世界先进水平,自主创新能力在不断增强。

从中国风能协会今年发布的《2015年中国风电装机容量统计简报》的机型分布上来看,2015年,我国新增风电装机中,2兆瓦风电机组装机容量市场份额首次超过1.5兆瓦机组,占全国新增装机容量的50%,1.5兆瓦机组和2兆瓦机组仍占市场主导地位,市场份额达到84%。

与2014年相比,1.5兆瓦机组市场份额下降了12个百分点,而2兆瓦机组所占市场份额上升了9个百分点。2.1~2.5兆瓦机组市场份额达到12%,其中主要是以2.5兆瓦为主。2.6兆瓦至3兆瓦机组市场份额达到2%,平均装机功率呈逐年增长趋势。

与此同时,我国幅员辽阔、地形地貌复杂特点决定着我国风电机组将面临高温、高湿、高海拔、盐雾、风沙、低温等工作环境,并需要能够抵抗台风、沙尘暴、雷电、冰冻、海上浮冰等灾害性气候。因此,整机设计过程中需要因地制宜对风机进行个性化设计。

值得重点关注的是,随着近年风机市场竞争不断加剧和研发技术不断升级,目前一些企业已经结合我国气候和风资源等特征自主研发出与之相匹配的风电机组。

例如,明阳风电集团生产的1.5兆瓦抗台风型风机是专为中国南方多台风地区设计的机型,具有极强的抗台风性能,他们还针对西南地区高原高海拔、高阳光辐射以及凝露等气候特点,研发出了高原型低风速风电机组等。

在业内人士看来,此次《实施方案》的发布一方面是与《中国制造2025》总体工作部署统筹衔接;另一方面,该方案瞄准制约我国目前能源产业发展的核心技术问题,提出了一系列要求并将之作为提升能源装备制造业水平的当务之急,必将对我国风电发展起到促进作用。

关注：海上风电机组研发有待提速

相较于陆上风电而言,从目前来看,经济性仍是高悬于海上风电之上的“达摩克利斯之剑”。即使是在目前海上风电发展最快的诸如英国、德国以及丹麦等国,高风险、高投资的海上风电也被视为需要特别审慎对待的投资选择。

就我国而言,资料显示,从东海大桥海上风电项目核准建设至今,我国海上风电建设已有8年时间。截至2015年年底,我国海上风电并网容量已达75万千瓦,目前仍处于起步阶段。目前,业内普遍认为,海上风电技术的发展以及风电机组单机容量的大型化是降低海上风电成本的途径之一。

记者梳理发现,截至2015年底,在所有吊装的海上风电机组中,单机容量为4兆瓦的机组最多,累计装机容量达到35.2万千瓦,占海上装机容量的34.69%,其次是2.5兆瓦机组,装机容量占18.48%,3兆瓦装机容量占比17.74%,其余不同功率风电机组装机容量占比均不到10%。我国目前单机容量最大的是6兆瓦机组,除了原有联合动力和明阳风电的产品,金风科技在2015年新增吊装一台6兆瓦机组,海上风机大型化趋势日益显现。

另外，在秦海岩看来，海上风电代表着风电技术领域的前沿和制高点，加强技术研发正是降低其发电成本的重要驱动力。

方向：未来重点研发 10 兆瓦级海上大功率风电机组

此次发布的《实施方案》，为我国海上风电未来发展指明了方向。

《实施方案》明确指出，未来将重点研发 10 兆瓦级海上大功率风力发电机组、海上漂浮式风力发电机组及各种基础结构等。

值得关注的是，目前国内风电企业正陆续加大对海上风电技术研发。其中，作为国内最早的海上实践者华锐风电近年来在该领域已积累了不少经验。

据介绍，该公司专门建立了华东子公司聚焦海上风电，并陆续建立了江苏盐城基地、临港基地和上海基地三大风电装备和整机出口基地，具备了 3 兆瓦、5 兆瓦和 6 兆瓦全系列风电机组的生产能力。同时，国家能源海上风电技术装备研发中心和江苏省(华锐)海上风电研究院两大研发中心，成为华锐风电保持海上风电技术优势的根本动力。

值得关注的是，记者近日获悉，上海市发展改革委、上海市科委和上海绿色环保能源公司牵头的“十三五”期间科技攻关项目“漂浮式深远海科技项目”，邀请了华锐风电等厂家和研发机构共同推进，目前正在立项申报阶段。据了解，漂浮式风电机组以安装在浮动平台上、通过锚索固定的方式实现，这种技术将有效突破近海限制，从长远来看，其发电效益更高。

此外，《实施方案》还提出未来将重点研制海上风电设备运输船、吊装船等施工维护装备。业内预计“十三五”时期随着上述项目的积极推进，届时海上风电发展将走得更快更稳。

张栋钧 中电新闻网 2016-07-04

混合塔架技术可提升发电量 30%

编者按

增大叶片长度和增高塔架高度已成为提升风机发电量的两大利器。然而，传统的全钢塔架在增高的同时也面临着塔壁厚度、运输高度及重量、制作成本的限制。在此背景下，混凝土塔筒+钢筒的混合塔架技术方案不失为一种兼具安全性和经济性的选择。作为全球知名的风电和风机设计公司，荷兰 MECAL 公司在国际上率先倡导并实践了混合塔架技术路线，MECAL（北京）工程技术有限公司总经理奥云接受记者专访时表示，随着“十三五”时期中国风电开发重点向中南部转移，混合塔架技术在中国的应用将越来越普遍。

应用广提升发电量显著

中国能源报：混合塔架技术在降低风电全生命周期的度电成本上能发挥多大作用？

奥云：在很多低风速地区，传统的低于 100 米的钢筒塔架仅能使风机达到 1800 年利用小时数甚至更低，大多数风电投资商通常要求内部收益率不低于 8%-10%，因此，1800 年利用小时数产生的效益很难对投资商产生吸引力。

如果使用 120-130 米的混合塔架替代 80 米的传统钢塔，轮毂高度得到提高，风机所处的风况会更好，风速通常能增加 10% 以上，年发电量能提高 30% 左右，即能够达到 2400 年利用小时数，发电收益的增加远超塔架成本的增加。另外，混合塔架仅需增加一些初期投资，无需后期维护，其本身的投资回收期只有短短几年。

需要注意的是，在一些起伏山地等比较特殊的地形，增高塔架不一定能获得更高的风速，需要对当地的风资源和地形条件进行针对性分析，从而判断混合塔架技术是否确实能有效提升其发电量。

总体而言，混合塔架技术所带来的发电量的提升必将使整个项目的经济收益获得显著提高，从而有利于降低全生命周期的度电成本。

中国能源报：混合塔架技术在低风速地区颇具应用优势，那么在“三北”地区以及海上，混合塔架的适用性是如何的？

奥云：混合塔架在低风速地区最具经济性，而在“三北”高风速地区也具有适应性。首先，从空间上看，“三北”地区高风速只是地区平均值，不同地理位置风速会有较大差别，同一风区内的不同风电场年利用小时数甚至可能相差 30%，这类风速相对较低的风场如果采用混合塔架，能进一步提高发电量。其次，从时间上看，“三北”地区并不是所有时段都风速高，一般是冬春风速高，夏季明显降低，波动非常大。根据部分数据统计，宁蒙、陕蒙交界地区风速偏低，全年平均风速低于 5 米/秒的时段约为 40%，低于 6 米/秒的时段接近 50%。如果采用混合塔架，能提高低风速时段的发电量。因此，在那些实际风速低于风机设计风速的地区，通过优化设计找到风轮直径、额定功率和塔架高度三者的最佳组合，从空间和时间上提高对风能的整体利用效率，将有效降低风电的波动性，增加发电量，电网也更易于对其接纳。

在海上风电场，塔架运输没有陆上那种针对尺寸的限制，就可以自由选择大直径的钢管塔筒，所以，对海上风电而言，钢塔架仍旧是一个合适的选择。不过，由于混凝土塔架抗腐蚀能力强，比钢塔更适合盐水环境，因此，混合塔架也适用于海边的风电场。

国际应用成熟国内尚起步

中国能源报：混合塔架技术在国外的应用情况是怎样的？

奥云：这项技术在欧洲已经应用于不同类型的风机及不同的自然环境。世界著名的风机制造商，如西门子、GE、歌美飒、安迅能、苏司兰等都已应用我们的混合塔架技术。在巴西、墨西哥、印度以及美国、德国、西班牙等国建造实例已超过 1500 台，最高能建到 160 米，已经属于成熟技术。其中有很多是全预制混凝土塔架，也有很多是上钢下混（混凝土段高 50-100 米）的混合塔架。近期建造的塔架多在 90-150 米之间。

MECAL 公司在德国风机试验场的混合塔架样机已安全运行 7 年，年利用小时数达到 3300 小时。根据第三方测试的数据，与 90 米高的全钢标准塔架相比，发电量提高了 28%。

MECAL 公司多年前第一个把雨流计数方法结合了有限元算引进到风机设计，当时我们和认证公司一起开发了新的适合于风机设计的计算方法。在混合塔架的认证上，我们又一次和 DNV-GL 公司，TüV 公司一起开发了新的计算方法。我们采用了德国 DIBt 建筑标准，并符合风机设计的 IEC-61400 要求。在中国市场，我们也准备和中国的认证公司进行合作。

中国能源报：在中国的应用案例中，遇到了哪些实际问题？

奥云：混合塔架技术在国外已经应用成熟，国内风电近年来高速发展，主要集中于高风速地区，使用常规低塔架已经满足需求，因此国内仍缺乏成熟的混合塔架应用案例。国内风电运营商对于混合塔架的技术可靠性、服务能力、尤其是提高发电量以弥补塔架成本的增加方面，还有疑虑。目前国内不少高层技术人员已经认识到了混合塔架技术的成熟性，需要进一步开展商务合作。

MECAL 公司花费了 10 年的时间研制开发了混合塔架技术，可以大幅度提高发电量，我们希望此项技术在中国被广泛使用，造福中国的风能事业。MECAL（北京）工程技术有限公司是专门针对中国市场成立的，有 MECAL 公司经验丰富的技术队伍做支持，有专业人员进行现场技术指导和售后服务，能够保证混合塔架这项新技术在中国的顺利实施。混合塔架技术是一项专利技术，在中国开始推广以来，我们已经发现有专利侵权的问题，对此我们有一些忧虑。

预制方式更能保证质量稳定性

中国能源报：您此前提到混合塔架技术的优势，业内也很关心，混合塔架与传统钢塔架相比，是否也有自己的劣势？

奥云：对于混合塔架来说，现场安装时间比传统钢塔长一些。由于高度增加，当机舱或轮毂需要大修时，需要更大的吊车，吊装成本也会高一些。

此外，由于该技术在中国的应用比较新，暂时还不能直接购买混合塔架成品。不过在中国高铁/铁路等的施工中很多地方有遗留的混凝土预制板制造、搅拌场地，可以考虑租用这样的场地进行现场制造，从而可以节约大量的运输成本，实现本地制造。

中国能源报：目前，国内如金风科技等企业也在推混合塔架技术，MECAL 公司的混合塔架技术

与其他公司相比，有何不同？

奥云：我们通过相关报道了解到金风科技已经研制了混合塔架技术，这也表明国内业界对这一新技术方案开始认同。

MECAL 公司活跃于国际风能行业近 30 年，在风机整机设计、部件和控制系统设计、分析以及撰写认证报告和现场测量等方面具有丰富的专业经验，MECAL 公司的混合塔架技术多年来也形成了自己独特的品质。

我们用于混合塔架的原材料是混凝土，很多人认为这是一种建筑。但是，常规建筑物建造质量的标准不适用于风电的混合塔架。混合塔架需要承受长期动态载荷,应该由质量完全可控、可重复的工业流程生产,因而需要通过稳定的高质量预制部件方式来实现，以应对风机生命周期内的高动态载荷，为此，我们采用预制部件而不是现场浇筑的方式，以保证质量的稳定性，从而能够完全满足风机 20-25 年设计寿命的需要。由于在室内制造产品，不受日照以及任何天气因素的影响，也能更好控制工期。另外，如果设计一座锥形混凝土塔筒，那么从上到下所有钢筋的弯曲度都将不同，生产过程复杂，质量控制难。而我们在中国推广的方圆形混凝土塔段，其弧面板材弯曲半径全部一致，所有钢筋形状一样，这样使生产更简便、质量把控得到保证。此外，我们采用低压模具制作板材，这种减压成型能够提高寿命和精准度。所有的接口由其形状和所处模具的位置决定，这大大提高了产品的尺寸精度。

张子瑞 中国能源报 2016-07-11