

能源互联网视角下我国电力投资企业投资机遇分析

李克强总理在 2015 年政府工作报告中指出，要“开发利用网络化、数字化、智能化等技术，着力在一些关键领域抢占先机、取得突破，制定‘互联网+’行动计划”。同时在政府工作总体部署中指出“推动能源生产和消费革命，大力发展风电、光伏发电、生物能，积极发展水电，安全发展核电，控制能源消费总量，加强工业、交通、建筑等重点领域节能”。“互联网+”行动计划+能源生产消费革命，使得“能源互联网”呼之欲出！

一、观背景——能源互联网站在风口

（一）内在动因

现阶段，中国能源国情是推动我国能源互联网建设的重要推动力量。

1. 化石能源储量不足，清洁能源较为丰富

全球能源资源分为化石能源和清洁能源两部分，化石能源主要是煤炭、石油、天然气等，清洁能源主要是水能、风能、太阳能、潮汐能等。目前，在全球化石能源中，煤炭、石油及天然气剩余的探明可采储量分别为 8915 亿吨、2382 亿吨和 186 亿立方米。中国的化石能源资源储量有限，可采年限短，且以煤炭为主，石油、天然气较为贫瘠，对外依存度高。

在清洁能源的全球储量方面，我国清洁能源储量具有相当优势。我国水能资源技术可开发量位列全球首位，风能资源技术可开发量位列全球第 8 位，太阳能资源技术可开发量位列全球第 3 位。虽然清洁能源储量丰富，但分配不均匀，存在能源中心与负荷中心地理位置错配的问题，而实现清洁能源的分布式接入、能源的大跨度传输、便捷性的能源消费、稳定安全的能源体系，最好的解决方案是能源互联网。

2. 环境污染问题助推能源互联网建设

在公众环保意识觉醒的当下，原有以化石燃烧为主的电力结构受到了越来越多的转型压力。能源结构调整，降低二氧化硫、二氧化碳等气体排放，治理雾霾等环境问题，成为执政层工作的重点。

能源互联网要求引入大量分布式清洁能源进入发电领域，有利于解决目前中

国普遍存在的能源危机和环境问题；能源互联网可以通过在生产侧实现清洁能源对化石能源的替代、在消费侧实现电能对其他能源的替代，在很大程度上缓解能源危机与环境问题。能源互联网在提出生产侧用清洁能源替代化石能源的同时，要求在消费侧也要实现以电动汽车为代表的电能消费对于汽油、煤炭、天然气等化石能源消费的替代，在提高能源利用效率的同时，解决环境污染问题。

（二）发展趋势

能源互联网整体发展主要分“三步走”，即信息互联、能源互联、信息能源一体化。

信息互联即在原有电网结构基础上，应用传感器、大数据分析以及云计算等技术，实现信息的多向流动。信息互联通过信息的采集、处理、传输，改变传统输配电依赖预测，无法切实匹配需求的状况，应用大数据分析及云计算技术实现电源端及用户端实时数据的分析及处理，达到按需配送以及需求侧管理的目的，从而提高能源利用效率。能源互联即能源由单向输出（发电端→用户端）转变为双向传输。能源互联结构主要由主干网（集中式大电网）、能源路由器及局域网（分布式微电网）所形成的能源广域网。其中，能源路由器通过电压转换、交直流转换及能源的双向传输实现网内电力调动，通过广域网解决新能源发电间歇式、随机式特点，切实实现发电、配电、用电、断电黑启动的互联互通、共分享。信息能源一体化即在能源互联基础上加入大数据分析及云计算技术。信息互联仅仅注重数据的分析处理，未涉及能源输配实质问题，而能源互联虽然实现了能源供需结构的改变，但却没有形成真正的“网”，二者均未深及能源互联网的本质，即信息能源一体化。只有在大数据及云计算技术的支撑下，能源双向传输才能更有针对性，形成供需的动态平衡。从宏观角度而言，信息能源一体化即大电网与分布式微电网之间的能源信息互联。从微观角度而言，企业、家庭能源生产、消耗设备通过物联网及互联网实现对接，移动设备 APP 实现能源供需控制的智能电网也属于信息能源一体化的范畴。

目前，在发展阶段上，我国刚刚起步，主攻方向为信息互联及电力交易市场建设。在发展模式上，国内能源互联网布局则采取衍生与突破结合，既基于原有大电网接入可再生能源，同时注重分布式微电网的建设。

（三）先决技术

未来能源互联网发展所需技术条件将主要有四点：端建设、市场自由化、数据分析技术、能源双向传输。端建设关注用户侧分布式微电网发展及储能技术突破；市场放关注电价市场化机制改革；信息处理分析关注云计算；能源传输则关注特高压及能源路由器。

1. 用户侧分布式微电网建设及储能技术突破

目前我国分布式微电网已进入快速建设阶段，但主要集中于输配侧。若想能源互联网真正实现跨越式发展，分布式微电网由输配侧向用户侧传导则是必经的途径，从而实现供需结构的彻底改变，使得用户端更加专业化，在消耗电能的同时可以生产电能成为供给方。国外用户侧微电网主要有商用和家用两类，但在我国，无疑商用分布式微电网是最先可能普及的，家用“光伏+储能”发电还遥遥无期，究其原因主要是我国家庭用电电价机制的问题。我国目前家庭用电电价低廉，并且无分时电价差异，远低于安装家用光伏+储能设备所需的成本，因此家用微电网目前来看在我国尚缺乏发展动力。

有了分布式微电网，随之发展的将必然是带有储能装置的逆变器。由于可再生能源发电间歇性、随机性，储能便成为必不可少的技术。目前，我国的储能产业发展主要在技术研发阶段，预计未来在新型电池（锂电池、钠硫电池、液流电池）及超级电容器等会有重大突破。

2. 自由电力交易市场

电力市场化改革是能源互联网发展必由之路。若想改变能源供需结构，将售电侧放开落到实处，需求方成为供需结合专业化消费者，则要求电力交易必须不能被几大电网垄断。只有有了自由的电价交易市场，实现消费者和发电端的对接，才可能真正的打通供需渠道。目前，我国电力市场化改革又向前迈出了一步，即组建相对独立的电力交易机构及电力现货市场试点。

3. 云计算——信息采集与处理

信息互联是能源互联网的关键环节，通过大数据分析及预测实现发电系统数字化维护、按需供给及需求侧管理。云计算的模式主要有三种：IaaS（基础设施即服务）、PaaS（平台即服务）以及 SaaS（软件即服务）。IaaS 提供完善的计算机基础设施服务，用户可以将计算机基础设施外包给服务公司，节省场地和维护成本。PaaS 提供应用程序开发平台服务，SaaS 则提供了完整的应用程序服务。

目前，我国在云计算布局较为成熟的企业主要为阿里云计算。从全球角度来看，大型云计算企业主要有 Windows Azure（微软），AWS(Amazon Web Services，亚马逊)，Google 云计算等。

4. 特高压+能源路由器

特高压是指直流±800 千伏以上的直流电及±1000 千伏以上的交流电，主要用途为实现电网远距离电力传输。特高压在跨区域电力传输中优势尽显。

另一能源传输的主要技术为能源路由器，目前其开发主要集中于发达国家美国、日本等。信息能源一体化下的能源路由器必须具备双重功能，一是电压转换，交直流转换从而实现电力的双向传输；二是信息的采集、储存、传输功能，与云平台相连接实现大数据分析决策。

（四）政策支持

有序放开的市场化是电改的大方向。2015 年 3 月 15 日，中共中央国务院颁布 9 号文件《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》，标志着中国第三轮电力系统改革取得积极进展。

通过解读 9 号文，能够发现现阶段我国电力体制改革的主要目标为：“三放开、一独立、三强化”。“三放开”是指有序放开输配以外的竞争性环节、有序向社会资本放开售配电业务、有序放开发用电计划；“一独立”是指交易机构相对独立；“三强化”是指强化政府监督、强化电力统筹规划、强化电力安全高效运行和可靠供应。电力改革 9 号文提出的七大重点任务：电价改革、电力交易体制改革、建立相对独立的电力交易机构、用电计划改革、稳步推进售电侧改革、建立分布式电源发展新机制、加强电力统筹规划和科学监督。

新电改的基本思路是“电力交易市场化”，鼓励清洁能源和新能源（分布式能源）的并网。电价改革将使电价定价方式从目前的：“定两端，放中间”转向“定中间，放两端”，两端是指上网电价和销售电价，中间是指输配电价。输配电环节则作为公共事业收取适当的过网费用。放开输配以外的竞争性环节电价、放开配售电业务、放开公益性和调节性以外的发用电计划，建立相对独立的电力交易机构。

可以发现，此次电力市场化改革试图打破行政控制发电侧及售电侧电价的传统电力供应模式，充分发掘电能的商品属性，为能源互联网实现能源双向流通、

市场化定价创造了良好的政策环境。

二、能源互联网——互联网与新能源技术相结合

（一）能源互联网简介

1. 能源互联网的内涵

能源互联网一词最初由智能电网引致而出。2002年，美国电科院最早提出“智能电网”的概念。随后，2008年，美国北卡罗来州立大学研究中心模仿信息互联网中的路由器技术，提出“能源路由器”的概念，并进行原型实验，利用通信技术实现路由器之间对等同步，初步实现在配电网层面中信息流与能源流（电能）的交互，建立局部的能源互联。2012年，“能源互联网”的概念在美国经济学家杰里米·里夫金在《第三次工业革命》中被提出。

能源互联网内涵即信息能源系统一体化，主要指在电力市场化交易的前提下，以分布式可再生能源并网、微电网建设、储能及能源路由器等设施的研发突破为基础，以大数据分析、云计算、配电网自动化等电子信息技术为依托，实现的能源及信息在输配侧与用户侧的双向流动。

能源互联网最重要的核心内涵是实现分布式可再生能源的大规模利用和共享。能源互联网能够借助电力、电子信息技术，实现各类型集中式电源、分布式电源、储能装置、用电单元的能源流、信息流的互联互通，实现上述设备的“即插即发、即插即储、即插即用”以及无差别对等互联。借助能源互联网，用户可以清晰地了解电源及储能的分布情况、用电侧能源需求情况，通过系统控制网络来实现电源供给和需求的匹配。此外，还可以将分布式电源、储能借助电源交易平台进行在线交易、转售等业务，发掘电力的商品属性。

能源互联网以可再生能源接入、分布式微电网建设、新能源汽车充电、互联网技术为四大要点。

2. 能源互联网的特征

能源互联网具备以下五大特征：可再生、分布式、互联性、开放性、智能化。第一，可再生。可再生能源是能源互联网的主要能量供应来源，可再生能源发电具有间歇性、波动性，其大规模接入会对电网的稳定性产生冲击，从而促使传统的能源网络转型为能源互联网。第二，分布式。由于可再生能源的分散特征，为

了最大效率的收集和使用可再生能源，需要建立以局域网或微网形式广泛存在的分布式发电系统与分布式储能系统。第三，互联性。大范围分布式的微型能源网络并不能保证全部自给自足，需要连起来进行能量交换才能平衡能量的供给与需求，能源互联网关注将分布式发电装置、储能装置和负载组成的微型能源网络互联起来，而传统电网更关注如何将这此要素接进来。第四，开放性。能源互联网应该是一个对等、扁平化和能量双向流动的能源共享网络，发电装置、储能装置和负载能够“即插即用”，只要符合操作标准，这种介入是自主的。第五，智能化。能源互联网中能源的产生、传输和使用都应该具备一定的智能，由智能终端系统统一管理。

3. 能源互联网的构架

第一，特高压构筑“主干网”。在特高压输电技术领域，国家电网公司已经获得了 705 项专利，建成了 3 条特高压交流线路和 6 条特高压直流线路，另有 4 项特高压交流电工程和 5 项特高压直流电工程尚在施工当中，中国特高压输电技术已经达到了世界先进水平。通过建设特高压网络则实现了能源在区域之间的协调配网。2015 年的国网工作会议提出了实现能源在全球范围内实现优化配网的美好愿景，特高压将是实现这一愿景的重要途径。

第二，分布式能源网络构成能源互联网的“局域网”。大量的分布式能源网络的出现是发展能源互联网的重要推动力量，这就决定了能源互联网必须支持大规模分布式电源和微网的接入。分布式或微网系统作为能源互联网的基本单元，这需要它们内部和之间能够实现能源的多向流动，形成星罗棋布的“局域网”。

第三，能源路由器是能源互联网的重要组成部分。在以大电网为“主干网”和微网为“局域网”的电网架构中，可能涉及到“能源路由器”这样的智能控制器。能源路由器的作用是实现分布式能源流管控，完成能源的双向按需传输和动态平衡使用。在未来建设的能源互联网中，能源路由器将成为最重要的智能控制单位。

4. 能源互联网的功能

在新的能源体系下，能源互联网将具备三种重要功能：

第一，能源的跨区域输送。目前，能源的跨区域输送方式有海运、铁路运输、管道运输、公路运输以及电网输送等多种方式。但在未来的能源互联网时代，电

网输送将成为主流。煤矿、核能、水能资源、风能资源、太阳能资源将转化为电能，通过电网传输，可再生能源成为能源消费的主要构成。石油、天然气等资源在能源应用领域内也将依赖电网传输的方式，传统的海运、铁路及公路运输成为能源互联网配置的一部分。

第二，资源的多层次优化配置。在国家层面上，基于特高压输电的能源互联网可以使得一些风能资源、太阳能资源、水能资源丰富的国家以电能的形式实现对外出口，能源输出形式不再局限于石油、天然气等形式。传统意义上基于石油、天然气资源分布形成的地缘政治格局、资源配置体系将发生很大的改变。在市场层面上，电能交易市场在经济活动中影响日益增加，能源互联网作为电力交易体系的基础，在全球范围内将每一位电力用户纳入体系之中。那时，中国的风电报价、法国的核电报价也会像现在北海布伦特原油报价一般成为资源价格风向标。

第三，产业促进。能源的消费形式影响着产业格局的变动。汽油的出现促进了内燃机的发展，由此带动了一大批相关产业的兴起。电能的广泛应用也将产生类似效果。随着能源互联网与物联网、互联网的深度融合，新能源设备、新材料应用、智能装备制造、信息技术等新兴产业亦将迎来发展机遇。

5. 能源互联网与传统能源网络的区别

将能源互联网与传统能源网络进行对比，可以发现，能源互联网在能源类别、生产模式、调控技术、定价交易方式上均有颠覆性变革。能源互联网改变了传统能源网络依赖化石能源集中发电、单向流通、电网调配、统一定价的模式，实现新能源切入、能源双向流动、信息技术合理调配、在线交易市场定价的全新运营方式，在促进新能源发展的同时提高能源的利用率水平。能源互联网与传统能源网络的主要区别见下表。

表 能源互联网与传统能源网络的主要区别

对比项	能源互联网	传统能源网络
主要能源类别	风能、太阳能、地热能、海洋能等清洁能源	石油、煤炭、天然气等化石能源
能源生产模式	能源双向流动，每个人既是能源的消费者也是生产者，实现分布式发电	能源单向流动，由发电站送往千家万户集中式发电
电网调控	与物联网、云计算、大数据等信息技术相结合	使用传统的工业调配技术为主

技术	合，电压更稳，能耗更低	
定价与购电方式	通过一个在线交易平台实现电力的 P2P 消费，价格由市场决定	国家定价，统一收费

（二）能源互联网发展现状

建立能源互联网是电力改革发展的方向，是能源体系的基础。未来可能绝大部分的能源生产、输送和使用将通过能源互联网进行。能源互联网将具备跨区域输送能源、分层次配置资源以及促进新能源相关行业发展的作用。从传统电网到能源互联网将经过 4 个阶段：小型电网、大型互联电网、坚强智能电网以及能源互联网。当前中国正处在建设坚强智能电网的阶段，未来的发展方向是能源互联网。

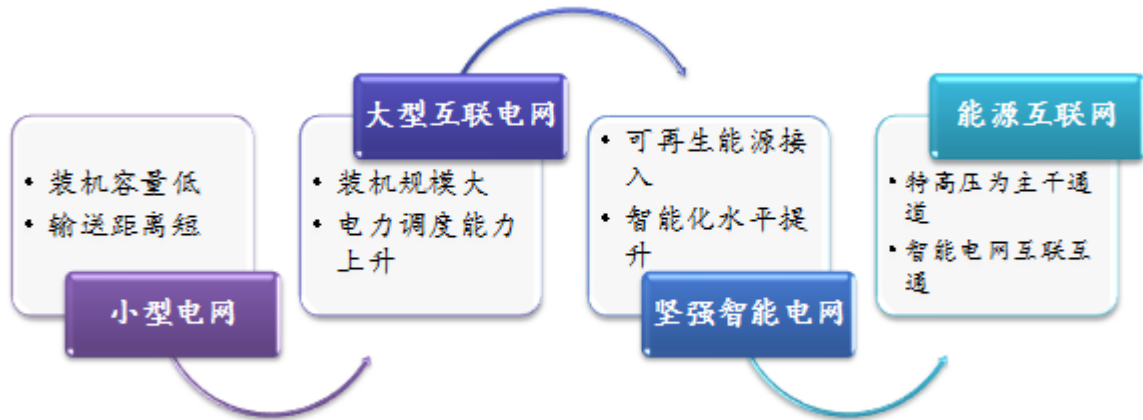
第一阶段是小型电网阶段，电力生产端中发电机组容量小、装机容量低，电力传输环节电压等级低、输送距离有限，电力调度端只能实现局部区域的电力资源配置。

第二阶段是大型互联电网阶段，发电机组容量和装机规模较大，部分电网电压等级到达超高压水平，夸大区、跨国家的电网开始出现，电力调度能力飞速上升。

第三阶段是坚强智能电网阶段，可再生能源广泛接入，部分电网电压等级达到 1000 千伏特以上交流输送和 800 千伏特以上直流输送水平，基于信息和人工智能技术的电网智能化水平全面提升，国际级、国家级电网和地方电网、区域微电网协调发展。

第四阶段是能源互联网阶段，特高压电网将成为能源输送的主干通道，清洁能源成为主导，跨洲、泛国家的智能电网互联互通，各层级的电网组成协作统一的有机整体，建立一个全球互联的输电网络，将全球连接成一个统一的能源网络，将北极的风力能源和赤道的太阳能输送到全球各地（一极一道）。

图 从传统电网到能源互联网的 4 个阶段



三、三类行业触网能源互联网

能源互联网内涵即信息能源系统一体化，主要指在电力市场化交易的前提下，以分布式可再生能源并网、微电网建设、储能及能源路由器等设施的研发突破为基础，以大数据分析、云计算、配电网自动化等电子信息技术为依托，实现的能源及信息在输配侧与用户侧的双向流动。因此从能源互联网的结构来看，产业链布局主要涉及三类行业——基础设施类（分布式电源、微电网、储能设备、特高压及能源路由器、新能源汽车充电桩建设）、电子信息类（大数据分析、云计算、配电网自动化）、能源服务类（电力交易平台、电力服务）。

（一）基础设施类行业

1. 分布式微电网

分布式微电网=可再生能源发电+微电网。分布式微电网是指光伏电站、风电站等区域内可再生能源小型电网的建设。分布式微电网既可以并网运行，作为大电网集中式供电的电力补充，也可以脱离主干网实现小范围内就近供电。水电、风电、光伏、储能等多种设备的接入以及能源的双向流动，使得微电网能够以较低的成本实现新能源发电的峰谷平抑与平稳供电。目前，我国上市公司在分布式新能源电站的布局较多，微电网建设还有待进一步发展。

以光伏发电为例，目前，国内企业、个人建设分布式光伏发电能够获得补贴，其中个人投资的补贴标准为 0.42 元/kWh。而在上海，除了国家层面的补贴外，安装个人屋顶光伏还可获得地方补贴 0.4 元/kWh，过剩电力还可以 0.47 元/kWh 卖给国家电网。补贴和节省电费的经济效益使得我国个人光伏发电迎来发展空间。

但由于家用光伏一般需要有大面积屋顶,所以在我国目前应用尚主要集中于拥有别墅的富人。

2. 特高压+能源路由器

特高压实现跨区域远距离电力输送;能源路由器实现区域内设备互联。特高压的主要功能为实现电网的跨区域电力输送,提高电网的输电能力和效率。能源路由器则借鉴网络路由器的概念,即指通过类似网络 IP 地址进行区域内发电站的识别,实现端与端的对接。

2015 年,国家电网计划开工“六交八直”特高压线路建设,包括一季度核准开工的“两交一直”,二季度核准开工的三条直流特高压线路,以及下半年计划开工的“四交四直”工程。目前中国最长的特高压交流工程榆横——潍坊线路已于 2015 年 5 月 12 日正式开工,国家电网表示未来特高压投资将达到 4500 亿元。

3. 储能设备

储能是能源互联网系统中重要组成部分,已被视为电网运行过程中“发-输-配-用-储”环节中的必要环节。储能设施能平抑可再生能源发电中的不稳定,缓解对电网的冲击,帮助电网实现峰谷平抑,断电黑启动,解决新能源发电间歇性及随机性难题,减少风电弃风,光电弃光现象。

在能源互联网结构中,储能的功能将从单纯的能源贮存上升为可再生能源输出保证、能源交易市场基石、电网状态即时调节器、孤网运行必要条件等多功能多角色综合者。只有当系统引入储能装置后,才有可能实现需求端管理、消除昼夜间峰谷差、平滑负荷等目标,既能有效利用电力设备、降低成本、促进可再生能源的利用,也可提高系统运行稳定性、调节频率补偿负荷波动的手段。

4. 新能源汽车充电桩建设

能源互联网最终目的是实现由集中式化石能源利用向分布式可再生能源利用的转变,而交通系统是化石能源用能大户,推进交通系统的电气化,大力发展新能源汽车,是能源互联网的内在要求。

现阶段,随着新能源汽车数量的增长,能源汽车将取代传统汽车成为能源互联网中的又一用电终端。广泛存在的充电桩分布式网络,通过即插即用的方式是保证新能源汽车的能源需求。

5. 智能电网

智能电网就是将信息技术、通信技术、计算机技术和原有的输、配电基础设施高度集成而形成的新型电网，它具有提高能源效率、减少对环境的影响、提高供电的安全性和可靠性、减少输电网的电能损耗等多个优点。

我国坚强智能电网的未来发展战略为：以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强电网为基础，利用先进的通信、信息和控制等技术，构建以信息化、自动化、数字化、互动化为特征的国际领先、自主创新、中国特色的坚强智能电网；通过电力流、信息流、业务流的高度一体化融合，实现多元化电源和不同特征电力用户的灵活接入和方便使用，极大提高电网的资源优化配置能力，大幅提升电网的服务能力，带动电力行业及其它产业的技术升级，满足我国经济社会全面、协调、可持续发展要求。

（二）电子信息类行业

大数据分析、云计算及云平台技术乃能源互联网实现信息互联之关键。能源互联网通过遍布其网内的传感器、监视器与控制器，将系统内数以亿计的能源制造端、能源传输端与能源消费端连接起来，形成海量信息数据，而大数据分析、云计算是目前最适合能源互联网信息处理的技术。云计算通过将整个网络信息储存于云端，进行集中管理，并对大数据进行深度分析和决策，向分散用户提供远程运算和存储服务。在解决了数据分析难题之后，还需要为能源互联网各方交流信息、进行服务提供场所。云平台以云计算的衍生品形式出现，其依托互联网技术打造虚拟市场平台，允许不同群体通过网络沟通并进行交易，满足能源互联网远程服务、情况复杂、即时性强等需求特点。

掌握用电信息数据，也就意味着掌握了一种消费习惯。无论是传统设备提供商还是新进入的 ICT 企业，未来的黑马存在于那些能够有能力掌握大数据端口或者建立平台的企业之中。

（三）能源服务类

1. 电力交易市场（售电平台）

电价市场化改革在“新电改”后再获实质推进，孕育独立电力交易平台。自 2015 年 3 月“新电改”方案提出电价市场化改革后，5 月颁布的《国家能源局 2015 年全年市场监管工作要点》再度将电力交易市场化改革推上风口浪尖。目

前来看，电改趋势主要为电网输配电与售电功能的分离，用户和发电企业直接对接，采取协商定价或竞价上网模式，电网企业仅负责输配电并向发电企业收取核定过网费。当电网售电功能剥离后，独立的售电平台企业则自然而然地产生。改前输配电及售电模式——电网买卖赚价差；电改后输配电及售电模式——输配电与售电分离。

图 电改前输配电及售电模式

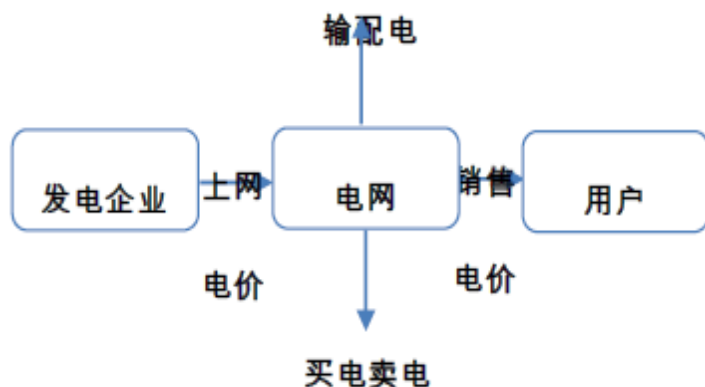
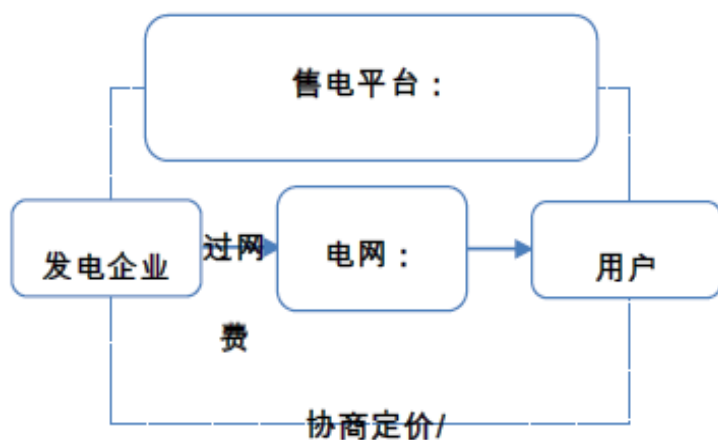


图 电改后输配电及售电模式



2. 电力服务

新电改下电力服务市场催生新机遇，需求侧管理加强电力服务调峰调频效果。电力服务主要指维持电力系统平稳安全运营下所派生出来的一系列辅助服务，例如电力设备的运营维护，电能质量（包括频率、电压、可靠性）管理，保障用电系统安全等。新电改明确强调了需求侧管理的重要性，未来电力服务企业很可能进军用电监测及需求侧管理平台的建设，更有效率地突出电力服务企业调峰、调频的作用。

四、短期内电力投资企业三大投资主线

能源互联网的建设涉及发电领域、输配电领域、电网调度领域、储能领域等多个子行业，在不同阶段上分别利好不同子行业，如发电领域的光伏及风电等分布式电源及储能，输配电领域的特高压及能源路由器，储能领域的锂电池板块，电力需求领域的智能电表、充电设施、售电服务等，以及其他相关配套设备和系统平台。随着能源互联网稳步发展，产业链参与方必将迎来难得的发展机遇。

图 能源互联网产业链结构



（一）投资理念与思路

投资理念与思路=核心技术+转型企业。

首先，掌握核心技术是塑造细分行业领先地位之关键。能源互联网在我国的布局处于起步阶段，新兴产业重研发，拥有核心技术的企业则无疑在业内竞争中具有了相对优势，走在了整个板块的尖端。很多企业对于能源互联网的布局主要为单一领域的专业化生产，此类企业只有具有自主核心知识产权，才能保持细分行业内的领先地位。第二，转型企业抢占先机。能源互联网企业以可再生能源的大量接入、分布式微电网建设、新能源汽车充电、互联网技术为四大要点，此四类均为新兴领域，传统企业谁能先转型，谁就能抢占先机，分享能源互联网这块大蛋糕。除此之外，售电服务是能源互联网一块最大增量，目前鲜少企业布局。想做售电运营，不仅要有能源（能源设施建设），还要有网（大数据分析处理能力），因此已经具有设施建设能力的能源企业转型布局能源服务之后，最有望现身售电平台领域，成为能源互联网最大赢家。

（二）核心技术深耕细作

从技术角度而言，部分核心技术（如能源路由器）虽属于能源互联网之关键，

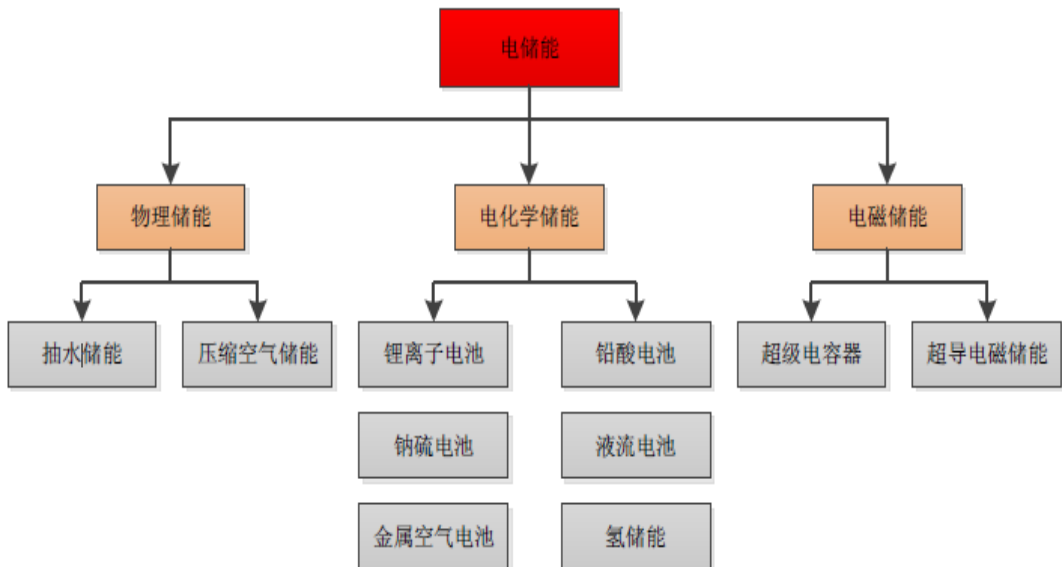
但我国尚处于研发起步阶段，短期内难以实现技术突破。相比于高精尖的能源路由器，储能及新能源汽车充电桩领域则在核心技术上已不存在明显限制。因此，出于技术门槛相对较高、市场空间大以及技术拐点初现等考虑，储能、新能源汽车充电桩这两大核心技术在目前能源互联网发展前景中最有望率先实现突破。

1. 储能

储能技术可以在电力系统中增加电能存储环节，其合理应用是保障可再生能源大规模发展和电网安全经济运行的关键。可再生能源的大量接入、分布式能源网络建设、需求侧管理都需要储能系统在特定时间点储存或释放电能以发挥调节功效，使得实时平衡的“刚性”电力系统变的更加“柔性”，特别是平抑大规模分布式可再生能源发电接入电网带来的波动性，提高电网运行的安全性、经济性、灵活性。因此，储能作为重要配套措施，其需求也会随之上涨。

电储能有很多种，在电储能技术中，电化学领域无疑是近几年的增长主体，保持着较高的增长速度。国际上发展迅猛的储能技术主要有钠硫电池、锂电池，排除抽水蓄能、压缩空气储能及储热，而我国则主要以锂离子电池为增长主力。锂离子电池主要以单体或少量单体组合方式应用于数码产品和笔记本电脑等领域。随着制造成本的持续下降，锂离子电池在新能源汽车和储能电站领域均具备极大的发展和应用空间。同时，装备锂离子电池的新能源汽车也可以成为微电网系统中储能装置。按照目前我国光伏和风能发电装机比例配置储能设备，预计2020年储能市场需求空间将达到千亿级，储能市场潜能巨大，成长动能十足。

图 电储能主要方式



目前，相关电储能核心技术已取得突破，关注具有锂电池核心自主知识产权及钠硫电池研发实力的公司。此外，铅炭电池的市场前景看好。铅炭电池依托铅酸电池产业链，升级后更是具备充电快、寿命长、性价比更高等优势，可应用于储能系统中，预计铅炭电池将随储能系统的需求上升有更为广泛的应用。

2. 新能源汽车充电桩

2015年10月，国务院办公厅颁布了《加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》；2015年10月，由发改委、能源局等多部门共同颁布了《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020）》。在国家层面的政策利好下，电动汽车充电桩产业有望保持快速的扩张。

根据《电动汽车充电基础设施发展指南》的总体发展目标，到2020年，新增集中式充换电站超过1.2万座，分散式充电桩超过480万个，以满足全国500万辆电动汽车充电需求。优先建设公交、出租及环卫与物流等公共服务领域充电基础设施，新增超过3850座公交车充换电站、2500座出租车充换电站、2450座环卫物流等专用车充电站。积极推进公务与私人乘用车用户结合居民区与单位停车位配建充电桩，新增超过430万个用户专用充电桩。合理布局社会停车场所公共充电基础设施，按照适度超前原则，新增超过2400座城市公共充电站与50万个分散式公共充电桩。结合骨干高速公路网，建设“四纵四横”的城际快充网络，新增超过800座城际快充站，以满足城际出行需要。可见，国内充电市场将形成一个新的千亿级市场。

新能源汽车充电桩投资回报位居产业链顶端，盈利模式清晰，在新能源汽车政策产销爆发下，将为打造以充电服务为核心的产业生态圈提供入口。此外，我们预计未来电动汽车充电设施补贴政策出台的可能性也会很大。

（1）估值逻辑转变

资本市场对充电桩相关设备制造商估值将逐步从制造业向运营商、服务商的估值逻辑转变，而未来商业模式与互联网、大数据等技术的结合势必进一步推进充电桩制造商价值的再评估。未来一段时间，将是充电桩设备企业加速由制造向运营服务转型布局的黄金时期，行业估值逻辑有望复制光伏行业由制造向电站运营转型的路径，建议积极布局。

（2）新能源汽车产业爆发

新能源汽车进入产业爆发期，带动充电桩基础设施建设。若问能源互联网入口在哪端，我们认为新能源汽车充电桩无疑最具潜力。2014 年以来，新能源汽车发展已进入政策蜜月期，产销量呈爆发性增长。据中国汽车工业协会数据统计，2015 年新能源汽车销量达到 331092 辆，同比 3.4 倍。根据中国汽车工业协会的预测，2016 年全年新能源汽车总销量预计将达到 70 万辆。电动汽车充电桩建设作为新能源汽车不可或缺的配套产业理应同样迎来快速发展机遇。但充电基础设施建设却滞后于电动汽车的发展。根据中国储能网的数据，目前我国充电桩与新能源汽车配比仅为 4: 1，远低于标配 1: 1，市场空间巨大。在新能源汽车产业爆发的背景下，充电桩有望随之爆发。

（3）投资回报率优越

在投资效益上，相比于分布式新能源电站、能源路由器、特高压等基础设施建设，充电桩投资成本低，盈利能力却遥遥领先，投资回报优越。因此，我们认为深耕新能源汽车充电基础设施建设领域的公司有望成为能源互联网市场第一批赢家之一。

随着电动汽车销量的猛增，充电设施配置不足成为行业发展的最大掣肘。电动汽车充电设施运营也是能源互联网各环节中与消费者最接近、最适合利用互联网思维的板块，因此最有希望率先脱颖而出。在“以车带充，以充带车，车充联动”成为新能源车大发展核心下，充电设施建设和运营是未来新的蓝海。

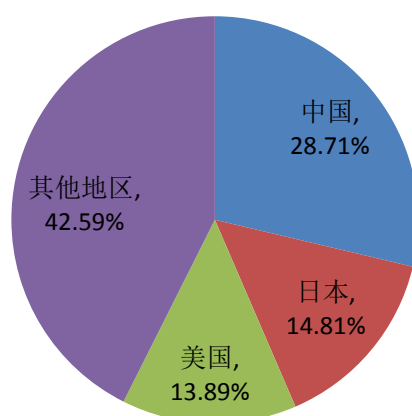
（三）分布式光伏产业链

在经济新常态的大背景下，以燃煤为主的火力发电体系将逐渐让位于以光伏和风电等清洁能源为主的分布式发电体系。大力推进技术研发，布局光伏、风电等新能源电站建设将成为新的蓝海，这其中不仅包括建设运营企业，还包括光伏组件和风机整机的制造。分布式光伏是现阶段重点发展的领域，将迎来加速发展时机。

自 2004 年德国出台光伏标杆电价政策（FIT）以来，全球光伏市场便逐步进入快速发展通道，此后随着行业成本的持续下降，以及西班牙、意大利等市场的相继爆发，迎来放量增长期。然而，需求的快速增长带动行业产能大幅扩张。同时，随着欧洲市场逐步进入发展成熟期，导致全球光伏产业在 2012 年进入低迷期，装机增速明显放缓，企业竞争加剧，盈利严重受损。不过，“祸兮福之所倚”，

2012 年的萧条带来光伏行业成本的大幅下降，组件价格由 2011 年初的 13 元/W 降至 4 元/W 左右。成本的快速下降催生更多国家的政策支持与行业关注度，光伏应用正式从欧洲市场走向全球。2013 年以来，在日本、中国、美国等新兴市场带动下，全球光伏触底复苏，装机规模持续增长，2015 年全球实现光伏新增装机约 54GW，同比增长约 25%。站在当前时点，我们认为，全球光伏已逐步从此前的“单一市场主导”逐步进入更为良性的“大国主导，多轮驱动”发展阶段：首先，如前所述，2012 年以前，全球光伏市场主要由欧洲市场主导，需求几次波动均源于欧洲市场的变化，如 2007-2009 年的西班牙、2009-2012 年的意大利、德国等。而随着欧洲市场政策逐步退出，中国、日本、美国等市场装机爆发增长，光伏市场中心逐步转移到中国、日本、美国三个大国市场。从全球装机占比来看，2015 年中国、日本、美国三国合计实现光伏装机 31GW，占全球比重约 57%。

图 全球光伏产业装机分布图



1. 光伏能源取之不尽

光伏行业从 2004 年开始以“最具潜力的朝阳产业”形象进入公众视野，然而在光伏产业初生的十多年内，却已经历数次大起大落。

每年到达地球表面的太阳辐射能约为 130 万亿吨标准煤，其中约 10 万亿吨可供人类开发利用，那么只需其中的 0.2%，便可供给目前全球一年的能源消耗。目前太阳系尚余约 50 亿年的寿命，对于人类存在的年代来说，可以认为是“取之不尽，用之不竭”的。与其他能源相比，太阳能为开发潜力最大但已开发比例最低的能源类型。光伏目前的开发地位与其巨大的储量地位相悖。

2. 光伏产业的发展驱动力

我们认为，光伏产业的发展动力可以归结为科学技术的进步，政策力量的推动与逐利资本的进入三个来源。

第一，光伏技术飞速发展，制造成本显著降低

光电转换效率从 0%到 25%的突破。自 1839 年人类首次发现光伏效应以来，各类半导体材料的使用、生长工艺的完善、制备技术的进步使得光伏电池的光电转换效率不断提升，经过 100 多年的发展达到了目前量产效率 17%-20%、实验室效率 25%以上的水平。在电池种类上，晶体硅电池、薄膜电池、染料敏化电池等百花齐放，各具优势，在技术工艺、转换效率上不断进步。可以说，科学技术的进步是光伏大发展的第一生产力。

制造成本从上百美元/w 到 1 美元/w 的下降。光伏电池能够大规模生产的另一重要因素就是制造成本的快速下降，一方面得益于制备工艺与技术的进步，从上游晶硅的制造到中游光伏电池的制备再到下游光伏系统的集成，各类科技创新使得制造效率与削减原材料成本方面都突飞猛进；另一方面得益于规模扩张致使的成本摊薄效应，全球光伏产业的大规模扩张使得成本呈指数级下降（根据历史数据，装机规模每增加 100%，电池组件成本下降 20.9%）。

第二，扶持政策的推动

各国政府出台的一系列扶持政策，是光伏产业成长的另一大催化剂。出于自身能源的匮乏、能源比例的失调、环保的诉求或是自身日照资源的禀赋，德国、意大利、西班牙、日本、中国、美国等都出台过一系列政策扶持本国光伏的发展。这些政策主要可分为两大类，法律类保障以及补贴、优惠类扶持。

第三，逐利资本的推动

上述优惠政策的支持，使得投资光伏与投资其他产业一样有了较好的项目回报率，各国开发商便在盈利的驱动下涌入光伏这个朝阳行业，驱动装机规模增大。然而，资本的大量涌入同样造成了行业竞争的加剧与产能的过剩以及可再生能源补贴短缺等问题，反过来使得行业发展受阻。在行业低潮中，具备创新能力与技术优势的低成本企业胜出，这使得其装机成本下降，在补贴下降的趋势中同样获得高收益率，进而推动光伏行业继续进步，最终实现发电侧上网平价的目标，这就是整个光伏产业的发展逻辑。

3. 我国光伏产业链分析

（1）光伏上游产业链分析

产业链最上游是太阳能晶硅制造，这个环节技术门槛高，具有一定垄断性。由于国内装机需求的旺盛，多晶依赖进口的局面依然存在。在进口地方面，韩国、德国和美国占据了 85% 的份额。其中韩国以 35% 居首，主要原因为我国对韩国主要公司征收的反倾销税率较低。在价格方面，进口多晶硅价格滑落至 16.66 美元/Kg 的水平，现货价格比国内低 5-15 元/Kg 左右，低价对国内多晶硅企业的冲击显而易见。因此国内厂商不得不降价以与进口多晶硅竞争固定的市场份额，导致多数国内企业挣扎在盈亏平衡点附近，且已直逼国内一线企业的生产成本，形式不容乐观。

目前国内领先的多晶硅生产企业，每千克成本大约在 14.76 美元左右，已达到国际领先水平。但技术劣势仍是大多国内企业的软肋，多晶硅市场持续受到美国、韩国和德国的低价多晶硅冲击，市场价格持续下滑。若想抢占进口多晶硅市场的份额，长期来看通过技术创新降低生产成本是唯一的方法。

（2）光伏中游产业链分析

光伏电池：将硅片加工为光伏电池是实现光电转换最为核心的步骤。此环节是资本和技术双密集型行业，要求企业及时跟进最新的电池制造技术以提升电池效率。我国的光伏电池产业起步较早，为传统优势行业，从 2005 年开始，尚德、中电光伏等一批优秀企业就已登上世界舞台。在光伏电池种类方面，晶硅电池牢牢占据 90% 左右的份额。

光伏组件：组件生产较电池片相比技术含量稍低，为劳动密集型行业。我国的劳动力成本相对低廉，因此组件环节是我国最有竞争力的环节，也是受贸易壁垒最为严重的环节。目前，全球近三分之二的光伏组件产自中国大陆，再加上我国台湾地区及东南亚地区的内资企业出货量，实际产自我国企业的组件量占近 80%。我国组件企业在全世界占绝对优势，只有夏普（日本）、First Solar（美国）等少数企业在成本上可与中国公司竞争。

（3）我国光伏下游产业链分析

光伏产业的下游主要为小型分布式电站和大型地面电站。产业链下游为资本密集型行业，装机量的不断增长依赖持续不断的资金投入。我国是近年全球光伏装机的绝对龙头，已连续三年新增装机排名第一。目前我国已累计装机 28.1GW，

未来将很可能超越德国，成为全球累计装机第一的国家。

近几年来，电站装机成本已显著下降，主要受益于占装机总成本近半的光伏组件价格的下跌。目前国内总装机成本已降至约 8 元/W，而目前的标杆电价是在装机成本为 10 元/W 的基础上定的，因此目前电站运营的收益率较高。根据我们的光伏收益财务模型，按照目前条件在 III 类资源区建设一个中型光伏电站，其自有资金内部收益率在 12.0% 左右，资金静态回收期约 7.5 年。而贷款比例的提升、造价成本的降低以及贷款利率的降低（考虑到目前所处的降息周期），都将提升项目的盈利性。综合来看，电站运营的回报已相当可观。

4. 投资机会梳理

第一，产业链上游：技术为王（创新技术降低成本）。多晶硅企业的盈利受多晶硅市场价格的波动影响较为敏感。自 2015 年 11 月以来，国内多晶硅市场价格跌势不止，从 161.5 元/Kg 降至今年 7 月底的 116.0 元/Kg，跌幅近 30%，已跌至非一线企业的盈亏平衡线以下，且目前库存仍充足。因此，在短期内预计反弹概率较低，上游企业盈利难言乐观。因此产业链上游的投资策略目前以防御为主。

第二，产业链中游：期待革命性突破。我国电池片、组件企业目前处于“薄利多销”的盈利情况，产能相对过剩。并且产业链中游是“双反”重灾区，出口承压较大。2012 年以来，由于内需的扩张以及日、美市场的崛起，一线组件企业回暖态势明显，毛利率由 2012 年的最低点回升至目前的 15%-25%。我们预计未来组件毛利率将维持在 10%-20% 区间，直到具有突破性的新电池技术出现。未来，可密切关注 PERC、HIT、IBC 以及钙钛矿电池的科研进展及产业应用情况。

第三，产业链下游：唯快不破。在光伏电站运营环节，目前处于“跑马圈地”的扩张阶段，对于运营商来说，尽快累积尽可能多的光伏装机是关键。

（四）售电服务公司

未来，售电服务公司将分享万亿饕餮盛宴（鲜有企业布局）——具有数据采集处理能力的售电服务企业将会走在电力服务转型梯队的最前端。用电侧的售电服务公司将会成为能源互联网发展普及的最大受益者，是能源互联网的最大增量，能源互联网能够为其带来前所未有的发展机遇。

用电侧的售电服务公司将会成为能源互联网发展普及的最大受益者。相关统计数据显示，2015 年中国社会用电总量为 55500 亿千瓦时，粗略按照平均 0.6 元

/千瓦时计算，2015 年中国售电市场规模为 3.33 万亿元。假设 2025 年售电服务公司市场渗透率达到 30%，届时售电服务公司市场空间达到万亿元级别，可见，售电服务业务无疑将会成为一场饕餮盛宴，为相关售电服务公司带来前所未有的发展机遇和利润来源。

售电服务公司需要具备以下三个必要条件：第一，售电资格，售电牌照是相关企业开展售电服务必备的政策条件；第二，用户消费数据和习惯，售电服务公司只有在掌握用户详细的用电数据之后，才能合理安排资源配置和调度、开展转售电服务；第三，用户规模，用户规模大小直接决定了售电服务公司的收入水平，较大的用户规模是售电服务公司快速发展的必要条件。

图 售电服务公司三大关键要素



案例分析：阿里云计算着眼售电市场蛋糕

售电侧的放开以及电力交易市场化改革为互联网企业分羹电力市场创造了大机遇，互联网巨头阿里巴巴布局光伏售电市场路线图已逐步清晰。

阿里巴巴对售电市场的布局起步于与中石油合作进行能源数据的采集处理，从而使得企业拥有了能源大数据分析的能力。第二步，阿里牵手阳光电源，着眼输配侧光伏电站管理运营及数据采集分析，推出输配侧云平台“iSolarCloud”

（预计未来收购光伏电站的同时，大数据分析业务有望向用电端延伸，实现发电端与用电端的对接，有效进行按需供应及需求侧管理）。第三步，旗下基金携手联合光伏布局收购光伏电站，瞄准售电市场的野心已显现。若光伏电站大量接入云平台后，阿里云计算便完成了售电平台雏形的建立。目前，阿里巴巴售电平

台布局仅差三步便可完成，一为大量光伏电站接入云平台，二为云平台能源数据采集分析由输配侧端延伸至用户端，三为等待电力交易市场化试点成熟。

阿里巴巴布局光伏售电市场路线图可总结为：能源数据分析→输配侧云平台→布局收购光伏电站→售电市场。

五、长期内电力投资企业两大投资主线

（一）研发能源路由器，抢占市场

能源路由器在能源互联网中的作用等同于路由器在互联网中的作用，实现端到端的连接。能源路由器将电网接入互联网，通过相当于 IP 地址实现大电网、微电网之间的对接，从而使得大电网与微电网、微电网之间的电力传输成为可能，彻底改变供需结构，实现电力的双向传输。“电力路由器+储能电池”可以说是双剑合璧，微电网可以通过储能装置储存过剩电力，通过电力路由器传输至大电网，实现需求到供给方的转换。若一端电网系统出现瘫痪时，整个电力系统可以从储能装置，或通过能源路由器从其他电网获得备用能源，实现从发电端、用电端、甚至备用能源的一体化及多元化，真正保证了电网系统的平滑供电和自由开放。能源路由器是能源互联网上的关键环节，由于其本身技术难度较大，短期内难以取得突破性的进展，但未来市场前景广阔。

（二）全球范围内开发优质风电、光电资源

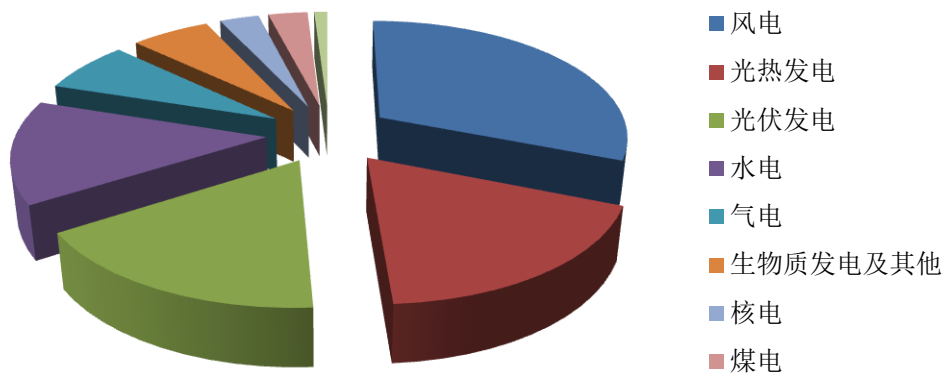
未来，全球能源互联网的骨干架构主要由“一极一道”大型可再生能源基地外送通道，以及洲际联网通道组成。因此，可抓住机会在全球范围内开发优质风电、光电等可再生能源资源。

1. 未来全球清洁能源开发格局

首先，清洁能源将成为未来主导能源。在清洁能源快速发展情景下，预计到 2050 年，全球清洁能源发电量将达到 66 万亿千瓦时，占总电量的 90%。其中太阳能和风电发电量将占总电量的 66%，水电占 14%，生物质发电及其他海洋能发电和核电比重占 10%左右。从各大洲清洁能源发展的情况来看，到 2050 年，亚洲清洁能源电量约占全球清洁能源总电量的 49%，非洲约占 16%，成为最重要的太阳能开发地区。预计到 2050 年，全球电力供应结构中风电占 31%，光热发电将占 18%，光伏发电占 17%，水电占 14%，气电占 7%，生物质发电及其他占 6%，

核电占 3%，煤电占 3%，海洋能发电占 1%，如下图。

图 2050 年全球电力供应结构预计



其次，分布式发电成为能源供应的重要组成部分。预计 2050 年，全球分布式发电量达到 11 万亿千瓦时，占总发电量的 15%。就各大洲分布式发电的发展来看，综合考虑各大洲的可再生能源资源、人口等因素，预计 2050 年，亚洲分布式发电量占全球的 41%，非洲拥有良好的太阳能、水能、生物质能等分布式能源发展条件，预计占比将达到 27%，居各大洲第二位。

2. 全球范围内开发清洁能源

我国电力投资企业可根据跨州特高压骨干网架的建设情况，在全球范围内选择开发优质风能、太阳能等清洁能源。

(1) 开发北极风电资源

北极地区风能资源丰富且分布广，技术可开发量约 1000 亿千瓦，约占全球陆上风能资源的 20%。环北冰洋的喀拉海、巴伦支海、白令海峡和格陵兰岛等是北极风能资源最丰富的地区。

北极风能资源虽然丰富，但目前开发利用的规模较小。除俄罗斯外，丹麦、瑞典、加拿大、美国等其他环北极国家大多已经实现风电的规模化开发，但已建风电项目基本位于北极圈以南的领土范围内，北极地区风能资源尚未开发，将是未来世界风电发展的重点地区。未来，北极风电集中开发，向南可以分别送电至东亚、北美洲、欧洲等用电负荷中心，形成“北电南送”格局。

(2) 开发赤道太阳能资源

全球太阳能资源主要集中在赤道地区的北非、东非、中东、澳大利亚等地区，太阳能开发潜力占全球总量的 30% 以上。此外，赤道附近地区还拥有大量优质的

风能和水能资源，如非洲刚果河、南美洲亚马孙河流域拥有丰富的水能资源。当前，全球太阳能发电主要集中在欧美国家，但近年来赤道地区相关国家和地区日益重视本国（地区）太阳能发电资源的开发利用。北非的摩洛哥、突尼斯、阿尔及利亚，以及中东的沙特阿拉伯、阿联酋等国家已经建设了一批光热电站，单体项目装机容量为 5 万~10 万千瓦；大洋洲的澳大利亚和欧洲的意大利、西班牙、葡萄牙，以及北美洲的美国以光伏发电为主，同时也建设了一批光热电站；南美洲的巴西、智利和秘鲁太阳能发电规模尚小。赤道太阳能资源与当地水能、风能资源联合大规模开发，在解决本地用能需求的基础上，向欧洲、亚洲、北美洲及南美洲南部地区提供更清洁的能源供应。

（3）开发海洋能资源

海洋能是指海洋中特有的依附于海水的可再生能源，主要包括潮汐能、波浪能、海流能、温差能、盐差能等。各种海洋能的能量密度一般较低。世界潮汐能的潮差最大值约为 17 米，中国最大值为 9.3 米；世界波浪能的最大单站平均波高为 2 米以上，中国沿岸最大单站平均波高为 1.6 米；世界海流能的流速最大值约为 2.5 米/秒，中国最大值为 1.5 米/秒；世界温差能的表、深层海水温差最大值约为 24℃，中国最大值与此接近；盐差能是海洋能中能量密度最大的一种，其渗透压一般为 24 个大气压，相当于 240 米水头，中国也接近此值。据统计，以上五种海洋能资源理论可开发量为 766 亿千瓦时，其中技术可开发量为 64 亿千瓦时。海洋能发电技术中相对成熟的是潮汐发电。