

# 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  
第一期 2017年1月

## 目 录

总论	1
“十三五”中国可再生能源新增投资将达 2.5 万亿元	1
可再生能源“十三五”：加快推进生产消费革命	2
可再生能源十三五提出储能技术示范应用等八项任务	2
朱明：高效发展可再生能源 推动能源绿色低碳转型	3
石定寰：新能源发展亟需推进技术创新并加强国际合作	6
天津市可再生能源发展“十三五”规划	8
谈可再生能源多边互认的制度价值	17
未来五年可再生能源将新增投资 2.5 万亿元	19
德国能源转型在阵痛中前行	21
能源互联网在 4 个方面对实现「可再生能源平价上网」发挥作用	22
美澳等国构建可再生能源发展构架	24
首批多能互补集成优化示范工程出炉	25
热能、动力工程	26
2016 年电力体制改革综述：电改红利梯级释放	26
国网三项新能源并网核心标准发布	28
京海公司联合相关部门打造供热体系评价中心	29
中科院电工所实现石墨烯粉体快速制备	29
电力“十三五”明确深化电改等 18 项重点任务	30
2016 “储能元年”回眸	30
林伯强：地方主导电改行不行	34
地热能	36
山东烟台市城区及周边地热资源调查报告出炉	36
我国地热探测与地热能利用方案初定	37
生物质能、环保工程	38
山东省生物质能专业委员会揭牌成立	38
长春应化所折纸生物燃料电池研究获进展	39
太阳能	40
“十三五”太阳能发电装机达 1.1 亿千瓦	40
国家能源局：截止 10 月末我国光伏装机规模 75GW	42
我国钙钛矿太阳能电池研发取得突破	42
有机太阳能电池研究 取得突破性进展	42
美国第三季度光伏装机量创纪录达到 4.1GW	43
汨罗第一个渔光互补光伏发电项目开工	44
能源局发布太阳能发展“十三五”规划	44
“十三五”时期太阳能产业对经济贡献将突破万亿元	44

集中式光伏产能过剩 校园分布式难成突破口 .....	46
“领跑者”计划该如何领跑行业? .....	47
天合光能再创单晶世界纪录 PERC 电池效率达到 22.61% .....	49
2022 年之前 印度光伏产业目标达到 100GW .....	49
江苏光伏电池转化效率再创世界纪录 .....	50
红炜：光伏互联网发展的两种思维 .....	50
“十三五”光伏产业发展应转向供给侧 .....	51
乐叶光伏 60 片 P 型 PERC 单晶组件功率再创 316.6W 新高 .....	53
光伏单晶与多晶争夺战一触即发 .....	54
江苏单体最大的水面光伏电站全面建成发电 .....	55
全球首段“太阳能公路”在法国投用 .....	55
协鑫新能源：“金融+互联网”破除分布式光伏风险点 .....	56
刘汉元：发展光伏产业 破解雾霾之困 .....	57
支持政策相继启动 光热发电业须突破三道坎 .....	58
2016 年光伏：领跑士气扬 .....	60
光伏行业“现象级”应用平台破壳而出 .....	62
实施光伏领跑者计划 促进先进光伏技术和产品的应用 .....	64
海洋能、水能 .....	64
中国单机容量最大抽水蓄能电站浙江投产 .....	64
江苏句容抽水蓄能电站开建 .....	65
浙江“仙境”电站终建成! .....	65
水利部副部长周学文：全面提升水安全保障能力 .....	66
风能 .....	71
湖北：五年内风电新增装机 360 万千瓦 .....	71
Van Oord 将建比利时最大海上风电场项目 .....	71
山东打造陆海双千万千瓦级风电基地 .....	71
我国单位容量最大海上风电场并网 .....	73
英国风电 6 年削减 3600 万吨温室气体排放 .....	73
秦海岩：落实政策是风电产业发展关键 .....	74
风电：提质增效稳规模 .....	75
核能 .....	78
中国发布世界首个商用高温气冷堆核电站技术方案 .....	78
张禄庆：自主创新是核电发展关键 .....	79
核电踏上新征程 .....	80
韩国第一台 APR-1400 机组开始商业运行 .....	82
WNN：韩国聚变反应堆打破等离子体运行的世界记录 .....	82
英国 AP1000 的 GDA 审查 何时了? .....	83

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

### “十三五”中国可再生能源新增投资将达 2.5 万亿元

根据国家发改委 12 月 16 日公布的《可再生能源发展“十三五”规划》(下称规划),从 2016 年开始的五年内,中国在可再生能源领域的新增投资将达到 2.5 万亿元。这一投资规模比起该领域上一份五年发展规划增长了近 39%,根据《可再生能源发展“十二五”规划》,“十二五”期间可再生能源投资需求估算总计约 1.8 万亿元。

规划中所指的可再生能源包括水能、风能、太阳能、生物质能、地热能和海洋能。根据规划,到 2020 年,全部可再生能源发电装机 6.8 亿千瓦,发电量

1.9 万亿千瓦时,占全部发电量的 27%。届时,风电项目电价可与当地燃煤发电同平台竞争,光伏项目电价可与电网销售电价相当。水电弃水问题基本解决,限电地区的风电、太阳能发电年度利用小时数全面达到全额保障性收购的要求。

规划同时提出,到 2020 年,全国可再生能源部门就业人数超过 1300 万,其中“十三五”时期新增就业人数超过 300 万。根据国际可再生能源机构(IRENA)今年 5 月发布的报告,2015 年,中国是全球可再生能源从业人数最多的国家,超过全球总量的 40%。

根据规划,到 2020 年,水电新增装机约 6000 万千瓦,新增投资约 5000 亿元,新增风电装机约 8000 万千瓦,新增投资约 7000 亿元,新增各类太阳能发电装机投资约 1 万亿元。再加上生物质发电投资、太阳能热水器、沼气、地热能利用等,整个“十三五”可再生能源新增投资总计约 2.5 万亿元。

国际可再生能源署数据显示,去年全球新增的发电装机总量 62%来自于可再生能源。其中,中国正在领跑全球,占去年全球可再生能源增量的 40%。在中国,每小时就有 2 台风力发电机安装到位。去年可再生能源领域获得的 3300 亿美元国际投资中,中国占三分之一。

规划披露的数据显示,到 2015 年底,全国水电装机为 3.2 亿千瓦,风电、光伏并网装机分别为 1.29 亿千瓦、4318 万千瓦,太阳能热利用面积超过 4.0 亿平方米,应用规模都位居全球首位。全部可再生能源发电量 1.38 万亿千瓦时,约占全社会用电量的 25%,其中非水可再生能源发电量占 5%。

但中国的可再生能源发展也面临着体制机制掣肘。比如,现有的电力运行机制不适应可再生能源规模化发展需要,造成可再生能源大规模并网难,弃水、弃风、弃光现象严重;可再生能源整体对政策扶持的依赖度较高;“重建设、轻利用”情况突出,可再生能源占一次能源消费的比重与先进国家相比仍较低等。

除了详述积极稳妥发展水电、全面协调推进风电开发、推动太阳能多元化利用、加快发展生物质能、加快地热能开发利用、推进海洋能发电技术示范应用、推动储能技术示范应用的具体路径之外,规划还提出,要发挥水电、光热等可再生能源调节能力,促进水电、风电、光伏、光热等可再生能源多能互补和联合外送。

此外,支持建设能源转型示范省(区)、能源转型示范城市、农村能源转型示范县(区)和高比例可再生能源应用示范区。到 2020 年,能源转型示范省(区)内可再生能源在能源消费中的占比超过 30%,能源转型示范城市能源消费中的可再生能源比重占城市用能消费的 50%以上。高比例可再生能源应用示范区可再生能源在能源消费中的占比超过 80%。

杨漾 澎湃新闻 2016-12-19

## 可再生能源“十三五”：加快推进生产消费革命

发展改革委近日发布《可再生能源发展“十三五”规划》(以下简称《规划》)显示,发展可再生能源是我国推进能源生产消费革命、推动能源转型的重要措施。

《规划》提出,把扩大可再生能源的利用规模、提高可再生能源在能源消费中的比重作为各地区能源发展的重要约束性指标。到2020年,全部可再生能源年利用量7.3亿吨标准煤。全部可再生能源发电装机6.8亿千瓦,发电量1.9万亿千瓦时,占全部发电量的27%。

具体来看,水电装机规模达到34000万千瓦,风电装机21000万千瓦,光伏发电达到10500万千瓦,太阳能热发电装机规模达到500万千瓦,生物质发电装机规模达到1500万千瓦。

一方面,这是实现2020、2030年非化石能源占一次能源消费比重分别达到15%、20%的能源发展战略目标的内在需要;另一方面,能源应用终端领域用能方式的转变是推动能源生产消费革命的重要步伐。

中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩说,这是兑现我国应对气候变化国际承诺的需要。为了应对全球气候变化和环境危机,推进能源低碳转型,走清洁化发展道路已经成为各国共识。中国作为负责任的大国,党和国家领导人高度重视我国在绿色发展进程中的国际国内义务。伴随着《巴黎协定》的生效,到2020、2030年实现非化石能源占一次能源消费比重分别达到15%、20%的目标将上升为我国各级政府必须完成的法定义务和约束性指标。

国家能源局新能源司副司长梁志鹏说,党的十八大提出了能源生产消费革命的战略思想,能源生产消费革命首先要在能源的终端领域实现用能方式的转变,终端能源用能领域同时也是能源生产消费革命的核心和主战场。

《规划》提出,充分发挥市场配置资源的决定性作用,鼓励以竞争性方式配置资源,加快成本降低。这显示,未来可再生能源发电将逐步走向“竞价上网”机制。

目前,风电、太阳能发电、生物质能发电等的发电成本相对于传统化石能源仍偏高,度电补贴强度较高,补贴资金缺口较大,仍需要通过促进技术进步和建立良好的市场竞争机制进一步降低发电成本。可再生能源整体对政策扶持的依赖度较高,受政策调整的影响较大,可再生能源产业的可持续发展受到限制。

以竞争性方式决定可再生能源的上网电价,能够通过市场方式促进补贴的下调,促进可再生能源发电尽快实现平价上网,降低产业对政策的依赖度。同时能够避免硬性下调补贴引起的市场波动,并加速落后产能的淘汰。

《规划》提出,落实可再生能源发电全额保障性收购制度,提升可再生能源电力消纳水平。

“十二五”期间,由于以传统能源为主的电力系统尚不能完全满足风电、光伏发电等波动性可再生能源的并网运行要求,各市场主体在可再生能源利用方面的责任和义务不明确等原因,导致可再生能源电力的全额保障性收购政策难以有效落实,弃水、弃风、弃光现象严重。落实可再生能源发电全额保障性收购制度,是推进能源生产消费革命的必然要求。

丁雅雯 雷文芝 新华社 2016-12-19

## 可再生能源十三五提出储能技术示范应用等八项任务

国家发改委近日发布《可再生能源发展“十三五”规划》,“十三五”期间,我国在可再生能源领域的新增投资将达到2.5万亿元,比“十二五”期间增长近39%。规划还提出,破解可再生能源发展的体制机制障碍,着力解决弃水弃风弃光等难题。

2020年发电装机6.8亿千瓦

可再生能源包括水能、风能、太阳能、生物质能、地热能和海洋能等。规划提出,到2020年,全部可再生能源发电装机6.8亿千瓦,发电量1.9万亿千瓦时,占全部发电量的27%。

根据规划,到2020年,水电新增装机约6000万千瓦,新增投资约5000亿元;新增风电装机约8000万千瓦,新增投资约7000亿元;新增各类太阳能发电装机投资约1万亿元。再加上生物质发电投资、太阳能热水器、沼气、地热能利用等,整个“十三五”期间,可再生能源新增投资总计约2.5万亿元,比“十二五”期间增长近39%。而“十二五”期间,可再生能源投资需求估算总计约1.8万亿元。

规划提出八项任务:积极推进大型水电基地建设,到2020年,基本建成长江上游、南盘江红水河、雅砻江、大渡河六大水电基地;有序建设“三北”大型风电基地,推进海上风电开发;全面推进分布式光伏和“光伏+”综合利用工程,推进大型光伏电站建设;加快发展生物质能、地热能,推动海洋能发电、储能技术示范应用等。

#### 推动解决“三弃”难题

规划披露的数据显示,到2015年年底,全国水电装机为3.2亿千瓦,风电、光伏并网装机分别为1.29亿千瓦、4318万千瓦,太阳能热利用面积超过4亿平方米,应用规模都居全球首位。全部可再生能源发电量1.38万亿千瓦时,约占全社会用电量的25%,其中非水可再生能源发电量占5%。

但可再生能源发展也面临着体制机制的明显制约。比如,现有的电力运行机制不适应可再生能源规模化发展需要,造成可再生能源大规模并网难,弃水、弃风、弃光现象严重;可再生能源整体对政策扶持的依赖度较高;“重建设、轻利用”情况突出,可再生能源占一次能源消费的比重与先进国家相比仍较低等。

为此,规划提出,到2020年,风电项目电价可与当地燃煤发电同平台竞争,光伏项目电价可与电网销售电价相当。水电弃水问题基本解决,限电地区的风电、太阳能发电年度利用小时数全面达到全额保障性收购的要求。同时,借助已建的特高压外送输电通道,加快新疆哈密、宁夏宁东等地区配套的可再生能源项目建设,确保2020年前可再生能源项目全部并网发电;协同推进水风光互补示范项目建设。

为实现上述目标,规划提出的保障措施包括:落实可再生能源全额保障性收购制度,积极探索多部制电价机制;建立煤电调频调峰补偿机制,建立辅助服务市场,实现与常规能源系统的深度融合;建立全国统一的可再生能源绿色证书交易机制,进一步完善新能源电力的补贴机制;同时与碳交易市场相对接,降低可再生能源电力的财政资金补贴强度,为最终取消财政资金补贴创造条件等。

中国证券报 2016-12-19

## 朱明: 高效发展可再生能源 推动能源绿色低碳转型

发展可再生能源是全球能源革命和绿色低碳发展的必然要求

能源革命的本质是主体能源的更替或其开发利用方式的根本性改变。当前,世界能源格局深刻变化,新一轮能源革命和转型发展正在蓬勃兴起,加快开发利用可再生能源已成为世界各国的普遍共识和一致行动。

发展可再生能源是全面落实《巴黎协定》的新要求。

11月4日,备受国际社会关注的《巴黎协定》正式生效。《巴黎协定》的签署与实施对全球能源系统变革具有重大历史意义,各国同意快速减排,并使全球碳排放尽快达到峰值。《巴黎协定》代表了人类应对全球气候变化挑战和推动能源转型发展一个新的里程碑。

发展可再生能源正是落实《巴黎协定》、实现能源绿色低碳转型的关键措施。在签署《巴黎协定》的国家中,90%以上都制定了可再生能源目标,国际社会前所未有的重视可再生能源,将推动可再生能源进入全面发展的新时代。近期,有国家新当选的领导人提出要退出《巴黎协定》,这改变不了全球应对气候变化挑战和推动能源革命的发展潮流和坚定决心,中国政府将会按照承诺坚定支持并积极落实《巴黎协定》各项要求。

发展可再生能源已成为全球能源发展的重要方向。

全球能源消费总量已从 1965 年的 54 亿吨标煤，增加到 2015 年的 188 亿吨标煤。如果人类继续敞开口子消耗化石能源，至少需要 3 个地球。过去 50 年，全球能源消费结构从黑色高碳向绿色低碳持续转变，清洁低碳能源占比持续上升。2015 年，全球可再生能源消费占比已上升到 10%，煤炭消费占比已降到 30% 以下。特别是 2015 年，全球可再生能源发电新增装机容量首次超过常规能源发电装机容量，表明了全球电力系统建设正在发生结构性的转变，可再生能源已成为能源生产和消费结构的重要组成部分。

发展可再生能源是世界各国推动能源转型的战略选择。

许多国家都将可再生能源作为新一代能源技术的战略制高点和经济发展的重要领域，先后投入大量资金支持可再生能源技术研发和产业发展，可再生能源已成为国际竞争的新领域，是许多国家新一代制造技术的代表性产业。特别是欧盟、美国、日本等发达国家均把发展可再生能源作为温室气体减排和推动能源转型的重要措施，提出了较为明确的战略目标。

发展可再生能源是实现我国庄严承诺的必然要求。

长期以来，化石能源大规模开采使用，造成了地面塌陷、地下水破坏等严重生态损害，导致了雾霾频发等环境问题。特别是全社会和广大人民群众都非常关注雾霾的治理，期盼有一个优良的生态环境。

我国政府已经向国际社会承诺非化石能源消费占比在 2020 年达到 15%、2030 年达到 20% 的目标。“十三五”时期是我国建设生态文明、推动能源革命的重要攻坚期，也是完成非化石能源消费目标的重要转折期。发展可再生能源，正是中国落实《巴黎协定》、实现非化石能源消费目标的必然要求，也是我国作为一个负责任大国的主动作为。

我国已成为全球可再生能源发展的领跑者

近年来，在《可再生能源法》和相关政策的推动下，我国可再生能源取得了显著成就，用十年的时间走完了发达国家几十年走过的道路，已全面进入规模化发展的新阶段。

一是可再生能源替代作用日趋明显。

到 2016 年 10 月底，全国水电、风电、光伏发电并网装机分别为 3.28 亿千瓦、1.4 亿千瓦、7500 万千瓦，装机规模均位居全球首位。“十二五”时期，建成了溪洛渡、向家坝等特大型水电项目和哈密千万千瓦级风电基地、龙羊峡水光互补基地等标志性新能源项目。2015 年我国可再生能源消费占比已达 10.8%，可再生能源发电量占比已达 25%，五年分别提高了 2.6 和 7 个百分点，可再生能源已进入大范围增量替代和区域性存量替代的发展阶段。2015 年，我国可再生能源增量占世界 40% 以上，继续领跑全球，“可再生能源第一大国”正在成为我国新的名片。

二是可再生能源装备水平快速增强。

“十二五”期间，我们坚持技术创新与工程建设相结合，攻克了世界领先的 300 米级特高拱坝，自主制造了单机 80 万千瓦的混流式水轮发电机，掌握了 500 米级水头、35 万千瓦级抽水蓄能成套设备制造技术。风电关键零部件已实现国产化，5~6 兆瓦大型风电设备已经投入运行，特别是低风速技术取得突破性进展，广泛应用于中东部和南方地区。光伏电池技术创新能力大幅提升，不断刷新电池技术转换效率的世界纪录，多晶硅产量已占全球总产量的 40%，光伏组件产量达到全球总产量的 70%。

三是可再生能源经济性显著提升。

近年来，中国已建立完整的风电和光伏发电产业体系，新能源发电成本进一步下降，市场竞争力显著提升。一类资源区风电价格已从每千瓦时 0.51 元下降到 0.47 元，在解决限电后局部地区已具备平价上网的条件。光伏技术进步使“十二五”时期组件价格下降了 60%。今年开始，我们推动实施的光伏领跑者行动计划，探索用市场配置资源并发现价格，有效促进了光伏发电上网电价的显著下降，最低电价已下降到每千瓦时 0.5 元左右。

四是可再生能源社会效益凸显。

“十二五”时期，各类可再生能源发电新增投资 2 万亿元，已超过火电的 1.12 万亿元投资，占

全部发电投资的 61%，成为带动地方经济增长的重要推动力。2015 年可再生能源年利用量相当于减排二氧化碳 12 亿吨，减排二氧化硫等污染物 1800 万吨，环境效益十分显著。可再生能源发展还有力带动相关产业发展，创造了大量的就业岗位，是实现脱贫攻坚的重要措施，到 2015 年可再生能源行业从业人数超过 350 万人。

我国可再生能源在展现出良好发展前景的同时，还面临着一些挑战，制约着可再生能源产业的健康发展：

一是可再生能源消纳责任不明晰，省间壁垒严重。

二是弃风弃光弃水问题突出。前十个月全国弃风弃光弃水电量 980 亿千瓦时，这严重影响了可再生能源企业的效益和积极性。

三是可再生能源补贴资金缺口较大。到 2016 年 6 月底，缺口已达 550 亿元。解决上述问题，还需要各级政府、电网企业、发电企业乃至全社会的共同努力。

坚定发展方向，推动可再生能源替代发展

虽然我国能源转型的矛盾日益突出，但是我们推动能源革命和绿色低碳发展的方向是明确的、是坚定的。2014 年 6 月 13 日，习近平总书记在中央财经领导小组第六次会议上提出了能源发展“四个革命和一个合作”的战略思想，并指出要顺应时代能源发展大势，着力发展风能、太阳能、核电、天然气，尽可能提高新能源、可再生能源比重。水电要解决好生态环境、稳妥安置移民。风能、太阳能要抓好应用，发挥规模效应。

今年 11 月 17 日，李克强总理在国家能源委员会会议上明确指出，能源生产既要优存量，推动煤炭清洁高效利用，也要拓增量，加快提升可再生能源比重，大力发展分布式能源，集中力量在可再生能源开发利用上取得突破，提升电网系统调节能力，增加新能源消纳能力。

习近平总书记和李克强总理的重要讲话精神为我们做好能源行业管理提供了基本遵循，是今后发展可再生能源产业的行动指南。“十三五”期间，我们将以习近平总书记和李克强总理重要讲话精神为指导，以能源供给侧结构性改革为主线，转变可再生能源发展理念，更加注重高效利用和结构优化，更加依靠科技进步和体制机制创新，努力推动建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系。鉴于此，我们将致力于以下几个方面工作：

一是加快提高可再生能源消费比重。“十三五”时期，我们将建立以可再生能源开发利用比重目标为导向的管理体系，按照国家 2020 年非化石能源消费 15% 的目标要求，科学确定各地区可再生能源消费比重指标和考核体系，分年度分解落实，并强化对地方的监督考核。目前，可再生能源发展“十三五”规划正在履行报批手续，印发在即，规划提出到 2020 年，常规水电、风电和太阳能发电装机要分别达到 3.4 亿千瓦、2.1 亿千瓦和 1.1 亿千瓦以上，风电和太阳能发电装机要分别力争达到 2.5 亿千瓦和 1.5 亿千瓦，可再生能源消费占比要达到 12% 以上，可再生能源发电量占比要达到 30% 以上。

二是加快补齐可再生能源领域短板。

补短板是能源供给侧结构性改革的重要内容，也是系统优化、提高运行效率的重要保障。一要加快建设抽水蓄能电站，我国灵活调峰电源比重不足 7%，要抓紧在“三北”具备建设条件地区建设一批电站，进一步增强系统的适应性和灵活性，并鼓励多元化投资。“十三五”时期将累计投产 4000 万千瓦、新开工 6000 万千瓦的抽水蓄能项目。二要大力发展分布式能源，积极鼓励企业、社区和家庭根据自身条件建设各类分布式能源，支持采煤沉陷区以及农业、渔业综合利用等建设光伏发电，深化“光伏+”应用工程。到 2020 年，分布式光伏发电装机容量要达到 6000 万千瓦以上。

三是加快推进可再生能源技术进步。

能源革命最终的目的是可再生能源完全替代化石能源，实现这一目的主要靠经济性和竞争力，而不能始终依靠政策的支持，成为温室的花朵。当前可再生能源发电成本下降的趋势非常明显，根据国际可再生能源署预测，太阳能光伏的全球平均度电成本 2025 年将比 2015 年下降接近 60%，陆上风电供电成本将下降 26%。目前，中国新能源装备技术水平已经为降低全球可再生能源开发利用

成本作出了积极贡献。我相信，在各位科技工作者、企业家和政府部门的共同努力下，中国可再生能源发电成本降低速度肯定会大大加快，实现平价上网的进程会进一步缩短。

四是加快创新可再生能源发展体制机制。

新时代的到来对传统能源体系提出了新的变革要求，必须克服在能源转型关键期逐步暴露出来的矛盾和挑战。在分配资源方面，我们将继续推动用市场配置可再生能源资源，光伏领跑者基地已在能源领域率先破冰，做了很好的探索，下一步将继续完善相关政策并拓展到风电等其他领域。在运行方面，将建立可再生能源发电全额保障性收购制度，构建新型电力运行管理体系，并完善辅助服务补偿政策，实现可再生能源与常规能源的深度融合。在补贴方面，推动实施可再生能源绿色证书交易机制，有序实现“价补分离”，将固定电价转变为固定补贴和绿色证书相结合的管理体系，逐步推动新能源参与市场竞争，用市场机制促进可再生能源产业健康发展。

朱明 中国电力报 2016-12-19

## 石定寰：新能源发展亟需推进技术创新并加强国际合作

2016年12月15日，在人民大会堂召开的中国制造高峰论坛会上，原国务院参事石定寰进行了题为“生态建设必须依靠新能源”的演讲。以下为演讲内容：

今天，大家共同研究当前的新能源、新动能、新价值重要话题。很感谢珠海银隆新能源有限公司魏银仓董事长邀请我来，亲眼看着他把银隆的小企业发展到今天储能材料、动力电池等全产业链的大产业。

我本人长期在中国科技部工作，从80年代到现在三十多年了，而且长期围绕能源领域，当然还有其他的交通、工业等等的工作，以后做了科技部的秘书长。现在应该说我们正在推动的很多清洁能源，包括电动汽车的技术都是早在国家80年代就开始做了部署，经过长期坚持不懈的努力，才有我们今天的局面。我要说的就是创新不能浮躁，我们科技创新确实是驱动力，但这个驱动力是要有投入、时间、代价的，需要经过艰苦工作的，没有几十年的积累和磨炼就没有我们今天。今天在座的所有成就的企业家，我想大家都有这个理念。也就是说我们现在很多人，我们的群众也好，我们的领导人也好，似乎觉得我们把钱投入了，明天就能拿动能。但是没有长期的积累是不能做出来的。所以我想就新能源的问题讲几点看法：

我们生态文明建设已经明确了，是作为我们全面建设小康社会的一个重大任务，而要实现这个生态文明建设，绿色发展是我们的核心内容。在十三五把绿色发展、创新、绿色等等作为“十三五”新的重要理念。把绿色发展作为我们未来在新常态发展中的主旋律，我想这是非常正确的。什么叫绿色发展？强调的就是绿色、低碳、循环，而实现绿色发展，影响我们当前绿色发展核心问题是能源问题，包括交通问题，这都是主要的制约因素。而能源问题是什么问题？我们国家发展到全球第一位的生产和销售大国，但是我们能源70%都是靠化学能源，尤其是煤炭，而煤炭是造成所有污染物的一个主要来源。包括我们大家看得到的雾霾，但是看不到的温室气体是看不到，但是温室气体是更影响我们全人类的发展。

所以在改变人类命运的过程当中，全球的温室气体排放是我们共同面临的。正因为如此，经过几十年的气候谈判在去年达成了协议，我们确定在本世纪温室气体温度不超过2度，要实现这个代价是艰巨的任务。而实现这个重要的任务重要的是要改变我们的能源结构。如果我们仅仅一般做的清洁化工作，是不可能解决这个矛盾。所以调整能源结构，大力发展新能源，特别是发展可再生能源为主体的新能源，像太阳能、风能、生物能、水能、低热能等等，这是在中国再生能源法中确定的几个方向，这个方向是我们未来的发展方向。只有把这些作为替代能源，我们才有可能真正解决社会面临的发展问题。所以新能源问题对解决生态文明确实是必要的。

如何加快发展提几点看法？

第一要转变观念。30年以前，我们没有认识新能源，我们开始做的时候放了很多钱，还没见一



个响。当时作为新能源仅仅是做一些摆设，我们整个能源系统没有新能源、没有再生能源。通过三十年的努力，中国已经打造成全球再生能源的生产国和消费国。我们的装机容量都是最大的，我们的风电就是靠我们一个一个的小风车组成的风力发电，已经构成我们中国第三大电源。我们太阳能发电的装机也已经超过德国，变成世界第一。但是离我们实现减排的目标还差得很远。但是给我们树立一个信心，也就是这样的转变我们今天看到了，而且未来要实现。今天我们这儿做到了，当时包括德国、北欧一些国家，他们大幅度把他们的能源系统更多寄托在太阳能和风能上。而这也变成全球应对气候变化的一个共同的行动。所以从长远来看，这是一定要实现的目标，我们中国已经作出了庄严承诺，本世纪 2020 年要达到 15%，到 2030 年要达到 20% 以上。我们预计到 2050 年按照碳减排的要求，中国的再生能源要超过煤炭，我们才可能把碳减排控制在我们国家应该承受的范围之内。所以这个任务相当艰巨，这个目标要实现。现在从全球来看，新增加的能源的装机容量已经超过了传统的化石能源容量，也就是全球已经进入用再生能源代替化石能源的新时代，这个时代是不可逆转的，这是第一点。

第二要实现的目标必须靠创新，没有创新解决不了关键技术问题，不可能把效率提高，不可能把造价降低，不可能把成本降低，也不可能解决再生能源的问题。我们的新能源，太阳能要靠太阳，太阳没有的时候怎么办？风能，如果没有风怎么办？它不稳定。怎么实现它的稳定性？这里就要求各种技术创新的要素，包括更好地提高我们的转化效率，我们的太阳能光伏电池板八十年代初期，当时我们开始做的时候，那时候大概只有 10% 左右，到现在我们已经有 11%、12%，最近听到消息我们营造了 22%。所以先进的企业在技术发展阶段上已经不断攀升新的高峰，只有效率不断提高，才能使我们大幅度降低造价。而现在太阳能电池板价格也在不断降低，我们现在报的价格已经很少了，最近报 4 毛多钱，而在九年以前，在 2007 年当时国家发改委为全国的四个示范电站一度电是四块钱人民币，现在降到一块钱以下，最高到五六毛。我们预期到 2020 年以前，我们完全有可能实现均价。所以成本的降低，效率提高非常重要。

另外要不断开辟新的应用领域，我们现在大量的太阳能电站都建在西部地区，但是那里离我们用电的地区太远。我们更应该发展分布式，要把其他各种设施占用的土地增加一个利用的价值，更好地利用太阳能。也就是我们的房顶，我们的建筑物，包括跟农业相关的水业，甚至我们的道路、公路，我们公路能不能跟太阳能的建设结合起来？也就是说在东部沿海地区，在中部地区要更多发掘这样的条件。现在我们在这方面也有很多新的技术创新，比如最近有一种新的柔性系统，它是在离地面四五米深的地方把电池连接起来，提高稳定性，可以几十米的跨度，这样就不影响下面的生产。所以现在各种技术成功地应用到很多方面。所以各种应用模式的创新将广泛地开阔空间。

另外我们在太阳能这方面，我们不仅有光电的利用，热利用，刚才听董总讲了，格力开发的能量也在大力地销售到海外。我们通过技术创新，我们的生物质能还将大幅度利用。另外我们的交通，我们现在的交通仅仅利用电动汽车，目前的电动汽车并不是新能源汽车，因为用电还是火电。我们电力汽车如果大部分变成再生能源的时候，才真正地叫新能源汽车。所以在新能源电动汽车领域我们还有更多的能源。还有未来新能源汽车，用多余的太阳能、风能等等，把氢更好地制造出来，储存出来，这是未来发展的方向。所以将来的新能源汽车绝不仅仅限于目前的电动汽车，电动汽车目前仅仅是一种应用方式，而新能源汽车的应用上除了现在建充电桩以外，现在国家也开发了自己创新的技术，就是我们用快速更换电池的办法，这对于城市的出租车和公交车辆，把电池换了。最早在世博会都做了示范，现在北汽正在加快结合，一辆出租车两分钟换电，这样就大幅度提高了汽车的利用率。

所以这些创新的模式不仅在中国能用，包括德国这么先进的国家也看好中国的技术，这是我们中国的技术，已经在德国开始落户了。刘延东副总理在德国访问中专门参观了合作。所以我想未来的创新是解决环境的重要因素，当然这里还有储能。我们储能要加上以后如虎添翼，现在储能中国的发展应该说是走在世界的前列。我们多种储能，电池的储能，化学电源的储能，我们的空气压缩储能等等多种储能方式，展现了未来储能非常重要的前景。而且储能的成本最近两年也在大幅

度下降，我想这些方面储能的利用会进一步加快我们新能源的发展。

第三点企业家精神，我们要实现创新，要靠更多的企业家。现在在新能源领域创新，固然有很多是从大学成果出来的，但是我们目前创新很多成果都是企业创出来的，并不是完全依靠大学和科学院所，而更多是依靠企业这种创新主体，特别是很多民营企业，包括银隆在这方面做了大量的工作。我们的董总，格力做了很多工作，我们很多民企在这方面做了很多的贡献。所以企业已经成为我们创新的主体，特别是要重视做最具活力的民营企业的创新力量，把这个力量动员起来，我们企业家如果在这方面能够做得更好。同时你不仅要企业，要制造企业，还要率先应用。所以银隆的魏总建议，在邯郸两千亩地的工业园上空，如果更快用上新能源，就会引领起来。在格力的产区，包括万达若干城市的地区，怎么把新能源用起来，这是我们未来发展的方向。最近听说苹果公司作为一个重要的品牌，他们认真研究它的碳，它现在在整个生产销售等等过程中排放多少碳，我怎么消化这个碳做了详细的规划。它不仅自己做，而且在所有的供应链要实现这个目标。如果我们的企业都能做到这一点，不仅我们自己在做，也把供应链带动起来，我想这是很大的力量。这样对完成全球的承诺有好处。

最后一个是重要的基础，我们总书记不是自己在讲，是广大的地方政府一起做出来的。不仅在创新上作主体，在实现绿色发展当中也要作为主体。另外是跨界融合，现在讲新能源、新动能，我们的交通跟能源怎么结合起来？现在在德国他们的城市已经开始研究怎么把能源系统分布式的再生能源系统，跟电动汽车的系统更好地揉合起来成为一个体系。加上智能电网，加上大数据等等，把这些技术用上以后能够形成一个主体，我想这是未来城市发展的方向。

最后一点我们还是要用国际的视野，要加强国际的交流和国际合作。我们中国的企业要和世界的绿色要素结合起来，更好地互动，实现我们的任务。

太阳能光伏网 2016-12-19

## 天津市可再生能源发展“十三五”规划

### 前言

“十三五”时期是深入落实京津冀协同发展战略、全面建设美丽天津的关键阶段，大力发展新能源和可再生能源是助力能源生产和消费革命、推动能源供给侧改革、促进能源清洁高效智能化发展的重要举措。

目前，天津市能源消费仍以煤炭等化石能源为主，可再生能源消费比重低，能源资源约束日益加剧，环境承载压力较大，亟需转变能源发展方式，大力发展清洁能源。“十三五”期间，可再生能源发展面临新的机遇与挑战，必须坚持“因地制宜，绿色发展”的思路，加快扩大可再生能源开发利用规模，逐步提高可再生能源消费比重，进一步优化能源结构；完善可再生能源配套电网建设，发展多能互补的一体化集成供能系统，促进可再生能源与智能电网融合发展，提高可再生能源消纳能力；加强可再生能源产学研相结合，提高设备制造能力，形成完善的产业体系，推动可再生能源产业成为新的经济增长点；推进“外电入津”战略的实施，增强与能源富集省市的区域合作，着力提高外购可再生能源电量比重。

### 一、发展现状和基础

天津市属于光照资源较丰富带，风资源具有较好的开发潜力，地热资源丰富，生物质资源多样化，总体来讲，可再生资源具备一定的技术可开发量，具有较好的开发基础。但区域面积有限，太阳能、风能均属于低密度能源，利用水平不高，地热能、生物质能开发受局部资源条件制约，各类可再生能源的实际可开发量与技术可开发量存在较大差距，大体量、规模化应用难度大。

“十二五”以来，天津市可再生能源较快发展，在发电、供暖、绿色建筑应用等领域利用比重不断增加，全市可再生能源比重由2010年的1.0%增长至2015年的3.0%；可再生能源电力装机规模不断扩大，由2010年的7.5万千瓦增长至2015年的54.2万千瓦，其中风电32.3万千瓦，太阳能

光伏发电 12.5 万千瓦，生物质发电 8.9 万千瓦，水电 0.5 万千瓦；以风电装备和光伏组件制造为主的可再生能源产业水平不断提升，形成了较为完整的产业链。

#### （一）太阳能开发利用情况

##### 1. 太阳能热利用

城市太阳能热利用建筑面积超过 1000 万平方米；农村地区累计推广太阳能热水器 35.8 万台，集热器面积约 35.64 万平方米。

##### 2. 太阳能光伏发电

太阳能光伏发电装机规模逐年提高，重点依托建筑屋顶建设了一批分布式光伏发电项目，包括天津西站光伏项目（装机 0.188 万千瓦）、中新生态城中央大道光伏项目（装机 0.566 万千瓦）、南玻工程玻璃有限公司光伏项目（装机 1.2 万千瓦）、英利产业园光伏项目（装机 0.4 万千瓦）、天津汽车模具股份有限公司光伏项目（装机 0.5 万千瓦）、长城汽车光伏项目（装机 2 万千瓦）、信义新能源有限公司分布式光伏项目（装机 1.5 万千瓦）等，武清开发区被列入全国首批 18 个分布式光伏发电示范区，已建成并网 3 万千瓦。大力发展屋顶分布式光伏的同时，因地制宜建设农业设施光伏和地面电站。全市累计建成投产光伏发电总装机规模 12.5 万千瓦，2015 年发电量 6289 万千瓦时。

#### （二）风能开发利用情况

全市累计建成投产风力发电项目 9 个，总装机规模 32.3 万千瓦。分别为汉沽大神堂风电场工程（一期装机 2.6 万千瓦，完善工程装机 1.2 万千瓦）、大港沙井子风电场工程（一期装机 4.95 万千瓦，二期装机 4.95 万千瓦，三期装机 4.95 万千瓦）、蓟运河口风电工程（装机 0.45 万千瓦）、大港马棚口风电场工程（一期装机 4.95 万千瓦，二期装机 4.95 万千瓦，三期装机 3.3 万千瓦），2015 年全年发电量 62965 万千瓦时。<sup>3</sup>

#### （三）生物质能开发利用情况

##### 1. 垃圾发电

全市累计建成垃圾发电厂 6 座，总装机规模 10.9 万千瓦。分别为双港垃圾焚烧发电厂（装机 2.4 万千瓦，处理能力 1200 吨/日）、青光垃圾综合处理厂（装机 1.8 万千瓦，处理能力 900 吨/日）、滨海新区垃圾焚烧发电厂（装机 3 万千瓦，处理能力 1500 吨/日）、大港垃圾焚烧发电厂（装机 1.5 万千瓦，处理能力 1000 吨/日）、双口垃圾填埋气发电厂（装机 0.206 万千瓦）、贯庄垃圾焚烧发电厂（装机 2 万千瓦，处理能力 1000 吨/日），除贯庄垃圾电厂外，其余 5 座已投运，2015 年全年发电量 36418 万千瓦时。

2. 农村沼气利用农村沼气建设发展迅速，每年有近百万吨的畜禽粪便得到无害化处理和资源化利用。全市沼气产生量达 2700 万立方米，户用沼气 4.86 万户，养殖小区沼气 409 个，大中型沼气工程 29 处。

#### （四）地热能开发利用情况

全市登记在册的地热开采井累计 329 眼，地热资源年开采量 3909 万立方米，主要用于建筑供暖、居民生活热水、温泉度假、农业种植养殖等领域。全市地热供暖小区及公建共 352 个，总供热面积 2502.7 万平方米；地热供应生活洗浴热水小区 194 个，10.44 万户；地热供暖设施农业 78.2 万平方米。全市浅层地热开发利用工程 279 个，利用面积 835 万平方米，其中，地理管地源热泵系统工程 205 个，利用面积 533 万平方米；地下水地源热泵系统工程 74 个，利用面积 302 万平方米。

#### （五）水能开发利用情况

现有小型水电站 1 座，为于桥水库水电站，装机规模 0.5 万千瓦，2015 年全年发电量 1463 万千瓦时。

## 二、面临形势和存在问题

### （一）面临形势

#### 1. 大气污染防治对能源发展方式提出新的挑战

近年来，我国环境污染问题日益严峻，区域性大气环境问题多发，特别是京津冀地区大气污染

加剧。2013年9月，国务院发布《大气污染防治行动计划》，国家环保部、发改委、工信部、财政部、住建部和能源局联合发布《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》。为实现国家大气污染防治目标，天津市到2017年需在2012年基础上削减原煤1000万吨，煤炭削减和替代任务十分艰巨。“十三五”期间，将大力发展包括可再生能源在内的清洁能源，改善大气环境质量。

### 2.能源结构调整对可再生能源利用提出新的要求

天津市能源消费长期以煤炭为主，随着能源利用总量的不断加大，能源资源约束问题日益突出。同时，国家能源局《关于建立可再生能源开发利用目标引导制度的指导意见》提出，2020年天津市非水可再生能源电力消纳占全社会用电量比重需达到10%，可再生能源电力配额任务艰巨。为落实“推进能源消费、供给、技术、体制四个革命”的战略部署，促进能源绿色低碳发展，有必要对能源结构进行优化调整，加快转变能源发展方式，建立多种能源综合供应体系，减少传统化石能源消费，提高可再生能源在能源结构中的比重，逐步改变长期以煤炭为主的能源消费结构。

### 3.经济新常态为可再生能源发展带来新的契机

近年来，在高新技术发展的带动下，可再生能源行业显示出强大的生命力，正逐步成为新的经济增长点。当前，我国经济发展进入新常态时期，经济增长趋于平稳，经济结构日益优化，市场活力进一步得到释放，这将为可再生能源等新兴产业的发展带来前所未有的机遇。应当充分利用自身区位优势和工业基础，在推广可再生能源利用的基础上，实现其产业化发展，为经济增长注入新的活力。

#### （二）存在问题

“十二五”以来，本市可再生能源发展取得了许多成绩，但也存在一些问题，主要包括：

#### 1.总体开发利用量小

受各种因素影响，本市可再生能源总体开发利用量较小。一是受实际可开发量等资源条件约束，可再生能源发展空间受限，不具备发展规模化水电的条件，风电可开发空间日趋饱和，地热持续可开发能力有限，太阳能光伏发展较为缓慢。二是体制机制缺乏创新，可再生能源用地困难，土地供应方式不灵活，农业用地转为建设用地周期长。三是政府引导和支持力度不够，激励政策不健全，可再生能源行业发展动力不足。

#### 2.消纳方式不灵活

可再生能源发电存在一定的不确定性，在某些方面会对电网产生影响，对传统电网接入要求较高。现阶段，本市调峰电源不足，调峰能力不强，存在主体工程 and 配套外线工程建设不同步导致并网送出不及时的现象，高效存储、智能协同的能源综合利用系统不成熟，可再生能源在优先发电、就近消纳和无障碍上网等方面的问题尚未得到完全解决，电网智能化水平有待进一步提高。新能源和可再生能源虽逐步融入城市能源体系，但主要以电力为主，在区域能源综合供应方面的作用发挥不够。

#### 3.产业水平有待提高

部分可再生能源产业缺乏核心竞争力，一些关键技术转化为生产力周期较长；设备研发制造能力较弱，产业化、商品化程度不高，不少关键设备长期依赖进口；资源评价、技术标准、产品检测和认证等体系不完善，没有形成支撑可再生能源产业发展的技术服务体系；自主创新能力不足，缺乏行业领军人才。

### 三、规划原则和发展目标

#### （一）规划原则

#### 1.坚持因地制宜与有序开发相结合

根据地区资源条件、分布特性以及经济发展需要，紧密结合城市规划和空间布局，集中式和分散式同步推进，因地制宜开展可再生能源开发利用。优先选择资源条件良好、技术成熟、便于推广应用的可再生能源进行规模化开发利用；对其他新技术、新类型的可再生能源，通过加快推进示范工程建设，逐步加大开发利用。

## 2.坚持应用推广与产业发展相协调

对资源潜力大、发展前景好的可再生能源，在加大技术开发和推广力度的同时，采取必要措施为可再生能源产业化发展创造有利条件。建立以自主创新为主的可再生能源技术开发和产业发展体系，加快推进产业技术进步，提高设备制造能力，完善相关配套服务，提高市场竞争力，为可再生能源大规模应用奠定基础。

## 3.坚持市场机制与政策激励相促进

运用市场化手段调动投资者的积极性，建立促进可再生能源发展的市场机制，形成连续稳定的市场需求，促进可再生能源应用规模的稳步提高。同时，加快出台相关激励政策，支持可再生能源的技术研发、设备生产和工程建设，形成一套完整的促进可再生能源持续健康发展的长效机制。

### (二) 发展目标

着力扩大可再生能源电力装机规模，提高消费比重，增强消纳能力，提升产业技术水平。到2020年，可再生能源利用量达到500万吨标煤，占一次能源消费比重超过4%；可再生能源发电装机达到212万千瓦，占全市电力总装机的10%；非水可再生能源消纳电量（含外购可再生能源电量）占全社会用电量的比重达到10%。

表1 “十三五”时期可再生能源发展主要目标

类别	指标	单位	2020年预计	属性	
消费量	可再生能源消费总量	万吨标煤	500	预期性	
	其中：本地可再生能源消费量	万吨标煤	320	预期性	
	外调可再生能源电量	亿千瓦时	60	预期性	
消费比重	占一次能源消费比重	%	4	约束性	
	占全社会用电量比重	%	10	约束性	
电力装机	可再生能源电力装机	可再生能源电力装机总量	万千瓦	212	预期性
		占电力总装机比重	%	10	预期性
	太阳能	太阳能光伏发电装机量	万千瓦	80	预期性
	风能	风力发电装机量	万千瓦	116	预期性
	生物质能	垃圾发电装机量	万千瓦	12	预期性
		秸秆发电装机量	万千瓦	3.5	预期性
	水能	水电装机量	万千瓦	0.5	预期性

## 四、重点任务

坚持“因地制宜、绿色发展”的总体发展思路，立足转变能源发展方式，扩大可再生能源开发利用规模，构建多元化能源供应体系，促进能源结构的优化调整。依托本地资源优势，重点发展风电和太阳能光伏发电，有序推进地热能和生物质能开发利用，加快综合示范项目建设；加强配套送出电网建设，促进可再生能源就近消纳，推动可再生能源与智能电网融合发展；进一步完善可再生能源产业体系，重点发展风电、太阳能光伏产业，加大产学研结合力度，打造可再生能源产业聚集区；推进绿色电力入津，提高外购可再生能源电量比重。

### (一) 全面加大可再生能源开发利用

#### 1.加快发展太阳能发电

天津市太阳能资源较为丰富，具备良好的开发条件。“十三五”期间，继续坚持分布式和集中式并重的原则，充分利用各类建筑屋顶及其附属设施发展分布式光伏，重点依托大型园区、开发区等组织实施规模化光伏发电建设，支持结合土地资源和环境条件，因地制宜发展设施农业光伏和集中

地面电站，积极推进光热发电技术研究和工程应用。到 2020 年，全市太阳能发电装机规模超过 80 万千瓦。

在政府投资或财政补助的公共建筑中率先开展光伏应用，支持屋顶面积大、用电负荷大、电网供电价格高的工业园区和大型商业综合体开展光伏发电应用。依托未来科技城、中关村京津科技园、京津州河科技产业园等京津冀协同发展功能承载平台和经济技术开发区、高新区、保税区、西青经济开发区、武清经济开发区、子牙循环经济产业区等重点开发区域建设分布式光伏发电项目；充分利用火车站、高速公路服务区及周边、机场航站楼、综合交通枢纽屋顶、大型体育场馆和停车场等公共设施以及粮库、别墅等各类建筑，推广应用分布式光伏发电；继续推进武清分布式光伏发电示范区建设。

创新土地利用方式，提高土地综合利用效率，在土地集约化利用的前提下，支持光伏发电与设施农业相结合，建设农光、渔光互补系统，在农村扶贫、新农村建设中发挥积极作用，因地制宜利用低效闲置土地或难以开发的荒滩、荒坡、荒草地等未利用地建设集中地面电站。“十三五”期间，建成滨海新区黄港片区集中地面电站和西青精武镇、宁河潘庄等设施农业光伏。

## 2. 大力发展风电

天津市风能资源分布呈现沿海地区风能资源较好，内陆地区风能资源较差的特点。中南部地区风速较小，加之受到建成区和耕地的限制，风能资源开发利用条件稍差；北部山区部分地区风能资源较好，但山地开发及维护成本较高，开发利用受到一定限制；东部沿海地区，尤其是沿渤海西部海岸线地带年平均风功率密度值较高，风能资源较好，适于规模化开发利用。

“十三五”期间，坚持陆上和海上并举，优化发展陆上风电，稳妥推进海上风电；鼓励对低风速资源的开发利用，发展分布式小型风电。根据地区资源禀赋，以滨海新区作为重点发展区域，重点推进北大港风电场工程（一期装机 4.95 万千瓦，二期装机 4.95 万千瓦）、大港沙井子风电场工程（四期装机 4.95 万千瓦）、大港大苏庄风电场工程（装机 4 万千瓦）、大港捷地减河风电场工程（装机 1.54 万千瓦）、汉沽酒金坨风电场工程（装机 4.8 万千瓦）、大港小王庄风电场工程（一期装机 4.8 万千瓦，二期装机 4.8 万千瓦）、汉沽杨家泊风电场工程（装机 5 万千瓦）、汉沽三期风电场工程（装机 5 万千瓦）、汉沽大神堂风电场工程（二期装机 5 万千瓦，三期装机 5 万千瓦）、静海西双塘风力发电场工程（一期装机 4.8 万千瓦，二期装机 5 万千瓦）等陆上风电和南港海上风电场工程（一期装机 9 万千瓦，二期装机 10 万千瓦）、大港马棚口海上风电场工程（装机 10 万千瓦）建设。到 2020 年，全市风电装机总规模达到 116 万千瓦。

## 3. 积极发展生物质能

鼓励开展包括垃圾、农作物秸秆、畜禽粪便和有机污（废）水等多种形式的生物质能综合利用。有序建设垃圾焚烧发电厂，因地制宜发展秸秆发电，结合城镇化建设，在资源和应用条件较好的地区积极推动生物质能源综合利用替代燃煤。

“十三五”期间，全市生物质能利用规模进一步提高。新建蓟州、宁河等垃圾焚烧发电厂，扩建青光垃圾焚烧发电厂和双口垃圾填埋气发电厂等，积极推动环城四区垃圾焚烧发电厂建设前期工作，到 2020 年，全市垃圾发电总装机规模达到 12 万千瓦。加强秸秆等农林废弃物的能源化、燃料化综合利用，建设宁河秸秆发电厂，装机规模 3.5 万千瓦；建设静海、宝坻、西青、蓟州等一批生物质热电联产或生物质成型燃料（气化）供热示范项目。结合大中型污水处理厂建设污泥厌氧消化沼气工程，在农村地区继续推广种植—养殖—沼气有机结合的沼气利用模式，提高沼气综合利用水平，到 2020 年，全市年产沼气体积达到 3000 万立方米。

## 4. 有序推进地热资源开发利用

天津市具有良好的地热资源条件：深层地热资源属于典型的中低温沉积盆地型地热资源，热储类型全，分布广泛，面积占全市总面积的 77%；平原范围均覆盖着 200 米以上的松散沉积层，恒温层土壤温度在 13.5-15℃之间，具有开发浅层地热资源的有利条件。“十三五”期间，统筹规划、有序开发地热资源，实现资源梯级利用；因地制宜发展地源热泵系统，鼓励利用热泵系统对燃煤（油）

锅炉清洁改造，促进能源系统的替代升级。

到 2020 年，全市深层地热年开采总量控制在 5700 万立方米以内，回灌量达到 3400 万立方米/年，总体回灌率达到 58%。深层地热供暖面积达到 3500 万平方米。进一步降低地热尾水排放温度，实现能源高效利用，新建地热采灌系统地热尾水排放温度控制在 25℃ 以下。加大浅层地热利用，重点结合北部地区、新梅江、北辰科技园等产业区、功能区对能源的需求，推广地埋管地源热泵建设。到 2020 年，浅层地热供暖（制冷）建筑面积达到 1600 万平方米。

#### 5.推动其他可再生能源开发利用

积极推动包括太阳能热利用、水力发电、污水源热泵、空气源热泵等在内的其他可再生能源开发利用。针对医院、学校、旅馆、游泳池、公共浴室等热水需求量大的公共建筑积极推广安装太阳能集中热水系统。到 2020 年，城市太阳能热利用总建筑面积达 2040 万平方米，农村太阳能利用累计推广 37 万台。在具备水库蓄水发电条件的地区推动建设抽水蓄能调峰电站。

#### （二）着力促进可再生能源灵活消纳

##### 1.发展多能互补集成供能系统

加快推广分布式清洁能源供能方式，促进能源的就地转化和消纳，提高能源综合利用效率。推动可再生能源和常规能源智能融合发展，推进可再生能源区域微网建设，将风、光、生物质等各类可再生能源与储电、热（冷）及天然气高效利用技术相结合，建设终端一体化集成供能系统，发挥多能互补和协同供应，实现资源优化配置与高效供给。创新“互联网+新能源”发展模式，促进智慧城市建设。加快区域示范应用，继续推进新能源示范产业园区建设，实施中新天津生态城动漫园、天大求实总部基地新能源微网和“风光渔-电热储”综合互补等示范项目。

##### 2.加快可再生能源融入城市电网热网

加强风电、光伏发电、生物质发电等可再生能源电力配套送出工程建设，进一步提升电网智能化水平，探索建立高比例清洁能源、源-网-荷协调互动的智能调度系统，构建适应新能源和可再生能源接入的城市电网，保障清洁能源的优先利用和充分消纳，有效支撑现代能源体系。加快推进可再生能源融入城市热网，结合燃煤锅炉改燃实施煤炭清洁化替代，扩大地热、生物质等可再生能源供热规模，推动多种形式的绿色电力采暖，与原有城市供热系统相互补充，实现供热多能融和发展。

#### （三）提高外调可再生能源电量比重

2015 年，天津市本地可再生能源电量约 10.7 亿千瓦时，仅占全社会用电量的 1.3%。按照全市能源发展规划，预计到 2020 年全社会用电量约 1000 亿千瓦时。根据本市“十三五”时期规划建设的太阳能发电、风电、生物质发电规模，预计到 2020 年本地可再生能源电量达到 40 亿千瓦时，其余 60 亿千瓦时需通过外省市调入解决。“十三五”期间，借助“外电入津”战略的实施，深化京津冀及周边地区能源合作，推进河北、内蒙等能源富集省市绿色电力入津，提高外调可再生能源电量比重。加快推进锡盟至山东、蒙西至天津南特高压输电通道、赤峰至承德 500kV 输电通道和冀北新能源外送通道建设，进一步完善自身电网架构，提高外调绿电受电能力。积极消纳周边省市绿色清洁电力，鼓励建设配套电力调峰储能设施，通过煤电机组的灵活性改造和气电启停调峰等措施，逐步提升电力系统调节能力。2020 年，非水电可再生能源电力消纳占全社会用电量的比重达到 10%。

#### （四）推进可再生能源产业优化升级

充分发挥大型企业的龙头带动作用，大力引进高端项目、技术、人才等战略资源，进一步完善产业体系，重点发展太阳能光伏、风电等可再生能源产业，提升核心技术竞争力；加大可再生能源产品和技术的研发、推广和示范应用，研究可再生能源以及多能源智能协同生产技术，打造可再生能源产业聚集区。

##### 1.风电产业

不断壮大产业集群，继续发挥国内外风电龙头企业聚集的优势，加强关键部件的研发制造，进一步扩大年产风机装机容量，构建以整机为龙头、零部件配套及相关服务为支撑，涵盖装备制造、运行管理、设计咨询等的产业体系。优化风电产业空间布局，以开发区、临港经济区、北辰风电产



业园为主要载体,进一步加强配套服务能力,通过政策引导,加快风电企业和项目向重点园区集聚。进一步提升自主创新能力,加强大功率海上风电机组及控制系统等关键部件的研制,在风电整机领域形成市场领先优势。加强国内外风电企业技术交流与合作,推动风电产业向高端环节发展。组织实施一批风电机组、新型叶片等研发及产业化项目,推进大型风电装运基地建设。

## 2.太阳能光伏产业

稳步提高光伏设备生产能力的基础上,进一步完善光伏产业链条,围绕提高光伏电池转换效率、降低生产成本,着力突破光伏电池关键配套材料、高效低成本超薄晶体硅电池、高效薄膜电池等核心技术,提升光伏核心生产设备性能和成套生产线的自动化程度,推进光伏发电成套关键技术研发与装备生产。加强产学研合作,依托中电科十八所、南开大学、天津大学等研发机构,培育一批创新主体,建设人才培养中心、光伏产业研发基地。推动工程研究中心、企业技术中心、第三方权威检验检测机构建设,打造产业技术创新平台和产业发展服务平台,为产业升级提供技术支撑。

### 专栏：重点创新及示范工程

**风力发电：**推进低风速风电开发,逐步扩大低风速风电装机规模。发挥滨海新区临海资源优势,有序推进海上风能资源规模化开发利用,在风机设备制造、海上风电施工等方面推动技术进步,提高整体竞争能力。

**分布式光伏示范区：**依托武清分布式光伏发电示范区,探索分布式光伏发电规模化应用技术、管理和运营模式,在具备建设条件的地区加快推进分布式发电系统建设,促进分布式光伏市场多元化发展,提高光伏发电的开发利用水平和并网消纳能力。

**生物质供热示范工程：**实施静海生物质气化和宝坻、西青生物质成型燃料供热等示范项目,积极推动生物质供热在化工、机械、医药等热需求大的工业领域中的应用,探索建立专业化投资建设运营的商业模式,促进以低碳为特征的新型分布式可再生能源热力产业建设。

**新能源微电网示范工程：**建设中新天津生态城动漫园区微电网示范工程,依托动漫园现有光伏系统及冷热电三联供系统,形成一套中低压嵌套式微电网系统和一套低压光储微电网系统;依托天大求实总部基地大楼建设智能微电网示范工程,包含光伏发电系统100千瓦、储能1000千瓦时及一套联网型智能微电网系统及相关管理和展示设施,加快形成完善的新能源微电网技术体系和管理体制。

**新能源示范产业园区：**借鉴中新生态城新能源示范产业园区发展经验,鼓励开展有特色的新能源综合利用示范,促进各类可再生能源技术在供电、供热和建筑节能中的综合应用与推广,在新增用能区域因地制宜实施传统能源与风能、太阳能、地热能、生物质能以及地源、水源、空气源等低品位能源的协同开发,提升可再生能源利用比重,推动能源的优化配置和高效利用。

**多能互补集成优化示范工程：**推动终端一体化集成供能系统的优化布局与建设,在工业园区、大型公建等用能集中区域,加强终端供能系统的统筹规划,融合天然气冷热电三联供、分布式可再生能源、智能电网、储能技术等,推进区域能源微电网示范项目建设,实现多能互补,发挥协同效应,促进能源的就地清洁生产 and 消纳。



## 五、环境影响评价

可再生能源规划的实施对降低污染物排放,改善大气环境和居民生活质量具有重要意义。到2020年,全市可再生能源利用实现年可替代标准煤320万吨,减少二氧化碳排放770万吨、二氧化硫排放0.82万吨、氮氧化物排放1.11万吨、烟(粉)尘排放0.54万吨。

某些可再生能源项目在建设和运行过程中也可能会对环境、周边企业生产及居民生活产生一定影响。因此,可再生能源项目在选址过程中,尤其是垃圾焚烧发电等排放污染物类的项目,应明确尽量远离环境敏感目标,并保证与周边自然环境、整体用地布局的协调发展;可再生能源生产企业应提高环保意识,改进生产工艺,促进环保技术的应用,降低可再生能源生产和转化对生态环境以及居民生产生活的影响,保证可再生能源的清洁生产;应进一步完善可再生能源项目相关环保管理制度,明确环保要求,加强环保审查力度,充分发挥审批环节的环保约束力。

## 六、政策和保障措施

### (一) 强化规划实施

本规划是“十三五”期间天津市可再生能源发展的指导性文件,各部门应认真履行各自职能,保证规划的指导性和严肃性,做好各类规划、计划与本规划的衔接,切实按照规划审批和开展项目建设,确保规划有效实施。提高对可再生能源发展的重视程度,落实可再生能源电力配额政策,建立目标引导制度,将可再生能源利用指标分解到各区并纳入区域发展重点任务。

### (二) 完善促进政策

#### 1. 财政政策

用好用足国家政策,充分发挥政府引导作用,落实财政补贴和税收优惠政策,鼓励各区制定地方支持政策,促进可再生能源快速发展。积极争取节能减排资金,支持可再生能源示范项目建设。

#### 2. 土地政策

按照国家有关要求,研究可再生能源项目的差别化土地利用政策,推进农业设施光伏健康发展。规范项目用地办理流程,缩短土地规划调整、土地使用和海上风电海域使用手续办理周期,有效解决小型风电、光伏发电等用于升压站建设的小面积永久占地问题。

#### 3. 节能政策

大力推广合同能源管理模式,鼓励专业化能源服务公司与用户合作开展项目建设。将可再生能源应用纳入节能减排考核及奖惩制度,新增可再生能源消费量不纳入能源消费总量考核,消纳分布式光伏发电量的单位可折算当年企业节能指标,抵扣企业新上项目用能指标。

#### 4. 电力消纳政策

落实可再生能源发电保障性收购制度,推进风能、太阳能、生物质能等可再生能源优先发电,优先安排可再生能源上网。落实天津地区光伏发电项目并网服务工作流程,进一步简化电力并网手续。加强可再生能源发电配套电网建设和改造,明确分工界面,确保配套电网工程与发电工程同步建设、同步投运。联合周边省市共同研究推动绿色电力交易机制,探索大用户绿电直供。

### (三) 创新体制机制

开放电网公平接入,保障可再生能源、分布式电源无歧视、无障碍上网,放开用户侧分布式电源市场,准许接入各电压等级的配电网和终端用电系统,支持拥有分布式电源的用户或微网系统参与电力交易。加强政府引导,新建园区内构筑物屋顶要求同步安装光伏发电设施或预留安装条件,年综合能耗较大且具备安装屋顶光伏发电设施的工业企业,原则上要利用屋顶配套建设光伏发电项目。吸引更多民间资本进入可再生能源领域,探索采用公开招标、竞争性比选等市场竞争方式确定可再生能源发电价格和项目业主。加强事中事后监管,研究制定管理办法,规范投资开发秩序。推动完善可再生能源标准体系建设,为可再生能源开发利用提供保障。

### (四) 加强舆论宣传

进一步强化舆论宣传,加强可再生能源利用的宣传教育和知识普及,不断提高对可再生能源利用的认识。积极推广可再生能源技术和产品,树立可再生能源利用典型,营造有利于可再生能源发

展的良好环境。倡导绿色能源消费理念，鼓励居民和企业使用绿色电力。

附：

“十三五”可再生能源项目表

序号	项目名称	主要建设内容	建设规模	总投资(亿元)	“十三五”期间投资(亿元)	开工时间	预计完工时间	备注
总计(共 25 项)				139.9	130			
“十二五”开工“十三五”期间建成投产项目(共 5 项)				19.2	9.3			
1	滨海新区黄港片区光伏发电项目	建设 174 兆瓦光伏电站项目	174MW	13.9	8	2015	2016	
2	西青区精武镇渔光互补项目一期	建设 20 兆瓦渔光互补项目	20MW	1.9	0.5	2015	2016	
3	双口垃圾填埋气回收发电项目二期	扩建 2.2 兆瓦垃圾填埋气发电项目	2.2MW	0.2	0.1	2015	2016	
4	蓟县垃圾发电厂	建设 12 兆瓦垃圾焚烧发电项目	12MW	2.9	0.5	2014	2016	
5	宝坻区大口屯镇生物质成型燃料供热项目	建设 2 台 15t/h 的生物质成型燃料供热锅炉	30t/h	0.3	0.2	2015	2016	

“十三五”期间开工且建成投产项目(共 20 项)				120.7	120.7			
1	滨海新区大港沙子风电四期	建设 49.5 兆瓦风力发电项目	49.5MW	4.2	4.2	2016	2017	
2	滨海新区北大港风电一期	建设 49.5 兆瓦风力发电项目	49.5MW	4.4	4.4	2016	2018	
3	滨海新区北大港风电二期	建设 49.5 兆瓦风力发电项目	49.5MW	4.2	4.2	2017	2019	
4	滨海新区汉沽酒金托风电工程	建设 48 兆瓦风力发电项目	48MW	4.3	4.3	2016	2017	
5	滨海新区捷地减河风电工程	建设 15.4 兆瓦风力发电项目	15.4MW	1.6	1.6	2016	2017	
6	滨海新区杨家泊风电工程	建设 50 兆瓦风力发电项目	50MW	4.6	4.6	2016	2018	
7	滨海新区汉沽风电工程三期	建设 50 兆瓦风力发电项目	50MW	4.5	4.5	2017	2019	
8	滨海新区小王庄风电一期	建设 48 兆瓦风力发电项目	48MW	4.1	4.1	2016	2018	
9	滨海新区小王庄风电二期	建设 48 兆瓦风力发电项目	48MW	3.7	3.7	2016	2018	
10	滨海新区大苏庄风电工程	建设 40 兆瓦风力发电项目	40MW	3.3	3.3	2017	2019	

11	静海西双塘风电一期	建设 48 兆瓦风力发电项目	48MW	4.3	4.3	2016	2017	
12	静海西双塘风电二期	建设 50 兆瓦风力发电项目	50MW	4.5	4.5	2017	2019	
13	滨海新区大神堂风电场二期	建设 50 兆瓦风力发电项目	50MW	4.8	4.8	2017	2019	
14	滨海新区南港海上风电一期	建设 90 兆瓦风力发电项目	90MW	11.5	11.5	2016	2017	
15	滨海新区南港海上风电二期	建设 100 兆瓦风力发电项目	100MW	12.5	12.5	2018	2020	
16	静海子牙循环经济产业区生物质供热项目	建设 2 台 20t/h 的生物质供热锅炉	40t/h	0.4	0.4	2016	2018	
17	宁河秸秆发电项目	建设 35 兆瓦秸秆发电项目	35MW	2.3	2.3	2017	2019	
18	宁河垃圾发电项目	建设 7.5 兆瓦垃圾发电项目	7.5MW	2.5	2.5	2016	2018	
19	分布式光伏发电项目	建设 300 兆瓦分布式光伏项目	300MW	21	21	2016	2020	
20	光伏电站项目	建设 300 兆瓦光伏电站（含设施农业光伏）项目	300MW	18	18	2016	2020	

天津市发改委 2016-12-21

## 谈可再生能源多边互认的制度价值

2016 年 10 月 24 日-28 日，国际电工委员会（IEC）可再生能源认证体系（IECRE）管理委员会的年度会议在新世代能源公司（NextEraEnergy）位于美国朱诺海滩的总部召开。IECRE 副主席、鉴衡认证中心主任秦海岩参加了会议。去年 9 月 9 日在日本东京召开的 IECRE 年度成员国大会上，秦海岩当选为 IECRE 副主席。IECRE 的成立对可再生能源领域的国际合作会产生什么影响？未来将有哪些作为？带着这些问题，本报记者专访了秦海岩。

推行多边互认破除贸易壁垒

记者：您于去年 9 月当选为 IECRE 副主席，在本届年度工作会议上正式以副主席的身份开展工作。对大部分人来说 IECRE 还是一个新事物，您能简要介绍一下其成立的背景和目标吗？

秦海岩：近些年来，随着产业规模的迅速增长，我国可再生能源产品和技术水平也得到快速提升，国际竞争力不断增强，风电、光伏产品的国际市场认可度很高，出口量逐年增加，但要想出口这些可再生能源装备，我们仍面临着各国市场的认证障碍。技术壁垒是广泛存在的国际贸易隐性壁垒，认证是其中的一个重要表现形式。经过长期的努力，目前各国在可再生能源领域的技术标准方面基本趋于统一，但由于各国之间的检测认证制度并没有完全接轨，持有一国认证机构颁发的产品质量认证证书的产品经常不能为另一国家认可或采信，导致优良产品出口受阻。这一方面是由于双方的信息不对称和不了解，另一方面则是主客观上设置的贸易保护措施，因此有必要通过一系列制度性安排，加强交流，增进互信，并在全球范围内建立起互认互通的认证机制，从根本上破除贸易技术壁垒。

早在 1995 年，IEC 建立了风电机组认证模式（IEC61400-22），这也为各国建立统一的标准认证体系提供了有力依据。我国的风电检测认证体系也是在此基础上发展转化而来的。2011 年，IEC 风力发电机组认证咨询委员会（WTCAC）成立，鉴衡认证作为发起人之一，参与承担了委员会的大量工作，积极推动国际互认体系建设。2012 年鉴衡认证在北京承办了 CAC 第三次工作会议，会议上确定了建立全球风电认证体系的路线图。随后在 2013 年，光伏和海洋能加入该体系，风电评价体系升级为可再生能源体系，接着 IECRE 于 2014 年 9 月成立，是 IEC 第四个合格评定体系，下设风能、太阳能、海洋能三个委员会，其目标是在 IEC 框架下建立起针对可再生能源系统、关键设备和服务

的评价体系，通过国际技术标准和认证模式的统一，推动认证结果的多边互认，从而促进可再生能源设备的国际贸易和合作，最终使好的可再生能源技术产品为加速全球低碳绿色发展做出贡献。

记者：在 IECRE 体系建立之前，我国可再生能源装备出口海外市场，在遇到认证技术壁垒时通常都采取什么解决办法，与 IECRE 体系有何不同？

秦海岩：简单讲，IECRE 的主要目标就是推进可再生能源设备认证结果的“国际通用性”，也就是“一张证书走遍全球”。在实现这个目标之前，我们只能采取 case by case 的做法，也就是双边的解决方式，哪里遇到问题就去哪里解决，不仅耗时费力，结果也难以控制。2012 年鉴衡认证协助中国风电企业进入南非市场只是我们大量工作的一个缩影，虽然取得了预期的结果，但也颇费周折。当时，南非某风电项目的设备招标条件之一是必须具有欧美四家指定认证机构出具的证书，而我国的金风科技和华锐风电的机组持有的都是国内认证机构的证书，因此无法参与投标。为使我国的风电设备进入南非市场，在国家认监委、商务部等部门的支持下，鉴衡认证派出工程师团队向南非政府做了充分详尽的说明。国际电工委员会风力发电标准化技术委员会（IEC TC88）主席 Sandy Butterfield 先生曾多次来我中心交流指导，对我们执行的认证标准、认证能力水平很熟悉，得知情况后，他主动给南非能源部部长 Magubane 女士写信说明情况，说明中国已经建立起了一套行之有效的与国际接轨的风电认证体系，鉴衡认证是一个严格执行国际通行认证规则、负责任的认证机构，希望南非能源部采信鉴衡认证的风电设备认证结果。2012 年 2 月 1 日，南非能源部发布公告称，在其可再生能源项目招标中采信鉴衡认证的风电设备认证证书。最终，我国的企业成功中标项目。依靠这种方式，鉴衡认证已经将证书推向了近 20 个国家，有效支撑了我国风电企业的走出去战略。但毕竟这种双边的方式效率低下，结局往往也不可预测，难以从根本上解决问题。

从简单的参与者向承担更多责任的管理者和引导者角色转变

记者：看来 IECRE 所致力于建设的统一的可再生能源评价体系和多边互认机制有着非常迫切的现实需求。前面您也提到包括中国在内的成员国已经朝着这个目标做了长期的努力，目前取得了哪些进展，接下来还有哪些工作？

秦海岩：IECRE 体系目前有 18 个成员国，中国国家认监委作为国家成员机构加入了该体系的风能和太阳能两个分领域。在该体系下，有关风电、光伏的各项规则一旦制定完成，各国认证机构可根据此标准颁发证书，也就是说本国认证机构的证书，也能被别国所采信。我国企业只要在国内由多边互认授权的认证机构进行认证，就可凭该证书让产品走出国门，而无需进行重复认证。我们欣喜地看到，各国相关机构一直在致力于该体系建设并且已经取得了显著的成效。在这次美国的会议上，颁发了首张 IECRE 风电整机型式认证证书，成为一个具有里程碑意义的事件。同时，对于中国认证机构的同行评审工作也将于 2017 年初陆续展开，2017 年后我国的认证机构也可以颁发 IECRE 证书。这意味着，在前期大量程序性建设工作的基础上，该体系取得了实质性成果。

建立成员国间统一高效的多边机制，还有大量的工作要做。就认证的要求而言，一类是来自政府部门的强制性产品认证，如德国、丹麦、南非、印度政府明确规定风电机组必须通过认证方可进入市场；另一类是项目开发商、投资人、金融机构和保险公司提出的认证要求，也可称之为商业强制，如在美国，政府并未强制规定，但银行和保险公司对拟贷款或保险的项目所用设备有具体认证要求。IECRE 需要针对不同的认证要求积极推动认证结果为各国、各类机构所接受和采信。目前，我国风电设备的出口量越来越大，并且已遍及全球六大洲 30 多个国家和地区，未来还会更多，多边认证结果的推广采信也显得越发重要和迫切。这既需要参与主体的努力，需要产业界的配合，更需要国家的支持，从战略高度推动技术标准和认证体系在国际合作和全球经济治理中发挥基础性作用。

记者：您提到了国际认证体系建设与全球治理的关系，当前我国政府高度重视中国在全球治理中的作用，“一带一路”倡议可谓是全球治理的一个创新典范和新的架构，G20 杭州峰会上党和国家领导人又着重阐述了全球经济治理的思想内涵。您可否详细谈谈如何通过技术标准和认证规范的国际机制设计来参与全球治理的进程？

秦海岩：全球治理的概念，最早由国际发展委员会主席勃兰特于 1990 年提出。2015 年，中共中

央总书记、国家主席习近平在主持中共中央政治局第二十七次集体学习时明确提出“共商、共建、共享”的全球治理理念。在今年 G20 峰会上，习近平主席完整阐述了我国在全球经济治理中的理念、原则、主张和行动倡议，成为具有指导性的思想体系，指导各行业的国际实践。杭州峰会期间，习近平主席多次警示贸易保护主义抬头的风险，呼吁推进开放，打破壁垒，构建更有活力的世界经济，也多次谈及“机制”建设，深刻阐述了“既治事，又治制”的思想，提出建立长效治理机制，夯实机制保障，促进国际经济贸易领域的公平开放。

技术标准体系接轨和认证制度统一，是国际经贸领域的基础性、制度性建设，也是国家参与全球经济治理的重要组成部分。习近平主席在致第 39 届国际标准化组织大会的贺信中指出：“国际标准是全球治理体系和经贸合作发展的重要技术基础。”“标准已成为世界‘通用语言’。”通过国际可再生能源技术标准建立合作关系并实现多边互认，不但有助于打破国际间贸易技术壁垒，实现优质资源的全球自由流通和优化配置，更是我国在此领域从参与者向管理者和引导者转变，争取全球治理制度建设权力，贯彻落实习近平主席提出的“治制”思想的具体实践。

过去，可再生能源领域的标准和认证为少数几国的机构把控，我们只能被动跟随和适应别人的体系，让人牵着鼻子走。现在，我国深入参与国际可再生能源技术标准机制建设并发挥重要作用的三个基础条件已经具备：一是国家主管部门脚踏实地践行中央提出的全球治理理念，积极支持产业主体完成从参与者向引导者和管理者进行“角色转换”，国家认监委大力支持我国的认证机构深入参与 IECRE 体系的工作，每次召开国际全会之前都组织制定预案，商讨策略，与国外沟通协调，推荐我国的专家参与组织管理等，使我们在 IECRE 中的工作得以有组织、有系统、有方向的开展；二是长期以来我国可再生能源产业已经建立起领先的国际地位，全球第一的产业规模和全球领先的技术水平，赋予了我们引导制度性话语权的优势以及为全球提供制度性公共产品的实力；三是我国已经建立了一整套与国际接轨的先进的可再生能源检测认证体系，这是与其他机构和组织合作的基本要素，只有建立起以我为主的自有体系，才能具备在国际体系中发挥引领性作用的能力。基于这些条件，我们参与国际竞争的层次得以提升，通过贡献中国智慧和方案，从被动转为能动，从跟随到引领，积极参与构建标准、规范等核心价值体系，建立既公平合理又充分体现我国利益诉求的规则秩序。所有这些努力，在实现破除贸易壁垒的直接目标基础上，更能够推动可再生能源产业在全世界范围内茁壮成长，推动建设绿色低碳的全球能源治理格局，为全人类福祉作出我们的贡献。

中国质量报 2016-12-21

## 未来五年可再生能源将新增投资 2.5 万亿元

日前，国家发改委正式对外发布了《可再生能源发展“十三五”规划》(以下简称《规划》)。

这一《规划》可谓影响深远，不仅是因为它将牵动我国可再生能源产业，更为关键的是，它的启动及执行，关系到我国至 2020 年，能否实现非化石能源占一次能源消费比重 15% 的目标。

据《证券日报》记者整理，《规划》提出，到 2020 年，我国水电将新增装机约达 6000 万千瓦，新增投资约 5000 亿元；我国新增风电装机约 8000 万千瓦，新增投资约 7000 亿元；我国新增各类太阳能发电装机约 7000 万千瓦，新增投资约 1 万亿元。

而在此基础上，加上生物质发电投资、太阳能热水器、沼气、地热能利用等，我国“十三五”期间可再生能源或将新增投资 2.5 万亿元。比“十二五”期间增长近 39%。

可再生能源产业、市场

拥有政策、技术双支撑

如今，可再生能源已成为全球能源转型及实现应对气候变化目标的重大战略举措。此外，从产业化角度来看，《规划》称，随着可再生能源技术的进步及应用规模的扩大，可再生能源发电的成本显著降低。例如，风电设备和光伏组件价格近 5 年分别下降了约 20% 和 60%。

在我国，2015 年，商品化可再生能源利用量为 4.36 亿吨标准煤，占一次能源消费总量的 10.1%；

如将太阳能热利用等非商品化可再生能源考虑在内，全部可再生能源年利用量达到 5.0 亿吨标准煤；计入核电的贡献，全部非化石能源利用量占到一次能源消费总量 12%，比 2010 年提高 2.6 个百分点。

到 2015 年底，全国水电装机为 3.2 亿千瓦，风电、光伏并网装机分别为 1.29 亿千瓦、4318 万千瓦，太阳能热利用面积超过 4.0 亿平方米，应用规模都位居全球首位。全部可再生能源发电量 1.38 万亿千瓦时，约占全社会用电量的 25%，其中非水可再生能源发电量占 5%。生物质能继续向多元化发展，各类生物质能年利用量约 3500 万吨标准煤。

除了在政策推动下，已经形成的良好趋势及巨大市场外，《规划》认为，我国可再生能源技术装备水平也已显著提升。例如，我国已具备成熟的大型水电设计、施工和管理运行能力，自主制造投运了单机容量 80 万千瓦的混流式水轮发电机组，掌握了 500 米级水头、35 万千瓦级抽水蓄能机组成套设备制造技术。风电制造业集中度显著提高，整机制造企业由“十二五”初期的 80 多家逐步减少至 20 多家。风电关键零部件基本国产化，5 兆瓦-6 兆瓦大型风电设备已经试运行，特别是低风速风电技术取得突破性进展，并广泛应用于中东部和南方地区。在光伏方面，我国创造了晶硅等新型电池技术转换效率的世界纪录。建立了具有国际竞争力的光伏发电全产业链，突破了多晶硅生产技术封锁，多晶硅产量已占全球总产量的 40% 左右，光伏组件产量达到全球总产量的 70% 左右。技术进步及生产规模扩大使“十二五”时期光伏组件价格下降了 60% 以上。

细分领域发展着力点不同

分布式光伏被摆在显著位置

不过，《规划》也总结了我国发展可再生能源面临的问题。一是现有的电力运行机制不适应可再生能源规模化发展需要；二是可再生能源对政策的依赖度较高；三是可再生能源未能得到有效利用。

为化解上述问题，《规划》提出，到 2020 年，我国全部可再生能源年利用量要达到 7.3 亿吨标准煤。其中，商品化可再生能源利用量 5.8 亿吨标准煤；我国全部可再生能源发电装机要达到 6.8 亿千瓦，发电量 1.9 万亿千瓦时，占全部发电量的 27%；我国各类可再生能源供热和民用燃料总计约替代化石能源 1.5 亿吨标准煤；我国风电项目电价可与当地燃煤发电同平台竞争，光伏项目电价可与电网销售电价相当；结合电力市场化改革，我国要基本解决水电弃水问题，限电地区的风电、太阳能发电年度利用小时数全面达到全额保障性收购的要求；要建立一次能源消费总量中可再生能源比重及全社会用电量中消纳可再生能源电力比重的指标管理体系。到 2020 年，各发电企业的非水电可再生能源发电量与燃煤发电量的比重应显著提高。

除此外，《规划》也就具体的可再生能源细分领域做出了明确的规划。

以太阳能为例，《证券日报》记者发现，相对于积极稳妥发展水电、全面协调推进风电开发、加快发展生物质能、加快地热能开发利用、推进海洋能发电技术示范应用、推动储能技术示范应用等要求，针对太阳能，规划提出的是“推动太阳能多元化利用”。

在业内人士看来，“这一措辞，一方面意味着，管理层认为太阳能利用的产业基础、市场情况要明显好于其它可再生能源细分领域。此外，着力发展太阳能利用等产业，将是我国推动可再生能源发展的重要抓手”。

具体来看，在“到 2020 年底，全国太阳能发电并网装机确保实现 1.1 亿千瓦以上”的总体目标指引下，《规划》将“全面推进分布式光伏和‘光伏+’综合利用工程”放在了促进太阳能利用的首要位置。

《规划》提出，我国继续支持在已建成且具备条件的工业园区、经济开发区等用电集中区域规模化推广屋顶光伏发电系统；积极鼓励在电力负荷大、工商业基础好的中东部城市和工业区周边，按照就近利用的原则建设光伏电站项目；结合土地综合利用，依托农业种植、渔业养殖、林业栽培等，因地制宜创新各类“光伏+”综合利用商业模式，促进光伏与其他产业有机融合；创新光伏的分布利用模式，在中东部等有条件的地区，开展“人人 1 千瓦光伏”示范工程，建设光伏小镇和光伏新村。

同时，在分布式光伏和“光伏+”之外，《规划》还提出了有序推进大型光伏电站建设、因地制宜推进太阳能热发电示范工程建设、大力推广太阳能热利用的多元化发展、积极推进光伏扶贫工程

等要求。

日前，国家能源局新能源和可再生能源司司长朱明曾对媒体表示，“十三五”期间，需要进一步转变可再生能源发展理念，从强调可再生能源开发规模和速度逐步转变为重视提高可再生能源的利用水平，行业管理的重点由开发建设管理转移到开发与消纳利用并重，更加重视可再生能源发展的质量和效益。

#### 2020年基本解决弃水问题

全额保障性收购限电地区风电、光伏

业界认为，我国到2020年要实现上文提及的“结合电力市场化改革，基本解决水电弃水问题，限电地区的风电、太阳能发电年度利用小时数全面达到全额保障性收购的要求”，具有相当难度。

一方面，目前弃水、弃风、弃光等现象严重，一组数据显示，今年前十个月，全国弃水、弃风、弃光电量达到了980亿千瓦时。而今年上半年全国“弃风率”达到21%，超过了2013年的17%，达到历史最高值。三北地区七个省区达到或者接近20%，新疆和甘肃甚至达到了47%和45%。

对此，《规划》提出，借助已建的特高压外送输电通道，加快新疆哈密、宁夏宁东等地区配套的可再生能源项目建设，确保2020年前可再生能源项目全部并网发电。结合在建输电通道的建设进度，有序推进甘肃酒泉、内蒙古、山西、新疆准东等可再生能源项目建设，有效扩大消纳范围，最大限度地提高外送可再生能源电量比重。

据整理，目前我国在建输电通道包括，哈密-郑州±800千伏直流、宁夏-山东±660千伏直流、高岭背靠背等。我国规划和在建输电通道包括，锡盟-山东1000千伏交流、锡盟-江苏±800千伏直流、蒙西-天津南1000千伏交流、上海庙-山东±800千伏直流、晋北-江苏±800千伏直流、宁东-浙江±800千伏直流、酒泉-湖南±800千伏直流、扎鲁特-山东±800千伏直流等。

与此同时，《规划》支出，要确定规划期内各地区一次能源消费总量中可再生能源消费比重指标，以及全社会电力消费量中可再生能源电力消费比重指标；落实可再生能源全额保障性收购制度，按照《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》要求，严格执行国家明确的风电、光伏发电的年度保障小时数；建立全国统一的可再生能源绿色证书交易机制，进一步完善新能源电力的补贴机制。通过设定燃煤发电机组及售电企业的非水电可再生能源配额指标，要求市场主体通过购买绿色证书完成可再生能源配额义务，通过绿色证书市场化交易补偿新能源发电的环境效益和社会效益，逐步将现行差价补贴模式转变为定额补贴与绿色证书收入相结合的新型机制，同时与碳交易市场相对接，降低可再生能源电力的财政资金补贴强度，为最终取消财政资金补贴创造条件。

于南 中国经济网 2016-12-22

## 德国能源转型在阵痛中前行

德国勃兰登堡州一座用氢能源作为电力存储介质的混合能源试点电站。这座电站主体建筑由一座氢能源电解存储站和一座生物质能电热站组成。电站不远处伫立着大型风电机组，单机容量最大可达2兆瓦，产生的电力既可以直接接入电力输送网，又可以用于电站的电解制氢反应。王志远/摄

德国联邦内阁日前正式批准了《能源转型第五次监测报告》。报告显示，可再生能源已经成为德国最重要的电力来源。2015年，31.6%的电力消耗来自可再生能源。

报告指出，德国能源转型战略的目标是到2020年可再生能源至少占总电力消费的35%。以目前情况看，这一目标是可以实现的。另一个重要目标是到2020年可再生能源占总能源消费的18%，也有望如期实现。报告称，德国的能耗在去年略有上升，主要是由于经济发展良好和气候凉爽。另外，2017年《可再生能源法》和新的《电力市场法》将把德国带入能源转型的新阶段。

德国联邦经济和能源部长加布里尔对能源转型的前景十分乐观。他表示，能源转型“正持续朝目标迈进”，政府将为进一步扩大可再生能源使用创造条件。“目前，可再生能源覆盖了德国电力消耗的近三分之一，显示出能源转型在德国将取得成功的趋势。”德国联邦外贸与投资署可再生能源部

主任托马斯·格里戈莱特对此持乐观态度。

负责评估监测报告的独立专家委员会对政府在能源转型领域的乐观情绪并不完全认同。德国政府在报告中强调，能源转型在部分领域取得了良好进展，在部分棘手领域已经出台了相关措施。但专家委员会却对政府如何通过这些措施达成目标提出质疑。专家委员会指出，降低初级能源使用的目标去年就未能实现。而且，去年初级能源在交通领域的使用不降反升，甚至连能源转型的最重要目标——降低温室气体排放也未能实现。

德国能源转型实施 5 年来，改革所带来的“阵痛”迟迟没有消退。一方面，由于政府财力有限，中小企业以及普通消费者成为电费上涨的埋单者；另一方面，政府对清洁能源的投入已超过实际发展水平，财政补贴造成了可再生能源的“虚假”繁荣，成为政府的沉重包袱。

专家委员会批评政府的监测报告在一定程度上有粉饰之嫌，并认为德国政府的气候保护目标很可能无法实现，而且会导致电费居高不下。专家委员会主席安德烈亚斯·洛歇尔认为能源转型需要“制度性转变”，当前的促进措施应该完全废除。

德国经济界也对能源转型造成的高电价有所抱怨。德国工业联合会、德国工商大会等德国几大商协会当天联合发表声明，要求联邦政府全面审视可再生能源法的融资问题。声明称，德国企业的电费成本远高于欧洲平均水平，这在 11 月底欧盟委员会公布的《欧洲能源价格和成本》报告中已经得到证明。

德国政府为推动能源转型引入了可再生能源附加费。为此，德国经济界每年要承担 120 亿欧元的可再生能源成本。这给企业造成了巨大压力，不仅束缚了德国企业的竞争力，而且带来工作岗位流失的风险。各大商协会认为，目前所采取的措施并未能有效抑制电费上涨，呼吁德国政府全面考虑可再生能源法的融资问题，从而切实为企业减负。

王志远 经济日报 2016-12-23

## 能源互联网在 4 个方面对实现「可再生能源平价上网」发挥作用

从长远看，要想尽快实现可再生能源平价上网，单独依靠企业自身成本降低是远远不够的。

在当今互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的产业发展新常态下，能源互联网的建设已成为我国实施能源革命的重要途径之一。

可再生能源上网也必须依托于能源互联网的建设和发展，才能够高效率地开发新技术和新模式，实现智能化的生产运营和监管，从而在推动可再生能源规模化、市场化发展的同时实现平价上网。

在我国实施低碳发展和能源革命的国家战略推动下，近年来可再生能源经历了高速发展，但目前也面临着越来越严峻的挑战。

例如《可再生能源法》要求的全额保障性收购政策落实不到位、可再生能源优先调度政策受化石能源和地方政府干涉冲击较大、存在严重的弃电问题以及可再生能源补贴政策问题突出等。中国承诺到 2020 年非化石能源在能源结构中的比例达到 15%，而 2015 年底仅为 9.6%。为了实现该目标，促进可再生能源的健康发展，亟需思考解决上述问题的有效措施。

可再生能源平价上网即可再生能源电力传输给电网时价格与火电（或水电）价格持平。

可再生能源发电成本高于传统能源，尽管近年来可再生能源度电成本已经逐年降低，但与火电等传统电力能源相比，仍然毫无竞争优势，这也是目前可再生能源难以取代传统能源的主要原因之一。

可再生能源“十三五”规划明确，到 2020 年风电实现并网侧平价上网，光伏实现用户侧平价上网。

为早日实现可再生能源平价上网，我国相关机构和企业已经做了很多努力。截至 2016 年底，新能源标杆上网电价涉及风电、光伏的电价均进行了重大调整，目标是随着产业技术进步逐步下调补贴水平，直至取消补贴。同时，部分大型国有和民营企业加大技术研发投入，提升生产技术和运营



管理水平，生产智能化升级和自主知识产权所带来的产品质量和生产效率优势有效降低了可再生能源的发电成本。虽然可再生能源发电成本下降也与前期产能过剩有密切关系，但我国近年来可再生能源技术的进步的确是事实。

从长远看，要想尽快实现可再生能源平价上网，单独依靠企业自身成本降低是远远不够的。

在当今互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的产业发展新常态下，能源互联网的建设已成为我国实施能源革命的重要途径之一。可再生能源上网也必须依托于能源互联网的建设和发展，才能够高效率地开发新技术和新模式，实现智能化的生产运营和监管，从而在推动可再生能源规模化、市场化发展的同时实现平价上网。

能源互联网对可再生能源平价上网的重要促进作用主要体现在以下几个方面：

第一，能源互联网可以实现可再生能源，尤其是分布式可再生能源的大规模接入、利用和共享，这是推动可再生能源规模化发展和平价上网的基础条件。

能源互联网具有高度集成特性，能够将各类型可再生分布式发电设备、储能设备和负载设备组成的微型能源网络进行互联，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。同时，能源互联网能够实现各类型分布式可再生电源、储能设备以及可控负荷之间的协调优化控制。做到“横向源—源互补，纵向源—网—荷—储协调控制”，平抑分布式可再生能源间歇特性对局部电网的冲击。在保证系统的经济性与安全性的同时，进一步提高系统对分布式可再生能源的消纳能力。

第二，能源互联网可以推动可再生能源智能化生产，促进技术进步和产业升级。

可再生能源企业可以充分利用互联网技术和信息，建立可再生能源生产运行的监测、管理和调度信息网络，加强可再生能源产业链上下游企业的信息对接和生产消费智能化，支撑可再生能源企业和电网协调运行。同时运用大数据技术对设备状态、电能负载等数据进行分析挖掘与预测，开展精准调度、故障判断和预测性维护，提高能源利用效率和安全稳定运行水平。可再生能源企业还可以依托互联网形成系统化的开放的企业创新研究与应用体系，统筹技术和产品创新工作，将新技术、新资源、人才整合形成具有活力的技术研发与创新中心，并通过智能化集合提高生产运营效率和开发新技术，从而降低成本，促进可再生能源平价上网。

第三，培育可再生能源联网交易市场模式，有利于可再生能源上网的市场化建设。

可再生能源产品自身具有的不确定和不稳定等特点使之在市场中存在一定的风险，构建能够平抑相应风险和一定程度高价的市场机制和交易模式是可再生能源平价上网和市场建设的关键，这是改变原有的可再生能源通过财政补贴模式上网的必由之路。能源互联网所具有的数据技术和计算技术使其在培育和开发可再生能源联网交易模式中具有天然优势。新型的适当的交易模式能够使可再生能源在市场化环境下以市场交易价格实现资源的优化配置。例如，建设基于互联网的可再生能源灵活交易平台，支持风电、光伏、水电等可再生能源与电力用户之间实现点对点交易，面向不同用户群体提供差异化的可再生能源套餐；打造特殊的可再生能源金融产品，培育第三方运维、点对点能源服务等能源生产、消费和交易新业态等。

第四，能源互联网有利于形成可再生能源输配储运一体化，减少能源运输的成本。

能源互联网的建立可以减少能源运输的中间渠道，降低多道转运的成本。能源从一地到另一地的中间环节大大减少，前端生产和终端需求无缝衔接，降低能源整体运输成本，有利于可再生能源平价上网，尤其在可再生能源消纳比例提升时尤为明显。能源互联网也将使能源配置方式发生很大变化，长距离电能配置方式逐步改变，分布式能源与负荷就地平衡的电能配置模式将逐步成为能源配置的主导方式之一，这对于降低能源运输成本也大有裨益。此外，可再生能源最有效的利用方式就是转化为电能，并通过大电网实现优化配置、高效传输和便捷使用。能源互联网中的特高压、智能电网以及主动配电网的技术突破和建设基础，使其可以成为可再生能源高效开发利用的基本载体，同样有助于降低能源运输成本。

在依托能源互联网建设促进可再生能源平价上网的过程中，要格外重视可再生能源市场机制和

交易模式的培育。

需尽快开展相关问题的研究，依托互联网技术选择典型模式开展试点，建立灵敏高效的市场价格响应，使市场机制在可再生能源平价上网中真正发挥作用。

同时，应尽快加强可再生能源法律法规修订工作和相关市场监管部门的职责和实施力度，任何改革都应是在法律法规健全和监管有力的前提下才会顺利有效开展下去。

（曾鸣供职于中国能源研究会能源互联网专委会、李莹供职于华北电力大学能源互联网研究中心）

曾鸣 李莹 中国能源报 2016-12-27

## 美澳等国构建可再生能源发展构架

目前，在全球范围内，可再生能源正以强劲的势头增长。根据国际能源署(IEA)早前发布的相关报告显示，去年全球第一大装机容量已经被可再生能源代替。报告显示，2015年以风电和光伏为代表的可再生能源新增装机容量达153吉瓦，占全球新增装机容量的50%以上，较2014年增长15%。

正因如此，目前各国纷纷积极构建可再生能源发展框架，通过政策引导、技术支持等措施为有效降低可再生能源成本创造条件。

目前已经有相当一批企业家认为太阳能发电不仅可以提供可持续且具有成本效益的解决方案，而且能够帮助消费者应对不断上涨的公用事业成本。

在澳大利亚，配备太阳能和特斯拉Powerwall2.0电池系统的家庭印证了埃隆·马斯克关于可再生能源的畅想不再是天方夜谭。

根据外媒早前报道，特斯拉在澳大利亚已经推出居民使用的最新储能电池Powerwall2.0，其储能容量可达14千瓦时，价格约为5500美元，整体安装下来的总投资约为10300美元，相比其2015年发布的Powerwall1.0在单位储能成本上已经下降了近一半左右。

根据《英国卫报》相关业内人士透露，目前在澳大利亚，“光伏+特斯拉电池”的成本已经略低于消费者从电网购电的价格，发展前景一片光明。

正因如此，澳洲各大城市对该产品表现出了极大的兴趣。墨尔本城郊的YarraBend社区就将有望成为全球首个“特斯拉城”，社区内所有的房屋屋顶都将配备太阳能板和特斯拉推出的家用电池储能系统，这也让马斯克所倡导的“从根本改变世界使用能源方式”的理想又近了一大步。

作为美国第一个通过可再生能源配额制的地区，德克萨斯州可再生能源发展近年来所取得的成绩不停地刷新着人们对它的认识。

据悉，早在1999年，德克萨斯州公用事业委员会(PUCT)制定了一个规则，到2015年可再生能源装机容量达到5000兆瓦，并且制定了到2025年达到10000兆瓦的目标。

值得注意的是，在2009年德克萨斯州就已经完成了其2025年的目标，这也进一步印证了该地区在发展清洁能源上的无限潜力。

具体到风电发展来说，德克萨斯州开阔的地理环境，决定着其大力发展风电的先天优势。近年来，该地区发展风电的热情日益高涨，发展速度已经位列美国各州之首。

据悉，在今年一份分析报告中显示，德克萨斯州风力发电平均成本价在36~51美元/兆瓦时之间，这不包含政府补贴。另一方面，煤炭发电成本，在65~150美元/兆瓦时之间，而天然气是52~218美元/兆瓦时。风电显然比化石燃料更便宜。此外，从全美来看，以爱荷华州和德克萨斯州的度电成本为例，风电的成本价低于煤炭发电，大约为59美元/兆瓦时，同样不包含政府补贴。

提到迪拜，“中东门户”、“贸易枢纽”以及“石油大国”等一系列标签会自动从脑海中浮现出来。但迪拜人用事实证明自己身上的标签远不止这些，比如近期刚贴上的全球最低价光伏创造者。

在该国刚刚完成的新一轮800兆瓦太阳能发电项目竞标中，最新一期标案的得标价已经跌破3美分，创下光伏产业新低。

据悉，隶属于阿联酋(UAE)的国家事业单位迪拜水电局(DEWA)推出总设备量 3 吉瓦的 MohammedbinRashidAlMaktoum 太阳能发电园区的标案，并将分成数期执行。第三期 800 兆瓦的标案由阿布扎比的再生能源公司 Masdar 中标，并于 11 月 29 日正式签约。

值得注意的是，该公司的标价是 0.0299 美元/兆瓦时，在跌破 3 美分大关的同时，也将“全球太阳能标案标价最低”的头衔纳入囊中。

然而，这个低价纪录很有可能在未来一段时间内再次被打破。据悉，阿布扎比今年 9 月有一个 350 兆瓦的太阳能标案以 0.0242 美元得标，阿布扎比水电局希望将该电站在夏季尖峰时期的发电量尽可能最大化，因此在 6~9 月期间提供近 60%的补贴加成。0.0242 美元/千瓦时的价格仅适用于 10 月到隔年 5 月，6~9 月的价格是 0.0387 美元/千瓦时；若调整全年价格后，此项目的实际签约价格将是 0.0294 美元/千瓦时，有望打破 Masdar 所创造的最低纪录。

虽然经济性仍是高悬于海上风电之上的“达摩克利斯之剑”，但从彭博新能源财经(BNEF)近期发布的《平准化度电成本报告》来看，这样尴尬的局面或许很快将会被打破。

记者留意到，今年欧洲各大风电、能源公司在相关海上风电竞标中均给出了可提供的最低电价。

近日丹麦能源署公布了其最大的海上风电项目——KriegersFlak 的投标结果，瑞典能源企业 VattenfallVindkraftA/S 以 0.372 丹麦克朗/千瓦时(约合 0.37 元人民币/千瓦时)的电价中标。这是继该公司今年 9 月成功竞标赢得丹麦北海总装机容量 350 兆瓦的两座海上风电项目(约合 0.45 元人民币/千瓦时)后，在创下当时海上风电最低报价的基础上，又一次刷新最低纪录。

据悉，此次中标的项目位于丹麦境内，装机容量为 600 兆瓦。该风场的招标引发了极为激烈的竞价，除了像 Vattenfall 这样的大公司之外，还有另外 5 家公司和联合体也同时提交了投标书。预计丹麦政府用于该项目的补贴将有望达到 35 亿丹麦克朗。

在丹麦能源、公用事业和气候部部长 LarsChristianLilleholt 看来，丹麦正在巩固其作为海上风电领军者的地位，海上风电价格的下降也将促使其更具有竞争力。该项目不仅能为丹麦西兰岛居民提供源源不断的绿色电力，而且增加了丹麦绿色电力的可靠性，对促成欧洲电力市场的一体化、绿色能源的安全供给迈出了坚实的一步。

张栋钧 中国电力报 2016-12-26

## 首批多能互补集成优化示范工程出炉

从上报申请的 261 个项目中选择 23 个——在 2016 年的最后几天里，国家能源局公示了首批多能互补集成优化示范项目的评选结果。历时近半年的申报和评选，业界翘首以盼的首批多能互补集成优化示范工程评选终于出炉了。

在国家能源局的定义中，建设多能互补集成优化示范工程被视为，构建能源互联网系统的重要任务之一，是提高能源系统综合效率的重要抓手，对于建设清洁低碳、安全高效现代能源体系具有重要的现实意义和深远的战略意义。

建设多能互补集成优化工程的目标也非常宏大：到 2020 年，各省（区、市）新建产业园区采用终端一体化集成供能系统的比例达到 50%左右，既有产业园区实施能源综合梯级利用改造的比例达到 30%左右。

这意味着建设多能互补集成优化工程将开启巨大市场。对于市场规模，在日前《中国改革报》主办的 2016 年能源年会暨第二届能源发展与创新论坛上，电力规划设计总院副总工程师陈铮给出他的估算：多能互补一体化应用市场广阔，简单估算一下，终端市场每年投资可达到 5000 亿元左右，设备运维市场约在 2000 亿元。

陈铮指出，建设多能互补集成优化项目势在必行。他表示，从能源管理体制机制上来看，我国的能源系统也存在着一些不协调、不可持续的东西。比如终端用能中，如电、气、冷、热（气、水都不属于二次能源），是分别隶属于不同的管理部门，相互矛盾或者冲突的问题比较突出。在目前能源

需求放缓的状态下，西部一些省份或者资源条件优越的省份还在强调大基地、大输送，放任严重的弃风弃光问题于不顾，这是不可持续的发展模式。所以“十三五”期间，在整个能源规划或者在国家能源主管部门的决策中，多能源互补的发展方式很受重视。

在陈峥看来，技术的进步，特别是现代通讯技术的发展已为我国能源发展注入新的动力。新技术在能源生产、能源输送、能源消费当中得到了广泛应用，这是发展多能互补集成优化的技术条件。

国家能源局发展规划司葛炬在日前举行的中国分布式清洁能源多能互补研讨会上表示，“十三五”期间大力实施多能互补、集成优化工作主要涵盖两方面任务：一是加强终端系统整合优化，在新增区域，比如新城镇、工业园区、大型工业设施、商务区、海岛实施的终端化的多能互补，因地制宜推广风电等技术，加强热、电、冷、气能源生产的耦合集成和互补利用。二是利用大型的综合能源基地的资源，包括风能、太阳能、天然气等，发挥组合的优势，推动风、光、气组合应用。

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心主任李俊峰对发展多能互补集成优化项目寄予厚望。李俊峰在中国分布式清洁能源多能互补研讨会上表示，国家发改委和能源局大力提倡多能互补集成优化项目，有望解决弃光、弃水、弃核的问题。可统筹考虑能源布局方面、能源建设方面出现的诸多问题，打破多能多系统隔离的现状。

对于示范项目的数量，业界表示应该更多些。“261 个项目中选择 23 个，见到公示结果，我的第一反应是，这么少啊！增量配电网第一批还 105 个呢，多能互补集成优化试点应该再多些才好！”清华大学能源互联网创新研究院政策发展研究室主任何继江如是感慨。

然而，正如世界资源研究所中国办公室能源项目主任苗红所说：“多能互补集成优化示范项目概念非常新、尚处于起步阶段，从示范项目做起，在示范中找规律，积累经验，然后再大规模推广，建设多能互补集成优化示范项目是个好的开端。”

王海霞 中国能源报 2017-01-04

## 热能、动力工程

### 2016 年电力体制改革综述：电改红利梯级释放

2016 年，全国能源系统在“四个革命、一个合作”战略思想指引下，以供给侧结构性改革为主线，加快能源转型升级，在电力体制改革、能源扶贫攻坚、党的建设、能源国际合作等方面均取得重大进展和实质成效。

2016 年，输配电价改革落地生根、电力体制改革综合试点次第开花、配售电侧改革引爆市场，电改试点已覆盖全国 29 个省（区、市）和新疆生产建设兵团。

回望这一年，电力体制改革坚持市场化方向，取势取实并重，一系列新思路新举措推进电力市场化进程，改革红利梯级释放、远近交融，为经济社会及电力行业自身发展注入澎湃动力。

取实：降本增效惠泽实体经济

积极变化正在发生。今年 1~11 月，全国全社会用电量 53847 亿千瓦时，同比增长 4.96%，增速较去年同期上升 4.24 个百分点。

在首批电力体制改革综合试点地区——贵州，其大工业用电量增速从 1 月的-18.2%扭转为 9 月的 10.2%，全社会用电量增速从年初的-0.63%扭转为 9 月的 12.56%。

2016 年用电量回暖，一定程度上是电力体制改革发挥了积极作用。

回望全年，我国着力推进电力市场化交易，发用电计划、竞争性环节电价、配售电业务有序放开，基于电力交易中心的交易平台，通过双边交易、集中竞价交易等市场化方式实现交易电量大幅增加，得益于跨区跨省送电力度增强，清洁能源消纳数据传递出向好态势。

就全国而言，1~11 月，水电、核电、风电发电量同比分别增长 6.94%、23.87%和 30.30%。

以南方电网公司经营区域为例。年内，云电送粤市场化交易机制进一步完善，以云南富余水电增送广东为重点组织开展的增量市场化交易，更大范围优化配置了云南清洁能源。今年1~10月，南方电网西电东送电量达1685亿千瓦时，同比增长4.2%，较计划增加119.5亿千瓦时，所送电量中70%是水电等清洁能源。

此外，新成立的两家跨省区电力“调度”中心——北京电力交易中心、广州电力交易中心，在更大范围内调配区域电力资源的作用初步显现。

——北京电力交易中心。截至11月底，共开展水电、风电、光电、核电等清洁能源省间送电量达到3406亿千瓦时，同比增长9.1%。

——广州电力交易中心。开展云南送广东月内临时挂牌交易，首次交易电量为12亿千瓦时，交易价格在协议价格基础上下调0.1元/千瓦时，减少了云南汛期水电弃水损失。

“进一步降低企业用能成本，包括加快推进能源领域改革，积极开展电力直接交易，实施输配电价改革试点等。”8月22日，国务院发布《关于印发降低实体经济企业成本工作方案的通知》明确上述要求。

推进电力体制改革，加快电力市场化进程，合理引导发电企业让利，将改革红利传导至实体经济，降成本让企业轻装上阵，在转型升级和创新之路上长袖善舞。

在国家电网公司经营区域，截至11月底，北京电力交易中心和国网公司经营区域内各省级交易机构年内共开展电力直接交易电量4525亿千瓦时，同比增长177.8%，发电侧竞争形成的降价空间全部疏导到用户侧，为电力用户降低购电成本271亿元。

南方电网公司年内通过输配电价改革、落实煤电价格联动、开展市场化交易等，累计为用户节约用电成本241.5亿元。

今年前11月，我国三产和居民生活用电对全社会用电增长的贡献率继续大于二产，其中，信息传输、计算机服务和软件业用电同比增长了15.38%。

电力体制改革释放的红利，惠泽实体经济，推动了新经济加快发展、新动能加快成长、新业态加快形成。

取势：立柱架梁市场架构初现

坚持市场化方向推进电力体制改革，夯基垒台、立柱架梁，依靠创新和竞争的力量，构建有效竞争的市场结构和市场体系，让市场力厚积成势，方能使电力行业获得根本性红利。

今年以来，核定输配电价、建立交易平台、创新交易品种、明晰交易制度、完善市场化机制、强化市场监管……一项项具有重大牵引作用的改革举措精彩亮相。

这一年，输配电价改革超预期推进。

2016年，输配电价改革试点范围已扩大到除西藏以外的所有省级电网，基本实现全覆盖；深圳输配电价改革后进入第一监管周期总体平稳；蒙西、云南、贵州、安徽、湖北、宁夏等地输配电价已批复实施。

按“准许成本加合理收益”原则核定独立的输配电价，为现行电价机制与市场机制顺利衔接奠定了基础，构筑了电力市场化的基石。电网企业监管模式的转变，强化了电网企业自我约束，电网企业管理目标更加清晰，有利于电网企业无歧视向所有用户开放，为更大范围由市场形成电价创造了条件。

这一年，电力市场化架构初步建立。

2月29日，北京电力交易中心组织开展了我国首笔跨区电力直接交易——银东直流跨区直接交易，山东30家电力用户与陕西、甘肃、青海、宁夏824家发电企业，通过北京电力交易中心达成交易，交易电量90亿千瓦时。这是电力体制改革以来首次实现的点对点跨区交易，为跨区电力市场开放带来暖意。

从北京电力交易中心组织开展“藏电进京”“电力援疆”，广州电力交易中心开展云南送广东月内临时挂牌交易，到国家能源局印发《关于做好京津冀电力市场建设有关工作的通知》《京津唐电网

电力用户与发电企业直接交易暂行规则》，推进京津冀电力市场统一……改革者力求在更大范围优化配置电力资源，加快区域电力市场建设，探索着全国范围内市场融合的可行路径。

年内，31家电力交易机构陆续组建，为电力供需两侧市场有序开放及“多买多卖”市场格局的形成创造了必要条件：——贵州电力交易中心4月21日完成工商注册，成为全国首个多股东有限公司制省级电力交易机构；——云南昆明电力交易中心8月25日挂牌成立，成为全国第一个电网企业相对控股的电力交易平台；——重庆电力交易中心有限公司股权结构实行多元化，成为国家电网公司首家挂牌成立的股份制交易机构……依托交易平台，各地积极探索创新市场化交易机制：广东率先在全国进行有售电公司参与的月度集中竞价、云南创新开展日前增量用电交易……2016年，年度双边协商交易、月度集中竞价交易、合约转让交易等交易模式在各地创新推进。

此外，为保障市场主体合法权益，保证电力交易机构相对独立和规范运行，贵州、广州、北京等电力交易中心市场管理委员会纷纷成立，全国首个电力市场交易规则——《贵州省电力市场交易规则》出台……日益强化的市场监管，为提高电力市场竞争公平性与效率提供了保障。

这一年，配售电侧改革引爆电力市场。

在初具规模的电力市场中，已然放开的用户自由选择权，极大提高了用户参与市场的积极性，社会资本投资增量配电业务、开展售电业务热情高涨：——在广东，截至今年11月底，广东电力交易中心共有市场主体1297个，其中有210家售电公司进入市场，数量为全国之最。

——在云南，新一轮电力体制改革后的首张《供电营业许可证》4月28日花落能投集团，迈出云南放开增量配电市场的第一步。

——8月16日，全国首个混合所有制供电企业——深圳前海蛇口自贸区供电有限公司，参加广东电力交易市场月度集中竞价，以全电量成交，实现了第一笔竞争性售电业务。

——在湖北，8月26日，国内最大的民资电力集团——上能电力集团在武汉正式挂牌成立湖北公司，社会资本正式进入湖北电力交易市场。

——在贵州，选取国家级新区贵安新区为配售电改革试点，组建由贵州电网公司、贵安新区开投公司、社会资本按4:3:3股比组建配售电有限公司，在新区范围开展增量配电业务。

为规范社会资本投资增量配电业务、开展售电业务，年内出台的《售电公司准入与退出管理办法》《有序放开配电网业务管理办法》，明确实行以注册制和信用监管为核心的售电公司准入制度，不设置行政许可。《关于规范开展增量配电业务改革试点的通知》公布了105个第一批增量配电业务改革试点项目。

国家层面的制度建设进一步发掘了改革的动力。

电力体制改革绝非一日之功，作为供给侧结构性改革在电力领域落地的重要战略举措，电改更待实践者久久为功的韧劲和定力。

中国电力报 2016-12-22

## 国网三项新能源并网核心标准发布

12月16日，从中国电力科学研究院获悉，由该院牵头编写的三项国家电网公司新能源并网方面的核心标准《风电场接入电网技术规定》《光伏电站接入电网技术规定》《海上风电场接入电网技术规定》正式发布。

《风电场接入电网技术规定》《光伏电站接入电网技术规定》在原有标准的基础上，借鉴国内外相关标准的先进经验，充分考虑我国电网的基本情况以及大规模风电和光伏发电并网运行给电网带来的实际技术问题，同时兼顾风电场和光伏电站以及相关设备的实际运行能力和技术发展水平，进行了针对性的修订。主要技术性差异包括：增加了动态无功支撑部分动态无功电流注入超调量及稳定时间的要求；修改了动态无功支撑部分动态无功电流注入持续时间的要求；增加了高电压穿越的要求；增加了无功补偿装置适应性的要求；删除了部分已经不再适用的内容。

《海上风电场接入电网技术规定》主要是为了适应我国大规模海上风电的快速发展和并网需求，充分考虑了大规模海上风电并网运行可能给电网带来的实际技术问题，在海上风电场有功功率控制、功率预测、无功配置与电压控制、故障穿越、运行适应性、电能质量、仿真模型和参数、二次系统、接入电网测试与验证等方面提出了具体的技术要求。

以上三项企业标准作为国家电网公司新能源并网方面的核心标准，备受关注，同时也是相关国家标准修订的基础。三项标准的发布将为规范风电场和光伏电站的并网运行提供可靠依据，对保证当前大规模风电和光伏发电的安全并网运行，促进未来大规模风电和光伏发电可持续发展，具有重要意义。

中国电力网 2016-12-21

## 京海公司联合相关部门打造供热体系评价中心

12月15日，北京市质量技术监督局、北京市计量检测科学研究院和北京市京海换热设备制造有限公司在京召开供热系统标准计量创新研究与示范应用项目启动会，共同打造中国供热体系评价中心。

据悉，北京市计量院和京海公司将进行长期战略合作，共同开展供热领域的系统（包括热源、热网、换热站和用户端）和装备的标准、计量研究与工程应用。完善供热领域关键计量器具的溯源技术，制定供热领域耗能产品和系统的能效标识检测标准，开展供热领域关键计量器具、主要耗能产品和系统的能效检测业务。特别是智能换热站的检验与检测，供热系统的设施、管理、能效、质量、安全、环保等方面的现场评价。通过双方的合作，实现供热行业与技术标准、能效标准和计量标准的有效对接，形成强强合作、优势互补的新模式，共同促进供热行业技术进步，为供热行业实现节能减排提供依据和解决方案。同时，围绕国家“十三五”发展规划，在国际相关领域，建立具有我国知识产权的实用技术，加强安全、节能环保的供热系统能效评价体系，加强协同创新服务，促进供热系统能效标准的贯彻实施，提高我国城市能源管理综合利用水平。

此次启动的合作包括：智能换热站地方标准的编制和申报，智能换热站能效标识检测标准的标识和申报，后续团体标准的制定和申报；供热系统蒸汽表、热（冷）量表检测装置的立项申报、建设；结合热计量改造项目，编制能效评价报告和综合（安全、质量、节能、环保等）评价报告，打造京津冀供热领域（包括热电联产、区域供热、分布式能源和三联供）示范。

会议现场，还进行了清华大学项目、天津蓟州区项目、河北张家口宣化项目等示范项目的签约仪式。

罗雯 中国能源报 2016-12-19

## 中科院电工所实现石墨烯粉体快速制备

日前，中科院电工研究所马衍伟研究团队在石墨烯量化制备及高性能石墨烯基超级电容器方面取得重要进展，以二氧化碳为原料，采用自蔓延高温合成技术，成功实现了兼具高导电性和高比表面积石墨烯粉体的快速、绿色、低成本制备。研究结果发表于《先进材料》。

石墨烯粉体规模化制备的技术路线主要基于膨胀石墨剥离法和氧化石墨还原法，但是前者通常得到的是低比表面积的多层石墨片，而后者制备的石墨烯由于残留的氧官能基团和结构缺陷导致低导电性，严重制约石墨烯的潜在应用。

该团队采用二氧化碳为原料，金属镁粉为还原剂，纳米氧化镁为模板剂，通过镁粉在二氧化碳气氛中自蔓延燃烧方式，成功制备出富含介孔结构的石墨烯。目前所制的石墨烯电导率高达 13000 S/m，综合性能优异，并在离子液体电解液中表现出优越的电化学性能。基于电极材料的比电容高达 244 F/g，能量密度高达 136 Wh/kg，功率密度高达 1000 kW/kg，循环 100 万周后，容量保持率仍大

于 90%。该石墨烯制备方法反应过程耗时短、成本低、易于工业化推广，将促进石墨烯在超级电容器等储能领域中的实际应用。

彭科峰 中国科学报 2016-12-19

## 电力“十三五”明确深化电改等 18 项重点任务

据发改委网站 22 日消息，发改委、能源局正式印发电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）。《规划》明确了“十三五”期间我国将积极发展水电，大力发展新能源、加快煤电转型升级、实施电能替代、加快充电设施建设、深化电力体制改革等 18 项重点任务，以实现能源清洁利用、优化能源消费结构的目标。

规划提出，预期 2020 年全社会用电量 6.8-7.2 万亿千瓦时，年均增长 3.6-4.8%，全国发电装机容量 20 亿千瓦，年均增长 5.5%。在预期 2020 年全社会用电需求的基础上，按照 2000 亿千瓦时预留电力储备，以满足经济社会可能出现加速发展的需要。按照非化石能源消费比重达到 15% 的要求，到 2020 年，非化石能源发电装机达到 7.7 亿千瓦左右，比 2015 年增加 2.5 亿千瓦左右，占比约 39%，提高 4 个百分点，发电量占比提高到 31%；气电装机增加 5000 万千瓦，达到 1.1 亿千瓦以上，占比超过 5%；煤电装机力争控制在 11 亿千瓦以内，占比降至约 55%。

规划要求，“十三五”期间力争淘汰火电落后产能 2000 万千瓦以上，新建燃煤发电机组平均供电煤耗低于 300 克标煤/千瓦时，现役燃煤发电机组经改造平均供电煤耗低于 310 克标煤/千瓦时，火电机组二氧化硫和氮氧化物年总排放量力争下降 50% 以上。30 万千瓦级以上具备条件的燃煤机组全部实现超低排放，煤电机组二氧化碳排放强度下降到 865 克/千瓦小时左右。火电厂废水排放达标率实现 100%。电网综合线损率控制在 6.5% 以内。

规划提出 18 项重点任务：积极发展水电，统筹开发与外送；大力发展新能源，优化调整开发布局；鼓励多元化能源利用，因地制宜试点示范；安全发展核电，推进沿海核电建设；有序发展天然气发电，大力推进分布式气电建设；加快煤电转型升级，促进清洁有序发展；加强调峰能力建设，提升系统灵活性；筹划外送通道，增强资源配置能力；优化电网结构，提高系统安全水平；升级改造配电网，推进智能电网建设；实施电能替代，优化能源消费结构；加快充电设施建设，促进电动汽车发展；推进集中供热，逐步替代燃煤小锅炉；积极发展分布式发电，鼓励能源就近高效利用；开展电力精准扶贫，切实保障民生用电；加大攻关力度，强化自主创新；落实一带一路倡议，加强电力国际合作；深化电力体制改革，完善电力市场体系。

规划还指出，采取多种方式，继续安排资金支持城镇配电网、农村电网建设改造和电动汽车充电设施建设。鼓励社会资本参与跨省区输电工程、配电网工程、分布式电源并网工程、储能装置和电动汽车充电基础设施投资和建设。鼓励电力企业参与碳排放权交易。完善电力行业落后产能退出政策。搭建电力产业新业态融资平台。鼓励风险投资、产业基金以多种形式参与电力产业创新。积极引导社会资本投资。鼓励通过发行专项债券、股权交易、众筹、PPP 等方式，加快示范项目建设。

刘丽靓 发改委网站 2016-12-26

## 2016 “储能元年” 回眸

编者按

在新电改、能源互联网、可再生能源、分布式发电及微网，电动汽车等综合刺激下，2016 年储能和动力电池产业迎来重要发展机遇。这一年，被业界称为储能元年，储能不断受到国家重视，政策规划和引导力度不断加强。岁末年尾，让我们一起来回首。





### 1, 能源互联网推动储能发展

2月29日,国家发改委、工信部、能源局联合发布《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》,将发展储能和电动汽车应用新模式作为10大重点任务之一。

《指导意见》中提出,鼓励整合小区、楼宇、家庭应用场景下的储电、储热、储冷、清洁能源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。构建储能云平台,实现对储能设备的模块化设计、标准化接入、梯次化利用与网络化管理,支持能量的自由灵活交易。推动储能提供能源租赁、紧急备用、调峰调频等增值服务。

储能是最重要的灵活性资源,储能技术的发展直接决定了资源的灵活性水平。同时,电动汽车则是基于激励响应的需求侧资源,是灵活性资源的一种存在形式。能源互联网的浪潮,进一步释放了分布式微网储能以及电动汽车作为储能设施的市场空间。

### 2,《能源技术革命创新行动计划》发力储能

4月7日,国家发改委、国家能源局联合下发了《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》,并同时发布了《能源技术革命重点创新行动路线图》,明确了我国能源技术革命的总体目标。对储能的技术创新战略方向、创新目标(2020年、2030年、2050年目标)进行了阐述,并针对储热/储冷技术、新型压缩空气储能技术、飞轮储能技术、高温超导储能技术、大容量超级电容储能技术以及电池储能技术提出具体的创新行动目标。

国家储能技术路线未做强制规定,而是鼓励多种储能电池技术并存。储能改变了电力工业即发即用的传统模式,通过“调剂、优化、提高、保障”,使电力系统的平衡关系变得多样化,可选择控制、可最优化。储能技术是未来能源结构转变和电力生产消费方式变革的战略性支撑。

尽管储能刚刚起步,没有定型的政策、技术、应用,处于初期阶段,但随着国家对储能的重视,以及很多企业和科研院校在技术上的研究、探索等,将助推储能技术百花齐放,并从实验室不断走向市场。

### 3, 电储能辅助服务市场主体地位确立

6月7日,国家能源局正式发布《关于促进电储能参与“三北”地区电力辅助服务补偿(市场)机制试点工作的通知》,明确了电储能设施的独立市场主体地位。《通知》规定,无论是在发电侧还是用户侧建设电储能设施,均可作为独立市场主体、或与发电企业联合,参与调峰调频等辅助服务市场交易。

《通知》还提出,“三北”地区各省原则上可选取不超过5个电储能设施参与电力调峰调频辅助服务补偿(市场)机制试点,以及根据“按效果补偿原则”尽快调整调峰调频辅助服务计量公式,提高辅助服务补偿力度,保持辅助服务补偿政策的连续性、稳定性。

此前在国内储能由于不具有市场主体地位、补偿机制不明确、调度经验缺乏等原因,一直未得到长足发展。在“三北”地区电网中,AGC调频电源几乎全部为火电机组,优质调频电源稀缺,对风电的开发利用形成制约。明确了身份即打开了市场应用的大门,随着示范项目的推进,储能将名正言顺地参与到辅助服务市场中。通过对辅助服务市场补偿机制的完善,将提速储能产业商业化的发展。

### 4, 大连将建世界最大化学储能调峰电站

4月14日国家能源局印发《关于同意大连液流电池储能调峰电站国家示范项目建设的复函》,批复同意大连市组织开展国家化学储能调峰电站示范项目建设。10月26日,大连市热电集团有限公司对外披露,总投资35亿元人民币的大连液流电池储能调峰电站(200MW/800MWh)国家示范项目建设正式步入正轨。这是迄今为止世界最大的化学储能调峰电站项目,将全部采用全钒液流电池。

该项目的背景是推进大规模储能技术在电力调峰及可再生能源并网中的应用,为能源革命和能

源结构调整，实现低碳经济提供技术和装备支撑。作为国家能源局在全国首次批准建设的国家级大型化学储能示范项目，对储能技术的应用模式和商业模式都将产生积极的示范和引领作用。

通过探索、优化和完善大规模电池储能电站智能管理控制、智能调度使用等技术，为商业化应用积累经验。通过分析和验证储能电站对区域电网可再生能源发电并网的运行效率、运行安全性、资源配置、经济贡献等方面的作用，为低碳电网的规划建设提供依据。

#### 5，新电改促储能应用空间进一步释放

自去年新电改 9 号文出台以来，多个省市和地区连续跟进，电改综合试点和售电侧改革试点全面开花。迄今，国家发改委共批复 18 个省份开展电力体制改革综合试点，8 个省份或地区开展售电侧改革试点。

电改同时引发了园区售电和能源互联的浪潮。最新统计数据显示，全国已经完成注册的售电公司已超过 3000 家。随着新一轮电力体制改革的推进，一些影响储能领域发展的不利因素也在不断减少。

随着电改政策不断深化，发电、售电、用电等多个环节的改革正在不断深入。一方面，价格机制有望形成，为储能的并网合规性及合理补偿提供了依据，另一方面，新一轮电改将开启需求响应、辅助服务、售电侧等多个电力市场，储能在这些领域都有广阔的应用前景，并能创造出更多的价值。

瞄准储能市场商机，专业化储能企业相继成立，部署大规模储能生产能力。主要出现了两种储能企业：一类是电池生产企业与过程控制系统企业、系统集成商开展合作，成立专业化储能企业，如阳光电源与三星 SDI、科陆电子与 LG 化学、亿纬锂能与沃太能源等。另一类是传统光伏企业借助在光伏系统开发建设方面的优势开辟储能业务，成立专业化储能企业，如协鑫集成储能、天合储能。

#### 6，储能技术示范应用进入《可再生能源发展“十三五”规划》

12 月 10 日，国家发改委印发《可再生能源发展“十三五”规划》，其中提出要推动储能技术在可再生能源领域的示范应用，实现储能产业在市场规模、应用领域和核心技术等方面的突破。

《规划》提出，结合可再生能源发电、分布式能源、新能源微电网等项目开发和建设，开展综合性储能技术应用示范，通过各种类型储能技术与风电、太阳能等间歇性可再生能源的系统集成和互补利用，提高可再生能源系统的稳定性和电网友好性。重点探索适合可再生能源发展的储能技术类型和开发模式，探索开展储能设施建设的管理体制、激励政策和商业模式。

同时《规划》还提出，提升可再生能源领域储能技术的技术经济性。通过示范工程建设培育稳定的可再生能源领域储能市场，重点提升储能系统的安全性、稳定性、可靠性和适用性，逐步完善储能技术标准、检测认证和入网规范，通过下游应用带动上游产品技术创新和成本下降，推动实现储能技术在可再生能源领域的商业化应用。

以光伏和风电为代表的可再生能源有明确的政策导向和补贴机制。储能技术示范应用进入《可再生能源发展“十三五”规划》，在一定程度上说明储能在市场和技术上正在崛起。尽管还没有具体的补贴和扶植细则出台，但储能的市场空间正在不断打开。

#### 7，储能列入国家电力示范项目申报范围

11 月 22 日，国家能源局发布《国家电力示范项目管理暂行办法》。《办法》提出，电力示范项目将单独纳入国家电力建设规划，并对示范项目的申请、评估与优选、审批等都做了明确规定。其中，系统储能项目也包含在申报范围之内。包括储能在内的示范项目享有《国家能源局关于印发国家能源科技重大示范工程管理办法的通知》所明确的支持政策。

储能项目列入到示范项目申报范围，表明政府对储能的高度重视。尽管目前来看，储能的直接补贴还很难，但是可间接从示范项目财政支持中获得。通过示范项目的建设，可以为未来扶持政策的制定和推广提供基于实践的指导。

#### 8，动力电池回收利用提上议程

2016 年年初，工信部等 5 部委联合制订发布了《电动汽车动力蓄电池回收利用技术政策（2015

年版》》，提出加强对电动汽车动力电池回收利用工作的进一步指导和规范，明确了电池回收责任主体和追责方式，旨在促进动力电池有序回收利用、促进资源循环利用。

随着新能源汽车的爆发式增长，4—5年之后将有大量的动力电池退役。据中国汽车技术研究中心预测，到2020年，我国电动汽车动力电池累计报废量将达到12万—17万吨的规模，废弃动力电池回收已成为行业关注焦点。

有分析称，废旧动力电池中回收钴、镍、锰、锂及铁和铝等金属所创造的市场规模将会在2018年开始爆发，达到52亿元，到2020年达136亿元，2023年将超过300亿元，乐观预计到2020年动力电池的梯次利用率达到50%。

该政策出台的主要目的，是加强对动力电池回收利用工作的技术指导和规范，明确动力电池回收利用的责任主体，指导相关企业建立上下游企业联动的动力电池回收利用体系，此举有助于培育良好的再利用体系，防止走其他废弃物治理走过的“先乱后治”的老路。

#### 9，国家动力电池创新中心成立

6月30日，国家动力电池创新中心在京正式成立。工信部部长苗圩指出，未来这一创新中心将面向行业共性需求，通过协同技术、装备、人才、资金等各类资源，打通前沿技术和共性技术研发供给、转移扩散和首次商业化的链条，为我国实现动力电池技术突破，提升动力电池产业竞争力，为新能源汽车产业发展提供战略支撑。

动力电池是电动汽车的“心脏”，是新能源汽车产业发展的关键，近几年我国动力电池的技术研发、产业规模快速增长，但和国际先进水平还有一定差距，亟待加速发展。以动力电池创新中心和产业创新联盟为平台，有助于攻克相关领域的技术难题，将会大大促进新能源汽车，尤其是纯电动汽车产业的发展。

由于众多行业企业参与其中，国家动力电池创新中心将有望在“十三五”期间突破多项产业核心技术。届时，不但动力电池产业将迎来黄金发展期，制约新能源汽车发展的一系列技术问题也有望迎刃而解。新能源汽车行驶里程将大大提升，成本则会明显下降——这将大大促进新能源汽车，尤其是纯电动汽车的全面普及。

#### 10，动力电池产能将超600亿瓦时

受2015年动力电池产能供不应求影响，大部分动力电池企业都在积极扩充产能，也不乏一些新的企业纷纷加入。比如国轩高科、天津力神、宁德时代、南都电源、天能动力、亿纬锂电、杉杉股份、比亚迪等企业都加入扩产行列。

企业规模扩张也带来了产能过剩担忧。来自中国化学与物理电源行业协会的数据，到2016年年底，我国动力电池产能将超过600亿瓦时，与此同时，2016年动力锂离子产品将会出现结构性过剩的现象。

不少动力电池企业对于消化产能充满信心。一是国家大力支持新能源汽车发展政策，要在2020年实现500万辆新能源汽车保有量的目标，同时国家发布了《节能和新能源汽车技术路线图》，描绘了未来15年新能源汽车产业发展的蓝图，再加上国内、国际储能市场需求，动力电池企业可以消化大部分规划产能。

我国已成为全球最大的光伏应用市场和最大的风力发电市场，大规模储能、分布式储能、偏远地区储能、户用储能将对电池有更大的需求，有望成为继动力之后电池行业的又一巨大潜在市场。

何英 中国能源报 2016-12-28

## 林伯强：地方主导电改行不行

电力体制改革走到今天，殊非易事。新电改总体感觉是，出台文件很多，实质动作不多，进展比较缓慢。

目前现有的电力系统虽然可能有许多问题，但至少从保证电力供给、电力安全、居民电力价格

以及用户满意度等方面，都是很好的，要通过改革把这个系统做得更好，的确有一定风险，因为一旦出现问题，公众就会认为还不如不改革。

现在是最好的机会

可以说，中国的电力体制改革比较担心的两个后果，一是电力短缺，二是电力价格上涨。

目前电力过剩的窗口期非常有利于推进电力市场化进程，电力过剩的时期，可以有很大的腾挪空间，但目前的这个窗口期能延续多久，我们并不知道。毕竟中国的人均电力消费量还非常低，电力不会一直持续 2%~3% 的速度增长。

根据国际经验和以往的国内经验，电力需求与经济发展均呈现周期性发展的特点，目前的过剩可能是周期性过剩，而不是长期过剩。

从全球来看，发达国家的情况表明，一国能源电力需求增长出现拐点的时候，一般发生在人均 GDP 在 2 万~3 万美元之间。目前中国的人均 GDP 仅为 8000 美元左右，因此中国电力需求低速增长，很可能经济调整周期的一个点，而不是一条线，而一旦电力需求再回升，市场偏紧，哪怕制度设计、市场设计得很好，改革就可能面临困难，这是上一轮电力改革的重要教训。加上政府的改革决心，现在的这个机会应该是最好的机会，各方必须尽可能利用这个时间窗口，尽快全面推进电力体制改革。

电力市场化之后，电力价格必然有升有降。从以往经验看来，电价下降一般没有问题，政府对电力降价的容忍度比较高。可电价一旦上升将面临什么考验，应该怎么应对，目前还没有明确的说法，涨价之后是消费者直接承担，还是再走国家补助(国企亏损)，目前都没有机制性安排，而只是假定没有这个问题。

从历史经验来看，能源关系民生和经济竞争力，在降价的时候，哪怕是市场化的举措，也不会有人抱怨，比如煤炭 276 天的限产，但是面对涨价，以往政府的执行力偏弱。目前我们新形成的能源价格机制其实都没有受到真正的考验，以成品油为例，其价格形成机制自 2009 年改革完以后，国际石油价格一直处于下降通道，如果石油价格再回到 120 甚至 130 美元的高点，会有什么问题？电力也是一样道理，随着煤价回升，电价可能会面临挑战。

不能各行其是

从具体执行来看，目前新电改似乎主要由地方政府来牵头推进，现在看来存在一些问题。以省为基础进行电力体制改革，主要成果通过交易电价大幅度下降。地方政府是否从整体市场设计、较大范围能源流动资源配置的角度来考虑电改？

直观地说，他们可能更倾向从地方自身利益、本地供需情况来考虑问题，希望把较低的电价转移到当地实体经济当中去，这与电力改革要打破省间壁垒的初衷可能背道而驰。电力降价的好处显而易见，可以将利益从中央往地方流动，发电企业 40% 多是央企，实体主要是地方。在电价下降的情况下，对地方政府来说目前就是电力交易越大越好，这或许也是为什么很多地方政府对电改很起劲的原因。

不过，一旦电力供给紧张，或者煤价再大幅度上涨的话，地方政府还会这么积极？会不会倒过来为市场化改革设置各种各样的障碍？

因此需要由中央进行有效的顶层设计，电改必须能够推进协调区域之间的能源资源流动和配置，在这些问题上，有必要对地方主导的改革进行的强制约束。

改革就应该允许有些地方成功，有些地方失败，但是完全放手让地方政府主导也带来了许多问题。

改革因地制宜的意思就是指，中国作为大国，难以在全国采用同样一个模式，为此应该在更多的地方做试点，发现最适合中国电力体制改革的模式。

但这不意味着每个省都在电力改革的框架下，从本地利益出发设计方案。地方政府要 GDP，要发展经济，都没错，但是如果仅仅从地方自身角度来考虑问题推进电力改革的话，就很难设计出比较完善的市场体系和机制。

需要明确的是，改革共赢是个理论上和长期性的概念，短期不可能让所有的相关方都受益，肯定要伤害到某些利益，因此只要政策制定者是秉持兼顾效率与公平的基本原则，不能兼顾谁受伤，谁不受伤。这就要求大家去适应改革，不能反过来让改革适应大家。相关各方要认清趋势，即使有难题，也要克服，毕竟改革要适应中国国情，但不是适应某个集团、某个地方的利益。

总之，地方电力改革不能各行其是，甚至是可能是绑架电改，让改革碎片化，必须要与中央的电力改革原则和顶层设计的精神保持一致，将地方经济发展纳入整体改革的大盘子统筹考虑，才能实质性推动改革进程，并真正享受到改革红利。

要给出明确预期

当下，市场人士一直在关注具体交易规则。需要强调的是，电力交易类似于其他交易，需要很好的制度设计，才能保证公平公正公开，对于中国电力市场改革的设计而言，最关键的还是市场的两个根本要素，电量和电价。

目前电力市场化改革的一些具体要素，以及改革进程其实还是在政府手里，比如上网电价、终端电价、市场交易电量仍然是政府控制。由于对计划电量“逐步放开”没有约束，对市场交易来说，政府可以让你做大，也可以让你做小。这样，电力市场交易就比较容易受经济运行的影响。

在当下，热烈讨论市场交易规则是远远不够的，可能也没有这个必要，因为国外有很多现成规则机制可以借鉴，不必在这方面过于纠结。但是，对于中国以往电力改革的经验和教训，却需要深入讨论，并形成成果。

随着改革推移，在制度上如何约定“逐步放开”计划电量，一个有充分交易量的市场才真正有意义，没有交易量的市场，即使市场设计天衣无缝，其意义何在？

电力是比较特殊的行业，如何来假定政府将“逐步放开”计划电量，还有，政府对电价市场化的容许度和约束，以及动态的交叉补贴资金来源等等，都需要仔细讨论。应该对电改一些根本性问题进行制度约束，比如“逐步放开”交易电量的具体比例和时间表，电价波动极限和容忍度。

对相关部门而言，需要向社会明确政府的根本立场和主张，比如政府的电价市场化进程、计划电量如何逐步放开、政府宏观电力改革框架和能否尽可能不用行政手段干预市场进程，等等。应该对上述核心问题给出明确的说法和时间表，并做出尽量不受经济形势转变而忽视改革承诺。

惟其如此，才能让各方对电力市场化进程和电力体制改革形成比较好的预期，否则，对新一轮电力体制改革的未来，只能保持谨慎乐观的态度。

林伯强 国家电网报 2016-12-27

## 地热能

### 山东烟台市城区及周边地热资源调查报告出炉

近日，由山东地矿三院完成的《烟台市城区及周边地区 1:5 万地热资源调查报告》正式出炉，调查探明了烟台城区及周边的地热储量，共确定三个地热勘查开发前景区，主要位于栖霞市中桥和福山区高疃镇附近、福山门楼镇附近和牟平龙泉镇南部地区，该院还完成了《山东省胶东半岛深部地热赋存条件研究报告》，较全面地研究总结了本区深部地热赋存条件及成矿规律，并圈定了区内十处开发利用前景区，为烟台开发利用地热能提出了诸多科学建议。

储量有多少?年可利用量折合标煤 1.8 万吨

勘探地热，首先是搜集区域地质资料，对地质构造、地质岩性、水文地质条件等有个全面的掌握，而后制定初步的勘查方案。山东地矿三院从事地热勘探多年，从上世纪 70 年代起就为烟台地区温泉的开发利用提供勘探和评价服务。“研究表明，不同方向断裂构造交汇所形成的‘锐角 V’字形地带处往往是地热资源的赋存地，这是我们多年地热勘探总结出的规律，‘烟台市城区及周边地区 1:

5 万地热资源调查’项目的勘探成果再次证明了这一点。”山东地矿三院高级工程师原华山介绍。

烟台市城区及周边地热资源调查，主要在烟台市城区及周边地区开展，范围包括芝罘、莱山、福山、开发区和高新区的全部，牟平的大部分地区及栖霞市和蓬莱市的部分地区。调查结果显示，栖霞市中桥和福山区高疃镇附近、福山门楼镇附近和牟平龙泉镇南部地区等三大区域地热资源储量丰富，被确定为地热勘查开发前景区。在综合热储量面积、热储厚度、热储岩石和水的平均热容量等多个因素后，烟台市城区及周边的地热资源的储量也已探明，年可开发利用地热资源量折合成标煤约 1.8 万吨。

咋开发利用?从供暖、洗浴到暖房的梯级开发

“其实，烟台地区的地热能只利用了一部分，年利用量比例仅为 60%，且多为洗浴开发。”原华山说。

梯级开发，是地热能利用的基本原则。当前，随着经济社会的快速发展，社会能源的需求日益增多，地热资源作为一种绿色健康能源，集节能、环保及医疗、保健等多方面功能于一身的优势日益显现，地热资源的开发利用正逐步从传统的洗浴、医疗、养殖等向供暖、温泉旅游、休闲娱乐、疗养度假、医疗保健及农业种植暖房等方面扩展。

有关统计资料显示，目前烟台地热水主要用于洗浴、医疗、保健疗养、休闲娱乐、养殖等，少量用于供暖及工业加工等行业。其中洗浴用水约占 40%，养殖用水占 26.67%，采暖用水占 20%，娱乐用水占 13.33%。为科学合理地勘查、开发利用及保护地热资源，该项调查就如何更好地科学利用地热能给出诸多建议，如强化地热资源的开发管理;天然温泉地下热水水温多在 50 至 90℃，有必要推广热泵等技术，提高地热资源利用率;开展回灌试验，延长地热田寿命;加强地下热水动态监测等等，以最大程度地发挥地热资源的经济和社会效益。

整个烟台啥情况?胶东半岛圈定十大地热成矿区

烟台地热资源较为丰富，就开发利用来说，从 2000 年后伴随着房地产项目温泉开发的需求增加而快速升温。“早在上世纪 70 年代，我们就对烟威地区天然温泉开展了监测和评价服务;90 年代，针对部分温泉出现的温度降低等问题进行重新勘察设计;近十年来，除天然温泉以外，其它地质条件较好地区的温泉开发项目也多了起来。”谈起山东地矿三院的地热勘查施工之路，原华山感慨不已。

目前，烟威地区运行较好的温泉，如磁山温泉、牟平龙泉汤、莱山于家汤、威海天沐温泉等，山东地矿三院都提供了开发利用方案。

2015 年，由三院编写的《山东省胶东半岛深部地热赋存条件研究报告》发布，报告对胶东半岛深部地热赋存条件进行了综合分析研究，总结出深部地热赋存的特征及规律，并以此规律在研究区内划定出 10 处具有良好地热成矿条件的地区，总面积为 361.58 平方公里，分别为：莱州北部地区、龙口市东北部地区、蓬莱市南部地区、莱西东北部地区、海阳市西部、胶州市东北部、青岛市西部、胶南市西南地区、烟台龙泉镇南部地区、威海市西荣成北地区。

齐鲁网 2016-12-19

## 我国地热探测与地热能利用方案初定

“到 2030 年，建立地热能探测与规模开发成套技术，突破干热岩高效利用核心技术，为地热能占国家一次能源消费总量达 3%提供科技支撑。”记者从近日召开的地热资源探测与地热能利用研讨会上获悉，我国从国家层面对地热能资源的开发利用终于有了初步时间表。

据了解，深部地热资源探测是我国“地球深部探测计划”的一个重要组成部分。根据地球深部探测重大专项围绕的 4 个层次、8 大任务和 10 大技术的实施体系，开展深部地热资源探测将揭示深部地热资源赋存机理，形成地热资源探测与开发利用技术体系，评价地热资源量，搭建地热资源科学开发利用平台，提出区域地热资源科学开发利用战略布局，促进我国地热能大规模开发利用及产业化。

会议对已经初步确定的地热探测与地热能利用实施方案进行了充分讨论。方案提出，深部地热资源探测与地热能利用的总体目标是，促进我国地热能大规模开发利用及产业化。到 2030 年，我国地热能利用在一次总能源消费中占比达到 3%;地热资源开发每年减排二氧化碳 10 亿吨，约占全国碳排放量的 8%;地热开发利用年产值达到 5 万亿元，约占全国 GDP 的 8%;京津冀地区地热能利用占一次能源比例达到 10%，地热供暖占京津冀总人口的 5%。预期将形成一系列成果。如在理论体系方面，形成不同类型地热资源成因模式和赋存机理。在技术创新方面，形成地热资源探测和地热能利用 2 个技术系列、3 种类型地热资源开发技术模式。在工程示范引领方面，将建成万千瓦级干热型地热资源发电示范工程、水热型地热资源发电及综合利用示范、十大绿色校园“地热+”集成应用示范工程。在平台建设方面，将建成地热资源数据库及信息系统、全国地热资源动态监测网等。

研讨会由国土资源部中国地质调查局总工程师、地球深部探测中心主任严光生，中国地质调查局地热资源调查研究中心主任、水环所所长石建省主持。中国工程院院士多吉、曹耀峰等就地热资源利用发表各自观点。

全国地热资源调查评价工程首席专家、地热资源探测与地热能利用实施方案编写组组长、水环所科技处处长王贵玲表示，系统开展地热资源探测和利用，有利于优化能源结构，提升保障能力，促进节能减排，实现绿色发展。但他同时坦言，目前我国在地热资源探测和地热能利用方面还存在诸多问题，攻克这些问题需要更多层面的共同支持。

会上，北京市、天津市、广东省、河北省及相关高校、科研机构的专家就地热资源的利用情况展开交流。

据悉，此次会议由国土资源部科技与国际合作司、教育部科技司、中科院重大任务局及中国地震局科技司主办，中国地质调查局中国地质科学院地球深部探测中心承办，中国地质科学院水文地质环境地质研究所等协办。

国土资源部门户网站 2016-12-20

## 生物质能、环保工程

### 山东省生物质能专业委员会揭牌成立

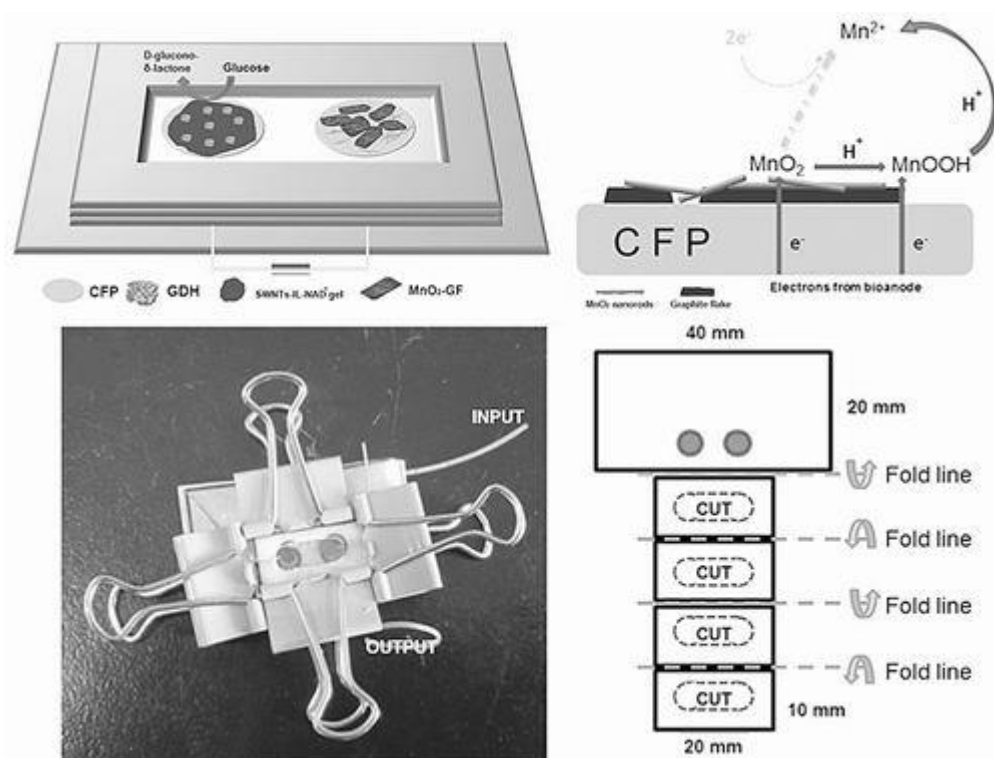
12 月 16 日上午，由山东省循环经济促进会筹备创建的山东省生物质能专业委员会在济南揭牌成立。今后，专委会将成为省内生物质能行业抱团取暖、合拍共振的发展平台，有利于实现上游、中游、下游企业之间信息共享、技术交流，打破原料收购与供应这一产业发展瓶颈，促进全省生物质能产业做大做强。

下一步，专业委员会将尽快起草制订污染排放团体标准、原料收购规范、储存规范等生物质能发展的行业标准，通过掌握标准权，发出行业声音，提升行业话语权;及时掌握并传递国内外生物质能发展动态和相关政策，总结推广行业经验和做法，进行合作交流，并积极参与政府决策，为行业企业快速发展提供服务;在生物质能科技创新方面，面对能源作物品种选育、大规模原料收集、纤维素转化、低成本液体燃料制备等领域都有很多需要攻关的技术难题，专业委员会将整合科研力量，促进产学研结合，提升山东省生物质能源开发利用的创新能力。

济南日报 2016-12-20



## 长春应化所折纸生物燃料电池研究获进展



折纸生物燃料电池工作原理和样品。

生物燃料电池是一种酶替代贵金属催化剂的能量装置。与传统燃料电池相比，生物燃料电池除具有高效清洁、环境友好的优点，也具有来源广、操作条件温和、生物相容性好等独特优势。但是，生物燃料电池的小型化问题及其相对复杂的组装过程仍然是提高其实用性的一大难题。

中国科学院长春应用化学研究所电分析化学国家重点实验室董绍俊课题组多年来致力于生物燃料电池的微型化与便携性研究。他们近期发展出一种新方法，通过将折纸技术与微型化的生物燃料电池结合起来，将软饮料中的葡萄糖催化转化从而直接获取能量。

他们针对如铂、金等贵金属阴极价格昂贵、易中毒、高度依赖溶液中氧含量浓度等缺点，创新性地提出了一种以二氧化锰作为阴极材料的消耗型阴极。这种阴极材料价格低廉、储量丰富，且允许电池在无氧条件下运行，完全不需要贵金属的加入，正如美国犹他大学生物电催化领域的专家 Shelley Minter(JACS 副主编)的评价，“利用纸作为基底而得到的廉价生物燃料电池，大部分都属于阴极限制型电池。”

在该项工作中，他们将二氧化锰阴极与生物阳极置于一个由滤纸制作的折纸通道内，成功地制作了一种新型低成本便携式纸基生物燃料电池，实现了生物燃料电池的微型化，为新型生物燃料电池的研发提供了新的思路。

这种折纸生物燃料电池可以直接用可口可乐和营养快线等商业化含糖软饮料作为燃料，具有廉价、易得的优点，有良好的应用前景。法国格勒诺布尔大学教授 Donald Martin 认为，“尽管大尺寸的折纸类电池还有很长的路要走，但是低能耗的生物燃料电池依然是值得追求的目标。”

中国科学报 2017-01-05

# 太阳能

## “十三五”太阳能发电装机达 1.1 亿千瓦

12月16日，国家能源局印发《太阳能发展“十三五”规划》(以下简称《规划》)，明确提出，到2020年底，太阳能发电装机达到1.1亿千瓦以上。其中，光伏发电装机1.05亿千瓦以上，太阳能热发电装机达到500万千瓦。

同时，记者注意到，在此次规划中，太阳能热项目被给予了高度重视。指导方针中明确提出，通过示范项目建设推进太阳能热发电产业化，不断拓展太阳能热利用的应用领域和市场。

分布式大力推进，创新引领产业升级推动光伏发电多元化应用

作为8项重点任务之首，分布式光伏被许以重任，屋顶分布式光伏成为其主要发展形式。到2020年，我国将建成100个分布式光伏应用示范区，园区内80%的新建建筑屋顶、50%的已有建筑屋顶安装光伏发电。

具备开发条件的工业园区、经济开发区、大型工矿企业及商场学校医院等公共建筑，采取“政府引导、企业自愿、金融支持、社会参与”的方式，统一规划并组织实施屋顶光伏工程。太阳能资源优良、电网接入消纳条件好的农村地区和小城镇，则结合新型城镇化建设、旧城镇改造、新农村建设、易地搬迁等统一规划建设屋顶光伏工程，形成光伏小镇、光伏新村。

通过技术创新驱动产业升级，已成为行业发展共识，在本次公布的规划中，这一理念被再次强调。

通过实施“领跑者”计划，为先进技术及产品提供市场支持，引领光伏技术进步和产业升级。国家也将组织建设达到最先进技术水平的前沿技术依托基地，加速新技术产业化发展。

不仅如此，我国还将形成国际领先、面向全行业的综合型创新支撑平台，建立产品测试平台，建立国家光伏发电公共检测和评价中心。实施太阳能产业升级计划，推进全产业链的原辅材、产品制造技术、生产工艺及生产装备国产化水平提升。开展前沿技术创新应用示范工程，建立产学研有机结合、技术与应用相互促进、上下游协同推进的技术创新机制。

为助力2020年全面建成小康社会的宏伟目标，“开展多种形式光伏扶贫”也跻身“十三五”重点任务之列。引人注意的是，《规划》再次强调，确保光伏扶贫项目所发电量就近接入、全部消纳。

在中东部土地资源匮乏地区，将优先采用村级电站(含户用系统)的光伏扶贫模式。单个户用系统5千瓦左右，光伏扶贫所优先采用的村级电站一般不超过300千瓦，并可优先纳入光伏发电建设规模、优先享受国家可再生能源电价附加补贴。

同时，鼓励各地区结合现代农业、特色农业产业发展光伏扶贫。鼓励地方政府按PPP模式，由政府投融资主体与商业化投资企业合资建设光伏农业项目，贫困户可获得资产收益。

合理布局集中式建设，多能互补促进消纳推进光伏发电行业协调发展

对于刚刚走出“630”抢装热潮的光伏产业，合理布局光伏电站、引导行业通过竞争机制实现项目优化配置成为下一阶段的重点任务。

根据国家年度指导规模，各省(区、市)需合理布局集中式光伏电站，弃光限电严重地区“十三五”前半期将暂不新增集中式光伏电站建设规模，并通过本地消纳和扩大外送相结合的方式，提高已建成集中式光伏电站的利用率，降低弃光限电比例。

《规划》明确，为促进电力消纳，各类配电网企业应优先消纳分布式光伏发电量，并推行分布式光伏发电项目向电力用户市场化售电，输配电价按照促进分布式光伏就近消纳的原则合理确定。

同时，按照“多能互补、协调发展、扩大消纳、提高效益”的原则，“三北”地区将利用现有和规划建设的特高压电力外送通道，有序建设太阳能发电基地，并提高电力外送通道中可再生能源比重。青海、内蒙古、甘肃、河北、东北等太阳能资源好、土地资源丰富地区，将分阶段建设太阳能发

电与其他可再生能源互补的发电基地。金沙江、雅砻江、澜沧江等西南水能资源富集的地区，将依托水电基地和电力外送通道逐步建设大型风光水互补发电基地。

为提升可再生能源发电的稳定性，《规划》要求，发挥太阳能热发电储热蓄能、出力可控可调等优势。在青海、新疆、甘肃等可再生能源富集地区，提前做好太阳能热发电布局，探索以太阳能热发电承担系统调峰方式，研究建立太阳能热发电与光伏发电、风电、抽水蓄能等互补利用、发电可控可调的大型混合式可再生能源发电基地，向电网提供清洁、安全、稳定的电能，进而促进可再生能源的高比例应用。

新能源微电网的建设也将成为下一阶段的发展重点。根据《规划》部署，在分布式可再生能源渗透率较高或具备多能互补条件的地区，将建设联网型新能源微电网示范工程，探索建设100%可再生能源多能互补微电网。在电网未覆盖及供电能力不足的偏远地区、海岛、边防哨所等，将建设智能离网型新能源微电网示范工程，改善地区能源结构。

记者还注意到，新能源微电网将成为独立售电主体，以探索微电网内部分布式光伏直供及微电网与本地新能源发电项目电力直接交易的模式。同时，支持微电网就近向可再生能源电力企业直接购电，探索实现100%新能源电力消费微电网。

规模化发展，多元化利用助力太阳能热产业发展增速

此次《规划》的印发，明确提出要建设150万千瓦的太阳能热发电示范项目、200座以上的大型区域供热站、2000万平方米的工农业生产太阳能供热，为太阳能热行业的未来发展指明方向。

今年9月，伴随每千瓦时1.15元(含税)电价的正式公布，曾被忽视已久的太阳能热发电产业走入行业视线，其商业化进程正式拉开帷幕。按照“统筹规划、分步实施、技术引领、产业协同”的发展思路，“十三五”前半期，太阳能热行业将总结积累建设运行经验，培育和增强系统集成能力，并尽力完善太阳能热发电产业服务体系，以带动产业规模化发展和产品质量提升，保障太阳能热发电产业健康、有序发展。

与此同时，根据资源条件，太阳能热供热也将进一步得到推广，多元化的太阳能热利用方式成为发展重点。

首先，以市场需求为动力，以小城镇建设、棚户区改造等项目为依托，太阳能热水的规模化应用将得到进一步推动，资源适宜地区的太阳能热水系统推广力度进一步加强。在农村和小城镇，支持居民安装使用太阳能热水器，并在农村推行太阳能公共浴室工程，扩大太阳能热水器在农村的应用规模。在大中城市的公共建筑、经济适用房、廉租房项目，强制推广太阳能热水系统的力度加强。在城市新建、改建、扩建的住宅建筑上，推动太阳能热水系统与建筑的统筹规划、设计和应用。

其次，至2020年，我国集热面积总量将达到400万平方米以上，农村建筑太阳能热水、采暖示范项目将超过300万户。根据资源总量及自然环境的差异，在东北、华北等集中供暖地区，积极推进太阳能与常规能源融合，采取集中式与分布式结合的方式进行建筑供暖；在集中供热未覆盖地区，结合当地可再生能源资源，大力推动太阳能、地热能、生物质锅炉等小型可再生能源供热；在需要冷热双供的华东、华中地区，以及传统集中供暖未覆盖的长三角、珠三角等地区，重点采用太阳能、地热能供暖制冷技术。

鼓励在条件适宜的中小城镇、民用及公共建筑上推广太阳能区域性供暖系统，建设太阳能热水、采暖和制冷的三联供系统。

不仅如此，太阳能供热高效、清洁、低碳的优势，也使其得到了工农业领域的青睐。《规划》要求，结合新能源示范城市和新能源利用产业园区、绿色能源示范县(区)，在印染、陶瓷、食品加工、农业大棚、养殖场等用热需求大且与太阳能热利用系统供热匹配的行业，充分利用太阳能供热作为常规能源系统的集成，提供工业生产用热，推动工业供热的梯级循环利用。

伍梦尧 中国电力报 2016-12-19

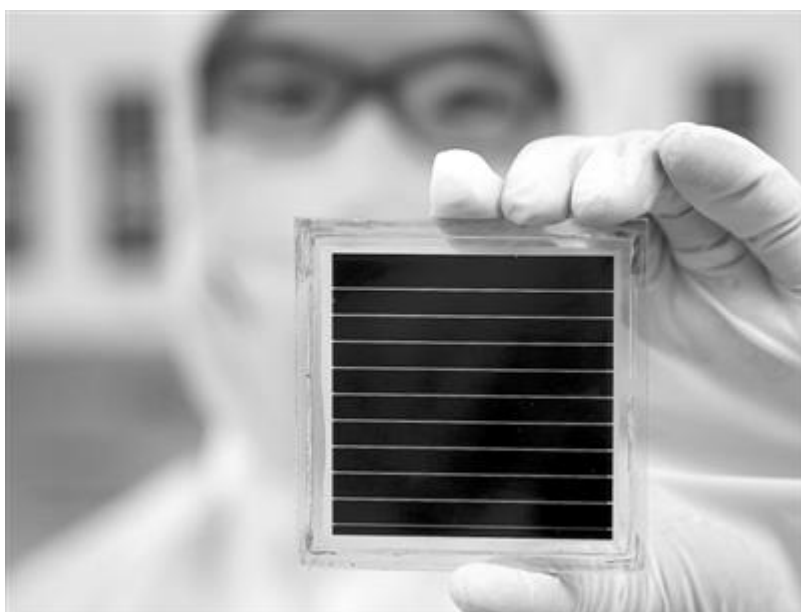
## 国家能源局：截止 10 月末我国光伏装机规模 75GW

日前，国家能源局新能源司司长朱明表示，据能源局统计到 2016 年 10 月底，全国水电、风电、光伏发电并网装机分别为 3.28 亿千瓦、1.4 亿千瓦、7500 万千瓦，装机规模均位居全球首位。

朱明指出，未来我国将建立可再生能源发电全额保障性收购制度，构建新型电力运行管理体系，并完善辅助服务补偿政策，实现可再生能源与常规能源的深度融合。在补贴方面，推动实施可再生能源绿色证书交易机制，有序实现“价补分离”，将固定电价转变为固定补贴和绿色证书相结合的运行管理体系，逐步推动新能源参与市场竞争，用市场机制促进可再生能源产业健康发展。

中国电力网 2016-12-19

## 我国钙钛矿太阳能电池研发取得突破



我国在钙钛矿电池研发领域取得重要突破。上海交通大学韩礼元教授团队和苏州黎元新能源科技有限公司合作研发，使面积 36 平方厘米钙钛矿太阳能组件的能量转化效率突破了 12%。图为 12 月 14 日，技术人员在展示钙钛矿太阳能薄膜电池器件。新华社记者 陈飞摄

科技日报 2016-12-19

## 有机太阳能电池研究 取得突破性进展

近日，由南开大学化学学院教授陈永胜领衔的团队在有机太阳能电池领域研究中取得突破性进展。他们利用寡聚物材料互补吸光策略构建出一种具有宽光谱吸收特性的叠层有机太阳能电池器件，实现了 12.7% 的光电转化效率。据了解，这也是目前文献报道过的有机/高分子太阳能电池光电转化效率的最高纪录。

据介绍，有机太阳能电池是解决环境污染、能源危机问题的有效途径之一，其在成本低、柔性高、工艺简单、环境友好等方面都远远优于传统太阳能电池。但是，自 1958 年第一个有机太阳能电池器件诞生至今，如何提高光电转换效率就始终困扰着各国科学家。这一问题也决定着有机太阳能电池能否走出实验室、走进人类的生产生活。

“作为新兴的前沿研究领域，近年来，得益于光活性层材料的设计开发和器件结构的不断优化，有机太阳能电池能量转化效率有了大幅攀升。”陈永胜说，他与他的团队多年来对有机光伏器件材料

筛选和构筑工艺进行深入系统研究，开发了一系列可溶液处理的高效率寡聚物型分子活性层材料，于 2015 年实现了超过 10% 的光电转换效率。

考虑到产业化要求，使用具有不同光谱吸收范围的活性材料制备叠层光伏器件是进一步提高光电转化效率的有效策略。基于该思路，陈永胜教授团队与华南理工大学研究团队等开展合作，采用与工业化生产兼容的溶液加工方法制备得到高效有机太阳能器件。经过工艺优化，最终实现了 12.7% 的验证效率。

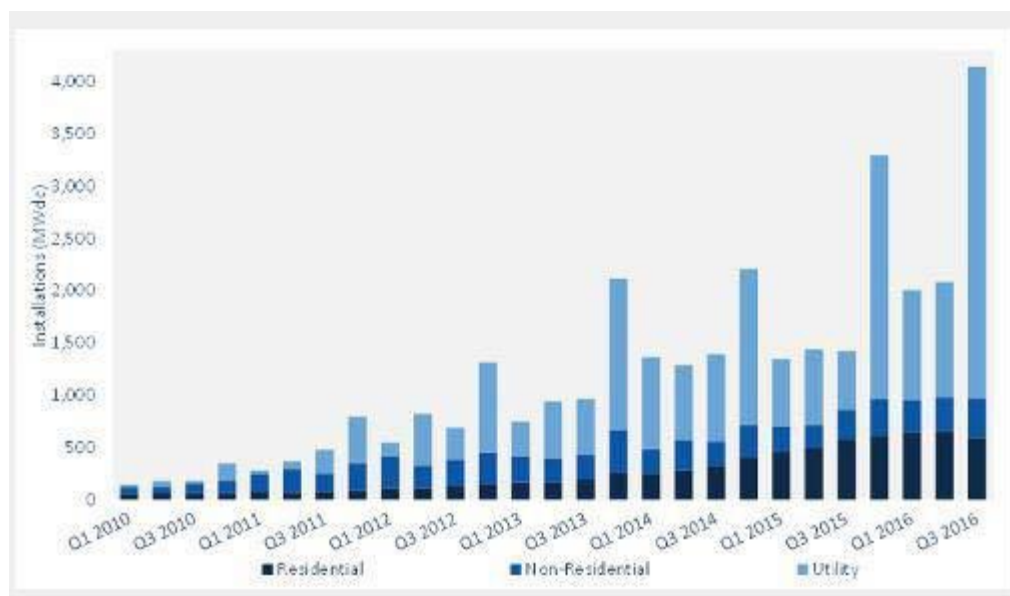
根据相关设计原理，通过材料和器件的进一步优化，光电转换效率还有进一步提升的空间，有望达到 15% 以上。“下一步，我们将主要解决电池寿命问题，进一步提高能量转化效率。相信有机太阳能电池从实验室真正走向实际应用、实现商品化生产的梦想将在不久的将来成为现实。”陈永胜说。

牛瑾 经济日报 2016-12-19

## 美国第三季度光伏装机量创纪录达到 4.1GW

不过，今年的情况有些特殊，本应发生在年末的建设热潮在第三季度就已经开始，当季项目装机量超过 4GW，为史上最高水平，且第四季度有望刷新这一纪录。

根据研究机构 GTM Research 和美国太阳能行业协会(SEIA)联合公布的最新报告，美国 2016 年第三季度项目装机量达到 4.1 GW，创历史纪录，主要原因是原定于 2016 年末上线的公共事业规模装机项目提前到了第三季度，随后政府才宣布将投资税收抵免 30% 的政策延长至 2020 年。



第三季度公共事业规模光伏项目装机量占装机总量的 3/4，其中犹他州出乎众人意料以 875MW 位居第二，仅次于加利福尼亚州。德克萨斯州以 374MW 位居第三，当季装机量比 2015 全年还高。

第三季度工商业板块装机量同比小幅增长 15% 至 375MW，增长的主要原因是社区太阳能项目经过长期等待终于开始上线，为工商业板块贡献了 20% 的装机量。

同期住宅项目部署量虽然超过 500MW，但同比仅增长 2%，环比下滑。报告写道：“在加州这样的成熟市场中，销售周期的变化、监管和费率设置上面临的挑战使住宅太阳能项目很难维持初期增长率。”

公共事业板块正在一点点蚕食住宅太阳能板块的利益，净计量政策和费率的变化增加了客户的固定支出。

不过，美国太阳能市场总体来看依然强劲，至少在可预见的未来内。报告预计第四季度装机量达到 4.8GW，意味着全年装机量可达 14.1GW。此外，GTM Research 认为超过一半原定于 2016 年完

工的项目将推迟至 2017 年。

GTM Research 副董事 Cory Honeyman 说：“受政府取消税收抵免政策担忧影响，2016 年第三季度涌入大量公共事业规模项目储备，这种趋势将延续至 2017 上半年。”

不过，GTM Research 警告称 2017 年过后市场前景将变得扑朔迷离。预计电力合同成交量会下降，部分原因在于公共电力部门早在数年前就完成了可再生能源购买目标，尽管当前公共事业部门的电力购买价格仅为每兆瓦时 35-60 美元。

中国电力网 2016-12-19

## 汨罗第一个渔光互补光伏发电项目开工

12 月 18 日上午，湖南汨罗第一个渔光互补光伏发电项目——汨罗镇鹤巢湖 20 兆瓦渔光互补光伏发电项目正式开工。汨罗市委常委、市政府党组副书记林治学，岳阳发改委、国网湖南电力公司、国网岳阳供电公司、汨罗发改委等单位相关负责人出席开工仪式。

鹤巢湖渔光互补太阳能发电项目选址在汨罗镇黄家坪村，项目电力总装机规模为两万千瓦，总投资约 1.7 亿元，预计 2017 年 5 月 30 日前建成投产。项目总承包单位为国核电力规划设计研究院。

湖南核电有限公司总经理袁毅告诉记者，鹤巢湖渔光互补项目，采用先进光伏发电技术与现代渔业养殖进行整体规划，架空安装的光伏设备下面进行生态渔业养殖，实现“水里养鱼虾、水上发电”，提高了土地利用价值，每年可发电 2000 万度。项目建成后，每年可为地方带来三四百万元的税收。项目建设阶段，将吸纳 50 余名群众参与施工，完工后可为当地提供 10 个工作岗位。

太阳能新闻网 2016-12-19

## 能源局发布太阳能发展“十三五”规划

根据国家能源局 16 日对外发布的《太阳能发展“十三五”规划》，到 2020 年底，太阳能发电装机将达到 1.1 亿千瓦以上，其中，光伏发电装机达到 1.05 亿千瓦以上。

规划明确，到 2020 年，太阳能年利用量将达到 1.4 亿吨标准煤以上。“十三五”时期太阳能发展的成本目标为：光伏发电成本持续降低。到 2020 年，光伏发电电价水平在 2015 年基础上下降 50% 以上；太阳能热发电成本低于 0.8 元/千瓦时；太阳能供暖、工业供热具有市场竞争力。

规划指出，“十三五”期间，按照“创新驱动、产业升级、降低成本、扩大市场、完善体系”的总体思路，大力推动光伏发电多元化应用，积极推进太阳能热发电产业化发展，加速普及多元化太阳能热利用。

据悉，“十二五”时期，我国光伏产业体系不断完善，技术进步显著，光伏制造和应用规模均居世界前列。太阳能热发电技术研发及装备制造取得较大进展，已建成商业化试验电站，初步具备了规模化发展条件。太阳能热利用持续稳定发展，并向建筑供暖、工业供热和农业生产等领域扩展应用。

新华社 2016-12-19

## “十三五”时期太阳能产业对经济贡献将突破万亿元

近年来，太阳能开发利用规模快速扩大，技术进步和产业升级加快，成本显著降低，已成为全球能源转型的重要领域。国家能源局近日公布的《太阳能发展“十三五”规划》显示，到 2020 年底，太阳能发电装机达到 1.1 亿千瓦以上，其中光伏发电装机达到 1.05 亿千瓦以上；太阳能热发电装机达到 500 万千瓦。专家表示，“十三五”将是太阳能产业发展的关键时期，基本任务是产业升级、降低成本、扩大应用，实现不依赖国家补贴的市场化自我持续发展。

## 力推分布式光伏发电

“十二五”期间，我国光伏装机实现了上百倍的增长，跃居全球第一光伏大国。但由于光伏装机量的快速攀升主要来源于西部地区的集中式地面电站建设，这也带来了一系列的消纳难题。

大力推动分布式光伏发电发展成为“十三五”时期的必然选择。《规划》提出，到2020年建成100个分布式光伏应用示范区，园区内80%的新建建筑屋顶、50%的已有建筑屋顶安装光伏发电。在具备开发条件的工业园区、经济开发区、大型工矿企业以及商场学校医院等公共建筑，统一规划并组织实施屋顶光伏工程。在太阳能资源优良、电网接入消纳条件好的农村地区和小城镇，推进居民屋顶光伏工程，形成若干光伏小镇、光伏新村。

“弃光限电很大一部分原因是东西部光伏建设不均衡。”正信光电运营总裁王传邦说，西部地区工业基础薄弱，消纳能力有限，再加上当地传统火电机组较多，电网等配套设施建设不完善，就容易造成窝电现象。此次《规划》将分布式光伏列入发展重点，无疑将进一步促进分布式的发展。分布式光伏应当不仅仅局限于工商业屋顶，还可以延伸至农业光伏、家庭分布式应用等等。

在拓展“光伏+”综合利用工程方面，国家能源局相关负责人表示，鼓励结合荒山荒地和沿海滩涂综合利用、采煤沉陷区等废弃土地治理、设施农业、渔业养殖等方式，因地制宜开展各类“光伏+”应用工程，促进光伏发电与其他产业有机融合，通过光伏发电为土地增值利用开拓新途径。探索各类提升农业效益的光伏农业融合发展模式，鼓励结合现代高效农业设施建设光伏电站。

为保障分布式光伏健康发展，《规划》要求，结合电力体制改革开展分布式光伏发电市场化交易，鼓励光伏发电项目靠近电力负荷建设，接入中低压配电网实现电力就近消纳。各类配电网企业应为分布式光伏发电接入电网运行提供服务，优先消纳分布式光伏发电量，建设分布式发电并网运行技术支持系统并组织分布式电力交易。

## 开展多种方式光伏扶贫

光伏发电具有经济收益安全稳定、节能减排效果明显、运营维护成本低廉等特点，在精准扶贫特别是在帮扶失能贫困人口上更具精准优势，近年来逐渐成为我国扶贫攻坚的重要形式之一。

《规划》提出，“十三五”时期，要开展多种方式光伏扶贫，创新光伏扶贫模式，以主要解决无劳动能力的建档立卡贫困户为目标，因地制宜、分期分批推动多种形式的光伏扶贫工程建设，覆盖已建档立卡280万无劳动能力贫困户，平均每户每年增加3000元的现金收入。

早在今年10月份，国家能源局便下达了第一批总规模516万千瓦光伏扶贫项目。其中，村级光伏电站共计218万千瓦，集中式地面电站共计298万千瓦，共涉及河北、山西、辽宁、吉林、安徽、江西等14个省份约2万个贫困村。

虽然光伏扶贫在国家政策的推动下取得了积极成效，但实际推广中仍存在不少实际问题。王传邦告诉《经济日报》记者，首先，我国贫困农村地区电网基础设施薄弱且用电负荷相对较低。其次，农村地区缺乏项目开发专业人才，导致光伏电站建成以后出现组件或线路故障，影响发电量，造成收益损失。

“国家鼓励光伏扶贫建设村级电站，但村级电站接入电网要求较低，适宜及符合要求的安装土地或屋顶也是一个问题。”晶科能源副总裁钱晶坦言，“没有质量保障的光伏扶贫项目不仅不能造福于民，还会造成事故伤害或经济损失。”

光伏扶贫项目对于推进我国精准扶贫工作建设至关重要。为保证光伏扶贫的顺利推进，《规划》要求，做好农村电网改造升级与分布式光伏扶贫工程的衔接，确保光伏扶贫项目所发电量就近接入、全部消纳。同时，确保光伏扶贫关键设备达到先进技术指标且质量可靠，鼓励成立专业化平台公司对光伏扶贫工程实行统一运营和监测，保障光伏扶贫工程长期质量可靠、性能稳定和效益持久。

## 光热发电形成产业化

随着首批示范项目的启动以及示范电价的出台，蓄势待发的太阳能光热发电产业，无疑将成为“十三五”时期太阳能利用领域的最大亮点。《规划》明确，“十三五”期间，太阳能热发电成本将低于0.8元/千瓦时，太阳能热发电效率实现较大提高，形成全产业链集成能力。



记者了解到，“十二五”时期，我国太阳能热发电技术和装备实现较大突破。八达岭 1 兆瓦太阳能热发电技术及系统示范工程于 2012 年建成，首座商业化运营的 1 万千瓦塔式太阳能热发电机组于 2013 年投运。我国在太阳能热发电的理论研究、技术开发、设备研制和工程建设运行方面积累了一定的经验，产业链初步形成，具备一定的产业化能力。

不过，我国太阳能热发电产业化能力较弱也是不争的事实。目前，我国太阳能热发电尚未大规模应用，在设计、施工、运维等环节缺乏经验，在核心部件和装置方面自主技术能力不强，产业链有待进一步完善。同时，太阳能热发电成本相比其他可再生能源偏高，面临加快提升技术水平和降低成本的较大压力。

国家能源局相关负责人表示，“十三五”前半期，将积极推动 150 万千瓦左右的太阳能热发电示范项目建设，总结积累建设运行经验，完善管理办法和政策环境，验证国产化设备及材料的可靠性；培育和增强系统集成能力，掌握关键核心技术，形成设备制造产业链，促进产业规模化发展和产品质量提高，带动生产成本降低，初步具备国际市场竞争力。

大规模发展太阳能利用产业，将有力推动地方经济发展转型。专家预计，“十三五”时期，太阳能产业对我国经济产值的贡献将突破万亿元。其中，太阳能发电产业对我国经济产值的贡献将达到 6000 亿元，平均每年拉动经济需求 1200 亿元以上，同步带动电子工业、新材料、高端制造、互联网等产业发展。

王轶辰 经济日报 2016-12-20

## 集中式光伏产能过剩 校园分布式难成突破口

“6·30”抢装潮过后，产能过剩成了光伏行业的“心头刺”。日前，上海市发展和改革委员会印发的一则《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法》（以下简称“办法”），令光伏项目投资企业对分布式光伏项目热情大增，尤其是在学校屋顶上建设分布式光伏电站，高额的补贴使得企业看到了光伏行业的突破点。但是，物理空间小、投资者热情低仍是分布式光伏大面积推广的“拦路虎”。

### 高补贴促使企业跟进

根据上海发改委印发的最新办法，相关政府机构将按照分布式光伏发电项目的实际发电量对项目的投资主体给予长达五年的补贴，其中学校用户最高可获得 0.55 元/千瓦时的补贴，工商业用户为 0.25 元/千瓦时，个人、养老院等享受优惠电价用户为 0.4 元/千瓦时。这项政策无疑为推动学校分布式光伏发电系统的广泛应用打下了一针强心剂。

据了解，目前已经有企业开始跟进学校分布式光伏的建设工作。上海大学、同济大学、清华大学等学校均已安装分布式光伏。正信光电家庭电站销售总监洪家劲表示，在学校等优质屋顶项目开发潜力无限与地方政策持续发力的当下，正信光电已做好充分的准备迎接这一巨大的市场机遇。正信光电凭借国际领先的自动化生产设备已实现年产能 1.6GW，在分布式项目开发上，公司则凭借旗下一支专业的项目开发团队打造了多座分布式光伏发电项目。

业内人士表示，对于屋顶面积较大的上海中小学校而言，可选择安装装机容量为 20kW 的屋顶发电系统，可基本满足学校日常能耗需求，在收回投资后业主还可将多余的电力出售给电网公司。对于用电能耗较大且屋顶资源充沛的大学院校等，则可考虑安装 50kW 以上的屋顶发电系统，项目建成并网后，一年发电量最高可达到 59860 度，可大大降低校园日常用电负荷。

### 分布式光伏成趋势

国家在“十三五”时期对光伏市场的规划容量是 150GW，其中，分布式电站 70GW。截至 2015 年底，我国光伏发电累计装机容量 43.18GW，其中，分布式电站 6.06GW。据此测算，“十三五”期间分布式电站将新增 63.94GW，平均每年新增 12.79GW，未来分布式光伏发展空间巨大。在电力发展“十三五”规划中也强调，要坚持集中建设与分散建设并举的原则，以就近消纳为主，促进光伏



发电就近消纳。

在光伏市场深耕多年的东方日升新能源股份有限公司（以下简称“东方日升”），日前向位于重庆山区一所希望小学捐赠一套装机容量为 3kW 的太阳能光伏发电系统，旨在改善当地教学环境。

东方日升总裁王洪表示，在集中式光伏产能过剩的情况下，分布式光伏无疑是一个很好的突破口。相比较于集中式光伏来说，分布式光伏不受地区限制，可以在人口稠密的中东部地区安装，并且规模较小，可就地消纳。不能说分布式光伏是未来光伏发展的唯一趋势，但它会是未来光伏发展的必然趋势之一。

发展依然艰难

尽管目前由于集中式光伏出现产能过剩等状况，倒逼企业进而发展分布式光伏，分布式光伏的发展仍存有不小的难题。

王洪认为，校园分布式光伏项目目前在国内推动人数比较少，发展还面临一定的挑战。学校屋顶虽然空旷且闲置，但能建造的项目大小有限，综合性大学校园屋顶面积相对大一些，学院及中小学屋顶面积较小，因此单个项目容量通常较小。大多数学校为公办学校，用电电价便宜，光伏发电卖给学校用，收益相对较低，而且目前除了上海，仅较少地区给予相关的补贴。一般单个屋顶面积小，材料及施工成本相对会增加，学校学生众多，安全文明施工考虑因素多，难度加大。

厦门大学中国能源经济研究中心主任林伯强指出，在光伏产业中，政府最希望发展的是分布式光伏。每年都会定下一个目标，但是每年的目标都没有完成，发生这样状况的原因有两个，一个是物理空间不足，中国的消费者想要装分布式光伏但没有空间可以装，并不像国外一样有很多别墅区。另一个是目前电价较低，电量较少，安装光伏后一年仅能够收入 2000 多元，刺激不了人们安装分布式光伏的热情。虽然目前发展校园分布式光伏，但校园光伏并不能做大，因为资源有限，并不能长久依赖。

孙麒翔 王子扬 北京商报 2016-12-20

## “领跑者”计划该如何领跑行业？

“未来的光伏市场，将是由需求侧和供给侧共同驱动的市场。接下来，我国光伏企业应积极推进供给侧结构性改革，通过技术创新，促进产业结构优化升级，进一步推动我国光伏产业可持续发展。”日前，中国光伏行业协会秘书长王勃华在出席“光伏十年创新发展高峰论坛”时说。

随着 2016 年步入尾声，国内光伏行业在一丝凉意中企盼着来年的春意。回首 2016 年，光伏行业最受人关注的仍然是为新能源领域供给侧改革提供较为成熟样板的光伏“领跑者”计划。随着第二批项目的实施推进，光伏“领跑者”计划也将从焦点和质疑中发展成为推动产业升级的强大动力。

降本增效成行业重点

2015 年，随着《关于促进先进光伏技术产品应用和产业升级的意见》出台，“领跑者”计划进入公众视野，之后首个“领跑者”示范基地落户大同。2016 年，第二批“领跑者”计划不仅强调了技术先进性，还增加了竞价上网的内容，对光伏领跑技术基地采用招标、优选等竞争性比选方式配置项目资源。将电价作为主要竞争条件，这要求投资主体在保证技术先进性的前提下具备了价格优势。目前来看，“领跑者”实施一年多以来，该计划对行业降本增效起到了积极的推动作用。

“通过‘领跑者’计划，在技术进步、成本下降、价格衔接、管理政策衔接上起到央地关系有效协调、产业政策和企业发展有效协调的作用。‘领跑者’基地一方面可以推动技术进步，另外一方面促进成本下降。”水电水利规划设计总院新能源部副主任王霁雪说。

自 2015 年推出“领跑者”计划之后，电池、组件效率开始出现迅速突破，金刚线切割、PERC 技术等成为行业热词，得到更多的企业尝试与认可，与此同时，之前甚少企业介入的 IBC、HIT 以及 MWT 等高效电池技术也受到了越来越多企业的关注和投入。

根据统计，从首个“领跑者”大同基地的供货情况分析发现，大同基地组件总安装量为 1016MW，

单晶安装量达到了 609MW，单晶组件的安装量占到了总安装量的 60%，除了晶澳太阳能，新晋单晶巨头乐叶光伏，凭借母公司隆基股份也成为了组件供应商的最大赢家。此后，之前以多晶为主要产品的大组件厂商，例如晶科、天合光能、协鑫等都逐步扩大了其单晶产线的布局。

记者了解到，在效率提升、成本快速下降的双重驱动推动下，全球高效单晶需求和比重快速提升。根据预测，未来 3 年国内单晶需求每年约为 9GW 左右，海外市场随着整体年新增量的增长，单晶需求也将快速提升，预测 2017 年全球单晶需求为 20.7GW，占比为 25%。全球单晶产品需求也将会从 2015 年的 9GW 水平快速成长至“十三五”末的 30GW 水平。

在第二批“领跑者”基地招标工作完成后，设备制造厂商中，掌握高效技术、拥有高效产品的企业，包括晶科、协鑫、乐叶光伏、阳光电源、天合光能等也排名靠前。

“今后技术升级是大势所趋，在‘领跑者’招标中就可以看出，采用高效 PERC 单晶技术、黑硅、MWT 和 N 型双面电池等新技术的企业优势显著，倒逼着行业技术创新发展。”王勃华说。

实施过程中出现不同理解

经过两批“领跑者”计划的实施推进，尤其是在第二批“领跑者”项目招标连续爆出超低价后，业内开始出现对“领跑者”计划的不同理解。

鉴衡认证光伏事业部副总经理刘松明表示，光伏行业发展最核心的竞争力是度电成本，归根结底是技术创新。但是新技术在刚推出时面临“技术锁定”，即和传统技术、产品相比，先进技术市场导入成本较高、认知度低、推广困难。因此主管部门在 2015 年推出了“领跑者”计划，但 194 号文并没有提出来哪些是先进技术，所以在具体贯彻和执行过程中产生了理解的不一致，由最早提出的“领跑”，到最后在一定程度上造成了“群跑”的乱象。

阳光电源市场总监张彦虎认为，2015 年首个“领跑者”强调的是鼓励使用先进的技术淘汰落后的产能。2016 年增加了竞价上网，成为竞价上网+先进技术的竞争，但竞价却吸引了过多的注意力，导致了过度竞价。

质疑声的出现，让不少业内人士开始担忧，“领跑者”计划要达到的终极目标到底是什么？

针对此类消极声音，多位接受采访的业内人士表达了不同观点。“竞价是产业发展的一个过程，通过竞争可以重新洗牌，最终有利于加速推进光伏平价上网，这也是所有光伏企业的终极目标。

‘领跑者’作为示范项目，本身就具有探索的意味，不能因为出现低价就否定另一面的积极作用。应当看到，‘领跑者’计划推出一年多来，技术领先的产品普及与推广速度迅速加快。”一位在示范基地中标的光伏企业负责人告诉记者。

据了解，“领跑者”计划推进一年多以来，不仅领跑基地的项目对先进技术和转换效率有明确标准，其他光伏项目也开始主动向“领跑者”看齐。国内多个主流电站投资商在大型集中招标过程中，要求一般项目设备产品也需满足“领跑者”计划效率标准，这也推动了整个行业的技术进步和升级。

下阶段“领跑者”重在择优

据了解，为了更好地推进下阶段“领跑者”项目的建设，相关主管部门都在积极总结第一、二批光伏示范基地规划、建设和管理经验。

水电水利规划设计总院副院长易跃春在接受采访时表示，“为达到探索和推进光伏发电规模化发展、产业升级和成本下降协同发展的目的，下阶段将从技术提升、规范引导、创新模式、电价下降这四大方面全面深化‘领跑者’项目的示范作用。”

记者也从多方了解到，根据规划，下阶段的“领跑者”计划将更加关注先进技术的竞争。但究竟哪些是先进的技术和产品？这就需要客观、公正的评价体系，让“领跑者”计划回归最初的目标，只有这样才能满足行业相关发展诉求。

目前来看，对于下一步的“领跑者”计划，虽然目前为止还没有正式的文件公布，但是基本思路已经在业内得到肯定：今后“领跑者”示范基地将重在“择优”而非“竞价”，更加注重技术先进性和转换效率的提升，通过提高“领跑者”入围门槛，遴选出应用前景广阔、符合光伏未来发展方向的前瞻性新技术及企业做重点支持，从而为下一代光伏技术找到突破口。

让市场发挥主体和决定性作用，政府发挥自身应该发挥的作用，这也是供给侧改革的核心主旨。“让市场来当裁判员，决定哪些技术可行，来寻求中国光伏产业的新方位。政府出指导性、扶持性政策，用市场规律大力推进处于各个阶段的各类先进技术的中试化、产业化、市场化和规模化，推动我国光伏产业基础研究、突破性技术，尤其处于产业化，但市场化、规模化还缺临门一脚的再推动一把，扶上马送一程。”一位业内资深人士对记者说。

成思思 中国能源报 2016-12-21

## 天合光能再创单晶世界纪录 PERC 电池效率达到 22.61%

中国能源网 | 12月19日，全球领先的太阳能光伏组件、光伏发电系统解决方案及服务供应商——天合光能有限公司今天宣布其光伏科学与技术国家重点实验室所研发的高效 P 型单晶 PERC 太阳电池光电转换效率高达 22.61%，再创新的世界纪录。这是天合光能今年以来第 3 次打破电池和组件效率世界纪录，截止目前，天合光能已经累计打破 15 次世界纪录。

此次破纪录的太阳能电池采用了大面积工业级硼掺杂的直拉法硅片，集成正反面钝化及反光衰等先进的工业钝化发射极触点电池技术。面积为 243.23 平方厘米的全面板电池片效率为 22.61%。该结果已获德国弗劳恩霍夫太阳能系统研究所下属的检测实验室认证。

早在 2014 年，天合光能就凭借其大面积 P 型单晶 PERC 太阳电池 21.40% 的效率创造世界纪录，并在一年后以 22.13% 的转换率刷新该记录。2016 年 7 月，天合光能量产 P 型单晶 PERC 电池的平均效率已达 21.1%，仅比 2015 年的实验室记录低 1 个百分点。仅在半年之后，天合光能再次以 0.5 个百分点创造了新纪录，达到迄今为止低成本工业生产大面积 P 型单晶衬底的 PERC 电池转换率的最高水平。

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说：“我们非常高兴的宣布光伏科学与技术国家重点实验室的研究团队所取得的最新成果。在短短的几年内，我们的研发团队持续提高天合光能单晶和多晶 PERC 电池的光电转换效率，不断突破技术的局限，超越已有成绩。我们希望去证明 PERC 技术的所有可能性，并在规模生产上尽可能地接近 25% 的转换率。”

冯志强博士还表示，在以创新为动力的光伏产业中，天合光能一直努力致力于通过技术的突破和产品的更新来实现电池光电转换率的提升以及系统成本的降低，坚持科技创新，以尽可能地缩短新技术从实验室到规模生产的过程为目标。

仲新源 中国能源报 2016-12-20

## 2022 年之前 印度光伏产业目标达到 100GW

2015 年 6 月，印度总理纳伦德拉·莫迪将 2022 年印度光伏产业目标进行了 5 次调整，从 20,000MW 提升到 100,000MW(100GW)。

南方各省在光伏领域表现尤为突出，但是用电量最大的两省——马哈拉施特拉邦和北方邦相对来说落后了许多。

在激进的关税水平下保障电网的活力与投资/放贷意向是印度光伏市场面对的两大主要的挑战。通过政策干预和需求增长策略来解决市场面临的挑战将是光伏领域可持续性增长的关键。

印度光伏屋顶市场让人失望。光伏屋顶市场的持续乏力使得在 2022 年之前完成 40GW 容量的目标显得非常遥远。这个市场需要更加专注的政策支持。

太阳能新闻网 2016-12-21

## 江苏光伏电池转化效率再创世界纪录

全球领先的太阳能光伏组件供应商常州天合光能 19 日透露，该公司光伏科学与技术国家重点实验室最新研发的高效 P 型单晶 PERC 太阳能电池光电转换效率达到 22.61%，再次刷新世界纪录。截至目前，天合光能已累计 15 次打破电池和组件效率世界纪录，凸显了强大的自主创新能力。

最新的转化效率已获得德国最权威的光伏系统检测实验室认证，天合光能将通过持续的技术攻关，力争将电池转化效率提高到 25% 左右，进一步降低光伏应用成本。

黄伟 新华日报 2016-12-21

## 红炜：光伏互联网发展的两种思维

当前的光伏企业老板，谈企业发展言必互联网，所以探讨光伏企业商业模式，如果不探讨互联网的价值和作用，这个探讨一定是残缺的。但是让严重缺少互联网技术知识和思维认知的老红探讨这一问题，其过程一定是痛苦的，其结论也一定是残缺的。

据说全球最大独立汽车网站“汽车之家”创始人李想所以能说服薛蛮子对其进行投资，靠的就是一句话：我是汽车行业的外行，我代表了中国 99% 的爱车草根。也是因为这句话，让老红对于光伏企业商业模式探讨中，涉及互联网问题的“外行”思维和学习能力有了一点点信心。

“外行看热闹，内行看门道”，老红采用了“看热闹”的简单对比办法，用中国著名互联网企业的发展过程对比光伏企业互联网的发展过程，试图找出光伏企业互联网发展中值得注意的问题。

三家中国著名互联网企业的不同发展之路。

阿里巴巴是最成功互联网企业的代表。2016 年“双十一”的交易额又创造了奇迹：1207 亿元人民币，覆盖 235 个国家和地区。阿里巴巴从小到大发展到今天，经过了解决商品供求痛点(淘宝)——解决商品供求中支付需求痛点(支付宝)——解决商品供求中融资需求痛点(余额宝)——阿里金融——构建互联网生态几个阶段。值得注意的是，这是一个逐步满足传统市场满足不了的市场需求的过程，是一个随着市场发展自然递进、平滑过渡的过程，是一个在实现“满足用户需求——交易量增加——用户数持续增加”的无边界扩张中实现“购买流量——流量倍增——流量变现”的过程，是一个水到渠成、浑然天成的过程。

ofo 是当前最为吸引眼球的互联网企业现象。它的发展历史很短：只有一年另两个月时间，但是极具代表性。它的发展之路很简单：解决一个痛点，赢得资本的支持后再构建服务平台。它的出发点更简单：解决校园内学生使用自行车交通不便这一痛点。可偏偏就是因为这个痛点，帮助程维解决了想了很久的“最后一公里”的痛苦。于是 ofo 迅速发展起来，刚刚又被“滴滴”投资 1.3 亿美元，已经覆盖全国 200 多个学校 180 万学生用户，日订单量超过 50 万。除了和摩拜的拼杀有点辛苦，ofo 的发展之路倒也顺畅。

乐视的发展之路则不同于前二者。当前的乐视既是最富争论的互联网发展模式，又是当前遭遇重大困境的互联网企业。它的发展之路是：在深谙互联网未来的基础上，在构建互联网企业的同时快速构建一个跨及七大市场的互联网生态。用贾跃亭的话说就是：这“本质上其实是传统思维与下一代互联网生态思维的冲撞；是专业分工模式与互联网生态模式谁才能代表商业未来的趋势之争……互联网生态模式，是在打破产业、创新和组织的边界后通过价值重构、价值共享来做强做大自身，目的是创造全新价值、实现用户价值最大化。”这种发展模式的对错目前无从结论，但是目前一定是受到了极大的挑战。

三个著名互联网企业，让光伏人看到了如何获取“流量”建立互联网生态的三种发展模式。只是因为“纯粹只用‘互联网’的机会都已经被 BAT 抢走了”，互联网时代已经开始进入“下半场”，所以阿里那种在一个国家、一个领域内竞争对手不多、“发展自然递进、平滑过渡”的互联网经济初创阶段已经一去不复返，那一阶段特有的发展之路已经行之不通。于是，光伏企业互联网发展之路

好像只剩两种模式可以模仿：先解决一个痛点，求得生存后再构建互联网生态；先建互联网生态，以求生存发展。对于后者，贾跃亭说：“挣扎破局而出，探索出一个全新的道路，成为拥有颠覆和价值创造力量的全新物种”，要通过“生态化反”之路，实现“另一个维度的公司”。但是要走这条路，至少有一个前提：足够的钱。

与两种模式相对应，光伏企业互联网的发展之路大致也表现为两种发展思维。

一种是类乐视的发展思维。这就是在深谙互联网思维的基础上，围绕一个光伏市场中的痛点，先努力搭建一个互联网服务平台，走烧钱购买流量之路。在这条路上，大型光伏加工企业有之，创业企业也有之。因为前一阶段光伏市场的最大痛点是两个：电站资源获取难，持续规模化融资难。于是围绕这两个痛点，大型企业的协鑫、爱康、绿能宝等搭建了解决一个痛点的互联网金融服务平台；创业企业的全民光伏、光伏云、淘顶网则搭建了同时解决两个痛点的互联网服务平台。只是不知道这些企业是否想清楚一个问题：有没有足够的钱？足够的钱能不能够烧出足够的流量？

一种是 ofo 的发展思维。这就是在深谙互联网思维的基础上，从解决一个痛点开始做起，至于能否逐步构建成互联网服务平台则是市场选择和企业努力的结果。在这条路上，没有大型企业，只有创业企业，而且为数不多。其中，亚坦应该算一个，是从解决分布式屋顶踏勘痛点入手。能金云也应该算一个，是在光伏电站运维市场不成熟的时候，迅速将搜集到的电站数据用于解决电站融资痛点。

中国著名互联网企业的发展，在给了光伏企业学习榜样的同时，也给了严重的误导。比如想到互联网成功的标准，好像就只有阿里巴巴无所不能大平台这一种形式。比如想要搭建互联网服务平台，就只懂得烧钱“购买流量——流量变现”这一种模式。它给光伏企业带来的遗憾至少表现在两个方面：一个是还没有掌握互联网的精髓，就人云亦云的盲目上马；一个是还没想明白在一些细分市场，有钱不等于就有足够的流量。

在光伏产业，投资互联网服务平台是一回事儿，投资能源互联网、智慧能源又是一回事儿，本文只讨论投资互联网服务平台这事儿哈。

红炜 中国能源网 2016-12-21

## “十三五”光伏产业发展应转向供给侧

近日，国家能源局正式印发《太阳能发展“十三五”规划》(以下简称《规划》)。业内人士认为，国家力推多年的分布式光伏将从 2017 年起真正开始快速增长，并有望从 2018 年开始逐步实现用户侧平价上网。近日，记者就《规划》提出的目标如何实现以及未来太阳能产业发展方向等问题专访了中国光伏行业协会副秘书长王世江博士。

光伏发电目标有可能提前实现

中国电力报：《规划》提出到 2020 年底，太阳能发电装机达到 1.1 亿千瓦，其中光伏发电 1.05 亿千瓦，您认为光伏发电目标可以提前实现吗？

王世江：我个人觉得到 2020 年完成 1.05 亿千瓦的目标应该不成问题，今年年底国内光伏装机预计将达到 70 吉瓦，也就是说未来四年只要增加 40 吉瓦就可以。根据目前光伏的发展速度，我个人认为这个目标其实定得并不高，有可能提前实现。

中国电力报：《规划》提出，到 2020 年，光伏发电电价水平在 2015 年基础上下降 50% 以上，实现用电侧平价上网，另外光热发电成本低于 0.8 元/千瓦时。您认为上述目标可以实现吗？

王世江：我觉得实现这个目标问题不大，但要实现这个目标还需取决于很多因素，关键在于规模和经济效应，只有当市场规模足够大的时候，才会产生经济效应，只有这样光伏组件的生产成本才会得到比较大的下降。相反如果市场小，降本则慢。比如 2015 年一类地区光伏发电成本是 0.9 元，但是在今年光伏领跑者基地项目招标中，英利能源以 0.45 元中标，低于目前居民用电电价。在这个中标项目中，很多企业报价在 0.52 元左右，按这个电价来算，一年下降了 40%~50%，因此，在四年

时间里，再下降 40%~50% 应该也不成问题，当然能否实现该目标，还是取决于市场情况，只有保持一定的市场规模，企业才有盈利空间，成本才能降下来。

目前光热发电报价在 1.25 元左右，要想实现 2020 年光热发电成本低于 0.8 元/千瓦时，同样还是取决于市场发展情况，只有光热发电市场达到一定的规模，建设光热电站的企业有了赢利空间，这一目标才可能实现。

目前光热发电之所以发展得比较慢，主要还是因为投资成本比较大，发电成本比较高。关注的人多，实际做的则较少。目前民企能投的比较少。另外，光热发电一般要求直射光比较强，只有西北少数地区可建。这也限制了电站的开发。光热零部件比较多，供货商比较多，并不像光伏零件都是专项性的，市场连续差，如果做的少就没办法降本，这就会导致光热产业很难形成规模。国际上如美国、西班牙从上世纪 80 年代就开始做，但也是断断续续的，政府出台优惠政策，企业就投资建设一下，也就发展一下，始终没形成比较大的规模。

“十三五”光伏发展的核心是分布式光伏

中国电力报：《规划》提出，大力推进屋顶分布式光伏发电，到 2020 年建成 100 个分布式光伏应用示范园，有人说“十三五”光伏发展的核心是分布式光伏，您赞同这个观点吗？

王世江：我赞同这个观点。“十二五”期间地面光伏电站规模已经比较大了。

目前西部地区虽然电站多，负荷却小，大量电量外送，但现在中东部电力需求量下降，这就导致弃光限电现象严重。未来屋顶分布式光伏将是重点发展方向，中东部本身是负荷中心，发展分布式光伏不存在大规模输送问题。再加上中东部土地比较贵，建设地面电站也不合算，因此，接下来中东部地区将是屋顶光伏发展的重点区域。但从目前来看，农村屋顶光伏可能还不会很快发展起来，因为农村家庭用电量低，电力价格高，加上分布式鼓励自发自用，在现今模式下居民安装分布式光伏是不合算的。在“十三五”期间，工商业企业屋顶还是分布式光伏发展的重点。

中国电力报：《规划》提出，“十三五”期间将优化电站布局并创新建设方式，加快解决弃光限电的问题，您认为该从哪些方面着手来破解弃光难题？

王世江：弃光问题产生的首要原因就是目前经济增速放缓，用电需求量降低。其次，就是电力外送减少后，原有电源还在，新增电源必须要有新的用电量，然而用电量增速没那么快，再加上西北地区电力负荷小，煤炭资源相对丰富，一旦扩大新能源电量，火电必然会减少。这就会引起可再生能源与传统能源争市场。

光伏最大的特点就是可以就地发电，就近使用。比如在自家屋顶发电，自家就可以用。要想破解西部地区弃光限电问题，首先需要优化电站建设布局，向中东部等用电负荷比较高的地方建设分布式光伏电站，这样可以就地发电，就近消纳。

其次，可以大力实施煤改电工程，扩大电能终端能源消费的比重，扩大电力需求，以增加可再生能源的电量。另外，还可以进行调峰，目前很多地方认为光伏发电波动性比较大，导致当地电网不愿意接纳太多的可再生能源电力，在国际上，如德国、丹麦新能源发电占到 30%~50%，电网照样很稳定，因此，电网公司可以完善电网结构，承载更多的新能源，扩大光伏等新能源的使用比例。

光伏发展应向供给侧转变

中国电力报：《规划》提出，“十三五”期间将继续实施光伏“领跑者”计划，您认为该计划对光伏产业未来发展将起到什么样的作用？

王世江：首要的就是降低光伏电站前期投资成本。正常情况下，要想建光伏电站，需要走很多流程，投入成本相对大，甚至有些人花钱买指标，另外，在一般情况下，电站指标分配到地方后，地方出于多种因素考虑，会设置门槛，这就会导致电站前期成本高。而“领跑者”计划，主要工作是由政府来完成，可以说，参与“领跑者”计划的企业既省钱又省事。光伏“领跑者”项目主要通过基地来运作，因此，在光伏电站后期运维阶段，基地能帮助解决一些问题，降低电力交易成本。另外，该计划还具有一定的技术带动示范作用，将会激励企业加快技术创新步伐，助推光伏平价上网。

中国电力报：您认为“十三五”期间光伏产业会有哪些发展趋势？

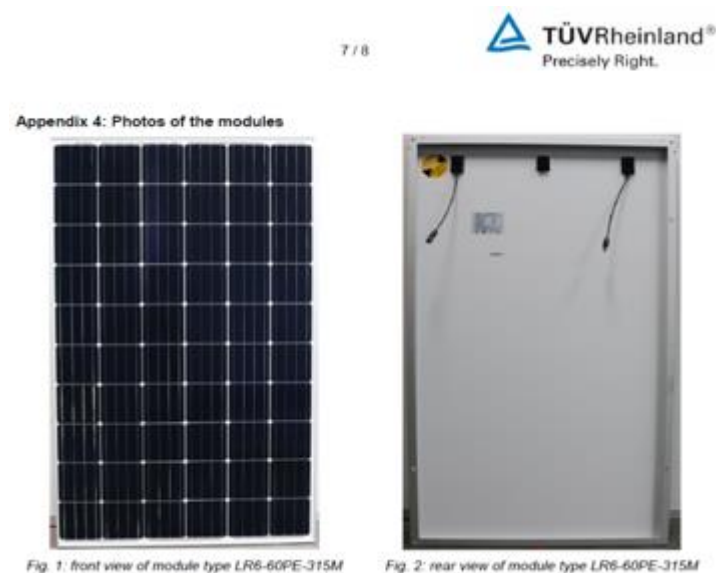
王世江：国内光伏市场不会像前几年那样保持那么快的发展速度，但能保持稳定的发展规模。前几年企业一直在扩大规模，而现在市场规模基本保持稳定，可能还会下滑，企业就不能继续扩大规模，这就需要企业提高技术水平，提升组件转换效率，降低生产成本，为此，企业应该要从过去追求规模速度向现在追求质量效益转变。相对来说，前几年国内光伏市场趋于稳定，光伏出口主要集中在欧美，然而自从欧美双反后，现在光伏出口国际市场比较分散，如古巴、印度等地方发电成本比较低，这就需要企业提高国际市场的开拓能力，可以借助“一带一路”战略，到海外建一些工厂，优化产能布局，扩大市场规模。

另外，未来还应大力发展“光伏+”，扩大光伏应用。总体来说，“十三五”期间，光伏发展应由需求侧向供给侧转变。

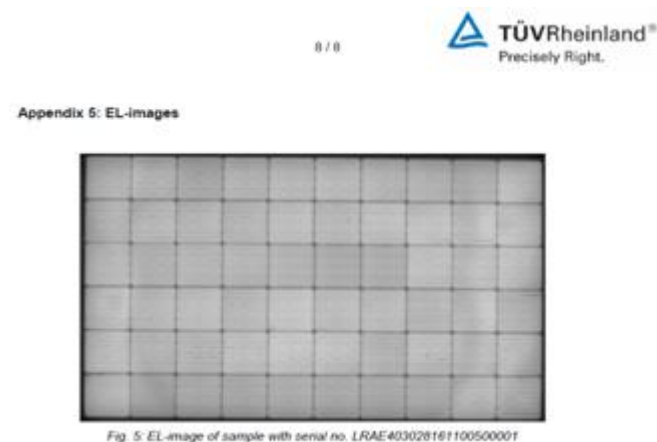
杨鲲鹏 中电新闻网 2016-12-26

## 乐叶光伏 60 片 P 型 PERC 单晶组件功率再创 316.6W 新高

中国能源网 | 近日，隆基股份成员企业乐叶光伏收到“LR6-60PE-315M”型单晶组件通过 T?V 莱茵的测试报告，报告显示：基于 60 片 P 型 PERC 单晶 156\*156mm 电池组件，在标准测试条件 (STC) 下的组件功率达到 316.6W，功率刷新行业新高。据了解，测试数据是 T?V 系统目前所测得的该型号最高功率。



组件外观图



EL 测试

乐叶光伏母公司隆基股份是一家以技术为核心的光伏制造企业，每年将营业收入的 5% 左右用于研发投入，建立了全球一流的单晶硅片研发中心。乐叶光伏在母公司研发设施基础上，在泰州市投资建设电池研究中心、组件设计中心，配置了先进的研发设备和检测设备，形成一流的单晶电池、组件研发实力。乐叶光伏在开发高效单晶 PERC 电池时，还引入了在线 LID 改善工艺，有效地控制了电池的初始光衰，推出 Hi-MO1 产品，赢得了客户的认可。自成立以来，乐叶光伏先后与杜邦、华为、3M、新南威尔士大学、中山大学等国际知名企业、科研院所达成战略合作关系，不断提升单晶电池、组件产品竞争力。

“这次测试结果并不意外”乐叶光伏总裁李文学表示：“乐叶光伏始终将经济型高效单晶产品放在研发工作的核心位置，316.6W 的背后是公司研发团队尤其是电池研发团队夜以继日的技术攻关，我们有信心将 P 型 PERC 单晶组件带到更高的功率高度，更好地响应全球客户对高效产品的需求。”目前，乐叶光伏 PERC 单晶电池、组件的量产规模及转换效率均达到全球前列。

仲新源 中国能源报 2016-12-26

## 光伏单晶与多晶争夺战一触即发

单晶与多晶争夺战一触即发。日前有消息显示，国家能源局正在联合相关部门，即将推出升级版的“超级领跑者”项目，对已具备规模化量产能力但尚未释放的先进技术进行重点扶持。该消息出炉后，行业随之引发了一场关于单晶与多晶哪个更高效、更代表行业的未来。

### 单晶曾是主流

在即将出炉的“超级领跑者”项目之前，由国家能源局牵头推动、实行的光伏“领跑者计划”已从 2015 年开始执行。作为电站业主，或组件采购商，在单多晶组件都满足了国家领跑者要求转换效率的情况下，性价比成为光伏发电的核心考虑因素。

据了解，“领跑者”示范项目中，单晶电池组件占据了 60% 的份额。去年 6 月 30 日，国家能源局主推的“领跑者计划”（山西省大同采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地）并网后，项目中组件的总安装量为 1016MW，单晶 609MW，多晶 407MW，前者占比 60%。其中晶澳太阳能成为了单多晶产品同时供应、数量也最大的组件厂商。大同“领跑者”确定了十余家组件供应商，晶澳出货量 420MW，排名第一，单晶组件量为 303MW。此外，单晶的入围者还有英利、天合及协鑫等一众公司。

### 多晶异军突起

单晶作为领跑者项目主导的同时，国际市场上多晶却开始异军突起。自 2010 年以来，欧洲光伏市场衰退，中国和美国市场逐渐发展壮大，印度、东南亚、南美和非洲等新兴市场也迅速兴起。据统计，全球光伏市场中，多晶组件份额逐步升至 50% 以上，2014 年超过 60%，2015 年更是高达 76%。相反，单晶组件份额则逐渐下降至 30% 多一点，2015 年更是低于 20%。

根据 PHOTON 户外长期跟踪报告，每瓦发电量多晶组件与单晶组件无明显差别，差别主要来源于组件的封装质量、封装材料、衰减等因素。目前行业各家公布的组件衰减参数情况基本相仿，单晶产品首年衰减 3%，多晶则为 2.5%。

目前来看，单多晶组件每瓦发电量几乎一致，这意味着以在中国建设电站的成本模型来考虑，如果要使度电成本下降，单晶 280W 组件的价格只能比多晶 270W 组件高 0.06 元/W；而 PERC 单晶 290W 组件的价格，也只能比多晶 270W 高 0.12 元/W 以内才能实现平价上网。因此，高效技术是否能真正给电站业主带来总投资回报的增益，最终还是要结合成本因素全面考虑。有分析人士称，目前单多晶硅片价差 1 元的水平，至少要减半单晶组件的性价比才能显现。

### 单多晶并存

对于单晶、多晶之争，目前尚未有定论。不过，已有行业人士指出，单晶、多晶仍然为相互协同发展的关系。在 2016 年上半年光伏产业发展与下半年展望研讨会上，保利协鑫首席技术官万跃鹏曾指出，当前，主要光伏企业选择的技术路线都不是单一的，而是单晶和多晶并存，根据市场形势灵



活调整产能。企业在技术上不要钻牛角尖，不能一条路走到黑，而是让市场来选择更合适的产品。

据悉，在“领跑者计划”制定之前，中国光伏产业全球一枝独秀，但各门类企业发展参差不齐。“领跑者计划”制定的初衷就是推行“先进技术引领”、“先进企业引领”的市场化理念，充分利用资源，淘汰落后产能，促进光伏行业逐步摆脱补贴，向平价上网的目标迈进。

有分析人士称，当业主使用同一个系统时，组件成本为 50%，剩余的如人工、土地及材料等占 40%以上。因而在组件发电量一致的前提下，效率略高的单晶，会为业主在剩余的 40%左右的成本上节约费用，这也是部分客户选择单晶的原因。不过，如果多晶价延续下滑，业主 50%的组件成本也降低了，总的系统成本也就随之下降。

孙麒翔 王子扬 北京商报 2017-01-03

## 江苏单体最大的水面光伏电站全面建成发电

中国能源网 | 12月27日，位于江苏省宝应县柳堡镇境内的的艳阳天“渔光互补”光伏发电站全面建成并顺利并网发电。该项目总容量 108 兆瓦，占地 3000 亩，总投资 12 亿元，建成后年均发电量 1.25 亿千瓦时，实际可节约燃煤 37500 吨，减少二氧化碳排放 96400 吨，二氧化硫约 355 吨。据悉，这是江苏省内单体最大的水面光伏电站。

江苏宝应，具有丰富的水面资源，全县滩地面积约 73.4 万亩，为苏北里下河地区最多的县份。全县共有适合渔光互补项目的水面近 16 万亩，实际可利用面积 10 万亩左右。近年来，该县充分利用水面资源，通过“渔光互补”模式发电，实现资源最大化利用。截至 2016 年 12 月，全县集中、分布式光伏电站 11 座，总装机容量 197.383MW，居民光伏电站等 29 座。自 2013 年 11 月首个“渔光互补”光伏电站并网发电至今，仅集中、分布式光伏电站累计发电量 2.06 亿千瓦时以上。

近年来，国网宝应县供电公司主动适应绿色能源需要，积极支持服务光伏发电企业，在项目建设过程中，该公司全面做好“渔光互补”项目申报、接入方案制定、基建临时用电、项目验收、运行值班人员培训等工作。同时，主动与上级公司争取项目资金，加快电网建设步伐，促进绿色能源就地消纳，仅 2016 年就建成投运了 220 千伏沿河输变电工程和 110 千伏曹甸输变电工程、“一流配网”工程，在建 110 千伏小官庄输变电工程等，为新能源发展接入电网提供重要支撑。

另据悉，目前，该县正在积极申报生态渔业光伏发电“领跑者”示范基地建设。根据规划，“十三五”期间，该县拟在西安丰、射阳湖、广洋湖、柳堡镇、泾河镇、鲁垛镇、夏集镇进行光伏基地建设，总占地面积约 45 平方千米、6.8 万亩，建设规划总装机容量 2080MW、27 个光伏电站，分两个阶段实施。光伏电站拟采用“渔光互补”开发方式，将规划区域打造成集光伏电站建设、光伏先进技术示范、特色水产品养殖、特色渔业休闲旅游为一体的综合开发基地，工程静态投资约为 169 亿元。

工程全面建成后，平均每年可为电网提供约 233667 万千瓦时的绿色电能，不但能够满足宝应县当地的电力需求，有效改善能源结构，且还有大量盈余电力送入电网。每年可节约标煤约 79 万吨，且可减少多种大气污染物和灰渣的排放，节能和环保效益显著。

郑宝元 居家龙 中国能源网 2016-12-28

## 全球首段“太阳能公路”在法国投用

全球首段“太阳能公路”12月22日在法国西北部图鲁夫尔欧佩尔什镇正式投入使用。这是目前世界上第一段真正可供机动车行驶的“太阳能公路”，能将太阳能转化为电能，为城市供电。

当天中午，法国生态、可持续发展和能源部部长赛格琳·罗雅尔按下开关，启动了这段长 1 公里，宽 2 米，单向行驶，且融合了先进科技和环保理念的“新型公路”。

这段“太阳能公路”车道表面被众多边长 15 厘米的方形太阳能板覆盖，太阳能板总面积达 2800

平方米，路边的电子牌会实时显示当日发电量、发电总量等数据。

“太阳能公路”由法国政府斥资 500 万欧元修建，表面铺设的太阳能板由法国布伊格集团旗下的 COLAS 公司建造。这段公路平均每天发电近 800 度，年发电量约 28 万度，可支撑一个 5000 人口小镇的日常公共照明用电。

修建“太阳能公路”无需重建公路，只需把一块块非常薄的太阳能板像地砖一样铺在道路表面，并在上层加盖由树脂材料制成的高强度透明板即可。它可以将太阳能转化为电能，再通过隐藏在地面以下的输电装置将电能输送到城市电网。

今年初，罗雅尔曾公开表示，法国计划在未来 5 年建造总长 1000 公里的“太阳能公路”。据悉，法国接下来将从西部的布列塔尼地区和南部的马赛开始向全国推广这种“太阳能公路”。

建造“太阳能公路”可在几乎不占用额外空间的前提下使公路成为清洁能源的生产基地。这一将道路与太阳能发电相结合的概念并非源自法国。约 10 年前，一对美国工程师夫妇就提出这一设想，创建“太阳能之路”公司，并得到美国政府支持。荷兰也曾在 2014 年开通一段全长约 70 米的太阳能自行车道。

目前，德国、法国、荷兰、美国等国均着力研发太阳能公路相关技术。法国 COLAS 公司表示，理论上法国只要在境内四分之一的公路上安装太阳能板，就可实现能源自给自足。不过，也有不少人质疑这些太阳能板能否经受时间、天气以及大型货车的考验，而且“太阳能公路”高昂的建造成本也有待降低。

张雪飞 中国科学报 2016-12-26

## 协鑫新能源：“金融+互联网”破除分布式光伏风险点

12 月 28 日，“2016 分布式光伏项目退出机制及资产证券化高端峰会”在沪举行，协鑫新能源副总裁兼分布式事业部总裁刘倩应邀出席并发表主题演讲。她表示：分布式光伏已迎来春天，但因还存在着较多的风险点，本质上是新型商业模式的竞争。协鑫新能源正以“金融+互联网”的双思维融合，构建包含政府、电网、光伏、金融、保险等相关利益方于一体的创新型商业模式，以此化解风险，在合作共赢中推动分布式光伏业务更好更快发展，助力绿色中国梦。

今年，中国已经签署《巴黎气候变化协定》，要实现碳减排目标，必须大力发展分布式光伏发电，但目前这是一个风险与收益并存的商业领域。概括起来，分布式光伏的风险点，主要是在自发自用模式下合同能源管理签约主体即屋顶业主的可持续经营能力、屋顶质量与使用权、电站质量与运维、电力消纳与上网、电费支付意愿与能力、补贴标准与时效等方面还存在一些不可预测的因素。这最终导致保险、金融等行业对分布式光伏电站的“资产履约能力”产生疑虑。

刘倩表示，去年参加分布式会议的时候，大家对分布式项目全生命周期的风险点并没有完全细化。在这次论坛上，我感受到大家已经非常明确的看到各种风险点，看到政府、电网、光伏、金融、保险等相关利益方正在千方百计的化解各种风险点。协鑫新能源作业龙头企业，已确立“用金融思维开发产品、用互联网思维建设平台”的策略，创新分布式光伏商业模式。

一方面，公司借助金融思维，引入金融、保险行业的合作伙伴，探索形成“ABS 发债—投资基金—交易平台—平台上市”的大闭环，实现公司分布式光伏业力的资产金融化、投资永续化。包括光伏电站在内的各类电站是现金流非常好的资产，具有很强的金融属性。在光伏电站实现资产证券化，并推向市场的过程中，各相关利益方不仅有着巨大的创新空间、赢利空间，也是推动能源革命与绿色发展的责任所在。另一方面，公司借助互联网思维与技术，从分布式光伏电站开发、建设、运维的每一个环节入手，使分布式光伏实现管理精细化、分析智能化、决策科学化、信息数字化、运行自动化、作业标准化，并应用于并网性能分析、电力市场竞价、电力辅助服务、用户用能数据分析等方面，实现风险的早发现、早规避、早解决。目前，公司正在建立云端呼叫中心，解决屋顶供需的信息不对称问题，进而可以精挑细选出产权明晰、使用权稳定、高承重载苛的低风险优质屋顶。

人类绿色发展理念和新能源成本下降,这两大因素共同促进了全球市场规模的快速增长。今年,171个国家已经在联合国总部签署《巴黎气候变化协定》,致力于以绿色发展控制全球变暖,新能源发展受到各国的重视。权威行业研究机构 IHS 的报告预测,全球光伏发电装机占比将持续提升,2016年至2020年,全球仅分布式光伏新增总装机就将超过120吉瓦。在中国,国家发改委最新的光伏电力补贴下调政策中,一类至三类资源区新建光伏电站的标杆上网电价自2017年1月1日后,分别调整为每千瓦时0.65元、0.75元、0.85元,但分布式光伏维持不变。根据国家“十三五”规划,中国分布式光伏电站装机量在2017年至2020年将每年新增约12吉瓦。

协鑫新能源控股有限公司于2014年在香港联交所上市,已成为全球光伏电站装机量增长最快的公司,截至2016年底总装机规模将突破4吉瓦,居全球前两位。刘倩在论坛上透露,公司将坚持集中式光伏电站和分布式光伏并重发展,并在今年10月推出“鑫屋顶”计划,首批以京津冀、长三角、珠三角、华中等地域为主,共涉及18个省(市),通过合同能源管理、屋顶租赁以及合资共营等三大模式,与各种类型的商业伙伴进行合作,加快建设公司分布式光伏屋顶电站的开发、建设步伐。至2020年底,公司分布光伏电站装机量占比将达到约30%。

此次峰会的召开,积极探讨分布式电站系统的退出机制,为后续更多的机构与投资人参与提供了更加明确的收益保证及可能性,对于探讨分布式光伏系统的标准化,将分布式光伏项目具有专业属性的资产特点通过各个关键环节的风险控制与分担而变成一种可以作为通用型资产,增加了银行、基金等机构对分布式业务的信心和信贷、融资的支持,适逢其时。

中国能源报 2016-12-30

## 刘汉元：发展光伏产业 破解雾霾之困

中国能源网 | “如何在清洁能源、可再生能源上做好变革,扎实推动能源生产和使用方式的革命,是从根本上破解雾霾之困、实现低碳转型、重回绿水青山的关键所在。”这是2016年3月12日,十一届全国政协常委、通威集团董事局刘汉元主席在两会期间接受媒体采访时表示。而2016年入冬以来在全国出现大面积不同程度的雾霾天气,对国民生产生活造成了一定的影响。就此热点话题,刘汉元再次接受媒体采访时又有怎样的理解。

记者:请问刘汉元主席,当前雾霾的主要成因是什么?

刘汉元:今年入冬后的雾霾天气,不仅持续时间长,而且波及范围广,多地机场停飞,大面积航班取消或延误,中小学停止了一切户外活动。可以说,雾霾已经对我国的经济和社会发展产生重大影响,对国民的健康构成严重危害。对于雾霾形成的原因,或许有不同观点,但化石能源燃烧排放的废气是其主要原因之一,这是不争的事实。在此背景下采取的减排、压产、限行等等各种措施都只能减缓、减轻排放,但无法从根本上消除雾霾。

记者:那如何从根本上来解决雾霾问题呢?

刘汉元:目前,煤炭占我国一次能源消耗的60%以上,全球近一半的煤炭在我国燃烧,成为了废气和粉尘的主要来源之一。此外,2016年我国机动车保有量已达到了2.85亿,尾气的排放也进一步加重了空气质量的恶化。因此,解决雾霾的根本途径是改变当前我国的能源消费方式,加快推动以光伏为代表的新能源产业的发展速度,才能从根本上破解当前的雾霾之困。

记者:目前我国光伏新能源产业发展的整体状况是怎样的?

刘汉元:我国已经建立起了完善的风能、光伏发电等清洁产业体系,设备制造、系统应用处于全球领先水平,已经具备了吹响能源革命号角的各种主要条件!

从产业总体来看,我国光伏行业已从十多年前的两头在外,发展成为目前最具国际竞争力的战略新兴产业之一。从90%以上产品出口欧盟,到国内安装应用占到接近一半。技术的不断进步、规模的不断扩大使单位发电装机成本持续降低,目前每千瓦的建设成本在5-7千元,三五年内可望降到3-5千元。我国已连续两年成为全球光伏发电装机第一大国。

从制造过程来看，我国光伏产业已建立起从核心原材料到主要设备、主要产品、系统集成的完整体系，规模全球第一、成本全球领先；从能源投入产出来看，制造光伏发电系统全过程的能源消耗在电站建成后半年左右即可全部收回，而系统设计寿命 25 年，可以实现零排放、接近零消耗持续发电。

我国中东部地区每亩国土面积光伏发电每年可输出 5-10 万度电，西部地区可达 10-15 万度电，相当于 10-30 吨石油的等效能量。

从发电成本来看，现有条件下建成的电站，东部地区每度电成本大约 4-5 毛、西部地区 3-4 毛。如果我们以发达国家的利率水平来测算，东部地区只有 3—4 毛、西部地区只有 2-3 毛；如果同时给予税收优惠，东部地区度电成本约 3 毛左右，西部地区只有大约 2 毛。技术的进步、规模效应的进一步提升，三五年内上述成本还将下降 30% 以上，成为发电成本最低的能源生产方式，将很快推动光伏发电平价时期的到来，结束对光伏发电的补贴，实现市场条件下可再生能源支撑我国清洁发展的历史转变。

记者：当前有观点认为我国电力已经过剩，没有必要加速光伏产业的发展，您怎么看？

刘汉元：从发电量来看，我国总量位居世界首位，但与全球主要发达经济体相比，中国的人均电力消耗 2015 年只有美国的 26%、德国的 40%、日本的 50%，还有很大需求空间，电力供应并未绝对过剩。而当前电力消费仅占我国一次能源消费的四分之一，长远来看汽车电动化、能源消费电力化，电力生产可再生清洁化是我们减少雾霾困扰、实现“巴黎协议”减排的必然选择。

从国情来看，我国东部经济发达地区，具备一定条件发展分布式和部分集中式光伏电站，而我国辽阔的中西部地区更可建设成为全球最具优势的光伏发电地区。若将中西部太阳能资源富集区域打造成为我国的清洁能源基地，一方面可向中东部经济发达地区源源不断输出清洁电力，支持中东部经济清洁发展，另一方面也能实现中西部地区的生态保护和可持续发展。实践证明，中西部大部分地区合理建设光伏电站后，水土保持能力会得到提升，土表植物覆盖会更好。当地百姓一定比例分享发电收入，可使他们的收入水平达到或超过东部地区，部分扶贫资金定向投入到中西部光伏发电项目，并确定受益扶贫对象，可一劳永逸确保他们 20 年以上不再返贫。

在这个能源消费电力化，电力生产可再生清洁化的过程中，还将催生对储能应用、智慧电网的需求。粗略测算，如果我们三五年内实现能源消费增长的再生清洁化供应，二三十年时间内实现部分到大部分化石能源的替代，将会形成近百万亿的新兴产业规模，一方面推动我国经济适度快速发展，一方面有效解决我国资源和环境发展的不可持续问题，彻底实现我国经济发展方式转型。

于党于国发展、于民族健康，于青山绿水、白云蓝天的中国梦实现，我们都必须进一步强化认识、政策措施到位、下更大决心、更大力度推动光伏新能源产业的发展！

仲新源 中国能源网 2017-01-03

## 支持政策相继启动 光热发电业须突破三道坎

首航节能日前公告称，公司首座可 24 小时发电的 10 兆瓦熔盐塔式光热电站顺利并网发电。该项目建成正值国内首批光热发电示范项目招投标与建设之际。国家能源局发布的《太阳能发展“十三五”规划》也多次重点提及光热发电，并首次明确 500 万千瓦的光热发电目标。

在业内人士看来，“十三五”将是光热发展的关键时期，基本任务是产业升级、降本增效，实现不依赖于国家补贴的市场化自我持续发展之路。据机构预计，“十三五”时期，光热发电产业对国内经济产值的贡献将突破 6000 亿元，并同时带动高端制造、新材料等产业的发展。不过，光热发电产业化目前仍面临资源不足、初始投资成本居高不下以及运营经验缺乏等诸多挑战。

光热项目密集推进

光热发电是指利用大规模阵列抛物或碟形镜面收集太阳热能，通过换热装置提供蒸汽，结合传统汽轮发电机的工艺，从而达到发电的目的。根据《太阳能发展“十三五”规划》，“十三五”期间，

太阳能发电装机达到 1.1 亿千瓦以上。其中，光热利用发电装机达到 500 万千瓦。

继国家发改委下发通知，核定光热发电标杆上网示范电价为每千瓦时 1.15 元之后，国家能源局公布了 20 个总计装机容量为 134.9 万千瓦的光热发电示范项目。业内人士表示，光热发电产业成为“十三五”时期太阳能利用领域的一大亮点。《规划》明确，“十三五”期间，光热发电成本将低于 0.8 元/千瓦时，光热发电效率实现较大提高，形成全产业链集成能力。此外，光热发电前景被看好的另一个重要原因是蓄能，即将白天多余的热量进行存储，晚间再用存储的热量进行发电，以保证发电的连续性。

“此前国家能源局初步规划的‘十三五’期间光热发电目标是 1000 万千瓦。这意味着未来五年对光热发电的直接投资将达到 5000 亿元，间接投资在 1 万亿元以上。但依据产业发展现状，要实现到 2020 年并网目标很难，后来将并网目标修改为 500 万千瓦。实际上要实现 500 万千瓦的推进难度依旧不小。”北京工业大学能源与环境工程学院马重芳教授告诉中国证券报记者。

尽管推动难度不小，在光热产业启动之年，已有不少企业相继启动光热电站的开工建设。以首航节能为例，公司出资承建的国内首座具备 24 小时发电能力的 10 兆瓦熔盐塔式太阳能光热电站于 12 月 26 日顺利并网发电。华泰证券分析师何昕分析指出，如能实现满发上网，预计全年该项目发电量最高可达 8500 万度左右。按照已公布的 1.15 元/千瓦时标杆电价计算，全年可实现电费收入约 1 亿元。

除塔式电站外，中海阳 50 兆瓦槽式光热电站项目近日在甘肃玉门开工建设。此外，世界首个熔盐菲涅尔式商业化光热电站——兰州大成敦煌熔盐线性菲涅尔式 50 兆瓦光热发电示范项目一期工程在甘肃敦煌开工。

在光热电站密集启动之际，上下游企业积极参与其中。天津百吉瑞新能源有限公司董事长薛凌云说：“与传统的槽式光热发电系统相比，采用储能技术的新型槽式发电可使系统整体投资降低 30%。通过对熔盐配制的改善，极大降低了保温成本，提升了熔盐储能力，公司看好光热发展前景。”

#### 资源不足初始成本高

“相比于光伏发电，光热发电的热存储技术，可将太阳能集热后通过换热装置加热水产生蒸汽，然后驱动传统的汽轮发电机产生电能，实现‘光—热—电’的转化，弥补了光伏发电储能的缺失，在并网友好性上远优于光伏。”马重芳称。

不过，在马重芳看来，中国光热资源不足、光热发电环境适应性差、选址受限制是行业发展必须面对的客观问题。“眼下需要建立光热资源相关的搜集机制，太阳能辐射值将直接影响发电成本，太阳能数据库的建立完善将对企业拓展光热业务将提供直接帮助。”

除光照资源、水资源缺乏等因素外，技术竞争、成本和可靠性寿命、运营经验缺乏等问题，同样对光热产业能否大规模发展形成挑战。

“光热发电最致命的问题是初始投资费用高。”光热发电资深学者张建城对中国证券报记者表示，“据了解，第一批光热发电示范项目初始投资在每千瓦 3 万至 4 万元，而光伏发电初始投资目前已步入每千瓦万元以下，风力发电初始投资大概也在每千瓦 1 万元以内。燃煤电站的初始投资则更低，每千瓦仅为 4000 至 5000 元，经济性差异一定程度上将影响投资热情。”

尚处于起步阶段的光热发电除了面临成本高企的困难外，“国产化率不高、电力市场改革、竞价上网等因素也是产业发展必须面对的问题。”张建城说，“镜场关键技术中的集热管、集热器、控制系统国内的产能基本满足当前的需求，但国产化率普遍较低。这也加大了发电成本。”

他举例指出，“以壁垒较高集热管技术为例，买一根进口集热管一般要 1.4 万元人民币。如果在国内建厂生产只要 3000 元人民币；而一片国产反射镜的价格只有进口反射镜的三分之一。”

国家能源局新能源和可再生能源司副处长邢翼腾表示，未来应从科技创新的角度来降低光热成本。首批示范项目 1.15 元/千瓦时的电价，国家平均补贴超过 0.9 元。也就是说现在的电价多数都是依靠国家补贴的支撑。值得注意的是，三类地区光伏竞标电价已经达到了 0.61 元/千瓦时，风电则更低。“光热短期内要和光伏等清洁能源竞争，长期来看须与火电等传统能源竞争，因此产业发展需

要从科技创新方面来降低成本。”

“未来光热发电产业发展可能出现颠覆性的新技术。目前国外的技术多不适应于中国产业自身状况，所以开展光热发电实验项目迫在眉睫。据了解，葛洲坝集团下属的新能源公司在组织相关的光热实验基地，这对产业进步十分重要。”马重芳对中国证券报记者表示。

直接间接拉动投资

此外，运营经验缺乏也是目前国内光热产业面临的一大困难。由于缺乏成熟的配套体系和实际的运营经验，为避免拖延完工等问题，国家发改委要求享受示范电价的首批光热发电项目要在 2018 年 12 月 31 日前全部投入运行。

“若以 2018 年底并网发电这个时点看，预计 2019 年行业将步入较成熟的市场化阶段。之后随着产业化进程推进、成本下降，光热电价将出现较大幅度下降，届时行业或出现一波洗牌潮，设备供应商和项目运营商将经历一场整合。”中海阳实际控制人薛黎明告诉中国证券报记者。

不过，有业内人士认为，2018 年底并网发电有些吃紧。“现阶段做一个 50 兆瓦电站项目，从建设开工到正式运行至少需要两年半时间，发改委列出的这个‘最后时点’比较紧张。当然，对于有过相关建设经验的企业来说可能可以完成，但其他企业能否按时完工尚不好说。”国家太阳能光热产业技术创新战略联盟秘书长刘 晓冰称。

国家能源局有关负责人此前表示，“十三五”前半段主要通过推动 150 万千瓦光热发电示范项目建设，总结运行经验，完善相关管理办法和政策环境，验证国产化设备的可靠性，培育系统集成能力和关键核心技术。

据了解，因国产化程度不一，光热发电项目单位千瓦造价也存在差别，通常价差在每千瓦 2 万至 3 万元。在此背景下，若国家能源局首批光热发电示范项目总计 150 万千瓦项目全部启动，则会有 300 亿至 450 亿的项目投资市场。

业内专家预计，“十三五”时期，光热产业对经济产值的贡献将突破万亿元。其中，光热发电产业对经济产值的贡献将达到 6000 亿元，平均每年拉动经济需求 1200 亿元，同时带动高端制造、新材料、电子工业、互联网等相关产业发展。

首航节能董秘侯建峰在接受中国证券报记者采访时说，中国的光热发电缺乏运营经验，今后如何将光热采集与机组发电有机衔接、如何实现镜面精准追日，以及如何实现储热罐大规模存储熔盐，这些都需要在具体的项目运营中得以印证。“截至 2015 年底，国内光热装机规模只有 18 兆瓦，赶不上一个大型分布式光伏电站规模。公司 2016 年首批光热示范项目中储备的项目就有 1.6 吉瓦，后续随着项目相继启动，光热电站系统集成能力、技术问题、国产设备质量能否经受住考验，都将通过电站运营来找到答案。”

中国证券报 2017-01-03

## 2016 年光伏：领跑士气扬

2016 年，对于光伏行业来说意义重大，由于在 6 月 30 日后上网电价下调，上半年全国出现了光伏电站抢装潮，致使前六月光伏装机量就达到 22 吉瓦，超过 2016 年全年预设目标 18.1 吉瓦。业内预计，2016 年我国新增光伏装机量可能会超过 31 吉瓦，将继续领跑全球光伏市场。

上述成绩的取得与国家持续、强大的政策支持密不可分。据记者不完全统计，在 2016 年，仅国家层面支持光伏产业发展的政策就有 14 条。各个地方出台的相关扶持政策更是比比皆是。总体来说，在这一年里，整个光伏行业呈现出生机勃勃的发展局面。其中分布式光伏发展步伐明显加快，组件成本在不断下降，光伏平价上网似乎离我们越来越近。

光伏产业呈现蓬勃发展态势

上半年光伏电站抢装潮直接推动了国内单晶硅市场的发展。例如，在上半年，仅隆基股份主要产品单晶硅片和组件销量就实现大幅增长，其中组件出货量超过 2 吉瓦。

另外，“领跑者”基地对光伏组件市场份额的影响较大。如在“领跑者”基地的评分标准中，一个非常重要的标准就是光伏组件的转换效率。其中要求单晶硅组件转换效率 17%。据记者了解，就目前整体的技术水平而言，国内一线企业生产的单晶产品 80%以上的单晶硅产线能达到上述要求，部分企业甚至 90%以上的产品可以达标。以 2016 年 6 月份并网的大同“领跑者”基地为例：共使用 1016 兆瓦光伏组件。其中，单晶硅组件 609 兆瓦，占比 60%。

很显然，单晶的市场份额将会逐渐扩大，意味着巨大的市场需求。为此，在 2016 年上半年，隆基股份与云南省丽江市、保山市、楚雄州签署投资意向书，形成总计 10 吉瓦的单晶硅棒、单晶硅片合作意向；中环股份旗下子公司内蒙古中环光伏材料有限公司拟新增 8 吉瓦单晶硅材料、单晶硅片项目等。

除单晶硅之外，2016 年上半年大多数多晶硅生产企业也是满产满销，甚至出现供不应求的现象。数据显示，2016 年 1~6 月，我国多晶硅产量达 9.5 万吨，同比增长 28.4%，主要企业毛利率在 20% 以上。

受上半年国内应用市场影响，其他制造环节也有着相似的情况。中国光伏行业协会公布的数据显示，2016 年上半年光伏组件产量约为 27 吉瓦，同比增长 37.8%。其中有 42 家组件企业平均产能利用率为 88.6%，同比增长 9%。

因产能利用率大幅提高，再加上技术创新使成本持续下降，光伏企业上半年利润率大幅上升。据统计，2016 年上半年，38 家光伏组件企业净利润预增，平均利润率达 5%，同比增加 3 个百分点。其中隆基股份以超 8 亿元净利居行业首位。

抢装潮过后，在三季度，虽然有不少企业净利润同比有所下降，但依然有很多企业营收收入较高。其中晶科能源就是一个例子，该公司三季度财报显示：太阳能产品总出货量为 1606 兆瓦，同比增长 41.6%。总收入为 57 亿元，同比增长 39%。

相关部门统计数据显示，2016 年前三季度，我国多晶硅产量为 14.5 万吨，同比增长近 30%，7 家企业产能超过万吨。组件产量 37 吉瓦，同比增长 30%。

总体来说，在政策引导下，2016 年我国光伏产业从“出口拉动型”过渡为“内需拉动型”模式。在这样的光伏产业格局下，上游硅料、硅片环节产能过剩，价格大幅下跌，龙头企业强者恒强。中游电池片、电池组件环节利润最为单薄，门槛低、竞争激烈，依旧是龙头企业的天下。下游光伏电站建设与运营环节，利润最为丰厚，成为资本争相涌入的掘金地。

#### 分布式光伏发展加速

在经历“6·30”抢装潮后，尽管第三季度的光伏装机量出现了大幅下滑，但短期的调整不足以影响光伏行业长期的良好发展势头。据统计，前三季光伏总装机同比增幅超过 100%。

虽然 2016 年上半年以地面集中电站为主，但在 8 月后分布式光伏电站占比加速上升。据相关部门统计，2016 年 1~10 月，分布式光伏发电新增装机 330 万千瓦，同比增加 45%。

2016 年分布式光伏的新增市场主要分布在浙江、山东、江苏、安徽、江西、广东、上海等中东部地区。

2016 年 8 月后，分布式光伏加速发展的一个重要原因就是西部地区出现了严重的弃光现象。国家发展改革委能源研究所提供的数据显示，2016 年 1~10 月，新疆、甘肃弃光率达到 29%、30%。其中 10 月份新疆弃光率达到 46%。在目前西部地区弃光限电问题得不到有效解决的情况下，光伏东进的速度越来越快。

据记者了解，仅在 2016 年一季度，华东、华中、华北和南方光伏发电装机总计达 2560 万千瓦，已超过西北地区的 2364 万千瓦，其中装机规模较大的省份江苏，截至 11 月底，分布式光伏装机规模达到 519.77 万千瓦，成为全国分布式光伏发电累计装机容量最多的省份。

一般来说，分布式光伏主要安装在屋顶上，如今随着屋顶电站建设和使用成本的大幅下降，屋顶成为光伏产业界争相进入的市场“蓝海”。如国内最大的光伏电站开发建设运营商协鑫新能源在近期推出了针对屋顶光伏电站的“鑫屋顶”项目，以首批 18 个省（市）为重点区域。据该公司分布式

业务投资总监钱伟介绍，仅江苏现就已在宿迁、海安、扬州、苏州启动总计 100 兆瓦的屋顶项目。

除此之外，目前尚德、晶科、海润、爱康、睿基、中来等企业现也都把投资重点转向了分布式光伏市场。

2016 年以来，分布式光伏一个最大喜讯莫过于 12 月 26 日，国家发展改革委在发布的《关于适当降低光伏电站陆上风电标杆上网电价的通知》（以下简称《通知》）中明确：分布式光伏发电补贴标准不作调整。这将有利于合理引导光伏产业优化布局，鼓励东部地区就近发展分布式光伏。

业内人士对记者说，目前西部地区虽然电站多，但负荷小，大量电量需要外送，目前由于受经济下行压力加大影响，中东部电力需求量逐步下降，西部电力外送势必将会进一步减少。由于中东部本身是负荷中心，发展分布式光伏不存在大规模输送问题。因此，2017 年中东部将会迎来分布式光伏发展高潮。

光伏离平价上网越来越近

2016 年 10 月 25 日，在内蒙古乌海“领跑者”基地项目招标中，英利能源以 0.45 元/千瓦时的超低价成功中标。这一电价低于当前的民用电价，让业内颇为震惊。

上述业内人士告诉记者，对于光伏行业来说，组件成本不断降低、技术效率不断进步，才能真正改变光伏行业的价格，早日实现平价上网。2016 年光伏“领跑者”基地项目报价逐步走低，其中最核心的还是因为组件成本不断降低。这对推动光伏平价上网具有非常重要的意义。

记者了解到，近十年来，通过技术创新和规模化发展，我国光伏组件的价格从十年前每瓦近 50 元左右，下降到每瓦 4 元左右；光伏逆变器价格从十年前每瓦 2 元左右下降到 2 毛钱左右；整个光伏系统的价格从十年前每瓦 60 元左右，下降到现在每瓦 7 元，相应的光伏电价下降了 76%。

“光伏终极的目标是平价上网，实际上就是提高产品转换效率，降低成本。”中电科电子装备集团有限公司董事长刘济东认为，光伏电站装备涵盖很多，其中很重要的一环是电池，电池做得好，组件效率就能提高。

据了解，目前我国完全商业化的单晶硅电池效率达到 20.5%，多晶硅电池则为 18.

5%。未来在光伏“领跑者”计划的引领下，我国光伏电池的转换效率势必将会得到进一步提高。

《通知》明确提出：2017 年 1 月 1 日之后，一类至三类资源区新建光伏电站的标杆上网电价将会比 2016 年电价分别下调 0.15 元、0.13 元、0.13 元/每千瓦。如今补贴逐渐下调已成业内不争的事实，这让光伏企业更加清醒地认识到，必须进一步降低成本、提高效率，早日实现平价上网。

据相关部门预测，我国多晶硅成本将在“十三五”期间降到 8 美元/千克，按照现在这种价格下降趋势，可能在 2018~2019 年就可以看到光伏平价上网的曙光。

虽然 2016 年我国光伏产业发展成绩斐然，但仍面临诸多挑战。如弃光限电问题依然严重，非技术成本显著提升，极大蚕食技术进步成果等。对此，中国光伏行业协会秘书长王勃华表示，2017 年我国光伏行业将会加速优胜劣汰、加速整合重组；强化国际市场开拓、走出去积极性增高。

杨鲲鹏 中国电力报 2017-01-04

## 光伏行业“现象级”应用平台破壳而出

中国能源网 | 回首过去的一年，互联网+、光伏+、630 抢装潮、组件降价、领跑者竞价、光伏扶贫、发改委调价等成为光伏行业发展的关键词，可以说光伏行业的一举一动都会牵动着行业的神经，“互联网+”为光伏产业的发展创造出无限想象空间，互联网强大的颠覆能力对光伏产业既是发展机遇，也是巨大挑战。目前，光伏与互联网的结合已经走出“概念阶段”，从原来的天上“白云朵朵”，变为百家争鸣、百花齐放之势。

2016 年被称为分布式光伏发展元年，从真正意义上进入了分布式时代，光伏与互联网结合的市场机会窗口被打开，海量工商业、户用屋顶与大量民间投资、服务主体及从业者，形成了庞大的信息交互、在线贸易、线上线下融合的互联网服务需求态势；同时，政府能源主管部门、电网公司，面



对爆发式增长的分布式光伏电站项目，产生了巨大的数据交互与运行管理难度。然而，有效数据的缺失导致投资光伏电站风险过大，严重制约了分布式光伏行业的繁荣发展，在这个革故鼎新的过程中，一个“现象级”的大数据应用平台呼之欲出。

令人欣慰的是，看到了“能量魔方 APP”上线公测，这款 APP 一口气推出五个城市，37000 余个 5000 平米以上的屋顶信息供行业人士免费使用，累计面积达到了 35037 万平米。那么，这就称得上“现象级”吗？如果你对光伏行业有一定了解的话，相信会有准确的判断。分布式光伏项目的投资开发首先需要寻找到优质的屋顶资源、经过实地踏勘、商务沟通、经济评价、投资决策、方案设计、金融解决方案等流程，中间穿插着各种信息和资料收集。根据行业经验，一家拥有百人开发团队的大型专业投资开发公司，一年的成功核准的项目量也不过 500MW 左右。两相对比，一个手机 APP 如果能够帮助企业提高一倍效率，的确称得上奇迹。

**颠覆：能量魔方 APP 数据给予作为主旋律**

无风不起浪、事出必有因。DT 时代提倡利他、注重分享，能否把互联网与传统行业进行完美融合，这是未来 DT 时代最大的机遇与挑战。数据时代，只有将各方数据通过云端、通过线上跑起来，才会越来越有价值。同样，在新能源及光伏产业当中，有大量的数据冗余沉淀，需要通过数据层面的广泛合作，挖掘数据背后的价值，真正让行业受益才是王道。

然而，行业中大多互联网应用或以粉丝提供数据、以撮合交易为目的，平台不产生数据及项目信息，使得买卖商务关系变成了空对空；或多以采集数据为目的，而忽略了用户的真正感受；或金融属性太强，期望以不符合行业规律的高收益吸引用户的眼球，殊不知这样“饮鸩止渴”的商业模式难以为继。能量魔方 APP 完全颠覆了这些平台理念，以新能源产业大数据中心、气象服务平台为依托，通过应用资源卫星数据、地理信息系统、历史气象资源、电网规划、设备运行、土地、林业等行业大数据的采集、处理、分析与挖掘，实现新能源资源数据化、平台化、生态化。能量魔方利用大数据应用服务平台，围绕新能源项目开发提供专业的并网接入、项目备案、申报审批、设备选型、EPC 及投资开发服务，实现新能源资源识别、开发、建设、投资、评估的生态化服务体系。

**黑科技：卫星遥感技术在能量魔方 APP 全面应用**

卫星遥感技术集中了空间、电子、光学、计算机通信和地学等学科的最新成就，是当代高新技术的一个重要组成部分；是一项应用广泛的高科技，是衡量一个国家科技发展水平的重要尺度。我国已经成功发射了十六颗返回式卫星，为资源、环境研究和国民经济建设提供了宝贵的空间图像数据。先后建立了国家遥感中心、国家卫星气象中心、中国资源卫星应用中心、卫星海洋应用中心和中国遥感卫星地面接收站等国家级遥感应用机构，国家级基本资源与环境遥感动态信息服务体系的完成，标志着我国第一个资源环境领域的大型空间信息系统，也是全球最大规模的一个空间信息系统的成功建立；国家级遥感、地理信息系统及全球定位系统的建立，使我国成为世界上少数具有国家级遥感信息服务体系的国家之一。能量魔方将这一黑科技全面引入新能源行业，成为其 APP 平台的主要数据处理技术之一，高清卫星图片可以直接俯视屋顶现状。结合能量魔方专业的规划咨询、系统开发及数据处理团队，可为地方政府提供基于大数据的地方新能源发展专项规划与咨询服务。

**贴心应用：一键定位与位置导航**

当然，“谋事在人，成事在天”，一款手机 APP 能够如此火爆，除了企业一侧的主观能动性外，更多还与市场一端的客观规律性密切相关。如何将屋顶资源数据与企业项目投资开发有效的结合起来，兼具时间、效率和成本优势的应用，将成为提升用户体验的必由之路。能量魔方创先将屋顶坐标与导航软件无缝对接，可直接帮助项目开发人员进行实地踏勘并与业主交流。据了解，市场上目前还没有一款 APP 能够既提供海量高价值屋顶数据，又可以满足与业主互动的功能应用。强需求与弱满足并存现状给了能量魔方这样的 APP 巨大机会。能量魔方 APP 是以移动互联网和智能手机为媒介的强应用，分布式光伏项目的咨询服务、定位导航、经济评价、在线互动等操作均可通过手机完成，可随时随地在线进行项目开发，方便快捷，填补了市场空缺，成为互联网时代光伏项目开发用户的新选择。

春风化雨，润物无声。这不是一种精神，能量魔方把它诠释为一种行动。在传统鸡年来临之际，能量魔方 APP 破壳而出，以低调的形式将这款 APP 进行上线公测，无形中让我们在雾霾肆虐的当下，看到一抹绿色的生机；随着产品公测和不断的迭代，可预见 2017 年光伏行业优秀平台在勃勃生机中滋生。

综上，能量魔方内修产品和技术，外借市场矛盾及用户体验与需求，借助能源互联网之东风，在原本浮躁的行业中实现独树一帜，有望成为一款光伏互联网现象级 APP，在业界传为佳话。

光伏资讯 2017-01-05

## 实施光伏领跑者计划 促进先进光伏技术和产品的应用

2017 年 1 月 5 日，国家能源局在京召开新闻发布会，发布《能源发展“十三五”规划》及《可再生能源发展“十三五”规划》，并回答记者提问。

[国家能源局副局长 李仰哲]二是可再生能源“十三五”规划体现了问题导向。可再生能源经过了这么多年的发展，取得的成绩举世瞩目，面临的问题与挑战也日益突出。因此在规划的编制过程中，我们针对不同品种的可再生能源的各自发展阶段以及面临的问题也提出了一些新的思路。水电除了继续以西南地区主要河流为重点，积极有序推进大型水电基地建设以及合理优化中小流域开发以外，为了满足电力系统调峰填谷的需要和安全稳定运行的要求，提出了统筹规划、合理布局，加快抽水蓄能电站的建设。“十三五”期间，中国新开工抽水蓄能电站大概 6000 万千瓦，管理体制更加完善，届时局部地区电网调节功能将大大改善，会进一步促进新能源电力的消纳能力。

风电方面体现了布局的优化和消纳的要求，风电项目进一步向具备消纳条件的地区转移，同时针对部分地区弃风限电情况比较严重的情况提出了解决风电消纳问题的明确要求。太阳能发电的发展重心主要体现在加强分布式利用和推动技术进步方面，特别是积极鼓励在工商业基础好的城市推广屋顶分布式光伏项目，对于西部地区的大型光伏电站项目明确要求在解决弃光问题的基础上有序建设。同时要开展市场化配置资源的尝试，实施光伏领跑者计划，促进先进光伏技术和产品的应用。

生物质能“十三五”期间要坚持分布式开发，大力推动形成就地收集原料、就地加工转化，就地消费的分布式利用格局，大力推进生物天然气产业化示范和生物质成型燃料供热。

规划明确提出要在开展资源勘查的基础上加强地热能开发利用。加强地热能规划与城市总体规划进行衔接，电热供暖纳入城镇基础设施建设，在土地、用电、财税价格等方面给予扶持，全面促进地热能的合理有效利用。

国家能源局 2017-01-05

## 海洋能、水能

### 中国单机容量最大抽水蓄能电站浙江投产

台州 12 月 18 日电 “3000 人奋战 6 年，电站终于建成。”浙江省台州市仙居抽水蓄能公司总经理姜成海 18 日在接受记者采访时感慨道，“这意味着中国已打破国外技术垄断，完整掌握大型抽水蓄能电站的核心技术。”

12 月 17 日 23 时 59 分，国网新源浙江仙居抽水蓄能电站 4 号机成功通过试运行，标志着中国国内单机容量最大的抽水蓄能电站全面投产。

仙居抽水蓄能电站总投资 58.51 亿元人民币，共安装 4 台 37.5 万千瓦的立轴单级可逆混流式抽水蓄能机组，总装机容量 150 万千瓦。机组的核心部件水泵水轮机、发电电动机以及自动控制系统，都拥有完全自主知识产权。

“抽水蓄能电站是间接储存电能的一种方式，可利用电网用电负荷低谷时段的多余电力驱动水泵，将水从下水库抽到上水库储存起来，然后在电网用电负荷高峰时段将上水库的水放出发电。”姜成海说。

工作人员告诉记者，仙居抽水蓄能电站设计年平均发电量 25.125 亿千瓦时，相当于给华东电网建了一个“大蓄电池”，担负华东电网的调峰、填谷、调频、调相、事故备用、黑启动等任务。

该电站还将缓解电力行业面临的环境保护压力。其投产运行后，浙江电网每年可节约标煤约 15 万吨，减少二氧化碳排放量 30 万吨，相当于每年减少 5 万辆家用轿车的尾气排放总量。(完)

中新社 2016-12-19

## 江苏句容抽水蓄能电站开建

12月8日，投资96.06亿元、装机容量达135万千瓦的江苏句容抽水蓄能电站正式开工建设。这是当天国家电网公司同时开工建设的4座抽水蓄能电站中的一座，4座抽水蓄能电站总投资375亿元，总装机容量575万千瓦，2024年全部竣工投产。省人大常委会副主任刘永忠在开工动员大会江苏分会场上讲话。

句容抽水蓄能电站位于句容市边城镇，将安装6台22.5万千瓦可逆式水泵水轮发电机组，设计年抽水电量18亿千瓦时，设计年发电电量13.5亿千瓦时。电站枢纽由上水库、下水库、输水系统和地下厂房系统组成，总工期79个月。建成后以500千伏线路接入江苏电网，将承担调峰、填谷、调频、调相及紧急事故备用等任务，每年可节约燃煤消耗约13.4万吨，减排烟尘约0.18万吨、二氧化硫约500吨、氮氧化物约0.5万吨，以及二氧化碳约33.3万吨。

新华日报 2016-12-19

## 浙江“仙境”电站终建成！

12月17日23时，国网新源浙江仙居抽水蓄能电站4号机成功通过试运行，标志着中国国内单机容量最大的抽水蓄能电站全面投产。

仙居抽水蓄能电站总投资58.51亿元人民币，共安装4台37.5万千瓦的立轴单级可逆混流式抽水蓄能机组，总装机容量150万千瓦。

机组的核心部件水泵水轮机、发电电动机以及自动控制系统，都拥有完全自主知识产权。

“抽水蓄能电站是间接储存电能的一种方式，可利用电网用电负荷低谷时段的多余电力驱动水泵，将水从下水库抽到上水库储存起来，然后在电网用电负荷高峰时段将上水库的水放出发电。”姜成海说。

工作人员告诉记者，仙居抽水蓄能电站设计年平均发电量25.125亿千瓦时，相当于给华东电网建了一个“大蓄电池”，担负华东电网的调峰、填谷、调频、调相、事故备用、黑启动等任务。

浙江省台州市仙居抽水蓄能公司总经理姜成海12月18日在接受记者采访时感慨道，这意味着中国已打破国外技术垄断，完整掌握大型抽水蓄能电站的核心技术。

该电站还将缓解电力行业面临的环境保护压力，其投产运行后，可使系统火电综合调峰幅度降低2.44%，节约系统标准煤耗15.48万吨，减少二氧化碳排放量30万吨，相当于每年减少5万辆家用轿车的尾气排放总量。

投产后，参与系统调频、调相运行和作为系统紧急事故备用，对改善电网频率和电压稳定水平、保证电网安全稳定运行作用明显，对于大规模接受长距离外来电力，且该电站装机容量不断增大的华东电网和浙江电网显得尤为重要。

中新社 2016-12-21

## 水利部副部长周学文：全面提升水安全保障能力

编者按：经国务院同意，日前，国家发展改革委、水利部、住房城乡建设部联合印发了《水利改革发展“十三五”规划》（以下简称《规划》）。《规划》明确了“十三五”时期水利改革发展的总体思路、发展目标、主要任务、总体布局和政策措施，是指导今后五年水利改革发展的重要依据。为帮助广大网友了解《规划》，本网特邀请水利部副部长周学文，对《规划》的主要精神和内容进行解读。

一、“十二五”水利改革发展取得了哪些成效，是否完成了既定的目标任务？

“十二五”时期是我国发展不平凡的五年，也是水利改革发展极为重要的五年。党中央、国务院相继作出加快水利改革发展、保障国家水安全、推进重大水利工程建设等一系列决策部署，水安全上升为国家战略，治水理念不断升华，治水兴水进入一个新的阶段。五年来，水利基础设施建设全面加快，水利改革全面推进，依法治水管水得到加强，在我国治水史上写下了浓墨重彩的一笔，主要成效表现在以下四个方面。

一是水安全上升为国家战略，治水思路进一步升华。五年来，党中央、国务院高度重视水利工作。特别是党的十八大以来，习近平总书记多次就保障国家水安全发表重要论述，从治国理政、文明兴衰、民族永续发展的高度，把水安全上升为国家战略，明确提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期水利工作方针，深刻回答了我国水治理中的重大理论和现实问题，为做好水利工作提供了科学的思想武器和行动指南。李克强总理强调水利是“赢民心”“稳增长”“施德政”的工程，要求加快实施节水供水重大水利工程，全面完成农村饮水安全工程建设，为加快完善水利基础设施网络、构建中国特色水安全保障体系指明了方向。

二是水利保障能力全面提升，有效支撑了经济社会发展。在中央加大水利投入一系列政策措施支持下，“十二五”水利建设投资规模再创新高，五年完成总投资达到2万亿元，年均投资4000亿元，是“十一五”年均投资的2.9倍，有力保障了水利基础设施建设的需要。一批控制性枢纽及大江大河治理工程建成发挥效益，大江大河防洪减灾体系基本建成，“十二五”期间全国洪涝灾害年均损失率为0.4%，是90年代初有统计资料以来最少的时期。南水北调东中线一期等一批工程建成通水，新增供水能力380亿立方米，流域区域水资源配置格局不断完善，中等干旱年份可以基本保证城乡供水安全。3.04亿农村居民和4133万农村学校师生喝上安全水，农村饮水安全问题基本解决，兑现了政府解决农村饮水安全问题的庄严承诺。农田水利基础设施持续加强，新增农田有效灌溉面积7500万亩，发展高效节水灌溉面积1.2亿亩，为全国粮食产量“十二连增”提供了有力支撑。

三是最严格水资源管理制度加快落实，水生态文明建设深入推进。水资源管理“三条红线”控制指标基本实现省市县三级行政区全覆盖，年度考核工作扎实开展。水资源利用效率进一步提高，万元GDP用水量、万元工业增加值用水量分别比“十一五”末下降31%、35%，农田灌溉水有效利用系数由0.50提高到0.532，全国重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到68%。开展水生态文明城市试点，实施河北等地下水严重超采区综合治理，黄河连续16年不断流，塔里木河、石羊河等流域生态功能逐步恢复。新增水土流失综合治理面积26.6万平方公里，新增农村水电装机1400万千瓦。

四是重点领域改革取得突破，水利发展体制机制逐步完善。水行政审批制度改革深入推进，审批事项由48项减少到22项。创新水利投融资机制，落实计提土地出让收益用于农田水利建设政策，发放专项建设基金和过桥贷款，加大金融支持力度，鼓励和吸引社会资本参与重大水利工程建设运营。农业水价综合改革试点成效明显，宁夏、内蒙古等7个省区水权确权登记和水权交易试点稳步推进。水利工程建设与管理体制改革、国有水管单位体制改革和小型农田水利设施产权制度改革进展顺利。

总体来看，“十二五”水利投资规模大、建设进度快、改革力度强、综合效益好、群众受益多，圆满完成了规划确定的主要目标和任务，是历次五年规划中目标任务完成最好的时期，为稳增长促改革调结构惠民生防风险等发挥了重要作用，为“十三五”时期水利改革发展再上新台阶奠定了良好

基础。

二、“十三五”时期是全面建成小康社会的决胜阶段，水利改革发展的总体思路有哪些考虑？

党的十八届五中全会通过的《关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》（以下简称《建议》）和第十二届全国人民代表大会第四次会议批准的《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（以下简称《纲要》）阐明了未来五年我国经济社会发展宏伟目标、主要任务和重大举措，是各部门编制专项规划的重要依据。根据《建议》和《纲要》，充分考虑水利改革发展实际和面临的新形势新要求，提出了“十三五”水利改革发展“一条主线、四个重点领域”的总体思路，即全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中、六中全会精神，深入学习贯彻习近平总书记系列重要讲话精神，紧紧围绕统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局，坚持创新、协调、绿色、开放、共享发展的理念，按照党中央、国务院决策部署，坚持节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力，以全面提升水安全保障能力为主线，从全面建设节水型社会、健全水利发展体制机制、完善水利基础设施网络、保护和修复水生态环境等四个重点领域推进水利改革发展。

《规划》主线的确定是基于对我国基本国情水情、面临新老水问题以及水利发展新形势综合研判。新中国成立以来我国水利建设取得了举世瞩目的显著成就，以占全球 6%的淡水、9%的耕地，解决了约占全球 20%人口的吃饭问题，支撑了经济社会的快速发展。但特殊的自然地理和气候条件决定了我国是世界上治水任务最为繁重、治水难度最大的国家之一。随着经济社会快速发展和气候变化影响，近年来，我国水旱灾害频发、水资源短缺、水污染严重、水生态损害等新老水问题相互交织，对保障水安全提出了严峻挑战。习近平总书记深刻指出，河川之危、水源之危是生存环境之危、民族存续之危。因此，我们需着力增强水忧患意识、水危机意识，从全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴永续发展的战略高度，重视解决好水安全问题，把全面提升水安全保障能力作为“十三五”水利改革发展的主线。

围绕这一主线，《规划》确定了四个重点领域，主要考虑到：按照全面建成小康社会目标要求，必须加快完善水利基础设施网络，更加精准有力的发挥水利对区域协同发展的先行引导作用，全面提升水利保障经济社会发展的能力；着力解决好水利发展中不平衡、不协调、不可持续的问题，加快推进水利公共服务均等化，强化保障和改善民生。全面深化改革、全面依法治国，需要在水利重点领域改革实现新突破，全面加强水利法治建设，进一步完善水利体制机制，推进水治理体系和治理能力现代化。大力推进生态文明建设，实现生态环境质量总体改善，建设美丽中国，要求加快转变用水方式，全面推进节水型社会建设，着力缓解水资源水环境约束趋紧的矛盾，加强河湖生态修复与治理，推进水利绿色发展、可持续发展方面迈出新的步伐。

三、“十三五”水利改革发展要实现哪些目标？

2011 年中央 1 号文件提出，到 2020 年基本建成防洪抗旱减灾体系、水资源合理配置和高效利用体系、水资源保护和河湖健康保障体系、有利于水利科学发展的制度体系。在确定“十三五”水利改革发展目标时，按照 2011 年中央 1 号文件提出的目标，同时根据近年来中央的一系列新的决策部署，增加了“水利基础设施网络进一步完善，水治理体系和水治理能力现代化建设取得重大进展，国家水安全保障综合能力显著增强”等内容。

《规划》提出了防洪抗旱减灾、节约用水、城乡供水、农村水利、水生态环境保护、水利改革和管理等 6 个方面 16 项指标，主要考虑：一是为体现水利的支撑和保障作用，设置了洪涝干旱灾害损失率、新增供水能力、农村自来水普及率、农村集中式供水人口比例、新增农田有效灌溉面积、新增高效节水灌溉面积等指标；二是按照水资源消耗总量和强度双控要求，设置了用水总量控制、万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量、农田灌溉水有效利用系数等指标；三是从加强水生态保护与修复考虑，设置了新增小水电装机容量、新增水土流失综合治理面积、重要江河湖泊水功能区水质达标率等指标；四是从推进水治理能力现代化等方面考虑，设置了城镇和工业用水计量率、农业灌溉用水计量率等指标。16 项指标中，用水总量控制、万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量、重要江河湖泊水功能区水质达标率等 4 项为约束性指标，其他 12 项为预期性指标。万元 GDP 用水

量下降 23%是纳入《纲要》的约束性指标，用水总量控制在 6700 亿立方米以内、新增高效节水灌溉面积 1 亿亩、农田灌溉水有效利用系数提高到 0.55 以上、农田有效灌溉面积达到 10 亿亩以上、新增水土流失治理面积 27 万平方公里等要求体现在《纲要》有关章节中。

四、党的十八大以来，党中央、国务院高度重视生态文明建设，《规划》如何贯彻生态文明和绿色发展理念？

党的十八大以来，习近平总书记多次对生态文明建设作出重要指示，强调生态文明建设是“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局的重要内容，要求各地区各部门切实贯彻新发展理念，树立“绿水青山就是金山银山”的强烈意识，努力走向社会主义生态文明新时代。针对我国水资源约束趋紧、水环境污染严重、水生态系统退化等问题，《规划》认真贯彻落实党的十八大以来提出的一系列生态文明和绿色发展的理念，按照尊重自然、顺应自然、保护自然的要求，把生态文明理念融入到水资源开发、利用、治理、配置、节约、保护各方面。

一是有度有序利用水资源，促进人水和谐。《规划》遵循人口经济与资源环境相均衡的原则，坚持以水定产、以水定城，强化需水管理，合理控制水资源开发程度，努力维护河湖健康。《规划》提出两方面的抓手，一要细化落实用水总量控制，加快制定重要江河流域水量分配方案，细化落实流域和区域取用水总量控制指标，严格控制流域和区域取用水总量；二要强化规划水资源论证，强调国民经济和社会发展规划以及城市总体规划编制、重大项目的布局，应当与当地水资源条件和防洪要求相适应。

二是全面加强节水型社会建设，推动用水方式转变。按照习近平总书记提出的“从观念、意识、措施等各方面都要把节水放在优先位置”的要求，《规划》不仅在原则和目标设置上把节水放在突出位置，同时把全面推进节水型社会建设作为“十三五”八个重点任务之首进行谋划，从节水制度、节水行动、节水机制等方面进行系统部署，加快实现从粗放用水向节约集约用水的根本转变，形成有利于水资源节约利用的空间格局、产业结构、生产方式和消费模式。

三是加大水资源保护力度，改善水环境质量。《规划》主要从三个方面提出加大水资源保护力度的措施，一要严格水功能区监督管理，从严核定水域纳污容量，严格控制入河湖排污总量，对排污量超出水功能区限排总量的地区实施限批，加快建立以水域纳污能力倒逼陆域污染减排的综合治污和保护模式。二要加强水源地保护，全面开展重要饮用水水源地安全保障达标建设，推动科学划定饮用水水源地保护区，依法清理水源地保护区内违法建筑、排污口和各类养殖户。三要加强入河排污口整治，优化调整沿河湖排污口布局，对问题突出、威胁饮水安全的排污口实施综合整治。

四是加强水生态保护和修复，维护河湖健康生命。按照山水林田湖是一个生命共同体的思想，《规划》强调以流域为单元强化整体保护、系统修复、综合治理，发挥水资源综合利用效益，协调解决水资源、水环境、水生态等问题。在具体措施上，《规划》提出以京津冀“六河五湖”等为重点，按照系统治理的思路，推进生态修复与治理；在科学规划的前提下，因地制宜实施河湖水系连通工程，改善河湖连通性和水体流动性；对京津冀晋等地下水超采较严重地区开展治理与修复，逐步实现地下水采补平衡；按照预防为主、防治结合的思路加强水土流失防护和治理。

五是强化水利工程全过程监管，打造生态友好型工程。《规划》提出要强化对工程规划、设计、建设、管理全过程的监管，最大程度地减免规划实施的不利环境影响。规划设计方面，要按照“确有需要、生态安全、可以持续”的原则加强重大水利工程前期论证，优化工程设计方案，落实各项环境保护措施。实施引调水工程要坚持“三先三后”原则，深入做好前期论证工作。工程建设方面，要充分考虑水生态环境保护和修复的需要，采取生态友好型的工程方案、材料和施工工艺。调度运行方面，要科学制定工程调度方案，合理安排重要断面下泄水量，维持重要河湖、湿地及河口基本生态需水，重点保障枯水期生态基流。

五、“十三五”期间，如何推进水利的改革与管理工作？

近年来，我国在水利重点领域改革不断取得新的进展，但总体上看水利发展体制机制仍存在不少问题。河湖管理机制不健全，产权不清、权责不明、监管薄弱，导致河湖管理问题凸显，如河道干

涸湖泊萎缩、水环境状况恶化、河湖功能退化等，对保障水安全带来严峻挑战。水价形成机制不完善，价格水平总体偏低，灌溉水价仅占运行成本的 1/3，难以充分发挥水价的杠杆作用，也难以有效利用金融资本和吸引社会投资，甚至影响到工程的正常维护和运行。水权制度不完善，水市场不发育，市场在水资源配置中的作用尚未充分发挥。水利投融资机制有待完善，水利项目对金融和社会资本的吸引力不够，不利于水利可持续发展。

针对这些问题，《规划》既强调充分发挥政府作用，强化政府在水治理中的职责，对于政府该管的绝不能缺位、手软。同时，注重发挥市场机制的作用，形成政府和市场两只手协同发力的格局。

在发挥政府作用方面，主要是通过健全一系列制度，加强水资源管理、河湖管理、水利工程质量监管，把该管的管住管严管好。一是加强水资源管理。落实最严格的水资源管理制度，严格控制流域和区域取用水量。加强最严格水资源管理制度考核工作，把节水作为约束性指标纳入政绩考核，在严重缺水的地区率先推行。强化水资源安全风险监测预警，加强水资源风险防控。二是加强河湖管理。全面推行河长制，强化地方党委政府在水资源保护、水域岸线管理、水污染防治、水环境治理等方面的责任。加快推进水流产权确权试点，从水域、岸线等水生态空间确权和水资源确权两方面开展工作，着力解决权属不清、监管不力的问题。三是加强工程质量监管。加强水利建设项目全过程质量管理，强化政府质量监督，严格水利建设质量工作考核，实行工程质量终身责任追究制。

在发挥市场作用方面，主要是通过体制机制创新，理顺价格机制，发挥价格杠杆调节供求，发挥市场配置资源的优势。一是全面推进水价改革。重点是推进农业水价综合改革，通过健全农业水价形成机制、建立精准补贴机制和节水奖励机制、加强监测计量等措施，达到总体上不增加农民负担、促进节约用水、有利于农田水利体制机制创新、保障工程良性运行的目标。二是创新水利投融资体制机制。在加大各级公共财政投入力度的基础上，鼓励和引导社会资本参与水利工程建设运营，完善金融支持水利政策，用好过桥贷款、专项建设基金、抵押补充贷款等优惠政策。三是积极培育和发展水市场。推动水权交易制度建设，开展水权交易试点，鼓励和引导地区间、流域间、用水户间开展水权交易，探索多种形式水权流转方式。

## 六、“十三五”期间，如何进一步完善水利基础设施网络？

总体上看，经过多年来持续大规模的投入建设，全国大江大河防洪减灾体系基本建成，流域和区域水资源配置格局不断优化，农田灌排体系基本建立，水土资源保护能力明显提高，为国民经济和社会发展提供了有力支撑。但也要看到，受经济实力和技术水平等制约，水利基础设施在保障水安全、改善生态环境等方面仍有差距。从保障防洪安全看，一些大江大河及主要支流防洪控制性枢纽工程尚未健全，一些河段堤防防洪标准还比较低，一些重要防洪保护区尚未达到国家规定的防洪标准，流域防洪体系中仍存在薄弱环节。从保障供水安全看，西南地区工程性缺水问题突出，人均供水量仅为全国平均的 2/3 左右；华北、西北等地区资源性缺水问题突出，水资源过度开发不仅影响经济社会发展，也造成严重的生态赤字；一些城镇供水水源单一、保障程度低；一些地区农村饮水安全还存在保障程度不高等问题。从保障粮食安全看，我国是灌溉农业，但目前我国还有将近一半的耕地缺乏灌溉条件；现有灌区灌排设施还存在老化失修、配套不完善、建设标准低等问题；农业灌溉用水比重高，用水效率和效益偏低。要实现“中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己手上”的目标，农田水利设施还有不少差距。

针对水利基础设施发展现状和全面建成小康社会的目标要求，《建议》将水利作为需加快完善的八大基础设施网络之首，《纲要》在构筑现代基础设施网络一篇中单设强化水安全保障一章进行部署。因此，《规划》把加快推进水利基础设施建设作为“十三五”水利改革发展的重点任务，并且按照现代基础设施网络的要求进行谋划。一是稳步推进重大水利工程建设，完善骨干工程网络。截至目前，172 项重大水利工程中还有 66 项尚未开工建设，《规划》按照动态管理的原则对“十三五”期间暂不具备建设条件的工程进行了调整和补充。同时适当新增一批工程作用明显、工作基础较好的项目纳入《规划》。“十三五”期间将加快推进重大水利工程建设，进一步完善防洪、供水骨干工程网络，增



强水利支撑和保障能力。二是全面推进灾后水利薄弱环节建设，补齐防灾减灾短板。针对 2016 年大水暴露出来的突出问题，根据国务院的决策部署，“十三五”期间将集中力量加快中小河流治理、小型病险水库除险加固、重点区域排涝能力、农村基层防汛预报预警体系建设，补齐防灾减灾短板。三是夯实农村水利基础，促进城乡公共服务均等化。“十三五”期间将大规模推进农田水利建设，完善灌排设施体系，提高输配水效率；在有条件地区新建一批节水型、生态型灌区；继续推进区域规模化高效节水灌溉，突出抓好粮食主产区、生态环境脆弱区、水资源开发过度区等重点地区高效节水灌溉工程建设，为进一步提高粮食生产能力奠定坚实的水利基础。同时，通过实施农村饮水安全巩固提升，进一步提高农村集中供水率、供水保证率、水质达标率，促进城乡公共服务均等化。四是加大水利扶贫力度，助力贫困地区脱贫攻坚。按照中央关于打赢脱贫攻坚战的决策部署，“十三五”期间将更加注重贫困地区水利基础设施建设，在项目安排和投资支持上向贫困地区倾斜。在集中连片特困地区规划实施一批重点水利骨干工程，解决区域性脱贫解困面临的水利问题。同时按照精准扶贫的要求，有针对性推进民生水利工程建设，着力改善贫困地区供水、灌溉、供电条件。

七、围绕“一带一路”“京津冀协同发展”“长江经济带发展”三大战略，《规划》有哪些具体举措？

三大战略是中央在我国经济发展进入新常态下，根据全球经济形势深刻变化，统筹国内国际两个大局作出的重大决策部署。《纲要》提出要以区域发展总体战略为基础，以“一带一路”建设、京津冀协同发展、长江经济带发展为引领，形成沿海沿江沿线经济带为主的纵向横向经济轴带。为保障三大战略的实施，一方面要求我们进一步优化水资源配置格局、完善水利基础设施网络，提升流域和区域水资源承载能力，提高水利公共服务均等化水平，为要素有序自由流动、区域协调协同发展提供水利支撑；另一方面要求强化水资源和河湖的管理与保护，充分发挥水资源的引导和约束功能，促进经济社会发展方式转变、经济结构和空间结构不断优化。

《规划》按照三大战略的总体部署，针对不同流域和区域所面临的突出水问题，因地制宜提出了水利发展的重点任务。围绕“一带一路”建设，《规划》提出实施水利“走出去”战略，充分发挥我国在水利技术、人才、管理、设备等方面的优势，推动水利规划与标准、工程勘测设计与咨询、工程施工技术与管理、装备与产品全方位“走出去”；同时，以多双边固定合作交流机制为平台，充分发挥政府、科研机构和企业的作用，加强水利双边多边合作。围绕京津冀协同发展，《规划》提出强化水资源刚性约束，根据水资源条件合理确定城市发展规模，制定严格的产业准入、退出政策；加大节水力度，在全国率先全面建成节水型社会；加强水生态修复与治理，打造永定河等绿色生态河流廊道，推进地下水超采区综合治理；进一步优化水资源配置格局，构建与世界级城市群相适应的供水安全保障体系。围绕长江经济带发展，《规划》提出把保护和修复长江生态环境摆在首要位置，共抓大保护、不搞大开发。协调处理好河湖关系，保护和改善流域生态服务功能；加强饮用水水源地保护，优化取水口和排污口布局，构建绿色生态廊道；优化水资源配置格局，加强流域水资源统一管理和调度，完善防洪减灾体系，加强岸线资源管理与保护，促进沿江城镇和产业合理布局。

我们相信，通过《规划》的实施，将进一步促进水利改革发展，构建适应时代发展要求和人民群众期待的水安全保障体系，为如期实现全面建成小康社会宏伟目标提供更为扎实的水利支撑和保障。

新华社 2017-01-04



## 风能

### 湖北：五年内风电新增装机 360 万千瓦

16 日，2016 湖北能源发展论坛在汉举办。长江日报记者从会上获悉，5 年内江苏省规划可再生能源新增发电装机 872 万千瓦。其中，常规水电 207 万千瓦，风电 360 万千瓦，太阳能发电 270 万千瓦，生物质发电 35 万千瓦。到 2020 年可再生能源装机累计达 4810 万千瓦，占全省电力装机总容量 57%。

本次论坛由湖北省能源局指导，湖北省电力勘测设计院主办，为近年在汉举办的最大规模能源论坛，200 多家能源生产投资、装备制造，以及省内各级政府代表参加。

省能源局相关负责人表示，根据江苏省可再生能源发展“十三五”规划，到 2020 年，湖北省可再生能源利用总量在能源消费中的比重达到 15% 以上，相当于可减少二氧化碳排放量 1.1 亿吨，减少二氧化硫 335 万吨，减少氮氧化物 167 万吨，减少烟尘排放 3033 万吨，年节约用水 4.5 亿立方米。

长江日报 2016-12-19

### Van Oord 将建比利时最大海上风电场项目

Van Oord 公司已和 Norther 公司签署一份合同，将建造距离比利时泽布勒赫港海岸 23 公里的 Norther 海上风电场。

据悉，Norther 海上风电场项目最大发电能力达 370 兆瓦，将是比利时最大的海上风电场项目，完工后将能为 40 万个家庭提供可再生能源。

随着全球气候变暖和减少使用石化燃料的驱使，风能的使用将快速增长，尤其在西北欧地区。Norther 海上风电场将极大的帮助比利时完成在 2020 年前创造 13% 的可再生能源需求的目标。

根据合同，Van Oord 公司将负责 44 个 WTG 风机基座的工程、采购、供应和安装，海上高压电站和线缆，风力发电机的安装等。其中，运输和安装这些风机基座和风力发电机，需要部署 Van Oord 公司的海上安装船“*Aeolus*”号和铺缆船“*Nexus*”号。项目将于 2018 年开始建造。

国际船舶网 2016-12-21

### 山东打造陆海双千万千瓦级风电基地

为推动能源转型升级、加快构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，近日山东省发展改革委印发了《山东省能源中长期发展规划》(以下简称《规划》)。

《规划》提出，该省将以发展清洁低碳能源为主攻方向，同步推进非化石能源加快发展与化石能源高效清洁利用，大幅降低煤炭消费比重，大幅提高清洁能源消费比重，推动能源结构优化升级。

《规划》同时为该省未来风电发展指明方向，提出将按照“统筹规划、陆海并举”的原则，推进风电规模化发展，打造陆上、海上“双千万千瓦级风电基地”，建设东部风电大省。

背景：

煤炭产能五年减 6460 万吨

《规划》指出，目前山东省以煤为主的结构性矛盾依然比较突出。2013 年以来，全国煤炭消费呈现逐步下降趋势，年均减少 2.9%，而该省同期煤炭消费继续小幅微涨。2015 年煤炭消费总量达到 4.09 亿吨，约占全国的 10%，位居全国首位。煤炭在能源消费总量中的比重达到 80% 左右，高于全国 15 个百分点。

针对上述情况，《规划》明确提出，到 2020 年，该省省内煤炭产能压减 6460 万吨，煤炭产量控

制在 1 亿吨以内，大中型矿井产量占省内产量的 95% 以上；到 2030 年，省内煤炭产量控制在 6000 万吨。

与此同时，山东还决定向可再生能源“问道”。

事实上，“十二五”期间，该省在新能源发展上已经取得不小进展。《规划》显示，“十二五”以来，全省能源产业加快发展，供应能力平稳增长，能源结构不断优化，节能减排成效显著，储输配能力和装备水平稳步提高，省内新能源和可再生能源发电装机容量达到 1115.1 万千瓦，占电力总装机容量的 11.5%，值得注意的是，该省风电装机容量已经达到 721.5 万千瓦。

规划：

统筹规划海陆并举

据公开资料显示，山东风能资源总量约 6700 万千瓦，风能资源较大的地区主要分布在山东沿海地区、潍坊中部地区、鲁中山区以及半岛内陆丘陵等区域。

近几年山东一直大力发展新能源发电，鼓励风能等新型可再生能源发电，风电已经成为该省发展最快的新能源发电项目。

据国家能源局早前发布《2016 年前三季度风电并网运行情况》显示，山东省今年前三季度风电新增并网容量为 93 万千瓦，仅次于云南、江苏位居全国第三。

不仅如此，该省累计风电并网容量、上网电量和风电利用小时数上均高于全国平均水平。

正因如此，山东各地市发展风电热情正日益高涨。以烟台为例，该市海岸线蜿蜒漫长、岛屿众多，凭借独特的沿海地理位置，风能资源尤为丰富，适合风力发电，是全省风电发展最早、装机规模最大的地区之一。截至目前，该市并网风场已经超过 30 座，装机容量突破 2000 兆瓦大关。

烟台并非孤例，山东省内诸如滨州、潍坊、

青岛等城市在发展风电上的成绩同样可圈可点。

值得注意的是，山东发展风电势头远不止如此。按照《规划》，该省未来将按照“统筹规划、陆海并举”的原则，加强风电布局与主体功能区规划、产业发展、旅游资源开发的衔接协调，推进风电规模化发展。其中就陆上风电发展来说，以青岛、烟台、潍坊、东营、滨州等市沿海陆域和淄博、泰安、济宁、临沂等市丘陵地带为重点，海上以鲁北、莱州湾、渤中、长岛、半岛北、半岛南等 6 个百万千瓦级海上风电场为重点，打造陆上、海上“双千万千瓦级风电基地”，建设东部风电大省。到 2020 年，全省风电装机容量达到 1400 万千瓦；到 2030 年，装机容量达到 2300 万千瓦。

此外，该省还提出非化石能源倍增行动计划，将围绕打造新能源和可再生能源示范省区，因地制宜规模化发展风电、光伏发电、核电、抽水蓄能电站。到 2020 年和 2030 年，非化石能源装机分别达到 3000 万千瓦和 8155 万千瓦，分别是 2015 年的 2.7 倍和 7.3 倍。

关键：

打通新能源通道强化网络

以风电为代表的可再生能源迅速崛起的同时，为更好地促进省内清洁能源和可再生能源消纳，此次《规划》首先提出，按照海陆并举、多能互补、外通内畅、安全可靠的原则，立足“全省一盘棋”，加强与国家能源输配网络对接，统筹省外能源引进和省内供需衔接，统筹各种能源运输方式，优化能源流向，推动能源资源在更大范围内优化配置。

强化能源储备和调峰设施建设，全面提升能源应急保障能力。

其次，在发展坚强智能电网上，《规划》提出，未来将构建特高压骨干网络，加快推进内蒙古、陕西、山西等能源省区至山东特高压输电工程和省内特高压电网建设，打造“四交三直”省外特高压输电通道和“三横两纵”省内特高压电网，提高接纳省外来电能力。强化 500 千伏省域主网架，优化变电站布局，完善负荷中心环网，加强输电通道间衔接，满足省外来电、核电、大型煤电等电源送出和区域负荷增长需要，提高供电区域互供能力。完善 220 千伏市域主网架，强化相邻供电区和 500 千伏变电站间衔接，更好地服务可再生能源送出、电气化铁路建设和地方经济社会发展。

最后，在加强智能电网建设方面，该省将广泛应用智能电能表，提升电网调控中心、运营监测

中心、客户服务中心智能化水平，实现电网与互联网、物联网、智能移动终端等深度融合，满足客户多样化需求，服务智能家居、智能社区、智能交通、智慧城市发展。到 2020 年，接纳省外来电能力达到 3500 万千瓦左右，各市拥有 500 千伏变电站基本上不少于 2 座，县均拥有 220 千伏变电站 4 座。到 2030 年，接纳省外来电能力达到 5000 万千瓦以上，各市拥有 500 千伏变电站基本上不少于 3 座，县均拥有 220 千伏变电站 5 座，全面确保省内新能源能够全额消纳。

张栋钧 中电新闻网 2016-12-26

## 我国单位容量最大海上风电场并网

近日，鲁能江苏东台 200 兆瓦海上风电场成功并网发电，这是我国单位容量最大、离岸距离最远的海上风电项目。东台风电场的并网，标志着我国海上风电从小规模试验示范向规模化发展。

由鲁能集团投资的海上风电场，位于东台沿海东沙沙洲东南部，发电有效率高于陆上 25% 左右。场区中心离岸距离 36 公里，共布置 50 台 4 兆瓦风机、一座 220 千伏海上升压站和一座陆上集控中心。

鲁能东台项目是国家电网公司第一个海上风电项目，建成后年上网电量将达 5.28 亿千瓦时，年可节约标煤 16.8 万吨。据了解，鲁能江苏东台 200 兆瓦海上风电场项目是我国第一批海上风电场特许权项目。

孟晓明 朱兴龙 经济日报 2016-12-27

## 英国风电 6 年削减 3600 万吨温室气体排放

近日，英国爱丁堡大学发布的一项研究显示，过去数年间风电在英国限制碳排放方面起到了非常重要的作用。爱丁堡大学的研究团队通过英国国家电力公司 2008~2014 年间的供电数据，对该国来自风力、煤炭和天然气等来源的电力供应和碳排放情况进行分析。研究人员发现，在此期间，来自风电场的清洁电力替代了很大一部分来自煤炭和天然气的发电量，减少使用这部分传统化石能源相当于削减了近 3600 万吨温室气体排放。这也相当于英国路面减少 230 万辆汽车带来的减排效益。

英对海上风电项目保留一定财政补贴

利用风电等清洁可再生能源替代传统化石能源，是气候、环境等问题的重要解决方案。根据统计，目前英国陆地风电装机容量超过 9000 兆瓦，海上风电装机容量接近 6000 兆瓦，风电已经成为英国能源结构中的重要组成部分。英国自今年 4 月 1 日起取消对新建陆上风电场的《可再生能源义务令》补贴政策，对海上风电项目还将保留一定程度的财政补贴。有专家认为，由于丰富的风能资源和强烈的风流，英国海上风电未来有望超过陆上风电的发电量。

可再生能源配额制是支撑英国海上风电发展的核心政策

根据英国可再生能源市场机构发布的报告显示，2010~2020 年，英国海上风电市场规模有望达到 200 亿英镑（约 270 亿美元）。此外，为了进一步扩大可再生能源发电比例，实现减排目标，到 2020 年，英国政府还将计划实现海上风电装机容量累计超过 5 吉瓦。

据悉，英国拥有完善的海上风电市场机制，能够有效吸引国际资本，带动产业整体升级。可再生能源配额制是支撑英国海上风电发展的核心政策。2012 年，英国颁布了《能源法案草案》，提出了推动可再生能源发展的新政策——差价合约制度的初步框架，并于 2014 年开始推行，为海上风电等可再生能源发电企业提供长期、稳定、清晰的价格保障和预期。

将加强技术研发和创新作为降低成本的关键途径

成本过高一直是制约风电快速发展的重要因素。英国将加强技术研发和创新作为降低成本的关键途径，加大对海上风电技术研发的投资和补贴，吸引了西门子、通用电气及三菱重工等国际风电制造的龙头企业在英国设立研发中心。

英国政府还制定了投资补贴政策、技术研发补贴政策、税收优惠政策等诸多经济激励政策，加强对海上风电的资金支持。据英国官员介绍，英国在成本降低方面已经从近 10 年前最初的每兆瓦时 140 英镑降到了现在预计的每兆瓦时 100 英镑。

当然，英国风电产业在快速发展的同时，也并非没有危机存在。英国进行脱欧公投后，投资商对国家未来的政策、汇率和出口税额的不确定性也表示出了一些担忧。

于学华 中国电力报 2016-12-26

## 秦海岩：落实政策是风电产业发展关键

今年以来，在密集发布一系列扶持政策、不断开拓新市场后，我国新增风电装机容量继续领跑全球。走过欣欣向荣的 2016，风电行业的从业者有何感受？在年终岁末，他们对这个行业又有哪些期许？本报记者近日专访了中国可再生能源学会风能专委会秘书长秦海岩。

产业发展离不开稳定而持续的政策支持

今年在风电领域取得成就的原动力是？

秦海岩：近几年，我国风电市场发展势头迅猛，风电技术不断创新、趋于成熟。

在“十二五”的基础上，“十三五”期间我国风电产业将步入新的发展阶段。今年是“十三五”的开局之年，在这一年风电领域取得的成就归因于以下几个因素：一是在政策支持方面，稳定而持续的政策能够避免传统能源对产业格局所产生的锁定效应，通过拉动市场投资，推动技术进步，提高开发效率等措施，减少可再生能源发展的障碍。另外，补贴政策能够纠正市场失灵，“补贴”确切地说是可再生能源环境经济效益的补偿。例如通过建立绿色证书交易制度，要求火电企业购买绿色证书，将其环境内部成本外部化，建立更加公平的电力市场，使可再生能源产业逐渐具备优于传统能源的竞争力。二是在技术创新方面，当前，风电机组功率和风轮直径有逐年扩大之势，在设计方面也更加智能化和细分化，已经研发出了很多适合不同环境气候条件的定制化机组；在海上机组方面也已有多款兆瓦级海上风电机组产品成功研发并投入商用。三是在国际化方面，在全球经济一体化的形式下，企业要做大做强，需要在国际市场占有一席之地。同时，企业还要通过利用全球范围内的优质资源，有效组织开展研发设计、生产制造、应用各个环节，最终实现本地化。

健全制度体系理顺市场机制

今年风电行业发展还面临着哪些挑战？

秦海岩：虽然我国风电在“十二五”期间的发展硕果累累，但弃风限电、补贴资金不足和发放不及时、市场不够公平开放等问题，仍使未来五年的产业发展充满挑战。因此，在我们对“十三五”充满希望的同时，还需作出多方面的努力。

首先是保持发展规模。继续保持稳定的发展规模，对风电产业健康可持续发展，推进能源结构调整意义重大。为达到我国风电累计并网装机容量至少应达到 2.1 亿千瓦的目标，我国应进一步优化风电开发布局，全面开发中东部和南方低风速地区风电，并通过对这些地区的风电发展潜力进行研究，制定相关政策，保证规划落实。同时，鼓励各地进行分散式风电开发，及时出台相关产业政策，推动分散式风电开发模式的商业创新。

其次是健全制度体系。一方面是建立可再生能源优先发电制度。根据《可再生能源法》以及电改要求，进一步完善和优化现有电力系统的运行方式，提高电网运行灵活性，并通过优先安排可再生能源年度发电计划和明确责任主体，保证优先上网和全额收购。同时，应明确责任主体，建立对地方政府、电网企业发展非水可再生能源的考核制度，确保 2020 年各地区非水电可再生能源用电量与各发电企业发电量占比目标。另一方面是建立市场化的补贴机制。在传统化石能源电力外部成本没有内部化的情况下，可再生能源电力目前不可能在市场上与其竞争，只能靠补贴对可再生能源正外部性价值进行体现。通过“绿证”交易机制，要求传统化石能源电力企业购买“绿证”，是一种将其外部成本内部化的手段。这为建立市场化补贴方式奠定了基础，使补贴更有效率，有效规避

补贴拖欠等问题。

再次是理顺市场机制。一是进一步实行简政放权，明确权利清单，让应该由市场解决的问题，通过市场解决。二是加强监管，提高风电运行管理水平。这需继续完善产业监测体系和质量信息公开制度，便于对风电项目管理情况进行监测和考核，从而有效支持风电设备及企业质量列名管理制度建设，规范市场秩序。三是构建公平开放的市场环境，建立优胜劣汰的市场机制。应通过严控关联交易，规范地方政府行为，建立质量检测评价体系和质量黑名单制度，以增强行业信息透明度，创造自由、平等、公平的市场竞争环境。通过优胜劣汰的市场竞争机制，逐步提高市场集中度，提升行业整体发展效率。四是在设备制造、整机技术、风电场设计与建设、运行维护等各个环节提高科技水平，提高效率、减少浪费、降低成本，不断提高风电在各类电源中的竞争力，以此创造更大的风电市场空间。

进一步优化市场环境成为破题关键

对于风电产业未来的发展您有着怎样的预判？

秦海岩：在“十三五”时期，风电的发展还需从以下几方面着手：一方面，中东部和南方地区将成为我国风电开发的重心。以目前的情况来看，弃风限电问题短期内难以根治，再加上火电装机规模严重过剩，利益冲突短期很难调和，“三北”地区风电开发规模和速度必将受到制约。因此，要保障我国风电业在“十三五”继续实现可持续发展，保证合理的年均增长规模，必须优化产业布局、加大中东部地区开发力度。

另一方面，风电市场环境还需要进一步优化。到“十二五”末，在政府主管部门的大力推动下，我国风电产业发展的市场环境已经得到大幅改善，基本建立起了优胜劣汰的竞争机制，市场在资源配置中的主导作用越发显著。但在未来 5 年，随着能源结构调整和体制机制改革的不断深化，我们将面对的是一个全新的局面，也会遇到各种新的体制机制问题。在这种情况下，进一步优化市场环境就成为破解发展难题的必要手段之一。此外，我们还要积极落实风电等可再生能源的优先发电制度，尽快建立市场化的补贴机制，提高可再生能源的市场竞争力。

张栋钧 中国电力报 2017-01-04

## 风电：提质增效稳规模

御风猛进，全面升温，这是 2016 年风电行业发展的真实写照。

2016 年，我国风电行业在政策力度不断加码的情况下，截至 2016 年 9 月，风电累计并网容量达到 1.39 亿千瓦，同比增长 28%。

与此同时，产业在稳中求进的发展过程中也伴随诸多问题：消纳受阻、补贴拖欠、竞争加剧、创新不足……是否能够实现由风电大国跻身风电强国，实现由替代能源向主体能源过渡。毫无疑问，我国风电已经站在了全球能源变革的十字路口。

风电装机领跑全球

时间丈量着发展的进度，也标示出攀登的高度。不经意间，我国新增风电装机已经连续五年领跑全球，并成为首个装机达到 1 亿千瓦的国家。在这具有里程碑意义的时刻过后，风电行业继续御风猛进。国家能源局近日发布的数据显示，2016 年 1~9 月，我国风电新增并网容量达到 1000 万千瓦，截至 9 月底，风电累计并网容量达到 1.39 亿千瓦，累计并网容量同比增长 28%，增速颇为明显。

与此同时，经过近几年跨越式发展，我国风电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。

与陆上风电屡超预期表现相反，我国海上风电从东海大桥海上风电核准建设至今已有 8 个年头，目前仍处于起步阶段。但是通过一系列技术实践，目前我国海上风电也积累了一些工程技术经验，摸清了资源情况。与此同时，初步建立了行业标准，为下一步规模化发展奠定了较好的基础。

凡是过去，皆为序曲。根据国家能源局印发的《风电发展“十三五”规划》(以下简称《规划》)显示，到2020年底，我国风电累计并网装机容量确保达到2.1亿千瓦以上，其中海上风电并网装机容量达到500万千瓦以上;风电年发电量确保达到4200亿千瓦时，约占全国总发电量的6%。

《规划》提出艰巨的任务和使命，无疑对我国风电行业未来发展来说将面临更多机遇和挑战。在中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩看来，要保持我国风电产业的良好发展势头，就必须保持稳定的发展速度和规模。发展以风电为代表的可再生能源是全球大势，是我国推进能源革命的大政方针，是我国实现巴黎气候大会自主减排承诺的基础，也是彻底解决雾霾等环境问题的必由之路。“十三五”期间，是我国生态文明建设的攻坚时期，是产业结构调整的最后窗口期，我们要实现既定目标，就只能走低碳发展之路，别无选择。

#### 完备风电产业链体系火热出炉

风电御风猛进的同时，我国还孕育出一批具有国际竞争力的设备制造企业，初步形成了具有自主知识产权的核心技术体系，建立了较为完善的产业服务体系。

根据丹麦风能资讯机构MAKE发布的相关统计数据显示，我国已经已有4家风机制造企业跻身2015年全球风机制造商十强。

企业名次的上升正是我国风电制造业整体实力大幅度提升的最佳佐证。我国风电装备制造业经过“十二五”期间的不断积累，目前风电机组可靠性正持续提升，如今一个涵盖技术研发、整机制造、开发建设、标准和检测认证体系以及市场运维具有全球竞争力的完整风电产业链体系已经火热出炉。

值得关注的是，通过“十二五”期间的技术创新，叶轮直径的加大、翼型效率的提升、控制策略的智能化、超高塔筒的应用以及微观选址的精细化等技术发展，提高了机组的利用效率，使低风速资源也具备了经济开发价值，随着“十三五”期间建设布局逐步向东中部及南方转移，我国“低风速时代”也已悄然而至。

#### “走出去”硕果累累

站在年关，蓦然回首，我国风电“走出去”已是硕果累累。在“一带一路”战略推动下，以风电和光伏为代表的新能源产业迎来了发展新契机。目前国内包括金风科技和远景能源等在内的一批优秀风电整机制造商正积极走出国门，倾力打造中国高端制造名片。

截至目前，我国风机已经遍布28个国家。与此同时，我国能源企业收购海外风电资产的意愿也在明显加强。

以中国广核集团为例，该集团继2016年7月中标大西洋布列塔尼地区的漂浮式海上风机和9月成功全资收购比利时世界最大单机容量的陆上风电机组后，又在此基础上进一步扩大其海外新能源发电版图，全资收购爱尔兰风电项目，正式进入爱尔兰可再生能源领域。

海上风电方面取得的成绩同样可圈可点。早前三峡集团就从美国私募股权巨头黑石集团手中购得德国Meerwind海上风电项目近80%的股权。这也是该集团继去年10月与葡萄牙电力公司签署《关于合作开发英国Moray海上风电项目的合作协议》后，在欧洲海上风电领域的又一落子，该项目是我国企业首次在德国开展的海上风电领域投资项目，也是我国企业目前在德国开展的最大规模风电行业投资项目。收购完成后，三峡集团将成为我国第一家控股海外已投运海上风电项目的企业。

在厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强看来，我国的开发商业主“走出去”投资已建成的海上风电项目或者开发国外的海上风电资源，这本来就是一个吸收引进的过程。去学习吸收一些国外海上风电施工、管理理念，把它应用到国内的海上风电项目，这种吸收消化的过程不仅标志着我国“走出去”的层次正在不断提升，而且还加速带动制造、设计、工程、施工以及技术、标准全产业链出海。

#### 将解决弃风限电置于重中之重

弃风限电、并网消纳举步维艰与风电装机一路高歌猛进，共同构成了2016年风电行业发展的两极。

尽管国家政策红利不断向以风电为代表的可再生能源倾斜，但从国家能源局发布的相关数据来看，2016年1~9月，风电弃风电量394.7亿千瓦时，平均弃风率19%。虽较2016年上半年平均水平下降3%，所面临的形势依然严峻。

弃风限电的反复消长既是我国从风电大国向风电强国迈进的必然经历，也是风电持续发展的必解之题。自去年以来，我国能源主管部门多项政策破冰领航并不断摸索，剑指弃风限电、并网难的风电顽疾，多次与相关地方政府、电力规划设计单位以及电网公司等研究协调，采取有效措施，在破解这一难题上不断创新。

在优化风电基地布局方面，拟建立可再生能源开发利用目标管理制度，结合当地风能资源分布和电力消纳能力，合理安排各地风电中长期指标，对于弃风情况较为严重的地区予以一定的发展指标约束，反之进一步加大建设力度，全盘统筹，控制风电基地建设总体节奏。

针对“三北”地区风电资源富集但本地消纳能力有限的地区，积极协调电网公司加大电力外送通道建设，实现风电跨省跨区消纳，同时引导风电投资转向中东部低风速风场和稳步推进“十二五”时期发展相对缓慢的海上风电的建设。在完善体制机制上，结合电力体制改革，深入挖掘现有电力系统消纳风电潜力，积极推动落实清洁能源优先发电制度，在发电计划和调度中优先安排风电。

随着可再生能源全额保障性收购制度的日益成熟，建立适应新能源消纳的电力管理体制和运行机制，并将在有关地区开展试点工作，摸索方法，积累经验，行业顽疾在未来将有望得到妥善解决。

更令人期待的是，在近日国家能源局印发的《规划》中就将解决弃风限电置于“十三五”期间七大重点任务之首，通过加强电网建设、提高调峰能力、优化调度运行等措施，充分挖掘系统消纳风电能力，促进区域内部统筹消纳以及跨省跨区消纳，切实有效解决风电消纳问题。

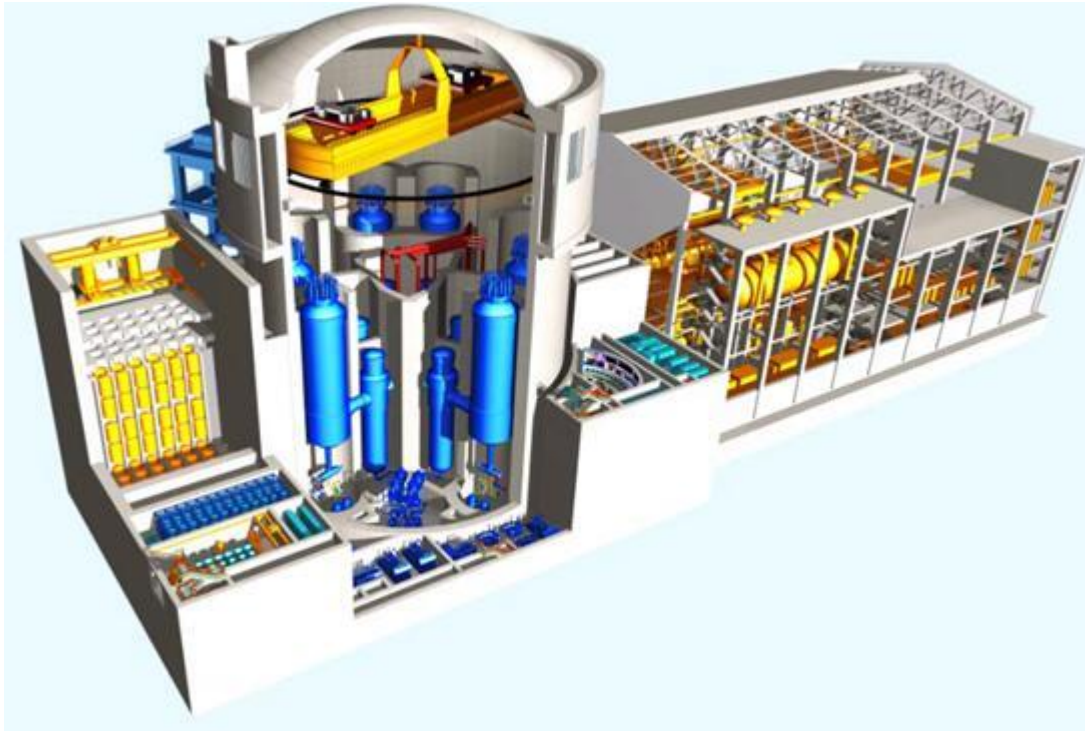
种种迹象已表明，我国风电产业较之以往时期将面临更为复杂的形势。就如中国水利水电规划设计总院副院长易跃春所言，弃风限电是制约风电发展的主要因素之一，“十三五”规划重点不单只是一味着眼于装机目标和布局上，而是政策的落实和调整上，如果不能有效解决这个问题，整个行业发展便失去了意义。

张栋钧 中国电力报 2017-01-04



## 核能

### 中国发布世界首个商用高温气冷堆核电站技术方案



60 万千瓦高温气冷堆核电站技术方案 21 日在清华大学发布。该项目标志着我国高温气冷堆技术从“863”时期的“跟跑”位置，到示范工程阶段的“领跑”位置，正式跨入商用阶段。建成后将成为国际首个商用高温气冷堆核电站。

高温气冷堆，是指用气体作冷却剂，出口温度高的核反应堆，是目前世界最安全的核反应堆堆型之一。由清华自主研发、我国具有完全自主知识产权的高温气冷堆是国际公认的第四代先进核能系统，具有安全性好、堆芯不会融毁及温度高、用途多等优势。2012 年，在山东荣成开工建设了全球首座 20 万千瓦高温气冷堆核电站示范工程。目前，示范工程已进入到设备安装调试阶段，力争 2017 年底前后并网发电。此次发布的 60 万千瓦设计方案，是在山东荣成的示范工程基础上设计的，将具有同样的固有安全性、同样的主设备设计和同样的运行参数。

60 万千瓦高温气冷堆核电站采用 6 个反应堆模块连接 1 台蒸汽机轮机的设计方案，与常规压水堆核电站核岛厂房体积和占地面积相当。每个反应堆模块热功率为 250 兆瓦，机组的热功率将达到 1500 兆瓦，电功率可达 655 兆瓦，发电效率 43.7%。

国家重大科技专项高温气冷堆核电站示范工程总设计师张作义介绍，设计研发 60 万千瓦高温气冷堆商业核电站意义重大。

首先，结构更加紧凑和优化，建筑面积显著低于示范工程。根据设计，该核电站的建造成本将接近压水堆核电站。“通过主设备标准化设计和扩大核燃料的生产规模，可以降低核电站的建造和运行成本，从而提高整个核电站的经济性。”张作义说。

“目前我国大部分运行的燃煤电厂是 60 万千瓦的规模，而高温气冷堆的蒸汽参数与燃煤电厂一致，因此高温气冷堆核电站的常规岛可以很好地利用我国现有成熟的火电技术和建造能力。此外，高温气冷堆可以替代环境敏感区的燃煤及燃气发电。”张作义介绍，高温气冷堆在燃煤替代、热电联产、核能制氢等方面有更广阔的前景。同时，它也是我国核电走出去战略的重要力量。目前我国已



与沙特、印尼等国签署了高温气冷堆合作备忘录。

目前我国已突破高温气冷堆的全部核心技术，并有多个世界首创，如世界首个规模化陶瓷包覆颗粒球形燃料元件生产厂、首个电磁轴承主氦风机等。反应堆压力容器、蒸汽发生器等主设备也已完全国产化。

“在从 20 万千瓦到 60 万千瓦，从示范工程到商用的产业化实践中，通过发展高温气冷堆可以把国内多家核电设备制造商、建造商和运营商整合起来，打造成一个完整的高温气冷堆核电产业链。同时，还为后续建造 60 万千瓦高温气冷堆超临界发电机组奠定基础。”张作义介绍。

赵婀娜 人民日报 2016-12-22

## 张禄庆：自主创新是核电发展关键

新年将至，2016 年，核电行业可谓是红红火火，核电“走出去”成为国家名片，AP1000 取得重大进展，“华龙一号”获得大力推进。但是作为“十三五”的开局之年，并没有新的核电机组核准。近日，本报记者采访了中核集团科技委常委张禄庆，请他谈一谈对过去一年中国核电发展的看法，以及对未来核电发展的期望。

中国电力报：2016 年我国核电保持平稳增长，虽然没有新的核电机组批复，但是 6 台核电机组并网、AP1000 冷试成功，您认为 2016 年我国核电总体发展如何？

张禄庆：2016 年核电持续发展，但还是存在一些问题值得认真思考。首先，2016 年没有新核准的机组。按照 2012 年制定的核电发展规划，“十三五”末期在运核电机组要达到 5800 万千瓦，在建核电机组 3000 万千瓦，这就要求“十三五”期间每年核准 6~8 台核电机组。2016 年有 6 台机组并网，但是没有核准新机组，没有新建核电机组顶上去，在建项目就少了，现在看来完成“十三五”末期的规划目标有相当大的困难。

其次，引进的三代压水堆技术有 AP1000 和 EPR 两种，目前的在建机组中，三门核电与海阳核电的 4 台 AP1000 机组，其冷试已经结束。按照业内常规，对于一个新机组，冷试和热试的成功，只是证明了该核电厂的运行性能指标可以达到技术规格书要求，而能否安全经济地长期运行，还需有待一年试运行的检验。我国核安全局也是在试运行一年以后才颁发运行许可证。

有消息称，2016 年报批的 8 台机组是 6 台 AP1000 机组和 2 台 CAP1400 示范工程。由于众多因素的影响，这 8 台核电机组迟迟未获核准，使我们更加清醒的认识到核电的发展，受到政治、经贸、外交等很多因素的制约，必须更加注重自主创新。

中国电力报：站在十三五的开端，综合 2016 年的能源投资情况来看，2017 年核电产业将会有哪些发展趋势以及将会作出哪些改变？

张禄庆：我认为，“华龙一号”会成为未来我国核电发展当仁不让的主力军，而且能在条件适宜的时机走出国门。2014 年 8 月“华龙一号”总体方案通过国家能源局与国家核安全局联合组织的专家会评审。2015 年 5 月“华龙一号”首堆示范工程——福清核电 5 号机组开工，同年 12 月，福清 6 号机组开工，到目前为止进展顺利。同时，2015 年年底中广核防城港核电的 2 台“华龙一号”机组也正式获批，防城港 3 号机组于 2015 年 12 月底开工，4 号机组也于 2016 年年底开工。

为了统一出口机型，由国家能源局牵头中核与中广核联合组建的“华龙国际核电技术公司”于 2016 年年初正式揭牌，各方专家对两种“华龙一号”技术方案进行了评选。但是由于各种原因，并未达到最初统一机型的目的。我认为，事实上，中核与中广核并未在国际核电市场上发生过竞争，“走出去”是双方共同的目标。

中国电力报：今年欣克利角 C 核电项目最终签订，会带来中国核电“走出去”的高潮吗？

张禄庆：由于英国欣克利角 C 项目采用的 EPR 机型，建造成本高，成本问题仍不容忽视，其他国家会参考企业之前的项目，英国作为发达国家可以给出高昂的担保电价，但是其他国家可能就无法负担。

目前世界经济复苏进展缓慢，对于一些较小的发展中国家而言，核电发展除资金外，还受到技术水平、基础建设（法律、安全监管、设备国产化、教育科研）等方面的制约，这是一个相当长的培育过程。因此，我国核电界应该与核电出口目标国密切配合，制定一个长期合作、互利共赢的战略合作规划，并扎扎实实地采取相应步骤，切不可急功近利。

中国电力报：2016 年没有核电机组核准，您认为 2017 年会有核准机组吗？影响核准的关键是什么？

张禄庆：是否有新的核电机组获批现在还很难说，因为 2017 年是考验三门与海阳 4 台 AP1000 示范机组是否能安全稳定运行的一年，现在三门核电的热试接近尾声，但鉴于人们普遍存在的对 AP1000 主屏蔽泵长期安全稳定运行的担心，还必须经过一年左右的试运行考验。后面要上马的 AP1000 核电机组都与此有关，换句话说都在看着这 4 台机组的进展。

由于“华龙一号”所有主要设备类同于我国批量建设的二代加核电机组使用的设备，已有较丰富的运行经验，其主要技术风险在于施工设计的布置改变，而不是来自于设备性能。目前，“华龙一号”福清 5 号机组明年土建将会完工，工程进展非常顺利，与预期的进度计划非常吻合。故而，在 2017 年福清 5 号机组土建施工完成后，批准开工同类型第二个项目首台机组的建设风险可控。

中国电力报：您认为核电未来的发展还有哪些挑战？哪些限制核电发展的问题需要解决？

张禄庆：挑战应该包括核安全法规导则标准等的升版，核安全监管能力的提升，我国内陆核电发展的可行性研究，核电厂营运单位核安全文化建设，国家对核电出口的政策支持等。

但我认为，最重要的是从思想上清醒地认识到自主创新的重要性，从“华龙一号”示范机组和 AP1000 依托项目建设的实践可以看出，要使我国核电项目的建设规模和速度都掌握在自己手中，就必须依靠具有自主知识产权、主要设备实现国产化的核电技术和一条完整的能自主配套的核工业产业链。

谢文川 中电新闻网 2017-01-04

## 核电踏上新征程

2016 年已经落下帷幕，站在“十三五”开端，过去一年里我国核电产业继续保持安全高效发展，刚刚结束的全国能源工作会议指出 2016 年“核电重大专项取得突破性进展。”“核电走出去取得重要成果，欣克利角 C 核电项目实质性启动。”这是对过去一年核电发展的肯定。虽然没有新机组核准，但是 6 台核电机组并网、AP1000 冷试成功、防城港 4 号机组开工以及“十三五”规划的明确都表明核电处于安全高效发展的轨道。

关键词：“三代”

虽然没有新的核电机组批复，但是 2016 年，防城港 1 号机、阳江 3 号机率先投产，红沿河核电一期、防城港核电一期、宁德核电一期、海南核电一期全面建成。六台核电机组的投产为“十三五”开局之年的核电行业增色不少。值得注意的是，随着二代加核电项目陆续投产，中国核电已迈入“三代”时代。

2016 年“华龙一号”进展顺利，据最新消息“华龙一号”首堆示范工程——福清核电 5 号机组核辅助厂房四台衰变箱全部吊装就位。而 2016 年唯一一台开工的核电机组防城港 4 号机组也采用“华龙一号”技术，自此“华龙一号”示范工程进入全面施工阶段。

作为中国此前规划选择的另一主流堆型，AP1000 示范项目在经历坎坷之后 2016 年捷报频传，今年 5 月三门核电站宣布冷试成功，随后海阳核电在一个月后完成冷试，目前两个项目首台机组已进入最后测试收尾阶段，并逐步向装料、并网发电的目标靠近。

“华龙一号”与 AP1000 的顺利推进对于我国核电的发展而言是十分关键的。据相关政策规定二代加核电站此后将不会再在中国大陆地区开工建设。而以“华龙一号”与 AP1000 为代表的三代核电技术将在中国核电发展的第二轮高潮中，接替二代加扮演主角。

以 AP1000 为例，示范机组的进度直接影响到采用 AP1000 技术的陆丰一期、徐大堡一期、海阳二期的批复，一旦示范机组成功并网，采用相同技术的核电项目将拉开三代核电国内批量化建设的大幕。

除上述两台核电机组外，CAP1400 虽然没有如预期一样在 2016 年实现开工，但是 2016 年 2 月，国家核安全局就组织专家审议 CAP1400 示范工程项目建造许可证申请的审评监督情况。

专家委员会认为，示范工程满足中国现行有效的核安全标准要求，达到了《核安全“十二五”规划》中为“十三五”期间新建核电机组确定的安全目标。2016 年 8 月，国务院印发的《“十三五”国家科技创新规划》中也明确提出，CAP1400 示范工程力争 2020 年建设完成。

关键词：“消纳”

2016 年两会多位政协委员联名提案，“呼吁将核电作为基荷能源，明确对核电实行全额保障性收购，在电力调度规则中确保核电的优先发电权。”但是 2016 年，核电消纳问题依然存在，并有持续加重的趋势。

作为东北地区唯一的核电站，红沿河核电站的消纳问题已经引起各方重视，2016 年 10 月底，国家能源局电力司曾专门召集各方研讨如何促进消纳，据专家介绍，已经达成初步方案。红沿河核电总经理廖伟明在接受本报记者采访时表示，电力消纳是与经济发展成正比的，相信通过一系列政策导向，东北经济会逐步提升。作为辽宁电力市场的重要参与者，红沿河核电站会在相关政策引导下，配合电网调度安排，为辽宁乃至东北地区的经济发展作出贡献。

福建 2016 年降水丰富，水电充裕，而福清 2 号机组和宁德 4 号机组今年相继投入商运，发电空间有限，且电力外送受阻。福建市场化竞争的优势在于水电丰富且便宜，并且港口优势明显，火电也有一定竞争力，但是核电成本较高，竞争优势并不明显。

关键词：“走出去”

“两张名片‘高铁’‘核电’。”2016 年这句话成为人们茶余饭后的谈资。若干年后回头看中国核电出口之路，2016 年将是一个新的起点。

欣克利角 C 核电项目被看做中英关系“黄金时代”的代表性项目，同时也是中国核电进入发达国家市场的门票。2016 年欣克利角 C 核电项目一波三折，由于英国首相交替、法方资金困难等原因，该项目一路坎坷，但在多方努力下，2016 年 9 月中英法三方终于签订“欣克利角核电最终协议”，随后“华龙一号”技术提交英国通用设计审查，这是新型核电机组落地英国的前提和基础，也是“华龙一号”走向世界市场的关键一步。相信随着欣克利角 C 核电项目的推进，中国核电在国际市场上将占据更大的份额。

作为已经落地的海外首堆“华龙一号”机组，巴基斯坦“华龙一号”项目进展顺利。这也为“华龙一号”国际布局打下良好基础。

此外，自主核电技术 CAP1400、高温气冷堆在海外布局上也有所动作。

国家电投 2016 年紧跟目标市场南非、土耳其，通过人才培养、竞标备战、技术交流，为 CAP1400 出海铺路；

中国核建则与沙特能源城签订了《沙特高温气冷堆项目合作谅解备忘录》，标志着我国第四代核电技术高温气冷堆项目实现“走出去”的重大突破。

关键词：“立法”

十二届全国人大常委会第二十四次会议期间，首次听取全国人大环境与资源保护委员会关于提请审议《中华人民共和国核安全法(草案)》(以下简称《核安全法(草案)》)议案的说明；《核安全法(草案)》明确提出核安全工作以“安全第一、预防为主、责任明确、严格管理、纵深防御、独立监管、全面保障”为基本原则。

草案专门就全方位落实核安全责任作出了规范。核设施营运单位、核材料持有单位对其行为的核安全负主要责任。为核设施选址、设计、建造、调试、运行、延寿、退役及核材料利用等行为提供设备、工程和服务等的有关单位，应当对其行为负相应责任。政府及其有关部门的职责，也同时是

政府及其有关部门的核安全责任。

《核安全法(草案)》是我国首部有关核安全的法律,以防范核领域可能发生重大污染事件和核安全事故作为主要规范的内容。核安全立法一方面可以依法强化安全防范措施;另一方面可以依法加大核安全科普宣传力度,增进公众对核安全知识的了解,引导公众正确、科学认知我国核安全状况。

关键词:“沟通”

我国核电事业经过了 30 年的发展。公众对核电的关注度逐步提高,主动加强与公众的沟通,回应公众对核电发展的重大关切,寻求社会各界的理解和支持,也开始成为我国核电事业发展的新要求。

2016 年全行业公众沟通呈现出积累和创新的特点,2016 年 10 月底,国家核安全局发布《关于近期核电厂人员行为导致运行事件情况的通报》,首次集中公开核电厂运行事件信息。

涉核企业在 2016 年继续延续公众开放日和核科普公众开放周活动,今年又增加“发布我国核电行业首份公众沟通白皮书”、“核电+旅游”“新闻发言人集体亮相”、“首次举办核电卡通形象发布会”等沟通形式。

国家核安全局今年集中通报核电厂运行事件,可以说是我国在涉核信息公开的“透明度”提升上一次标志性事件,于企业、行业和社会而言,在公开透明机制的建立上迈上了新台阶。

谢文川 中国电力报 2017-01-05

## 韩国第一台 APR-1400 机组开始商业运行

2016 年 12 月 12 日,韩国第一台自主设计的先进压水堆核电机组 APR-1400 投入商业运行,这台韩国东南部的蔚山新古里核电站 3 号机组于今年一月份并网。

新古里核电站 3 号机组施工开始于 2008。2015 年 10 月,韩国水力与原子能公司(KHNP)取得了由韩国核安全委员会颁发的运行许可证。

韩国水力与原子能公司在声明中表示,随着古里 3 号核电机组的投运,韩国在运核电机组数量达到 25 台,装机容量达到 23.1GWe,核电占韩国全部发电量的 22.1%。“古里 3 号核电机组每年发电量将达 104 亿千瓦时,占釜山、蔚山及庆尚南道用电量的 12%”。同样是 APR-1400 机型的新古里 4 号核电机组,预计将于 2017 年上半年获得批准。

古里 3 号机组原定于 2013 年底开始运行,4 号机组原定于 2014 年 9 月开始运行,然而两台核电机组的运行因为需要测试安全相关的控制电缆及后继的更换工作而推迟。

另外两台 1350 兆瓦压水堆机组,即新蔚珍 1 号机组和新蔚珍 2 号机组,正在位于韩国的新蔚珍现场施工建设,预计分别将于 2017 年 4 月和 2018 年 2 月投入运行。

韩国计划在新古里和新蔚珍建设另外四台 APR-1400 机组。此外正在阿联酋巴拉卡现场建设四台 APR-1400 机组,全部四台机组计划于 2020 年投入运行。

中国核能 2016-12-22

## WNN: 韩国聚变反应堆打破等离子体运行的世界记录

据《世界核新闻》网站近日报道,韩国国家聚变研究所(NFRI)宣布,韩国超导托卡马克先进研究堆(KSTAR)在高性能等离子体运行中取得了 70 秒的世界纪录。位于首尔以南 160 公里大田的研究所表示,一种完全无电感的运行模式被称为“高极向β场景”,应用于使用大功率中子束实现这种长期稳定的运行状态。该研究所已经应用各种技术,包括旋转 3D 场,来减轻面向等离子体部件上的累积热通量。

NFRI 在今天的一份声明中说:“高性能等离子体的世界纪录已经超过一分钟,证明了 KSTAR 处于超导器件中稳态等离子体运行技术的最前沿。这是实现聚变反应堆的一大进步。”

此外,该研究所说,KSTAR 研究人员还成功地实现了具有内部传输障碍(ITB)的其他先进等离子体运行模式。

世界核新闻网 2016-12-22

## 英国 AP1000 的 GDA 审查 何时了?

### 一、英国 AP1000 GDA 审查完成时间,将被推迟

据《世界核新闻》11月28日报导:英国核监管机构(ONR)将推迟 AP1000 GDA 审查的目标期限。报导说,与西屋电气 AP1000 GDA 恢复审查同时进行的日本日立的 UK-ABWR 的审查,计划定于 2017 年 12 月底完成,现审查进度表,已成绿色/琥珀色,即是说,审查子项大多已经通过,通过子项呈绿色,还有一些虽未通过但仅需一定工作就可通过的小问题,呈琥珀色,不存在短期内难于通过的呈红色的重大问题,这就是说,还有一年多时间,UK-ABWR 按时完成 GDA 审查,已无悬念。而 AP1000 的进度表,还是琥珀色/红色,大多数子项尚需一定时间工作才能完成,呈琥珀色,且还存在一定量的红色的难于通过的重大问题子项。英国监管办公室 ONR 说:若给予批准,就意味着面临重大的风险,在关键领域存在明显的隐患。计划于 2017 年 3 月底结束 AP1000 审查,只剩 5 个月时间,按时完成,已无可能,推迟已是必然。到底存在些什么问题?何时能够解决?没有公布。现只能通过相关资料作些初步分析。

### 二、AP1000 反应堆重大安全技术问题揭秘

#### 1、爱丁堡能源环境公司的受托独立评估

2016 年 12 月在英国 Nuclear News No.90 上刊登了英国爱丁堡能源环境公司受托,对 AP1000 反应堆设计的独立评估。评估报告公布,媒体反应强烈,成了评论热点。

其评估报告的结论:AP1000 设计不适合英国建设的目的,设计验收确认(DAC)和设计可接受性确认(SDA)都应该拒绝。

#### 主要意见:

- 先进非能动 AP1000 核反应堆比现有反应堆,安全壳强度较弱,备用安全系统更少。传统的反应堆安全,依靠纵深防御构成的冗余(多系统、多设备)、多样性(多机制、多方式),而非能动安全的 AP1000 反应堆更依赖自然过程,如自然对流冷却、重力,而不用电动泵供水。

- 所谓的“先进”非能动设计的 AP1000 反应堆,更容易发生非常大的核泄漏事故,因为当安全壳上发生小的损坏时,放射性气体就会因安全壳建筑的烟囱效应被吸出。

- 与现有反应堆相比,AP1000 安全壳,更容易产生裂纹、泄漏,比传统反应堆更容易受腐蚀。

- AP1000 反应堆的安全壳,在发生地震和飞机撞击时,更容易产生裂纹。

- AP1000 反应堆容器,当裂变链式反应停止后,剩余发热使压力继续增加,由于非能动自然循环冷却能力相对较弱,压力会接近或超过允许值,意味着更容易导致反应堆容器的破坏。

- AP1000 存多个方式(已确认有 7 个),造成反应堆失去冷却,包括坐落在反应堆安全壳上的水箱损坏,自然循环冷却失效等。

- 西屋公司对 AP1000 乏燃料池过热和氢气爆炸的设计计算,假设条件偏低。

- 对安全壳的破坏概率假设为零,显然不符合实际。

- 多反应堆厂址,若一个反应堆事故,可能会造成对其他反应堆的损害。AP1000 反应堆顶部水箱和安全壳防御系统建筑,更容易受到这种损害。

#### 2、评估报告得到核地方当局(NFLA)的支持

核地方当局(NFLA)宣布支持这个独立评估,认为 AP1000 确实存在一些严重的安全问题。呼吁核监管机构 ONR 和环境保护机构,慎重考虑这个独立报告,对已发现安全关键问题,继续深入质询,不能“高抬贵手”。认为 AP1000 反应堆设计是不适用的,核监管机构在 2017 年 3 月,不予批准。NFLA 指导委员会主席则说:这种反应堆设计,有重要的令人担忧的问题,可能会发生严重事故,导致灾难性的损

害。AP1000 设计,目前应拒绝验收。

### 3、监管机构 ONR 的态度

2016 年 11 月 24 日《GDA 新闻存档》报道,ONR 和环境机构说,我们意识到,能源和环境咨询公司受委托对 AP1000 反应堆设计的评估,对 AP1000 设计仍存在许多让人担忧的问题,不太可能在 2017 年 3 月底前完成 GDA 评估计划,不可能得出同意颁发许可证的结论。

### 三、英国 AP1000 GDA 审查的背景

由日本东芝(持股 60%)和法国 Engie(原法国 GDF-Suez,持股 40%),合资的英国电力公司 NuGen,提出在英国 Moorside 建设 3 台西屋公司的 AP1000 机组,总容量为 3.8GWe。

英国核监管办公室(ONR)和环境监管机构共同组织,对 AP1000 设计进行通用设计评估(GDA),进行反应堆设计的安全、安保和环境影响的审查。2007 年开始,原计划于 2011 年 6 月完成。因西屋公司不能及时提供审查要求的补充资料,也没有建设项目作为工程对象,ONR 决定,于 2011 年 6 月起暂停审查,发文通知西屋公司,并解散评审专家组。英国 GDA,2011 年底,对法国 EPR 和西屋公司 AP1000,同时颁发临时验收认证 (iDACs)。还同意西屋提交的解决遗留 51 个 GDA 问题的计划。此时,西屋公司决定同意暂停 GDA 审查。法国 EPR 第二年遗留 GDA 问题解决,通过认证,颁发证书。

西屋的母公司日本东芝,收购了 NuGen 公司原股东西班牙电力公司持有的 50%的股份,和法国 GDF-Suez 持有的 10%的股份,持有 60%的股份,成为 NuGen 的控股公司。AP1000 机组,也被确认为 Moorside 项目选用的机型,据此,2015 年 3 月,西屋公司申请经英方同意恢复并开始了 AP1000 的 GDA 的第二阶段审查。计划于 2017 年 3 月完成。

NuGen,建设三台 AP1000 机组项目的进展,预计明年初可完成 EPC 合同文本的准备。现在主要工作是尽快通过 GDA 审查。公司设想目标,工程总投资是 130—150 亿英镑,电价执行价格将低于欣克利 C。建设资金,正在寻求出口信贷,仍尚无进展。

### 四、关于 GDA 审查

获得国际权威审查机构好评很重要。一个机型设计,如能获得国际权威审查机构的好评,对进入国际市场竞争意义重大。早些时,欧洲 EUR 机构对西屋 AP1000、法国 EPR 和俄罗斯 AES 三种三代机型,作了是否符合欧洲用户要求(EUR)的审查,三个设计都通过,并都颁发了认证证书,但有差别:俄罗斯的 AES 最先通过,并认为完全符合;法国 EPR 延迟了 1 年多,有 1%的非重要的不符合项;西屋的 AP1000,有 1%的不符合项,限期在 18 个月内修正,有 8%的项目其实是不可实现的高指标。虽然都通过了,但不同的评价,其影响巨大。在过后的国际核工程网站“哪种三代机型最受青睐”的名义调查中,俄罗斯 AES 得票获 59%,法国 EPR 获 29%,西屋 AP1000 仅获 9%。在现实的国际市场销售中,俄罗斯机型独占鳌头,而 EPR 和 AP1000,效果较差,几乎是屡战屡败。由此看出,得到国际权威机构评审的通过是十分重要的,而取得相对更为优秀的评价,尤为重要。

当然,好的业绩才是树立信誉的根本,不能把取得评审好成绩的作用,看得太重。前段对 EPR 和 AP1000 的 GDA 审查中,EPR 相对 AP1000 成绩好得多。虽然双方都取得了临时验收证书,但法国 EPR 一年后就通过了审查,而 AP1000,是被解散专家组,暂停审查处理。两者相比,EPR 成绩明显优于 AP1000,但 EPR 的市场影响,并未取得明显效果,信誉并未因而提升太多。原因是 EPR 的两个在建工程,芬兰的奥尔基洛托 3 号和法国的弗拉芒维尔 3 号,实绩不佳,工期延迟,大幅超资。从 2012 年底发布的 240 条评估结果看,虽然 31 个 GDA 问题都已解决,但还留有不同尚未解决的一般性问题,评价并不很好。

英国核电机型的 GDA 审查,获得世界核电界好评的原因。英国 GDA 审查被认为是世界上最严格的审查,建立了很高的信誉,大家都认为,若取得英国 GDA 的批准,会在市场销售中起到很大的推动作用。英国 GDA 审查的信誉是怎么树立的?原因是他监管的严格、认真,被认为是世界上监管最严格的机构之一。监管严格,又反映了他对核安全高度负责的精神和保护国家利益的忠诚。在前段对西屋 AP1000 和法国 EPR 的 GDA 审查中,发现了一些其他机构审查中,未发现的重大问题,如 EPR 的安全保护系统和控制调节系统不独立问题,显示了英国 GDA 审查的细致、严格和水平。在 AP1000 设计中,发现存

在一些安全问题,需要提供补充资料说清,但西屋公司迟迟不予答复,多次催促,甚至以最后通牒式的限期警告,到…时再不提交就不再接受了,表明了他抓住不放,决不“高抬贵手”的精神。核安全审查的严格,是“安全第一”思想的体现,对人类负责精神的体现。在审查时发现的问题,当时可能仅认为只是个疑点,但也可能是个低概率的隐患,也有可能成为重大事故的祸根。为确保核安全,对这些已发现的问题,必须要有解决的方法,方法必须经过充分的验证,验证必须经过专家会议的评审认定。这三个必须,就是对核安全高度负责的精神。

英国 GDA 审查信誉提高的外部条件是,美国核监管机构信誉的下降。美国核监管机构 NRC,原是世界核监管机构中,技术力量最强,经验最丰富,因而也是信誉最高的一个,而且掌握着制订规则的制导权。但近期,真如前 NRC 主席格里高利·姚茨科在 NRC 内部讲话中发出“NRC 信誉大幅下降”的警告。为了帮助西屋公司在中国三代核电技术招标中取胜,违背有关法律规定,在有关 ITAAC 的重大实验试验未做,未能提供资料,不具备颁发设计认证证书条件,颁发了 AP1000 15 版的认证证书,是丧失原则的“高抬贵手”。2011 年又传言 AP1000 设计很快批准,引起美国公众的反对,有众议院议员也写信 NRC 主席,劝说不要批准。但到 8 月开始了加速审批计划,对存任问题采取先批后补的办法,AP1000 得到 NRC 的高调批准。与此相对照,在其他机构(如 EUR)审查中,往往困难重重,人们不免对 NRC 的审查产生疑问,信誉下降。这样,NRC 信誉的下降,给英国 GDA 审查的信誉提高,提供了外部条件。

英国 GDA 审查,还包括了设计本国化的要求,必须把适合外国条件的设计,转化为符合本国的条件,英国化,有利于本国核工业的参与和设计建造的自主化,保护国家的利益。如法国的 EPR,通过 GDA 审查,提出 80 多个设计修改和 30 多个约定,综合成为英国的 EPR,称作 UK-EPR。同样,日本 Hi-GE 的 ABWR 英国化为 UK-ABWR。比照英国,中国引进 AP1000,就应要求供应方,提供中国化的 AP1000 的技术设计。屏蔽泵应该是 50 周波供电,而不应是 60 周波加变频器的怪异方案。

## 五、基本情况分析

1、AP1000 GDA 审查不能按时完成,已成定局。到目前为止,审查进度表还是琥珀色/红色,尚有一些短时间内难于解决的红色 GDA 问题和一批需要通过一定时间工作后才可以解决的琥珀色的问题。不具备颁发许可认证的条件。英国爱丁堡能源环境公司受托评估又提出了一批需要解决的问题,认为应拒绝验收。审查自 2007 年中,与法国 EPR 的同时开始,EPR 已于 2012 年通过。而西屋 AP1000,在 2011 年计划到期时,还遗留 52 个 GDA 问题,因不能提补充资料,审查中途暂停。四年后,2015 年 3 月重新启动,进行第二轮审查。到现在又落后了,还留有一批难于通过的“红色子项”,落后于后起的日本日立公司的 UK-ABWR 的审查。ONR 也认为,AP000 “若被批准,会面临重大风险,在关键领域存在明显的安全隐患”。2017 年 3 月按时通过,已无可能。

2、GDA 审查进展迟缓,主要是因为一些关键技术的研发验证,尚未完成,拿不出审查资料。AP1000 是革新型设计,完全非能动,采用了一些需经实质性科研和验证的新概念、新技术,这些未经验证的新技术,可能成为安全的隐患,而试验验证,又需要时间私资金。这些关键技术的审查,就成了历次审查的难点。在英国 GDA 第一阶段审查中,曾提出了一批问题,要求西屋提供补充资料,但西屋始终没有提供。即使英方在无奈之下,向西屋发出限期通知,“如在……之前再不提交,以后交就不接受了”。但限期到,仍未提交。为何不交,估计是因为试验验证未完成,资料无法提供。资料不交,无法审查。有人问,美国 NRC 2011 年底颁发 AP1000 设计认证证书,是如何审查的?NRC 于 2011 年 8-10 月,先后召开了两次反应堆安全专家委员会会议,修改了审批规则,同意先批后补,把有关问题的审批,推迟至工程建设完成之前,实质上还是“高抬贵手”。加拿大核安全机构审查,说是美国 NRC 要求“资料保密”,不能提供,一直拖着。这次英国第二阶段审查又碰到这个问题,是不是要等待再次“高抬贵手”。

3、AP1000 推广建设的条件尚未具备。

AP1000 设计,在关键领域尚有一些明显的安全隐患,尚需排除。AP1000 示危验证工程尚未建成,整体验证也尚未完成。这对革新型(需要重大实质性研发验证)机型是十分重要的。独立评审报告还认为,AP1000 的一些安全特性,还不及现在传统的二代机型,还不符合英国建设核电的目的。目前推广建设的条件似尚未具备。

美国在建 AP1000 的 4 台机组,施工中出现了设备制造质量和施工中管道、阀门的焊接等施工问题,工期推迟,成本大幅增加,由原 140 亿美元增加到了 220 亿美元,比投资高达约 1 万美元/千瓦。沃克特尔项目,建筑承包商和设计单位之间,其中 22 亿美元的超支,进入了漫长的诉讼。建成时间已决定推迟 3 年,现在仅完成了 36% 的工程量,重蹈法国 EPR 两个在建项目的覆辙。计划在英国新建三台 AP1000 的 NuGen 公司,持有公司 40% 股份的 Engie,准备放弃在英国和土耳其的核电项目。如果 Engie 退出 NuGen,那么 Moorside 新建 3 台 AP1000 就更加困难了。总之,西屋公司宣传的 AP1000 是“世界最先进”的三代机型,在英国新建 3 台 AP1000 项目会很快,都是不可信的。

## 六、认识和建议

### 认识

1、确保安全,要以高度负责精神,尽早的把安全隐患全部排除。要把问题充分的暴露、对每个问题必须有解决的方法、方法必须经过充分验证、验证结论必须经过权威机构专家审定。决不能让己认知的隐患留到后续产业化发展阶段。

2、关于 AP1000,我国单枪匹马,深入敌阵,应“确保安全、稳步推进”为好,切勿急躁。

### 建议

1、关于华龙一号的 GDA 审查。要利用好这次 GDA 审查的机会,不仅要批准,更要高标准争取好的成绩,为推动市场销售发挥更好的作用。注意的是,要独立自主的进行,依靠人家帮助,会自贬水平和能力,降低提高信誉的效果。自主研发的技术,没有引入特殊的未经验证的技术,应该有信心、有能力、能成功地应对审查中出现的各种问题。还要注意设计英国化的问题,作好准备。

2、AP1000 在核试运前,要做好屏蔽泵的拆卸检查。在屏蔽泵的历次试验中,问题大多是在试验成功后,拆卸时才暴露的,未拆卸时实际已存在的问题被掩盖着。在装核燃料之前,再进行一次拆卸检验,是十分必要的。有专家估计,现试运行的泵中,很可能有几台已有问题了。不拆卸检查,如何证明没有问题,也是试验检验继续。决不允许带病参加核试验运行

3、要协助西屋公司做好有关 ITAAC 项目的试验资料报送审批工作。这是美国 NRC 对 AP1000 审查中绕不过去的问题,现在还留着,已成为审批中的最大障碍。现中国三门一号机组的调试,提供了实验试验的条件,应抓紧完成,让西屋给美国 NRC 提供资料,通过专家审查,把其中存在的那些疑点,安全隐患,给予排除。作为革新型 AP1000 核心技术,非能动安全技术的科学可行性得到验证,把 AP1000 设计审批中留下的尾巴割掉。尤要关注的是,非能动自然循环冷却失效的概率、机理、危害、对策等的试验验证。自然循环冷却失效,有可能引起严重的核事故。该问题应在装核燃料之前解决。

4、还要做好验证示范工程建成后的综合整体验证的评价,对机型的安全性、可靠性、运行性能、可接受性、可推广性等作全面的综合评价。要做好 AP1000 首尔换料周期的运行考验和核燃料组件在堆运行工况下的验证考验,使其具备可推广建设的条件。批准推广建设 AP1000,应在核燃料首次换装之后。

温鸿钧 中国核电信息网 2017-01-05