人民日报海外版
2018年8月15日 星期三
责编：张保淑 邮箱：beijing2008@people.cn

改革开放40周年科技系列报道之能源篇⑭

# 能源互联网：汇聚中国奋进的磅礴动力

本报记者 张保淑

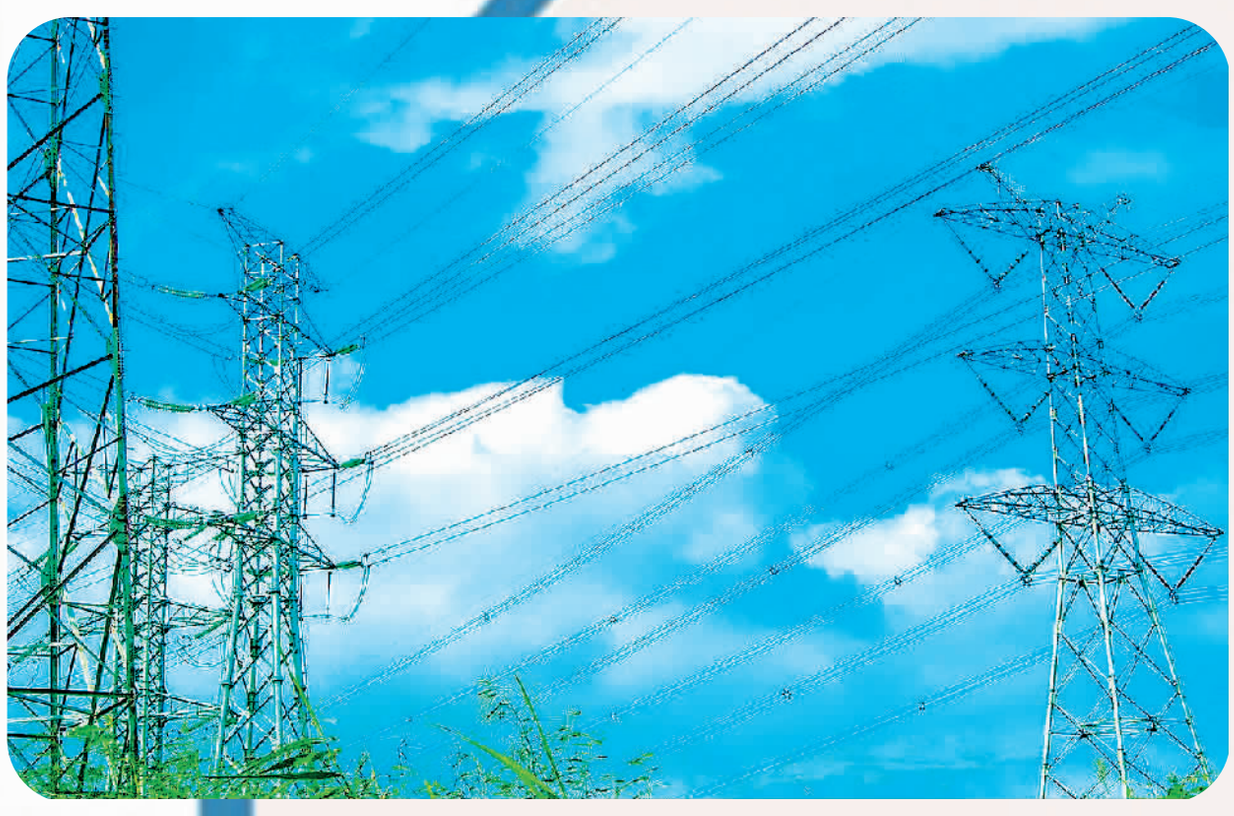
从6月13日至8月11日，本版陆续刊载了13篇重点报道，聚焦多种可再生能源和传统化石能源在改革开放40年来的发展成就。今天，本版聚焦“能源互联网”这个新兴领域。这是一个从宏观角度，将能源生产、能源输送、能源智能管理和利用等整合起来的热门话题，以此作为《改革开放40周年科技系列报道之能源篇》的收官之作。根据计划，本版接下来将进行改革开放40周年科技系列报道之空间篇、海洋篇等报道，敬请期待。

——编者

互联网给社会带来的深刻变革是有目共睹的，而社会的变革反过来对互联网的演进也带来革命性影响。如果说，过去20年是消费型互联网大发展的时代，以消费为主线，互联网迅速渗透百姓生活的各领域，极大地改变了人们的生活和消费习惯，那么今天则是生产型互联网迎来日新月异变革的新时代，各类以生产活动为应用场景的互联网应用正在以空前的广度和深度渗透和改造着生产、交易、流通等各环节。

消费型和生产型互联网在本质上都是主体之间的连接和信息在彼此间的流动和共享，由此出发，能否让网络成为连接能源生产者和需求者的智能平台，让能源像信息一样在互联网上自由地流动呢？美国学者杰里米·里夫金对此给出的答案是肯定的，他在2011年的著作《第三次工业革命》中预言，以新能源技术和信息技术的深入结合为特征，一种新的能源利用体系即将出现，这就是他所谓“能源互联网”。能源互联网是“互联网+能源”的结果，是传统互联网演进的重要方向之一。

我们欣喜地看到，中国在改革开放40年中，不仅迎头赶上了世界互联网勃兴的历程，并为此作出了卓越贡献，而且在能源互联网这一新兴领域和方向上立于时代潮头，书写下动人的中国故事。



▲智能电网被认为是能源互联网的基础框架。近年来，中国大力推进以特高压输电为代表的智能电网建设，这为能源互联网的构建提供了有利条件。

来自网络

## ①构建完整能源链 推动实现“能源四化”

对于能源互联网，里夫金的描述无疑是激动人心的。他在书中写道，能源互联网是强大而智能的系统，能够把数亿计的人在家里、办公室里、工厂里生产出的“绿色”能源整合起来，与需要的人分享，在能源开采、配送和利用上，从传统的集中式转变为智能化的分散式，从而实现能源“去中心化”。由此，重塑人际交往、互动的方式，改变现有的商业运行、社会管理、教育等的模式。

在中国科学院院士、清华大学能源互联网研究院学术委员会主任周孝信看来，能源互联网的提出和发展既是能源系统自身发展的趋势，也是适应外部对能源系统迫切需求的结果。随着传统化石能源的逐渐枯竭和能源消费引起的环境问题，人类发展与传统能源结构不可持续的矛盾日趋尖锐，在此背景下，人们自然而然地提出能否建设以深入融合可再生能源与互联网信息技术为特征的能源互联网。对能源互联网的内涵，周孝信指出，虽然专家的认知不同，但基本都认同两点：一是它高度融合互联网与能源系统，二是它将提高可再生能源比重，实现多元能源的有效互补和高效利用。

周孝信认为，能源网互联网是以电力网络为主体骨架，协同气、热等网络，覆盖包含能源生产、传输、消费、存储、转换各环节的完整能源链。能源互联依赖于高度可靠、安全的主体网架，包括电网、管网、路网等；具备柔性、可扩展的能力；支持分布式能源（生产端、存储端、消费端）的即插即用。他指出，能源网互联网具体来说可以分为3个层级：既有“多能协同的能源网络”，又有“信息能源系统”和创新模式的“能源运营系统”。前者是其支撑的物理基础，实现不同类型能源的转换、切换和不同承载方式的能源转换、变换；后两者则是其得以实现的技术手段和商业价值实现方式，达到信息流、电力流的有效结合，达到能源链参与各方在创新的商业模式中实现自身价值。

周孝信指出，能源互联网可以推动实现能源协同化、广泛化、虚拟化和信息化。协同化是指通过多能协同、协同调度，实现电、热、冷、气、油、煤、交通等多能源链协同优势互补，提升能源系统整体效率。广泛化体现在能源生产从“集中式”到“分布式”到“分散式”达到广泛存在，能源单元即插即用、对等互联，能源设备和用能终端可以双向通信和智能调控能源链所有参与方，实现资源共享与合作。虚拟化指借鉴互联网领域虚拟化技术，通过软件方式将能源系统基础设施抽象成虚拟资源，盘活如分散存在各储能存量资源，突破地域分布限制，有效整合各种形态和特性的能源基础设施，提升能源资源利用率。信息化是指通过计算能力赋予能量信息属性，使其变成像计算资源、带宽资源和存储资源等信息通信领域的资源一样进行灵活的管理与调控，实现能源的个性化定制化。

▲图为国家电网公司在河北打造的风光储输示范工程。该工程是目前世界上规模最大，集风电、光伏发电、储能及智能输电为一体的能源互联网示范工程。

来自网络

## ②形成能源发展潮流 国际竞争日益激烈

里夫金通过极富个性化的讲述方式让能源互联网名声鹊起，其关于能源互联网是第三次工业革命的核心之一的判断更是让这一概念深入人心。周孝信表示，如果追溯该概念的起源，则可以发现，英国《经济学人》杂志先于里夫金7年前就鲜明地提出建设“能源互联网”。在实践层面，欧盟、美国、日本等纷纷提出能源互联网的构建计划和项目。

据周孝信介绍，欧盟于2011年启动了未来智能能源互联网项目，核心在于构建未来能源互联网的信息通信技术平台，支撑配电系统的智能化；通过分析智能能源场景，识别信息通信技术需求，开发参考架构并准备在欧洲范围内进行试验，最终形成欧洲智能能源基础设施的未来能源互联网信息通信技术平台。

2008年，美国启动“未来可再生电能传输与管理系统”项目，其核心在于将电子技术和信息技术引入电力系统，效仿通讯网络中路由器的概念，提出能源路由器的概念并实施初步开发，以希望在未来的配电网层面构建能源互联网，实现分布对等的系统控制与交互。

日本在2010年启动了“智能能源共同体”计划，开展能源和智能电网等领域的研究。1年后，“数字电网”计划开始推广，该计划是基于互联网的启发，构建一种基于各种电网设备的IP来实现信息和能量传递的新型能源网，通过提供异步连接、协调局域网内部以及不同局域网系统的数字电网路由器，并将其与现有电网及互联网相连，通过相当于互联网地址的“IP 地址”识别发电设备和用电设备在内的装置，由此进行统筹管理与能量调度。

周孝信认为，欧、美、日的能源互联网具体构建方式虽然有很大差异，但是都是将互联网技术运用到能源系统，把传统集中式的、单向的、生产者控制的能源系统，转变成大量分布式辅以较少集中式的新能源与更多消费者互动的能源系统，提高可再生能源的比重，实现多元能源的有效互联和高效利用。

▼提高包括风电在内的可再生能源比重，实现多元能源的有效互补和高效利用是能源互联网的重要使命之一。图为四川凉山地区的风电项目。

来自网络

## ③从概念向应用转变 建设分两个阶段进行

在中国，能源互联网理念的形成并不比欧美日等晚。据周孝信介绍，早在20世纪80年代，中国电机工程学家、清华大学前校长高景德就提出了“现代电力系统是计算机、通信、控制与电力系统以及电力电子技术的深度融合”。这一见解无疑是极富远见的，包含了今天能源互联网的核心和精髓。

2012年8月，国防科学技术大学主办了首届中国能源互联网发展战略论坛，这是里夫金掀起的“第三次工业革命”热潮在华的回响。论坛不仅就能源互联网进行了系统的研讨，而且明确提出目标是加强中国能源互联网建设顶层谋划，推动中国能源互联网创新发展。第二年9月，里夫金访华并发表专题演讲，催生了中国能源互联网热潮。

2015年的全国两会上，实施“互联网+”行动计划写入了政府工作报告，融合互联网和能源的能源互联网获得新发展机遇。两会后，国家能源局随即召开了能源互联网工作会议并开展“国家能源互联网行动计划战略研究”。2016年2月，国家发展和改革委、国家能源局和工信部联合发布了《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》。这是关于中国能源互联网的纲领性文件，提出了发展路线图，明确了推进发展的指导思想、基本原则、重点任务和组织实施等。2016年3月，“十三五”规划纲要明确提出“将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”。2016 年4月，国家发展和改革委、能源局正式发布《能源技术革命创新行动计划（2016－2030年）》，为未来中国能源互联网技术的发展制定了行动计划。

在实践操作层面，根据规划，2016年到2018年为能源互联网试点示范阶段。2016年12月和2017年6月，国家能源局分别公布了首批23个多能互补集成优化示范工程和首批55个能源互联网示范项目。前者包括“终端一体化供能系统”和“风光水火储多能互补系统”两种；后者既有“城市能源互联网”和“园区能源互联网”等宏观类的综合示范项目，又有“基于电动汽车的能源互联网”“基于行业融合的能源互联网”等微观类示范项目。目前，相关示范项目和示范工程都在紧锣密鼓推进中，其中张家口张北风光储输储多能互补集成优化示范工程已经实现世界上容量最大的虚拟同步机并网。

可以预期，到今年末，试点示范阶段收官之时，一批重大关键技术与核心装备将被攻克，能源互联网技术提升到新水平，为2019到2025年间能源互联网推广应用打下坚实基础。我们相信，再经过下一阶段的努力奋斗，中国能源互联网产业体系将初步建成，有望形成较为完备的技术及标准体系并推动实现国际化，为世界能源可持续发展作出新的更大贡献。