SOLARZOOM 光伏杂志

2016年4月刊 [总 第68期]

国家能源局出台2016年能源工作指导意见，指示大力发展太阳能

中国组件出口下滑，同比出现负增长

2016年第一季度新增光伏发电装机容量714万千瓦

苹果进军中国光伏 “中环股份+苹果+SunPower”集团作战

一季度7GW数据含“水分”，二季度抢装可能不超过4GW

美国能否从德国在可再生能源的押注中有所获得？

SNEC 2016
PV POWER EXPO

www.snec.org.cn

第十届(2016)国际太阳能产业及光伏工程(上海)展览会暨论坛
10th (2016) International Photovoltaic Power Generation Conference & Exhibition

○主办单位：亚洲光伏产业协会 / 上海新能源行业协会
○Asian Photovoltaic Industry Association / Shanghai New Energy Industry Association
○承办单位：上海快易展览服务有限公司 ○Show Management: Follow Me Int'l Exhibition (Shanghai), Inc.
地址 Add：上海市徐汇区中山西路2020号华宜大厦1号楼902室 邮编：200235
Room 902, Building No. 1, 2020 West Zhongshan Road, Shanghai 200235, China
电话/Tel：+86-21-53893000 / 33561096 传真/Fax：+86-21-33561069
○For exhibition: info@snec.org.cn For conference: office@snec.org.cn

光伏政策

国家能源局出台2016年能源工作指导意见，指示大力发展太阳能

各省（自治区、直辖市）、新疆生产建设兵团发展改革委（能源局），各派出机构，有关企业：

为了做好2016年能源工作，进一步加快能源结构调整、推进发展动力转换，实现“十三五”能源发展起好步开好局，我局研究制订了《2016年能源工作指导意见》。现印发你们，请认真组织实施。

国家能源局

2016年3月22日

2016年能源工作指导意见

2016年是“十三五”规划的第一年，认识、适应和引领能源发展新常态，做好全年能源工作，进一步加快能源结构调整、推进发展动力转换，实现“十三五”能源发展起好步开好局，具有十分重要的意义。

一、指导思想和主要目标

深入贯彻党的十八大、十八届三中、四中、五中全会和习近平总书记系列重要讲话精神，落实中央经济工作会议总体部署，遵循“四个革命、一个合作”战略思想，坚持“创新、协调、绿色、开放、共享”发展理念，以提高发展质量和效益为中心，以推进供给侧结构性改革为主线，着力调整存量做优增量，着力培育能源生产消费新模式新业态，着力提高能源普遍服务水平，努力构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，促进经济社会发展行稳致远。

（一）能源消费。2016 年，能源消费总量 43.4 亿吨标准煤左右，非化石能源消费比重提高到 13%左右，天然气消费比重提高到 6.3%左右，煤炭消费比重下降到 63%以下。

（二）能源供应。2016 年，能源生产总量 36 亿吨标准煤左右，煤炭产量 36.5 亿吨左右，原油产量 2 亿吨左右，天然气产量 1440 亿立方米左右。

（三）能源效率。2016 年，单位国内生产总值能耗同比下降 3.4%以上，燃煤电厂每千瓦时供电煤耗 314 克标准煤，同比减少 1 克。

二、推进科技和体制创新，培育创新发展新动力

（四）推进能源科技创新

推广应用先进适用技术装备。实施能源装备制造创新 2025 行动计划，研究建立先进技术装备创新推广协作机制。示范应用超超临界机组二次再热、大容量超超临界循环流化床锅炉、

柔性直流输电、煤矿智能化开采、大型管道电驱压缩机组、深海和非常规油气勘探开发等先进技术装备。

推进重点关键技术攻关。围绕能源安全供应保障、清洁能源发展和化石能源清洁高效利用三大重点领域，集中攻关核电关键设备、燃气轮机、智能电网、大容量储能、燃料电池、天然气长输管线燃驱压缩机组等装备及关键材料的自主研发应用。加快全钒液流储能电池、海上浮式核动力平台、光热发电、智慧矿山、煤层气、生物质能等领域技术定型。

加强革命性技术研究论证。聚焦战略性前沿技术，进一步加大研究论证力度，推进能源互联网、先进核能、煤炭分质梯级利用、能源新材料等领域的技术革命。

强化科技创新基础。加强能源行业标准化工作，推进三代压水堆先进核电技术标准体系建设，加快页岩气、煤层气、电动汽车充电基础设施、油品质量、分布式能源、智能电网等行业标准制修订。研究组建太阳能发电等标准化技术委员会。培育具有国际影响力的能源技术研发中心、重点实验室等创新平台。

（五）加快能源体制创新

落实电力体制改革措施。推进输配电价改革，加强成本监审，有序扩大试点范围。推进南方、京津冀等区域电力市场和贵州、云南、山西等省电力市场建设综合改革试点。按照相对独立原则，组建京津冀、南方、贵州、云南、山西等电力交易机构。推进跨省跨区电能交易市场化改革，制订实施市场基本规则和监管办法。推进放开发用电计划，优先保障民生购电和清洁

能源发电。推进放开售电业务和增量配电投资业务，在广东、重庆等地开展售电侧专项改革试点。加强和规范燃煤自备电厂监督管理。

深化石油天然气体制改革。推动出台《关于深化石油天然气体制改革的若干意见》，拟订配套措施，研究开展油气改革综合试点。有序放开石油勘查、开采、进口、加工准入。推动油气管道网运分开，促进油气管网设施公平开放。推动完善油气价格机制，促进天然气价格市场化。

深化审批制度改革。研究编制国家能源局权力、责任清单，完善权力监督、制约和协调机制。按照国务院统一部署，继续取消、下放审批事项，规范审批行为。改进服务方式，逐步推行网上审批。研究建立行政审批听证和项目决策后评估制度，完善责任追究机制。

加强能源法制建设。加快《电力法》修订和《能源法》《核电管理条例》《国家石油储备条例》立法。研究推进《石油天然气法》《能源监管条例》《海洋石油天然气管道保护条例》立法和《煤炭法》修订。完善电力监管法规、标准。

深化能源市场监管。针对重点地区、典型问题，着力加强重点专项监管和问题监管，促进能源市场健康持续发展。加强简政放权事中事后监管，促进审批事项有机下放承接。加强市场秩序监管，着力规范电力市场准入秩序、电力调度交易与市场秩序。加强电网、油气管网公平开放和成本监管，促进信息公开和公平接入。加强煤电规划建设和成品油质量升级监管，推进工作有序开展。抓好供电监管，提升人民群众用电满意度。加强能源领域行政执法，发挥 12398

能源监管热线作用，保障各类市场主体合法权益。加强能源行业信用体系建设。加强能源监管信息化建设。

加强电力安全监管。强化安全发展观念，落实以企业为主体的电力安全生产责任制。完善电力安全生产法规体系，创新安全生产监管执法机制。加强源头监管和治理，坚持完善重大隐患挂牌督办、电力事故（事件）警示通报和约谈访谈制度。做好电网、发电、工程施工、网络与信息安全、可靠性等专业安全监管。建立安全生产不良记录和“黑名单”机制。加强电力应急管理，推进电力企业应急能力建设。做好国家重要活动和重点时期保电工作。

三、提高能源系统效率，构建协调发展新格局

（六）切实加强战略规划引领

发布实施能源发展“十三五”规划。编制完成能源发展“十三五”规划，以及能源科技创新、电力、核电、煤炭、石油、天然气、可再生能源等专项规划。做好国家级与省级能源总体规划衔接，争取 2016 年 6 月底前，两级规划全部按程序报批发布实施。

研究编制区域中长期发展规划。落实国家区域发展战略，编制实施《京津冀能源协同发展专项规划》和《丝绸之路经济带能源发展规划》。促进区域能源协调发展，研究长江经济带能源发展思路和重点区域能源中长期发展规划。

研究能源长远发展战略。建立重大战略问题研究协商机制,组织开展战略性重大专题研究。研究分析能源发展战略需求，推进能源生产消费革命重大示范工程。

（七）加快调整产业结构

化解煤炭行业过剩产能。严格控制新增产能，从 2016 年起，3 年内原则上停止审批新建煤矿项目、新增产能的技术改造项目和产能核增项目，确需新建煤矿的，一律实行减量置换。加快淘汰落后产能，继续淘汰 9 万吨/年及以下煤矿，支持有条件的地区淘汰 30 万吨/年以下煤矿，逐步淘汰其他落后煤矿，全年力争关闭落后煤矿 1000 处以上，合计产能 6000 万吨。严格煤矿基本建设程序，严禁未批先建。严控现有产能产量，严禁超能力生产。鼓励煤电化、煤电铝一体化发展，支持企业兼并重组。完善煤矿关闭退出机制，研究设立相关专项基金。

控制煤电产能规模。合理引导投资建设预期，研究建立煤电建设风险预警机制，定期发布分省煤电规划建设风险预警提示。严控煤电新增规模，在大气污染防治重点地区和电力装机明显冗余地区，原则上不再安排新增煤电规划建设规模，取消、缓核和缓建一批已纳入规划或核准（在建）煤电项目。加大淘汰落后机组力度。严厉查处违规建设行为。

加快炼油产业转型升级。以成品油质量升级为抓手，实施新一轮炼油技术升级改造，形成一批先进产能，淘汰一批落后产能。鼓励多元化发展，积极开展产品深加工和柔性加工，鼓励有条件的企业从主要生产成品油调整为侧重生产化工产品。推进炼油产能走出去，打造具有国际竞争能力的炼油企业集团。

提高油气自主保障能力。推进国家油气重大工程，实施大型油气田及煤层气开发重大专项，研究老油田稳产、老油区稳定以及致密气、海洋油气勘探开发扶持政策。支持非常规油气产能建设和储气设施建设。加快煤层气产业化基地和煤矿瓦斯规模化抽采利用矿区建设。完善国家石油储备体系，加快石油储备基地建设，完善动用轮换机制，提高国家石油储备保障能力。

（八）合理优化空间布局

实施区域差别化能源开发政策。在水资源可支撑和生态环境能承载的前提下，加大西部地区能源开发力度，稳步增强跨区调出能力。合理控制中部地区能源开发强度和节奏，保持持续发展动力。压减东部地区重点区域煤炭消费总量，重点发展核电、沿海风电、太阳能和海上油气开发利用。

优化跨区能源输送通道建设。加快跨省区输电工程特别是水电、风电外送通道建设，提高清洁能源利用比重。加快跨省区油气长输管道建设，促进主干管道互联互通。加快重点地区和气化率较低地区油气管道建设。推进页岩气、煤层气等非常规天然气配套外输管道建设。加强电力输送通道与煤炭输送通道的统筹协调。

促进能源与高耗能产业协调发展。落实《国务院关于中西部地区承接产业转移的指导意见》，支持西部地区实施高耗能产业布局优化工程，提高能源就地消纳比例。支持东中部地区加快高耗能产业转移，实施清洁能源提速工程，降低对远距离能源输送的依赖。

（九）加强系统集成优化

着力提升电网调峰能力。鼓励发展天然气调峰电站，适度加快规划内抽水蓄能电站建设。推进西南地区流域龙头水电站建设，提升燃煤电厂调峰能力。稳步推进热电联产机组参与调峰，鼓励发展背压式热电联产。出台节能低碳发电调度办法，优先调度可再生能源发电，合理调整燃煤机组调峰秩序。研究出台政策措施，推动储能技术突破，促进规模化参与调峰应用。完善跨省跨区电力辅助服务补偿机制，进一步挖掘调峰潜力。

积极发展分布式能源。放开用户侧分布式电源建设，鼓励多元主体投资建设分布式能源。研究制订接入电网技术标准规范，推动分布式能源接入各电压等级配电网和终端用能系统。创新分布式能源运营模式，鼓励发展融合储能技术和信息技术的先进微电网。完善各类资源综合利用机组财政支持政策。

积极发展智能电网。研究建立适应基本国情的智能电网技术路线、发展模式和实现路径。示范应用微电网、储能及柔性直流输电工程。加强需求侧管理，推广应用供需互动用电系统。探索智能电网运营商业新模式，建立清洁、安全、便捷、有序的互动用电平台，适应分布式能源、电动汽车等多元化接入需求。

促进可再生能源就地消纳利用。建设配套调峰电站，提高电网接入消纳能力。开展风电供暖、制氢等示范工程建设。探索风电、光伏就地消纳利用商业新模式。统筹解决弃风、弃光、弃水等行业发展突出问题。探索试点可再生能源开发利用目标管理机制。

四、加快清洁化低碳化进程，建设绿色发展新生态

（十）大力发展非化石能源

积极发展水电。加快推进西南水电基地重大项目建设，推动白鹤滩、叶巴滩、卡拉等重点水电项目核准开工，积极推进怒江水电开发。做好雅鲁藏布江下游水电开发前期研究论证与规划。

稳步发展风电。推动“三北”地区风电健康发展，鼓励东中部和南部地区风电加快发展。推进准东、锡盟、晋北、张家口三期新能源发电基地规划建设，提高新能源发电外送电量比重。研究解决制约海上风电发展的技术瓶颈和体制障碍，促进海上风电健康持续发展。

安全发展核电。继续推进 AP1000 依托项目建设，抓紧开工大型先进压水堆 CAP1400 示范工程，适时启动后续沿海 AP1000 新项目建设。加快推进小堆示范工程。协调各方力量，确保高温气冷堆、华龙一号等示范工程顺利建设。保护和论证一批条件优越的核电厂址，稳妥推进新项目前期工作。加强核电安全质量管理，确保在运在建机组安全可控。

大力发展太阳能。扩大光伏发电“领跑者”基地建设规模。继续推进太阳能热发电示范项目建设，探索太阳能热发电新技术和新模式。统筹做好太阳能发电项目与配套电网建设衔接。

积极开发利用生物质能、地热能等新能源。加快生物天然气开发利用，推进 50 个生物天然气示范县建设。推动建立燃料乙醇扶持政策动态调整机制，扩大燃料乙醇生产消费。推动地

热能规模化开发利用。在京津冀等北方城镇地区推广中深层地热能集中供暖。在长江中下游地区推广地源热泵供暖制冷应用。推进西藏高温地热发电项目建设和中低温地热发电试验。

推动区域能源转型示范。在浙江、四川、宁夏、青海和内蒙古等地区，建设清洁能源战略转型示范省（区）。推进新能源示范城市、绿色能源示范县和新能源示范园区建设，探索建立一批基本依靠清洁能源供能的示范区。推进可再生能源与新城镇、新农村建设融合发展。

（十一）积极推进天然气高效利用

研究修订《天然气利用政策》。完善交通领域天然气利用技术标准，加强加注站规划建设，积极发展以天然气为燃料的交通工具。鼓励发展天然气调峰发电和冷电热三联供。扩大天然气利用替代，在京津冀、长三角、珠三角等区域，因地制宜替代散烧煤炭，有序发展天然气工业锅炉（窑炉）。推进液化天然气冷能资源综合利用，适度发展天然气工业供热。促进天然气发电与新能源发电融合发展。

（十二）继续实施专项升级改造

实施煤电超低排放和节能改造。“十三五”期间，全国计划实施超低排放改造约 4.2 亿千瓦，节能改造约 3.4 亿千瓦，预计总投资约 1500 亿元。2016 年，启动一批超低排放改造示范项目和节能改造示范项目。修订煤电机组能效标准和最低限值标准。开展煤电节能改造示范项目评估，推广应用先进成熟技术。

加快成品油质量升级改造。2016 年，东部 11 省（市）全面供应国五标准车用汽、柴油。扎实做好 2017 年全国全面供应国五标准车用汽、柴油准备工作。推进普通柴油升级项目。编制出台车用汽、柴油国六标准。

（十三）鼓励发展新型消费业态

全面推进电动汽车充电设施建设。按照“桩站先行、适度超前”原则，用好财政支持政策，积极完善相关配套措施，保障工程建设顺利进行。加强与建筑、市政等公共设施的统筹衔接，研究编制充电设施工程技术标准规范。鼓励大众创业、万众创新，积极发展充电设施分享经济。2016 年，计划建设充电站 2000 多座、分散式公共充电桩 10 万个，私人专用充电桩 86 万个，各类充电设施总投资 300 亿元。

启动实施“互联网+”智慧能源行动。促进能源和信息深度融合，探索推广新技术、新模式和新业态，推动建设智慧城市和智慧小镇，助力提升城乡居民生活品质。推动建设智能化生产消费基础设施。加强多能协同综合能源网络建设。推动能源与通信基础设施深度融合。营造开放共享的能源互联网生态体系。发展储能和电动汽车应用新模式。发展智慧用能新模式。培育绿色能源灵活交易市场模式。发展能源大数据服务应用。推动能源互联网关键技术攻关。建设国际领先的能源互联网标准体系。

推广实施电能替代。在居民采暖、工农业生产、交通运输等领域，因地制宜发展电采暖、电锅炉（窑炉）、电蓄能调峰等项目，有序替代散烧煤炭和燃油。研究建立电能替代示范区。到 2020 年，计划替代散烧煤炭和燃油消费折合标准煤约 1.3 亿吨。

（十四）切实加强煤炭清洁绿色开发利用

限制开发高硫、高灰、高砷、高氟煤炭资源。推广充填开采、保水开采、煤与瓦斯共采等绿色开采技术。加强煤矿粉尘综合治理。完善矿区生态环境补偿机制。提高原煤洗选加工比重。在钢铁、建筑等领域推广高效清洁燃煤锅炉（窑炉）技术。适度发展煤制燃料和低阶煤分级分质加工转化利用。加强煤矸石、矿井水、煤矿瓦斯等资源综合利用。

（十五）持续抓好大气污染防治相关能源保障工作

深入落实国务院大气污染防治行动计划，尽快建成 12 条跨区输电通道，保障重点地区清洁能源供应。积极参与京津冀及周边地区、长三角等区域大气污染防治协作机制。继续加大京津冀地区散煤清洁化治理工作力度，确保完成年度考核任务。鼓励其他民用劣质燃煤地区结合本地实际，借鉴实施京津冀散煤清洁化治理模式，切实降低散煤燃烧污染。

五、加强能源国际合作，拓展开放发展新空间

（十六）加快推动重大能源装备“走出去”

深入实施“一带一路”能源合作和中巴经济走廊能源合作，进一步完善能源装备出口服务机制，依托工程建设推动能源装备出口。积极推进核电“走出去”，扩大火电机组、水电机组等常

规大型成套设备出口，拓展风电、光伏发电等新能源装备出口，鼓励炼化装备、运营、设计企业“抱团出海”。稳妥投资海外输配电项目。鼓励以企业为主体，发展电力装备服务出口。

（十七）积极拓展海外油气合作

巩固重点国家和资源地区油气产能合作，积极参与国际油气基础设施建设，促进与“一带一路”沿线国家油气管网互联互通。推进中俄东线天然气管道建设，确保按计划建成。务实推动中俄西线天然气合作项目。稳妥推进天然气进口。加强与资源国炼化合作，多元保障石油资源进口。

（十八）积极参与国际能源治理

加快建设上海国际能源交易中心。加强东北亚、上海合作组织能源合作，推动建立区域能源市场。推动核电等中国能源标准国际化。办好 G20 峰会能源系列会议，确保取得预期成果和实效。加强与国际能源署、国际可再生能源署、国际能源宪章等国际能源组织合作，提高中国参与国际能源治理的话语权和影响力。

六、实施能源民生工程，增进共享发展新福祉

（十九）全方位支持贫困地区能源资源开发利用

围绕全面建成小康社会总目标，贯彻落实中央扶贫开发工作会议精神，坚持精准扶贫、精准脱贫，采取非常规举措，着力加快贫困地区能源开发建设，着力提高当地能源普遍服务水平，促进贫困地区经济发展和民生改善，为打赢脱贫攻坚战、确保贫困地区与全国同步建成小康社会提供坚强的能源保障。

（二十）着力加强贫困地区能源开发建设

落实《国家能源局关于加快贫困地区能源开发建设推进脱贫攻坚的实施意见》，加大贫困地区能源项目支持和资金投入力度，新建能源开发项目和输送通道，优先向革命老区、民族地区、边疆地区和连片特困地区布局。扎实推进农村贫困地区农网改造升级、农村动力电全覆盖、光伏扶贫三大能源扶贫工程。统筹出台扶贫开发优惠产业政策，调整完善水电利益共享等能源资源开发收益分配政策，研究建立特殊地区电力普遍服务补偿机制，让更多的贫困地区和贫困群众从能源资源开发中受益。

（二十一）启动实施新一轮农村电网改造升级

组织编制三年滚动实施计划，建立项目储备库，预计总投资约 3000 亿元。尽快启动第一批升级改造项目，预计投资约 420 亿元，其中中央预算内投资 85 亿元。两年内实现农村稳定可靠供电服务。组织编制小城镇、中心村农网改造升级和机井通电实施方案(2016-2017 年），预计投资约 1500 亿元，到 2017 年中心村全部完成农网改造，平原地区机井通电全覆盖。

（二十二）全面实施城镇配电网建设改造

计划用五年左右时间，全面加快城镇配电网建设改造，促进经济发展和民生改善。到 2020 年，中心城市（区）智能化建设和应用水平大幅提高，供电可靠率达到 99.99%，用户年均停电时间不超过 1 小时，供电质量达到国际先进水平；城镇地区供电能力及供电安全水平显着提升，供电可靠率接近 99.9%，用户年均停电时间不超过 10 小时，保障地区经济社会快速发展。

国家发展改革委关于规范 跨省发电、供电计划和省级发电、 供电计划备案核准报送审批工作的通知

发改运行[2016]744 号

各省、自治区、直辖市发展改革委、经信委（工信委、工信厅），吉林省能源局，国家电网公司、中国南方电网有限责任公司：

跨省发电、供电计划和省级发电、供电计划备案核准是我委行政审批事项之一。为贯彻落实《国务院关于规范国务院部门行政审批行为改进行政审批有关工作的通知》（国发[2015]6 号）、《国家发展改革委关于印发推进简政放权放管结合职能转变的意见的通知》（发改政研[2015]1198 号）、《国家发展改革委关于印发 2016 年简政放权放管结合优化服务工作方案的通知》（发改政研[2016]423 号）和电力体制改革配套文件的精神，现将有关行政许可程序规范事项通知如下：

一、省级发电、供电计划备案核准，由各省（区、市）政府主管部门向我委报送本省（区、市）年度电力供需形势分析和电力电量平衡方案报告。报告应落实电力体制改革配套文件的要求，建立优先发电、优先购电制度，制定公益性调节性发用电计划，保障无议价能力的用户用电。

二、跨省发电、供电计划备案核准，由国家电网公司、南方电网公司提出所管理区域的电力供需形势分析和跨省跨区送受电计划建议报告，征求送受电相关省（区、市）政府主管部门意见后向我委报送。报告应落实电力体制改革配套文件的要求，建立优先发电、优先购电制度，保障跨省跨区送受电中的国家计划、地方政府协议优先发电。

三、各省（区、市）政府主管部门和国家电网公司、南方电网公司应按照电力体制改革的要求，有序放开发用电计划，市场化交易的电量不再列为计划，无需备案核准。

四、各省（区、市）政府主管部门及国家电网公司、南方电网公司应在我委网站的政务服务大厅行政审批事项申报系统注册，按要求进行网上申报。同时，申报材料(一式五份)报送至我委政务服务大厅，或到大厅直接提交。办理进程和结果均可通过政务服务大厅的行政审批事项申报系统及咨询电话进行查询。

五、各省（区、市）政府主管部门及国家电网公司、南方电网公司应于每年一季度完成当年的申报工作，最迟不得晚于 4 月底。

六、省级发电、供电计划备案核准申报材料受理后，由我委按要求回复意见。跨省发电、供电计划备案核准申报材料受理后，对意见不统一的，我委将组织协商，相关省（区、市）政府主管部门必须在规定时间内返回正式意见。在相关各方意见基础上，我委按要求回复备案核准意见。

本通知自印发之日起执行。根据电力体制改革要求，优先发电权、优先购电权相关办法出台后，按新的办法执行。

国家发展改革委

2016 年 4 月 4 日

国家能源局关于在能源领域积极推广政府和社会资本合作模式的通知

各省（区、市）、新疆生产建设兵团发展改革委（能源局）：

为贯彻落实《国务院关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》(国发〔2014〕60 号）和《国务院办公厅转发财政部发展改革委人民银行关于在公共服务领域推广政府和社会资本合作模式指导意见的通知》（国办发〔2015〕42 号），鼓励和引导社会资本投资能源领域，现就在能源领域积极推广政府和社会资本合作模式(Public-Private Partnership，PPP）的有关事宜通知如下：

一、重要意义

在能源领域推广政府和社会资本合作，有利于打破社会资本进入能源基础设施和公共服务领域不合理限制，引入社会资本创新机制，提高供给效率；有利于理顺政府与市场关系，深化行政体制改革，切实转变政府职能，充分发挥市场配置资源的决定性作用；有利于改善地区能源公共服务水平，让人民群众更多享受到能源改革和发展的成果。

二、总体要求

（一）总体目标

通过运用政府和社会资本合作模式，改革创新能源领域公共服务供给机制，拓宽投融资渠道，充分调动社会资本参与能源领域项目建设的积极性，有效提高能源领域公共服务水平，满足人民群众对能源安全、可靠、清洁供应的要求。

（二）基本原则

鼓励进入。积极丰富 PPP 能源项目储备，加大项目发起力度，积极营造舆论氛围，充分调动社会资本参与能源领域项目建设的积极性。

政策扶持。积极协调有关部门完善能源领域 PPP 项目土地使用、税收优惠、价格调整、信贷扶持等机制，创造良好政策环境。

优化服务。在项目审批、政策资金申请、国家现有财政政策落实等方面主动作为、优化服务，保障符合条件的 PPP 能源项目顺利开展。

惠及民生。加强监管，将政府的政策目标、社会目标和社会资本的运营效率、技术进步有机结合，促进社会资本竞争和创新，确保公共利益最大化。

三、适用范围

各级能源主管部门在能源领域推广政府和社会资本合作模式，应做好项目前期调研，依法组织项目实施、按照约定履行协议、严格绩效监管等工作。

能源领域推广 PPP 主要适用于政府负有提供责任又适宜市场化运作的公共服务、基础设施类项目。能源领域推广 PPP 的范围包括但不局限于下列项目：

电力及新能源类项目：供电/城市配电网建设改造、农村电网改造升级、资产界面清晰的输电项目、充电基础设施建设运营、分布式能源发电项目、微电网建设改造、智能电网项目、储能项目、光伏扶贫项目、水电站项目、热电联产、电能替代项目、核电设备研制与服务领域等。

石油和天然气类项目：油气管网主干/支线、城市配气管网和城市储气设施、液化天然气（LNG）接收站、石油和天然气储备设施等。

煤炭类项目：煤层气输气管网、压缩/液化站、储气库、瓦斯发电等。

四、丰富项目储备

各级能源主管部门要按照项目合理布局、政府投资有效配置的原则，认真梳理、科学甄别，积极从符合能源规划和产业政策的新建、改建项目或存量公共资产中筛选适合 PPP 模式的潜在项目，纳入国家发展改革委全国 PPP 项目库，并与财政部 PPP 综合信息平台做好对接。不断探索拓宽能源 PPP 项目范围，及时丰富项目储备，并定期在网上更新发布。

五、规范有序推进项目

各级能源主管部门应根据国家发展改革委、财政部关于 PPP 工作的相关管理办法组织项目实施。对需要实施特许经营的项目，应按照《基础设施和公用事业特许经营管理办法》（国家发展改革委 25 号令）执行，规范有序地推进能源领域 PPP 项目。应从 PPP 项目储备库中，选择条件成熟的能源建设项目作为备选项目，委托招标机构拟定招标文书，采取公开招投标、竞争性谈判、竞争性磋商等方式，确定项目承担单位。

六、政策保障措施

（一）简化 PPP 项目审批

在能源 PPP 项目审批方面建立绿色通道。加快项目审批，简化审核内容，优化办理流程，缩短办理时限。涉及规划、国土、环保等审批事项的，应积极推动相关部门建立 PPP 项目联审机制。加快开通项目审批网上平台，公开项目全流程审批信息，进一步提高行政服务效率。

（二）推进能源价格改革

根据《中共中央 国务院关于推进价格机制改革的若干意见》（中发〔2015〕28 号）精神，到 2017 年，基本放开竞争性领域和环节价格。尽快全面理顺天然气价格，加快放开天然气气源和销售价格，有序放开上网电价和公益性以外的销售电价，建立主要由市场决定能源价格的机制，为社会资本投资能源领域创造有利条件。

（三）探索创新财政补贴机制

对可再生能源及分布式光伏发电、天然气分布式能源及供热、农村电网改造升级、光伏扶贫、页岩气开发、煤层气抽采利用等 PPP 项目，符合财政投资补贴条件的，各级能源主管部门应积极探索机制创新和政策创新，鼓励财政补贴向上述 PPP 项目倾斜。

（四）加强金融合作

各级能源主管部门应积极主动帮助项目承担单位与各级 PPP 融资支持基金进行对接，提高项目融资的可获得性。加强与银行等金融机构的沟通合作，加大对能源领域 PPP 项目的信贷支持力度。

（五）适时开展第三方评估

充分发挥工商联联系民营企业的作用。推进能源领域政府和社会资本合作，要充分听取工商联和民营企业的意见和建议。根据项目进展情况，可委托工商联等第三方中介机构对能源领域 PPP 项目开展实施评估。

七、示范推广和总结提高

做好能源领域 PPP 项目是一件新生事物。各级能源主管部门要积极探索、大胆尝试，鼓励社会资本投资能源 PPP 项目。对项目实施过程中遇到的难点和问题，要积极研究和协调解决。国家能源局将及时总结各地探索的经验，选择好的做法在全国示范推广，不断创新和提高能源领域政府和社会资本的合作水平。

国家能源局

2016 年 3 月 31 日

国家能源局综合司关于征求建立燃煤火电机组非水可再生能源发电配额考核制度有关要求通知意见的函

2016 年 4 月 22 日，国家能源局官发布重要通知，《国家能源局综合司关于征求建立燃煤火电机组非水可再生能源发电配额考核制度有关要求通知意见的函》，文件要求对于未完成非水可再生能源配额要求的燃煤发电企业取消其发电业务许可证。

此项政策或将大大促进光伏、风电等可再生能源的发展，光热发电作为可再生能源领域的新生力量，也有望搭乘可再生能源快速前进的列车，真正实现行业崛起。

以下为通知全文：

关于建立燃煤火电机组非水可再生能源发电配额考核制度有关要求的通知

为贯彻执行《中华人民共和国可再生能源法》，按照国家推动能源生产和消费革命的总体要求，加强能源领域供给侧结构性改革，落实《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》（国能新能[2016]54 号），拟对燃煤火电机组承担非水电可再生能源电力配额进行考核。现将有关要求通知如下：

一、建立燃煤火电机组承担非水可再生能源发电配额指标的机制。目前，燃煤发电仍是我国电力供应主体。为实现 2020 年我国非化石能源占一次能源消费比重达到 15%的目标，促进可再生能源的发展，不断提高可再生能源消费比重，各燃煤火电机组均应承担非水可再生能源发电的配额责任。2020 年各燃煤发电企业（项目法人，含自备电厂，以下同）承担的非水可再生能源发电量配额与火电发电量的比重应达到 15%以上，具体由能源主管部门根据能源生产和消费统计情况滚动调整，并按年度分解落实考核指标。

二、燃煤火电机组实现承担非水可再生能源发电配额指标的途径和方式。燃煤发电企业可以通过自建非水电可再生能源项目或购买可再生能源电力绿色证书的方式，完成非水电可再生能源发电配额考核指标。可再生能源电力绿色证书由非水可再生能源发电企业和燃煤发电企业在国家可再生能源发电项目信息管理平台开展认证和交易工作。认证和交易的具体管理办法另行制定。

三、建立燃煤火电机组、非水可再生能源发电企业信息和发电运行监测系统。全国所有燃煤发电、非水可再生能源发电项目法人（分布式光伏发电项目除外）应于 2016 年底前通过国家可再生能源发电项目信息管理平台上报项目基础信息，包括项目名称、项目所属发电集团、建设地址，装机容量、发电类型等，为绿色电力证书交易和开展考核工作提供基础依据。具体内容见附件。

四、加强燃煤发电机组承担非水可再生能源发电配额指标考核和监管工作。国家能源局和各派出机构负责火电机组承担非水可再生能源指标的考核和监管工作，按年度对各发电企业火电发电量中非水可再生能源配额完成的情况进行监测考核。对于没有完成配额要求的燃煤发电企业，应责令其在规定期限内完成配额要求，逾期仍未完成的，取消该发电企业的发电业务许可证。

五、加强信息系统的建设工作。国家可再生能源信息管理中心应依托全国可再生能源发电信息管理系统组织建设绿色电力证书交易平台，并按照有关要求做好系统开发和信息安全工作。

请各单位高度重视本项工作，认真贯彻落实相关要求，做好具体组织实施工作，促进可再生能源产业健康、稳定、快速发展。

国家能源局关于印发省级能源发展规划管理办法的通知

各省、自治区、直辖市发展改革委（能源局），新疆生产建设兵团发展改革委：

为加强能源规划管理，依据《国务院关于取消非行政许可审批事项的决定》（国发〔2015〕27号）、《国务院关于发布政府核准的投资项目目录（2014年本）的通知》（国发〔2014〕53号）等有关规定，国家能源局研究制定了《省级能源发展规划管理办法》，现印发给你们，请遵照执行。

国家能源局

2016年2月17日

省级能源发展规划管理办法

第一章 总 则

第一条为规范省级能源规划工作，加强国家和省级能源规划衔接，发挥省级能源规划落实国家能源战略规划、引导本地区能源发展的统筹协调作用，依据《国务院关于取消非行政许可

审批事项的决定》（国发〔2015〕27 号）、《国务院关于发布政府核准的投资项目目录（2014 年本）的通知》（国发〔2014〕53 号）等有关规定，制定本办法。

第二条本办法适用于省级能源发展规划编制、报批、发布和实施等工作。省级能源发展规划由省级能源主管部门负责编制、上报和组织实施，由国家能源局负责审批。

第三条本办法所称省级能源发展规划，是指对一省（区、市）各类能源的发展思路、发展目标、建设布局、重点任务、重大项目、政策措施等进行统筹安排的综合性、总体性能源规划。省级能源发展规划与国民经济和社会发展规划配套编制实施，规划期原则上为五年。

省级能源主管部门可以根据实际需要组织编制省级能源专项规划。省级能源专项规划是指对一省（区、市）煤炭、电力、油气、可再生能源、能源科技等能源发展特定领域进行具体安排的规划，其主要内容应当与省级能源发展规划衔接一致并纳入省级能源发展规划。

第四条省级能源发展规划的编制和实施等工作应当遵循依法行政、责权对等、分级负责的原则。省级能源发展规划应当符合国家能源规划的总体要求和基本方向，主要指标应当衔接一致，并与本省（区、市）国民经济和社会发展规划及相关规划衔接。

第五条经批准的省级能源发展规划，是指导本省（区、市）能源领域发展、核准（审批）能源项目、安排政府投资和财政支出预算、制定相关政策措施、实施能源行业管理和监管的重要依据。

第二章 规划编制

第六条编制省级能源发展规划应当做好基础调研、专题研究、市场分析预测等前期工作，科学测算发展目标，并对需要纳入规划的能源项目进行充分论证。

第七条省级能源发展规划一般包括以下内容：

（一）发展基础和面临形势。重点分析能源发展现状、主要问题、面临的机遇和挑战等。

（二）指导思想、基本原则和发展目标。其中，发展目标包括定量指标和定性目标，应当与国家能源规划衔接一致。约束性发展目标应当符合国家有关规定。

（三）重点任务。明确能源发展布局、政策导向、科技创新和体制创新等重大行动举措，以及规划期内的能源项目等内容。

能源项目一般应当按照规划期内建成投产、开工建设、开展前期工作等三个类别，在规划正文中专门列出。需经优选明确的能源项目，可以列出备选项目清单。核电、大型水电等建设周期较长的项目，可以增设接续储备项目类别。国家级创新示范、试点试验类能源项目（工程）可以单独列出。

属于国务院及有关部门、省级政府核准权限的能源项目，均应当纳入省级能源发展规划。

各类能源项目应当符合国家能源规划确定的总量规模和有关法规、政策、标准等规定。

（四）保障措施。主要包括保障规划任务顺利实施的政策措施和体制机制等内容。

（五）环境影响评价以及法律、行政法规规定的其他内容。

第八条省级能源主管部门应当采取多种形式广泛听取社会各方面意见，提高规划编制的透明度和公众参与度。

第三章 规划审批

第九条省级能源发展规划审批程序包括衔接、预审和批复三个环节。

第十条省级能源主管部门应当按照国家能源局有关要求上报衔接材料。

国家能源局结合国家能源规划编制工作，组织开展省级能源发展规划衔接平衡等工作，并出具衔接意见。

第十一条省级能源主管部门提出的能源项目，经衔接达成一致后，属于国务院及有关部门核准权限的，纳入相应的国家能源专项规划，其中重大项目纳入国家能源总体规划。属于省级政府核准权限的，纳入省级能源发展规划。

未列入省级能源发展规划的能源项目，省级政府及有关部门原则上不得核准。

第十二条省级能源主管部门应当按照衔接意见编制省级能源发展规划初稿，并按照国家能源局有关要求上报预审材料。有关省级能源专项规划可以作为省级能源发展规划初稿的附件一并上报。

国家能源局组织审核省级能源发展规划初稿，并出具预审意见。预审意见是修改完善省级能源发展规划的重要依据。

第十三条省级能源主管部门应当按照国家能源局预审意见修改完善省级能源发展规划，经本省（区、市）人民政府同意后，按照国家能源局有关要求上报规划送审稿及相关材料。

国家能源局委托有相关资质的机构或专家对省级能源发展规划开展第三方论证，并按程序进行审批。

省级人民政府或省级能源主管部门应当按照省级能源发展规划审批省级能源专项规划。省级能源专项规划与省级能源发展规划不一致时，以国家能源局批准的省级能源发展规划为准。

第四章 规划实施

第十四条省级能源发展规划应当在批准后由省级人民政府或省级能源主管部门向社会公布，法律、行政法规另有规定以及涉及国家秘密的内容除外。

未经国家能源局批准的省级能源发展规划不得发布实施。

第十五条省级能源主管部门应当及时组织推进省级能源发展规划实施，建立健全实施机制，分解落实目标任务，明确实施主体和责任，保障规划顺利实施。

第十六条省级能源发展规划实施中期，省级能源主管部门应当对规划实施情况开展评估，必要时可以每年或适时开展评估工作。

省级能源发展规划经评估需修订的，应当按程序报国家能源局审批。

第十七条省级能源发展规划在实施过程中，经论证且经省级政府同意后，可以在已批复规划确定的总量规模和布局范围内，调整属于省级政府核准权限的能源项目，并将论证和调整说明材料报国家能源局备案。

省级能源发展规划拟调整属于国务院及有关部门核准权限的能源项目时，省级能源主管部门应当组织论证并将论证报告及申请调整文件报国家能源局审批。

国家能源总体规划或专项规划调整能源项目时，省级能源发展规划应当同步调整。

第十八条国家能源局及派出机构应当加强对省级能源发展规划实施情况的监督与监管，每年编制并发布省级能源发展规划实施监管报告，推动规划有效实施。

第五章 附则

第十九条新疆生产建设兵团能源发展规划，以及涉及全国布局、总量控制和跨省输送的区域性能源综合发展规划的编制及审批参考本办法执行。

第二十条本办法由国家能源局负责解释。

第二十一条本办法自公布之日起实施。

产业要闻

大同采煤沉陷区光伏示范基地送出工程获批

3 月 31 日，山西省电力公司上报的大同采煤沉陷区光伏 220 千伏送出工程获山西省发改委核准，工程将于近期开工建设。

山西大同采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地是国家能源局启动的全国第一个 100 万千瓦光伏“领跑者”示范基地，该项目在促进光伏技术进步、综合利用沉陷区土地、调整山西能源结构、推动区域经济转型等方面具有重要示范意义。2015 年，省电力公司与省发改委、大同市政府紧密配合对接，积极研究配套电网规划和汇集消纳方案，并及时高效推进送出工程前期工作。

该基地一期规划光伏电源 100 万千瓦，分两个主要片区建设。根据山西电力公司审定的接入系统方案，左云县店湾-水窑片区 50 万千瓦光伏电力汇集升压后送入大同南京庄 220 千伏变电站，南郊区高山-云冈片区 50 万千瓦光伏电力汇集升压后送入大同北郊 220 千伏变电站，实现全额并网消纳。配套送出工程共建设 220 千伏线路 3 条、84 公里，扩建 220 千伏间隔 4 个，投资约 1.65 亿元。

国家电网拟投 72.7 亿建 91 万千瓦光伏电站，扶持湖北青海两省光伏扶贫

近日，记者了解到，国家电网公司为贯彻落实党中央、国务院关于打赢脱贫攻坚的战略部署，实施了“阳光扶贫”专项行动，计划在 2016 至 2018 年，国家电网公司计划投资 72.7 亿元，建设 91 万千瓦光伏发电站，受益全部用于扶贫，定点帮扶湖北、青海两省五县区贫困人口脱贫。

“国网阳光扶贫行动”简介

据介绍，“国网阳光扶贫行动”是国家电网公司为贯彻落实党中央、国务院关于打赢脱贫攻坚的战略部署而实施的“阳光扶贫”专项行动，是国家电网公司“十三五”期间制定实施的三大扶贫工程之一。2016 至 2018 年，国家电网公司计划投资 72.7 亿元，建设 91 万千瓦光伏发电站，受益全部用于扶贫，定点帮扶湖北、青海两省五县区贫困人口脱贫。

其中湖北投资 72 亿元，建设 90 万千瓦光伏电站，定点帮扶巴东、长阳、秭归、神农架 898 个贫困村 31.67 万贫困人口脱贫。

在青海省建设 10 兆瓦光伏扶贫电站，电站所获收益将全部用于对玛多县贫困人口的脱贫事业。

1 湖北省“国网阳光扶贫行动”介绍

据悉，国网湖北省电力公司深入贯彻落实中央和国务院关于精准扶贫的决策部署，加强与湖北省扶贫办、省能源局的沟通衔接，制定了湖北省光伏扶贫工程实施方案。提出 2016-2018 年，公司将在“三县一区”建设光伏电站 90 万千瓦，总投资 72 亿元，帮助长阳、秭归、巴东和神农架林区建档立卡的贫困户 31.67 万人脱贫致富。

扶真贫，真扶贫。湖北省电力公司为让“三县一区”每一个贫困户脱贫致富，在全省已建档立卡贫困户屋顶或周围空闲地安装 3～5 千瓦的分布式光伏发电系统，在建档贫困村利用荒山荒坡、农业大棚安装 50～100 千瓦的小型光伏电站，发电收益归贫困村或贫困户所有。

“三县一区的日照时数在 1400-1900 小时之间，年晴天日数在 130-155 天之间，对光伏发电非常有利。”湖北省电力公司相关负责人介绍。

“这是一项德政工程、民生工程，我们一定要把好事办好、实事办实，让‘三县一区’贫困群众真正脱贫致富。”湖北省电力公司主要负责人在阳光扶贫行动领导小组会议上提出明确要求。

“有了光伏电站，仅此一项每年就能增收四五千元，我们的生活就更有盼头了！”从建东村村民们脸上，记者似乎看到了更加阳光明媚的希望。

2 青海省“国网阳光扶贫行动”介绍

由国网青海省电力公司负责投资建设的玛多县光伏扶贫电站建设被提上日程，目前项目已进入可行性研究报告评审阶段，近日即将进场。玛多县光伏扶贫电站，是国家电网公司阳光扶贫行动的具体实施项目之一，扶贫行动计划在青海省建设 10 兆瓦光伏扶贫电站，电站所获收益将全部用于对玛多县贫困人口的脱贫事业。

玛多县光伏扶贫电站的建设项目，是响应日前国家发改委等十部委提出的《关于促进绿色消费的指导意见》的具体举措，它为国家 2020 年基本形成“勤俭节约、绿色低碳、文明健康的生活方式和消费模式”的绿色目标增添了动力，更为三江源地区清洁电力能源的供应提供了永久保障。

经过综合考虑建设条件、指标落实、收益水平等因素，扶贫光伏电站站址已确定在海西州格尔木东出口光伏产业园区西区，项目现已取得青海省发展和改革委员会出具的路条。项目初拟与鲁能 2 万千瓦、黄河公司 3 万千瓦光伏电站共同接入园区已建的 110 千伏光伏 3 号升压汇集站，将原 5 万千瓦升压变更换为 6.3 万千瓦主变。目前，光伏扶贫电站前期各项工作进展顺利。

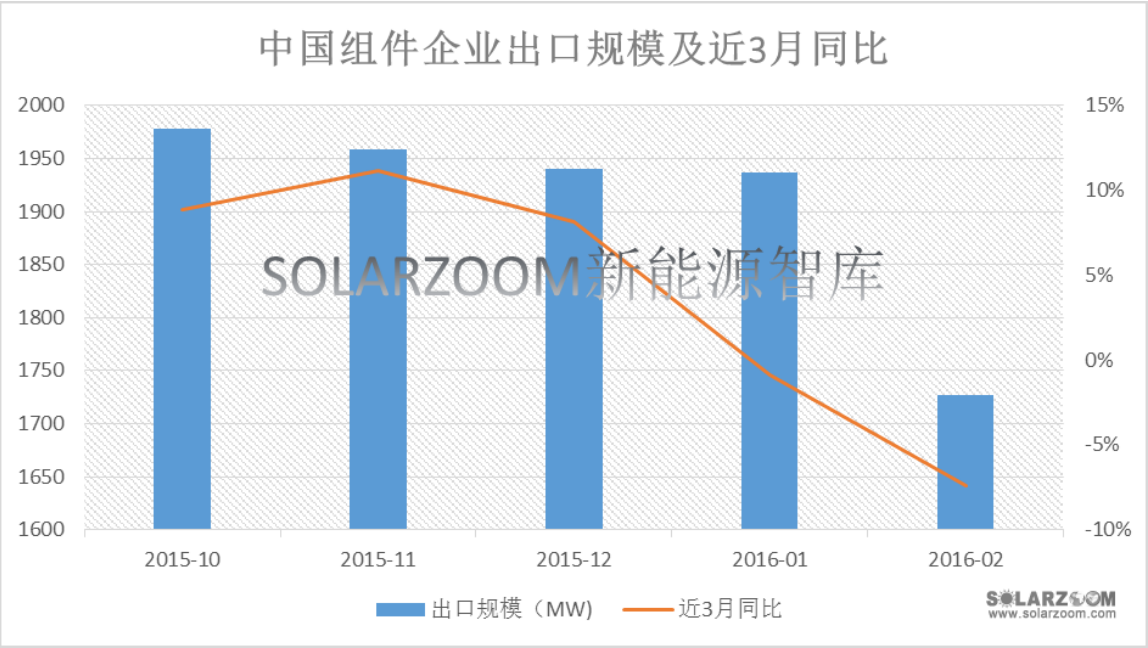
下一步，该公司要求相关建设单位及部门积极与鲁能甘肃公司配合，全力推进光伏扶贫电站建设，进一步梳理细化里程碑计划，确保按期进场，保质量、保安全，如期实现电站的并网发电。

中国组件出口下滑，同比出现负增长

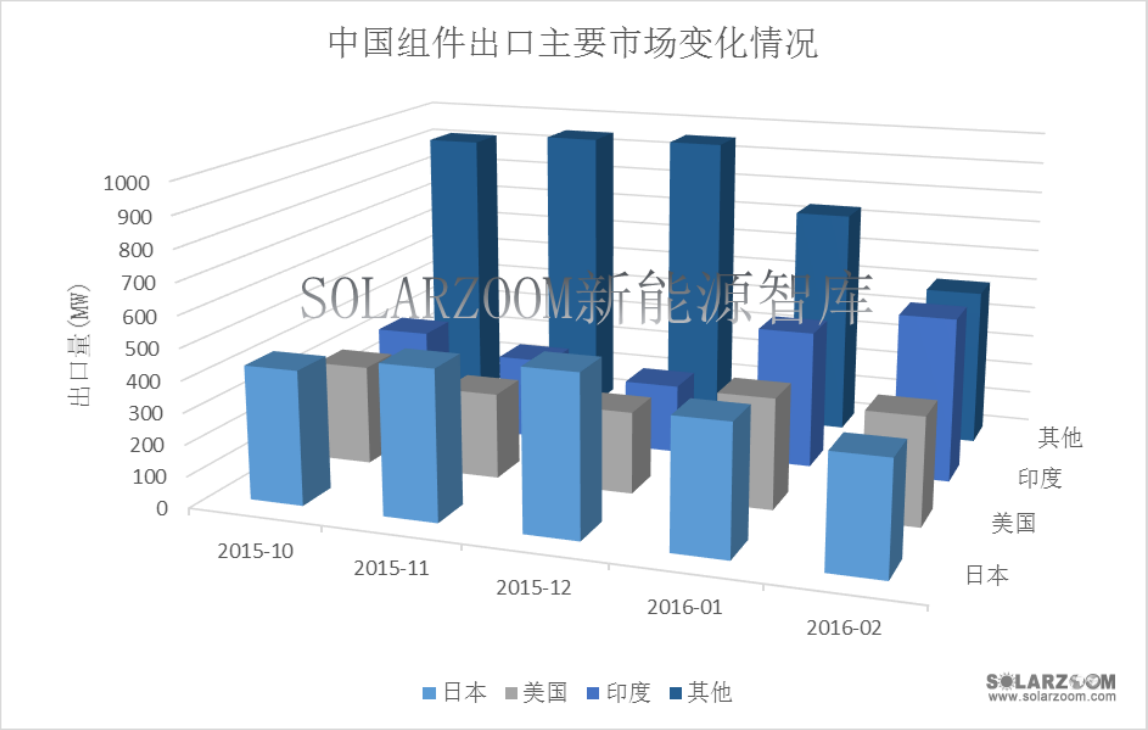
根据 SOLARZOOM 新能源智库组件出口数据，2016 年 1 月-2 月，中国组件企业出口金额分别为 9.72 亿美元、8.37 亿美元，出口规模分别为 1936MW 和 1728MW。

全球需求放缓，出口规模连续负增长

自 2015 年 10 月以来，中国组件出口规模便开始逐月下滑。而同比变化部分，我们取近 3 个月的出口量同比变化以平滑波动。中国组件出口的近 3 月同比增速自 2015 年 12 月开始不断下降，而进入 2016 年以来，中国组件出口规模的近 3 月同比更是降至 0%以下，表明组件出口开始出现同比负增长。



中国组件出口的主要市场位于日本、美国和印度。每月出口这三个国家组件的规模之和基本占当月全部出口量的 50%以上。SOLARZOOM 新能源智库发现，中国组件向三大主要市场出口规模之和近期基本保持稳定，出口规模下降的主要原因是其他市场的需求减少。



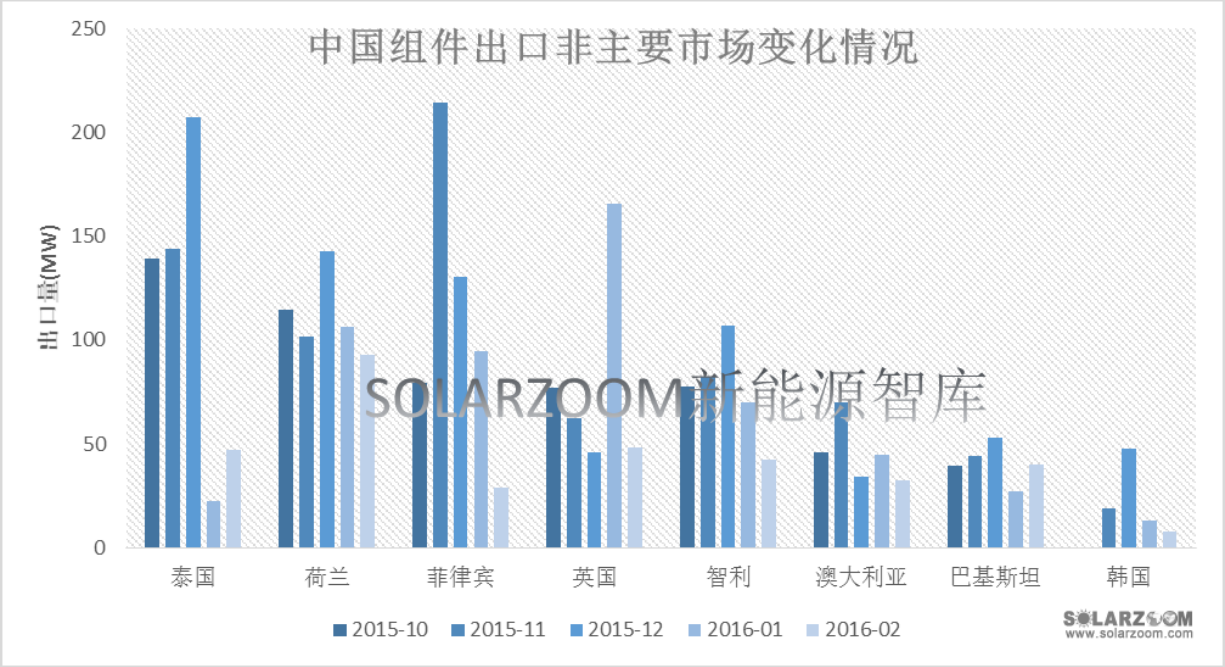
1、此前日本市场一直独占鳌头，近期受核电重启及 FIT 补贴下降影响，向日本市场出口数量逐月下降，被美国市场逐渐赶上，并被印度市场反超。

2、向美国市场出口的组件规模开始逐渐恢复。

3、印度市场发展迅速，逐渐超过日本和美国，目前位居中国组件最大出口目的国。

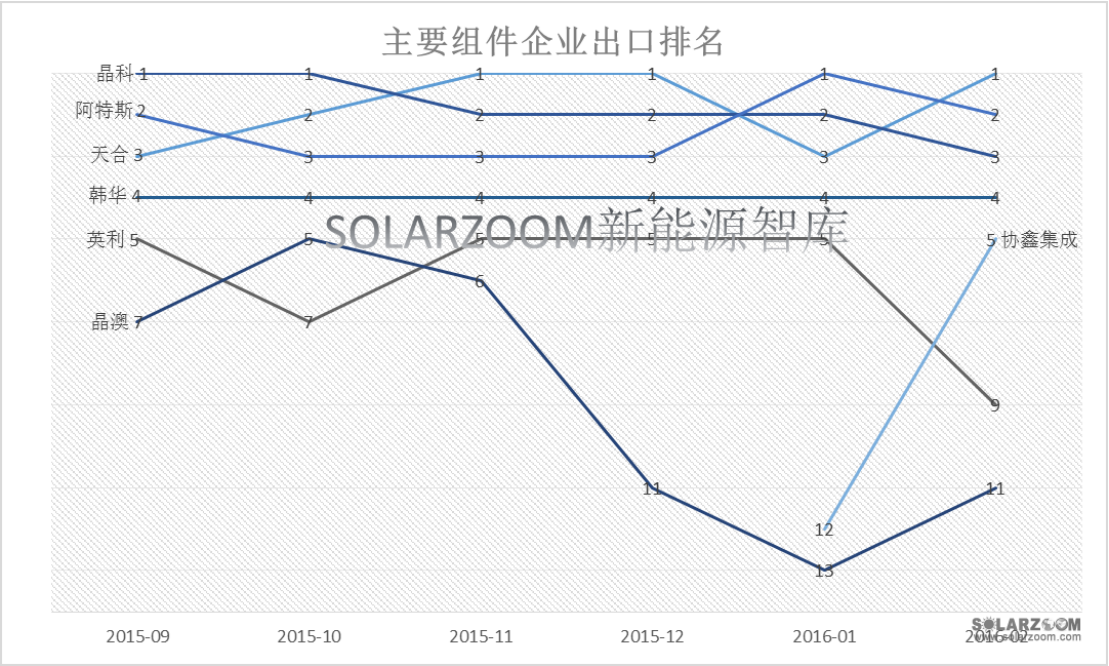
4、之前发展较为迅速的菲律宾、泰国、智利等新兴市场，最近出口量也在不断下降，而老牌出口目的国如英国、荷兰、澳大利亚等，向其出口的组件规模也都处于不断下降趋势。日、美、印三大市场以外的整体进口需求下降导致了中国组件出口额的下降。

5、各地市场需求均在减弱，而新兴市场中唯有印度在增长，难以抵挡全球需求下滑的趋势。



组件企业出口情况

SOLARZOOM 新能源智库每月根据各企业出口金额对组件企业进行排名，从近几月数据来看，前四名一直由天合、阿特斯、晶科、韩华继续稳居前四，其中，韩华一直稳居第四名 的位置，而天合、阿特斯、晶科一直在前三的位置竞争激烈；2016 年 2 月英利跌出前五；晶澳自 2015 年 11 月起出口金额排名开始下滑，目前仍游离在前十 以外。



协鑫集成于 2016 年 1 月首次进入 SOLARZOOM 中国组件企业出口排名前二十，位列第十二名，而 2 月份协鑫集成的排名已升至第五。协鑫集成组件出口量迅速上升的原因在于其子公司张家港其辰（现已更名张家港协鑫集成）的第二期 1GW 高效组件产能已经开始投放。协鑫集成的的海外市场只有印度和澳大利亚两个国家，这也与协鑫集团公开宣称的重点布局市场一致。目前印度占协鑫集成组件出口的绝大部分。

海外市场竞争结构

根据 2015 年 2 月 SOLARZOOM 新能源智库组件出口数据，出口印度的中国组件企业中，份额较大的分别有协鑫集成(18%)、阿特斯(13%)、韩华 (13%)、天合(12%)、昱辉(12%)；而出口日本的组件企业中，份额较大的有英利(11%)、阿特斯(10%)、京瓷(10%)、韩华(9%)、

天合(9%)和晶科(8%)。而出口美国市场位居前列的有天合(37%)、晶科(29%)、阿特斯(22%)和比亚迪(9%)。新兴市场中，中建材和中利在泰国市场占据较大份额，晶科、晶澳和在智利市场占据较大份额，阿特斯、泰通、昱辉和天合在在菲律宾市场居于前列。

一季度逾九成企业预喜，光伏行业正式挥别寒冬迈向暖春

4 月 5 日，南玻 A 发布预喜公告称，一季度净利润预计同比增 137%至 162%，这仅仅是当前中国光伏行业的一个缩影。2016 年以来，中国光伏行业复苏脚步继续加快，向寒冬作别。

作为重要的可再生能源产业，光伏产业在我国的发展可谓跌宕起伏。上世纪 90 年代末期呱呱坠地，新世纪后得到迅猛发展。不过，从 2011 年下半年开始，伴随光伏产能过剩引发恶性价格战、欧洲债务危机使市场增速下降以及欧美“双反”关税导致的市场不确定性，中国光伏行业“一夜入冬”。但 2013 年下半年起，受政策引导和市场驱动等因素影响，我国光伏产业发展有所回暖，去年更是全面复苏，而这股热潮今年仍在进一步升温。

能源局数据显示，自 2013 年起，中国新增光伏装机容量连续 3 年每年超过 1000 万千瓦，2015 年更是达到 1500 万千瓦，同比增长 41.5%，占全球新增装机量的 28.3%，连续第三年位居全球新增光伏装机量第一位。 截至 2015 年底，中国光伏的累计装机容量达到 4300 万千瓦，超越德国成为全球规模最大的光伏市场。有关数据还显示，2015 年，我国光伏相关行业投资约 1000 亿元，同比增长近 40%。

中国光伏行业协会发布的报告预计，国内外光伏市场需求旺盛，光伏制造的智能化水平有望逐步提高，2016 年全球光伏市场仍将保持增长势头，光伏产业发展将继续向好。

其中，我国光伏市场虽面临局部地区限电、补贴拖欠、上网标杆电价下调等问题，但通过提升可再生能源附加、优化电站指标规模发放等手段来破解瓶颈，产品价格的持续下降也将抵消电价下调和限电带来的影响，预计 2016 年我国新增光伏装机容量在“领跑者”计划和电价下调带来的抢装驱动下，将达 2000 万千瓦以上。

能源局新能源和可再生能源司副司长梁志鹏称，预计到 2020 年全球光伏规模在 450GW-600GW，到 2030 年的时候要达到 1000GW—1500GW。

光伏市场快速增长的同时，产业集中度也在迅速提高。2015 年，中国大陆多晶硅产量达到 16.5 万吨，同比增长 25%，16 家多晶硅企业绝大多数处于满产状态，全球产量占比从 2014 年的 45%提高到 48.5%;硅片产能达到 48GW，同比增长 26.3%，全球产能占比从 2014 年的 76%提高到 78%，统计 37 家硅片平均产能利用率达到 94%;电池片产量达到 41GW，同比增长 24.2%，全球产量占比从 2014 年的 65.6%提高到 68.3%，统计 50 家企业平均产能利用率达 85%;组件产量达到超过 43GW，同比增长 20%，全球产量占比从 2014 年的 68.4%提高到 71.7%，组件企业平均产能利用率为 86%。

企业盈利能力大幅提升

伴随着光伏产业的持续回暖，企业盈利能力亦大幅提升。2015 年，我国光伏企业盈利情况明显好转，大多数企业扭亏为盈。33 家规范企业 2015 年整体经营情况显示，平均利润率达 4.7%，比 2014 年提高 30.6%。

而今年一季度，企业盈利状况进一步得到改善。光伏企业一季度业绩预告显示，逾九成预喜，其中 7 家业绩预增，3 家略增，3 家扭亏，仅跨界光伏领域的茂硕电源续亏。从净利润最大变动幅度看，东方日升预计净利最大增逾 9 倍，珈伟股份紧随其后，预增近 8 倍。

利好密集 光伏行业迎来爆发期

据《上海证券报》从多家业内企业了解到，由于政策调整的原因，今年 6 月底前光伏市场很可能重现抢装潮，不少企业的订单价格水平也高于去年。而即便未来补贴下调了，成本的下降也有助于业绩的提升。

晋能清洁能源科技有限公司总经理杨立友表示，根据去年底发布的光伏发电上网标杆电价调整政策，对于 2015 年已备案的电站，只要在 2016 年 6 月 30 日之前并网，仍可执行原上网电价。所以已经完成备案的电站将会集中在 6 月底之前突击安装，以确保获得更高的电价补贴和投资回报率，因此上半年组件市场行情也会较往年更热。随着 6 月底补贴调整临近，预计仍会出现抢装，但 6 月之后组件价格会有明显下跌。

东方日升总裁王洪同样确认，6 月底前会有一波并网的热潮，因为按照政策，2016 年全国光伏电站标杆上网电价，一类资源区、二类资源区、三类资源区分别从现行的 0.9 元/千瓦

时、0.95 元/千瓦时、1 元/千瓦时下调至 0.8 元/千瓦时、0.88 元/千瓦时、0.98 元/千瓦时，意味着一二类资源区的补贴降幅高达 12%和逾 6%。

中国循环经济协会可再生能源专业委员会政策研究部主管彭澎表示，今年上半年光伏抢装并网现象确实比较突出，扭转过去年底抢装的风潮。如果以后上网电价调整节点都在 6 月底的话，那么以后安装高峰都将集中在上半年。根据光伏安装并网周期，第一季度新增量应该最大，大部分项目最晚应在 3 月份开工。有业内人士预计今年上半年光伏新增装机量将超过 10GW，预计占全年新增装机量近 60%。

此外，发改委等五部门近日发布《关于实施光伏发电扶贫工作的意见》，决定在全国具备光伏建设条件的贫困地区实施光伏扶贫工程。意见要求，在 2020 年之前，重点在前期开展试点的、光照条件较好的 16 个省的 471 个县的约 3.5 万个建档立卡贫困村，以整村推进的方式，保障 200 万建档立卡无劳动能力贫困户(包括残疾人)每年每户增加收入 3000 元以上。其他光照条件好的贫困地区可按照精准扶贫的要求，因地制宜推进实施。

与此同时，在“一带一路”战略引导及国际贸易保护倒逼下，光伏企业的“走出去”步伐也在不断加快。据统计，目前我国已建成投产海外电池与组件产能分别达到 3.2GW 与 3.78GW，在建及扩建产能分别达到 2.2GW 和 1.9GW。

我国光伏企业通过海外建厂、投资建设光伏电站等方式，实现全球化布局。阿特斯、保利协鑫等龙头企业在加拿大、美国和日本光伏项目储备达到 700MW 以上。部分企业选择在终端市场建厂以贴近市场，如中电电气在土耳其地新建电池及组件工厂，晶澳，天合宣布在印度合

资建设电池及组件工厂;部分企业到成本洼地建厂以降低生产成本，如中利腾晖、英利宣布在泰国新建组件厂，卡姆丹克在马来西亚新建硅碇、硅片厂。另外，也有企业通过签订代工协议，以规避“双反”税率，绕道布局全球市场，如昱辉阳光(SOL.N)已在 7 个国家建立了长期代工关系。

光伏行业专家赵玉文表示，“一带一路”沿线国家光伏产业处于起步阶段，市场需求量在快速增长，这也给中国光伏企业产能去化带来机会。同时，“一带一路”战略也促进了中国光伏企业海外布局的步伐，对规避欧盟光伏“双反”有一定效果。

2016 年光伏产业五大发展趋势

(一)产业规模仍将持续扩大，行业扩产意愿强烈

多晶硅方面，随着全球新增多晶硅产能投产和原有产能优化提升，预计全球多晶硅产量将达到 36 万吨，我国多晶硅产量将达到 18 万吨，产品价格预计仍将维持在 11 万元/吨左右。

电池组件方面，随着光伏行业的整体好转以及由于组件价格下降使得光伏发电成本不断逼近甚至达到平价上网，预计我国组件产量继续呈现增长势头，含海外工厂有望达到 50GW，产业集中度有进一步提升。

考虑到美国由于 ITC(税收减免)政策将在 2016 年底到期，将继续掀起抢装高潮。新兴市场如印度、非洲等正大力推动光伏发展，随着配套政策及融资手段的完善，将成为下一个爆发的增长点。一带一路“地区光伏市场需求也逐渐释放。预计行业扩产意愿将会更强烈。

(二)产业投资持续加强，企业兼并重组步伐加速

在政府扶持、技术进步的大环境之下，我国光伏行业持续回暖，光伏行业投资热情大涨，很多传统行业力图通过收并购的手段来迅速进军光伏行业。同时，我国光伏企业仍将加速拓展新兴市场，积极实施产业全球布局计划，通过海外投资设厂、海外企业并购等方式，推动国际光伏贸易格局加快演进，光伏产业投资持续加强。

随着光伏市场的良性发展，光伏行业发展逐渐呈现了“大者恒大、弱者愈弱”的“马太效应”，那些竞争力不强、经营情况不好的光伏企业将逐步通过重组退出光伏市场，而龙头企业将通过收购其他企业扩大产能以抢占市场份额，或获得先进生产技术。2016 年或成为光伏行业整合、并购之年。

(三)融资难并网难仍待破解

中国光伏企业融资成本远高于美国、欧洲地区平均水平，沉重的资金负担和入不敷出的现金流使众多光伏企业苦不堪言。尤其是分布式光伏发电开发主体多以中小企业为主，可选的融资工具较少，高昂融资成本抑制了中小企业发展分布式光伏的意愿。2016 年，光伏行业融资难并网难问题仍待破解。

(四)新技术新产品开发活跃，智能化水平有望提升

2016 年，技术进步仍将是产业发展主题。光伏领跑者计划将继续进一步拉动高效单晶市场需求，单晶硅电池产业化主流效率有望达到 20%，主流组件产品功率将达到 265-270W，PERC 电池、N 型电池规模化生产进一步扩大。市场供需关系的改变，将会倒逼企业通过技术进步和产品差异化获得进展优势。

同时，光伏制造的自动化、智能化、柔性化以及未来全球虚拟工厂成为光伏产业升级的主要趋势，大部分的光伏企业已经逐步实现由“制造”向“智造”转型，光伏制造的智能化水平有望逐步提高。未来一段时期，国内外光伏市场需求旺盛，高效和可靠性不再是衡量光伏产品的唯一指标，智能化、轻量、与建筑结合的要求会使产品更加多样化，并适用于多种应用和安装条件，从而实现能源互联网。

(五)市场应用持续强劲，装机呈现前紧后松态势

我国光伏市场虽面临局部地区限电、土地、补贴拖欠、上网标杆电价下调等问题，但政府正通过提升可再生能源附加、优化电站指标规模发放等破解瓶颈，而产品价格的持续下降也将抵消电价下调和限电带来的影响。受政策拉动，分布式光伏发电规模不断扩大，应用领域更加广泛，主要分布区域转向电力负荷比较集中的中东部地区。

我国初步规划“十三五”光伏装机规模目标将达 150GW 左右，此次装机规模大幅提升，再次表明国家支持光伏发展的决心。随着国家光伏政策的逐渐落实，投资者信心增强，国内光伏市场应用持续强劲，预计 2016 年国内光伏装机突破 19GW，将再度成为全球最大的太阳能光伏市场，累计装机将达到 65GW。不过，2016 年 6 月上网标杆电价将下调，受此影响，市场很可能会出现前紧后松态势。

美对华晶体硅光伏产品进行双反行政复审调查

2016 年 4 月 7 日，美国商务部发布公告，对中国的晶体硅光伏产品、冷冻暖水虾、蘑菇罐头、小直径石墨电极、非封闭内置弹簧部件、应用级风塔进行反倾销行政复审调查，其中对晶体硅光伏产品案的调查期为 2014 年 7 月 31 日~2016 年 1 月 31 日，上述其他产品案的调查期为 2015 年 2 月 1 日~2016 年 1 月 31 日。此外，美国商务部还同时启动了对华晶体硅光伏产品和应用级风塔的反补贴行政复审调查，前者的调查期为 2014 年 6 月 10 日~2015 年 12 月 31 日，后者的调查期则为 2015 年 1 月 1 日~2016 年 12 月 31 日。

美国商务部将最晚于 2017 年 2 月 28 日对上述全部涉案产品的此次行政复审作出裁决。

发改委叫停风电光伏建设指标发放

1 甘肃、内蒙古、吉林开展新能源就近消化试点

在央视就“甘肃风电基地停摆”进行报道后不久，4 月 11 日，有传闻称，国家能源局已叫停了甘肃、吉林、黑龙江、内蒙古、宁夏、新疆等省(区)新增新能源项目建设规模，(重启之日)待弃风限电有效缓解后另行研究。

同日，国家发改委办公厅发布了《关于同意甘肃省、内蒙古自治区、吉林省开展可再生能源就近消纳试点方案的复函》(以下简称《复函》)。《复函》指出，试点地区要通过扩大用电需求、完善输配电价政策、促进市场化交易等方式，提高本地可再生能源消纳能力；《复函》还要求，试点地区要妥善处理好就近消纳试点与电力外送的关系，实现有机结合、相互促进。

管理层希望通过试点，积累提高可再生能源就地消纳的经验，并向全国推广。

而现阶段，业界似乎对管理层“叫停甘肃等省(区)新增新能源项目建设规模”的消息早有准备，“3 月份国家能源局《关于下达 2016 年全国风电开发建设方案的通知》中就明确了‘考虑到 2015 年吉林、黑龙江、内蒙古、甘肃、宁夏、新疆(含兵团)等省(区)弃风限电情况，暂不安排新增项目建设规模，待上述省(区)弃风限电问题有效缓解后另行研究制定’。”一位不愿具名的业内人士向《证券日报》记者表示。

且在风电之外，往年都是 2 月份-3 月份下发的光伏指标(管理层统筹各地的建设计划)，今年也至今没有下发。

2 弃风、弃光局面尴尬

“据说管理层正在研究把光伏指标的下发时间调整到 5 月份甚至 6 月份，但这一计划尚未实施。”不过，上述业内人士向记者推测，“管理层延迟发放光伏指标的初衷，其一是为了观察下各地的项目排队情况，以有利于从指标安排上侧重支持光伏开发热点地区；其二是为借政策发布时点，遏制‘抢装’，避免光伏行业在下半年发生大幅的需求下滑。而并不针对‘限电’问题”。

如今，在新能源业界，人们看待“弃风限电”的态度早已从“愤怒”磨平为“无奈”。

中国可再生能源学会风能专委会日前发布的一组数据，反映了全国“弃风限电”的严峻程度：自 2010 年开始，全国平均弃风率长期高于 10%，2015 年这一数据攀升至 15%。特别是在 2015 年入冬后，甘肃、宁夏、黑龙江等省区的一些风电项目的弃风率更是高达 60%以上。

经测算，2010 年至 2015 年，弃风电量累计达到 997 亿千瓦时，相当于三峡、葛洲坝两个水电站 2015 年全年发电量，直接经济损失超过 530 亿元。仅 2015 年的弃风电量就达到 339 亿千瓦时，直接经济损失超过 180 亿元。

在光伏领域，据中国光伏行业协会今年初发布的数据显示，2015 年国家电网调度范围内累计弃光电量为 46.5 亿千瓦时，弃光率 12.62%，全部集中在西北地区的甘肃、青海、新疆和宁夏四省区。其中甘肃弃光率达到 30.7%，新疆为 22%。

业界的“愤怒”不无道理，他们担忧长此以往，“十三五”中国风电累计并网装机容量达到 2.5 亿千瓦的计划无法完成；甚至我国到 2030 年，将非化石能源占一次能源消费比重提高到 20%

左右的目标，也无法实现(2015 年中国风电仅占全国发电量的 3%)。当然，最为实质的是，弃风限电殃及了发电收益，就会影响资本对风电下游的投入，而这可能会传导至风电全产业链。

但与此同时，地方政府“弃风限电”的做法似乎也值得“同情”。经济下行导致的用电量下滑，使得那些用电本来就少的地区，消纳新能源的能力更差。同时，政策制定中，亦无法避免夹杂着政府对火电等去产能时不得不考虑的就业、经济性等多重问题的考量。

3 甘肃承诺直接交易达 50 亿千瓦时

人们应该看到，管理层正在积极努力化解这一尴尬局面。4 月 11 日，国家发改委办公厅发布的《复函》就被业界视为有望化解弃风、弃光的好消息。

根据《复函》，管理层要求试点地区在落实试点方案各项工作措施时，既要把握好中长期目标，也要认真做好年度工作安排。要结合试点方案，科学安排 2016 年工作要点及目标，确保“十三五”目标顺利实现。

以《甘肃省可再生能源就近消纳试点方案》(以下简称《方案》)为例，根据《方案》，甘肃在消纳可再生能源方面，已采取的措施一是支持先进高载能产业参与直购电试点；二是实行发电权替代。支持并组织新能源置换火电自备电厂发电，先后组织可再生能源置换兰州铝厂、酒钢公司等自备电厂发电，完成替代电量 13.7 亿千瓦时；三是大可再生能源外送，近三年来累计外送电量 130 亿千瓦时；四是开展可再生能源与集中式电采暖企业直接交易，一个采暖期消纳可再生能源电量 428 万千瓦时。

但即便如此，《方案》指出，省内用电市场供大于求，可再生能源消纳不足的问题仍然突出。导致 2015 年风电弃风率近 39%、光电弃光率为 30%。

为此，甘肃将以“突出增加负荷、突出互利共赢、突出安全有序”为基本原则，采取“根据地方用电负荷，并结合全国新能源和可再生能源发展趋势和能源结构调整需求，确定甘肃省可再生能源发展规模”，“落实可再生能源优先调度机制，实现规划内的可再生能源保障性收购”，“建立提高可再生能源消纳的需求响应激励机制”，“建立有偿调峰机制”，“建立可再生能源优先交易机制”，“推进新能源与火电发电权交易置换，着力增加企业自备电厂消纳新能源比例”等手段，最终提升当地可再生能源消纳能力。

同时，甘肃还提出了“年度优先安排可再生能源参与直接交易电量不低于 50 亿千瓦时”，“到 2020 年可再生能源替代火电自备机组发电不低于 40 亿千瓦时”，“甘肃通过整合现有工业领域专项资金，以产业引导基金等方式每年安排不低于 5 亿元资金用于工业结构调整项目建设，安排 1 亿元资金支持新技术新产品研发”等目标。

揭秘多晶硅进口黑幕 进口避税花样百出

不产多晶硅的台湾，突然就成了核心原产地，贸易商还有哪些玩法？

多晶硅曾是全球最为稀缺的光伏材料，一度被爆炒到 400 美元/公斤。然而在经历金融危机后价格重挫，目前为每公斤 18.5 美元上下。

过山车式的大起大落，倒没有让多晶硅的市场需求有任何放缓迹象，中美等地的光伏安装总量节节攀升之时，同样也带动了多晶硅这一原材料的热度，近几年来后者的销量依然势如破竹，连创新高。

然而，在 4 月 11 日新能源港股——顺风国际下属子公司负责人唐骏失联消息散播开来后，《第一财经日报》记者获得的多方消息显示，唐骏正应海关要求协助调查，可能涉及的正是多晶硅进口调查。这不仅让多晶硅成为搜索高频词，也让整条多晶硅进口的不法利益链渐渐浮出水面。

截至记者发稿，海关方面依然没有给出最新的回应，对个别光伏高管协助调查的详情也未公布，而被质疑可能涉及多晶硅走私的隆基股份甚至在 4 月 13 日午间紧急澄清多晶硅进口报税手续完备。但行业内众所周知的是，通过伪造原产地证、改变进口售价、好料次料“调包”等方式，进口多晶硅贸易商的玩法众多、花样迭出，就差某个事件把它彻底曝光了。

1 唐骏是否在配合对“荣德系”的调查？

顺风国际的一名高管对《第一财经日报》记者表示，此次配合海关调查的顺风光电科技有限公司(下称“顺风光电”)执行总裁、无锡尚德太阳能电力有限公司总裁唐骏，应海关要求正协助调查。

这名高管对记者称，唐骏接替前任熊海波赴无锡尚德不过一个月左右，时间不长，“因此，唐骏在海关协助调查的事件，与无锡尚德、顺风国际、顺风光电都没有关系。”

不少业内人士判断，唐骏协助调查可能与其以往工作经历有关。记者梳理发现，先后在昱辉阳光、“荣德系”工作过的唐骏，与多晶硅采购有过接触。目前的主要报道也将焦点对准了多晶硅。

以“荣德系”为例，其主要涵盖了扬州荣德新能源科技有限公司(下称“扬州荣德”)、镇江荣德新能源科技有限公司(下称“镇江荣德”)等两家光伏硅片厂。扬州荣德成立于 2010 年 6 月，主营多晶硅的下游产品硅片，该公司从外部采购多晶硅后加工成硅片，再卖给下游电池客户。镇江荣德的业务与其类似，成立时间稍晚于扬州荣德。

但多名知情人士告诉本报记者，作为多晶硅终端客户，类似“荣德系”的这类硅片厂完全没有必要走私多晶硅。“荣德系”是前行业巨头无锡尚德的子公司，财报会并入无锡尚德体系之中，而无锡尚德一度在美国纽交所上市，异常严格的监管体系，使得“荣德系”没有必要冒多晶硅走私或不合规避税的风险。而且，硅片厂完全可以通过“加工贸易手册”的方式来避税。

举例来说，正如单晶硅片厂商隆基股份的一名权威人士对《第一财经日报》记者所言，硅片厂于海外采购多晶硅，再制成硅片并对外大量出口，“一进一出”，海外采购的这部分多晶硅进口关税就不用缴纳了。该公司也曾通过“加工贸易手册”来免缴关税。

不过需要注意的是，2014 年 8 月商务部发布了“58 号文”(《关于暂停太阳能级多晶硅加工贸易进口的公告》)并给予多晶硅企业加工贸易一年的延缓期后，到 2015 年 9 月时“加工贸易手册”已经失效，进口多晶硅将不能再通过这类方式开展业务。

所以，目前对于唐骏协助调查的主要猜测仍旧集中在多晶硅方面。事实上，最近一段时间以来，有一些贸易商因涉多晶硅走私被海关带走协助调查，以较低税率进口是他们的普遍目标。

“按照我们的推测，唐骏自己不会有啥问题，可能与他以前所在的硅片厂经历有关。”在光伏领域浸淫多年的杨女士猜测，对应的进口多晶硅贸易商或有很大问题。

不过前述顺风国际高管坚称，唐骏在“荣德系”的工作时间不长，可能也就 1~2 年，而且虽为高管，也只是代管，或许海关调查涉及的是唐骏的前东家昱辉阳光。

但昱辉阳光方面 4 月 13 日在电话回应本报记者采访时表示，目前没有接到前员工及现有职员在海关配合调查的消息。

2 多晶硅进口避税“花样百出”

随着越来越多的消息把唐骏协助调查一事和多晶硅扯上了关系，外界的目光自然聚焦到了多晶硅进口的利益链条上。

一名多晶硅咨询业者对记者表示，国内还没有大规模爆发过多晶硅不法牟利、大规模走私的案例，但如果海关要彻查多晶硅进口的陈年旧案，也可能会翻出一些东西。

事实上，根据多位业内知情人士的说法，多晶硅进口过程中的猫腻并不少。

近期最为常见的便是改换“原产地”。由于多晶硅产量较大的美方企业已被中国征收高额“双反”税，因而不少人就想出了找中国台湾作为原产地的办法来进口。

来自中国有色金属工业协会硅业分会的消息显示，去年 11 月，从台湾作为转口地进入大陆的多晶硅量高达 1004 吨，占当月总进口量的 10%，连续 5 月超越美国成为第三大进口地区。2015 年全年，我国累计进口多晶硅达到 11.6892 万吨，同比增加 14.4%，全年累计从台湾转口多晶硅量达 10722 吨，占总进口量的 9.2%。而今年前期，台湾作为主要进口原产地的现状依然没有改变，2 月份我国大陆地区从台进口的多晶硅达 1317 吨，占比仍高达 12.7%。

有色协会硅业分会指出，众所周知台湾没有多晶硅生产商，但海关数据中发现台湾作为原产地出现，一种可能是伪造原产地证，另外则是需要征收高额关税的美国将多晶硅转口台湾，加工成铸锭出口大陆从而规避关税。

与此相呼应的是，近期台湾从美国进口多晶硅的数量，与台湾进入大陆的多晶硅量基本吻合，这也意味着台湾从美国进口多晶硅几乎全量转入大陆，可见，美国多晶硅通过台湾转口的规避现象日益猖狂。

当然，进口多晶硅的猫腻还不止改换原产地这一种。一部分多晶硅贸易商可能曾将每公斤三四百美元的多晶硅，以 200 美元左右的价格申报，金额做低从而减少税收。而这一做法在 2006 年~2008 年多晶硅疯涨阶段十分奏效，那时的多晶硅价格波动大，国内出货极少，完全

依靠海外进口，而海关对价格的查验也难。不少业内人士都知道，贸易商随便做几单，就会大赚特赚。

2008 年以后，尽管保利协鑫、大全新能源等国内多晶硅企业大幅释放产能，却仍难满足国内下游电池及组件厂商的胃口。多家研究机构的数据显示，2014 年全球光伏市场规模为 44G 瓦，比 2013 年的 37G 瓦有大幅增长。同时，就在 2014 年，中国的组件供应商约为全球提供了 79%的电池组件，而 2007 年这一比例只不过在 30%左右。组件销量的大幅增长，也拉动了对多晶硅的需求，因此后者依然存有很大市场。

在这一背景下，尤其是需求旺盛阶段，一些进口贸易商还可能改变多晶硅的品项来变相“降税”。根据业内标准，多晶硅分为 A、B、C 等多个等级，A 最好，C 最次，用价格更低的 C 报税，但实际进口的则是 A。这样的“花样”并不少见。🌞

2016 年第一季度新增光伏发电装机容量 714 万千瓦

2016 年第一季度，全国新增光伏发电装机容量 714 万千瓦，其中，光伏电站 617 万千瓦，分布式光伏 97 万千瓦。累计光伏发电装机容量达到 5031 万千瓦，同比增加 52%，其中，光伏电站 4329 万千瓦，分布式光伏 703 万千瓦。一季度光伏发电量 118 亿千瓦时，同比增加 48%。全国弃光限电约 19 亿千瓦时，主要发生在甘肃、新疆和宁夏，其中，甘肃弃光限电 8.4 亿千瓦时，弃光率 39%；新疆（含兵团）弃光限电 7.6 亿千瓦时，弃光率 52%；宁夏弃光限电 2.1 亿千瓦时，弃光率 20%。

一季度光伏发电格局发生变化。华北、华东、华中和南方地区新增光伏发电装机均超过100万千瓦，分别为150万千瓦、131万千瓦、130万千瓦和104万千瓦，新增装机规模超过50万千瓦的省份包括：云南94万千瓦、山东88万千瓦、新疆71万千瓦、陕西60万千瓦、安徽58万千瓦、浙江53万千瓦和江西52万千瓦。华北、华东、华中和南方累计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。中东部地区累计光伏发电装机容量超过100万千瓦的省份包括：江苏440万千瓦、河北272万千瓦、山东221万千瓦、浙江217万千瓦、安徽179万千瓦、山西122万千瓦。全国各省（区、市）2016年第一季度光伏发电建设运行信息简况详见附表。

2016年第一季度光伏发电建设运行信息简况

河南	68	40	27	26
湖北	79	69	31	26
湖南	29			
广东	74	9	10	2
广西	12	5		
海南	24	19		
重庆				
四川	56	50	19	17
贵州	3	3		
云南	158	157	94	94
西藏	17	17		
陕西	177	172	60	60
甘肃	617	612	7	7
青海	568	568	4	4
宁夏	346	341	38	35
新疆自治区	477	473	71	71
新疆兵团	162	162	2	2

SOLARZOOM
www.solarzoom.com

省（区、市）	累计装机容量		新增装机容量	
		其中：光伏电站		其中：光伏电站
总计	5031	4329	714	616
北京	16	2		
天津	13	3	1	
河北	272	245	33	33
山西	122	116	8	5
内蒙古	515	497	27	27
辽宁	19	8	2	1
吉林	9	7	3	1
黑龙江	7	5	5	4
上海	24	2	3	
江苏	440	308	18	4
浙江	217	74	53	31
安徽	179	138	58	49
福建	15	3		
江西	96	67	52	50
山东	221	156	88	68

SOLARZOOM
www.solarzoom.com

风电光伏产品将启动“中国绿色产品”认证

据《中国科学报》消息，近日，中国国家认证认可监督管理委员会启动了中国绿色产品合格评定体系建设项目，研究部署“中国绿色产品”认证和标识制度整合建设工作。这标志着中国政府“整合绿色产品标准、认证、标识体系”进入实质性推进阶段。其中，风电、光伏产品也将纳入“中国绿色产品”合格评定体系。

据国家认监委有关负责人介绍，2015 年 9 月，国务院印发《生态文明体制改革总体方案》，提出“建立统一的绿色产品体系，将目前分头设立的环保、节能、节水、循环、低碳、再生、有机等产品统一整合为绿色产品，建立统一的绿色产品标准、认证、标识等体系”的工作任务。国家认监委随后全面、高效地完成了制度设计的基础信息储备，通过开展国内外政策研究和制度、标准比对，初步理清了“中国绿色产品”合格评定体系建立的工作思路，制定完成了初步整合方案。🌞

Q1 全球清洁能源投资下降 12%，中国降幅超 3 成

据彭博社新能源财经发布最新数据显示，今年一季度，全球清洁能源投资同比下降 12% 至 531 亿美元。

在 2015 年全球清洁能源投资创下历史新高之后，一季度即迎来大幅下滑。不过，彭博社新能源财经也表示，一季度投资额度通常是一年中最低的，当更多交易披露后，这一数据可能会得到修正。

一季度，中国清洁能源投资同比下降 37%至 118 亿美元，巴西同比下降 27%至 10 亿美元。彭博社新能源财经认为，中国和巴西经济增速放缓在一定程度上遏制了电力需求增长，从而使得全球清洁能源投资总额下降。

彭博社新能源财经咨询委员会主席 Michael Liebreich 表示，“基于一季度的数据，2016 年的清洁能源投资总额如果要超越 2015 年将面临很大难度。要指出的是，中国并不是导致全球清洁能源投资下降的唯一原因。除了中国和巴西，一季度，南非清洁能源投资几乎是 0，这主要是因为首轮清洁能源项目招标时机未到。日本清洁能源投资同比下降 19%至 68 亿美元，智利、墨西哥和乌拉圭等在 2015 年创出佳绩的国家在今年一季度都表现平平。”

整体而言，一季度，欧洲是表现最强劲的地区，清洁能源投资同比增长 70%至 170 亿美元，其中三笔风电项目投资均超过 10 亿美元。一季度，美国清洁能源投资同比增长 9%至 97 亿美元。

彭博社新能源财经咨询委员会主席 Michael Liebreich 表示，“基于一季度的数据，2016 年的清洁能源投资总额如果要超越 2015 年将面临很大难度。要指出的是，中国并不是导致全球清洁能源投资下降的唯一原因。除了中国和巴西，一季度，南非清洁能源投资几乎是 0，这主要是因为首轮清洁能源项目招标时机未到。日本清洁能源投资同比下降 19%至 68 亿美元，智利、墨西哥和乌拉圭等在 2015 年创出佳绩的国家在今年一季度都表现平平。”

除了欧美，印度一季度投资同比增长 6%至 19 亿美元，非洲肯尼亚和吉布提表现也很出色。

从投资类型来看，一季度，公共电力事业单位规模型清洁能源投资达到 343 亿美元，同比下降 16%；小规模型太阳能项目（装机小于 1MW）获得投资 174 亿美元，同比增长 3%。

发改委官员：差价补贴变定额补贴，改革光伏发电价格形成机制

在 4 月 26 日举行的“2016 中国光伏领袖高峰论坛”上，国家发改委价格司电价处负责人侯守礼表示，为进一步扩大市场对资源配置的决定性作用，可研究逐步将直接制定分资源区标杆电价水平转为制定价格形成规则。

侯守礼说，在各项利好政策的激励下，光伏发电等可再生能源产业发展迅速，但也出现了弃光现象严重、补贴资金缺口加大等突出问题。

结合当前光伏产业发展情况，针对光伏发电价格机制及发展过程中存在的突出问题，侯守礼认为可以作以下几点考虑：

一是改革光伏发电价格形成机制。为进一步扩大市场对资源配置的决定性作用，研究逐步将直接制定分资源区标杆电价水平转为制定价格形成规则，即上网标杆电价由当地燃煤机组标杆上网电价（含脱硫、脱硝、除尘）或市场交易价格，与定额补贴两部分组成，将现有差价补贴向定额补贴转变，同时鼓励项目参与市场竞价，强化市场竞争在发电价格形成中的重要作用。

二是完善补贴标准，建立补贴逐步下调机制。考虑价格政策衔接、项目建设时期不同等实际因素，初步考虑制定差异化光伏发电补贴标准，并伴随产业技术进步，逐步下调光伏发电补贴水平，直至取消补贴。

三是配合做好可再生能源配额交易机制研究。目前，能源局正在牵头研究推进可再生能源配额交易机制，将积极配合，鼓励光伏等可再生能源发电企业通过市场交易获得相应收益，一方面减少中央财政资金的负担，另一方面，也通过市场机制优化能源资源配置、促进多产业的平衡发展。

四是研究促进可再生能源就近消纳、储能发展的价格政策，促进可再生能源健康可持续发展。🌞

企业动态

华尔街宠儿变弃儿：股价从 89 下跌到 0.2 美元 SunEdison 申请破产

光明、未来、无污染、可再生.....围绕着这些词语，美国新能源巨头 SunEdison 曾红极一时。

1996 年上市后，SunEdison 的股价在 2007 年 12 月底达到了历史最高，每股 89.63 美元。届时正值美国资本市场上新能源概念的崛起，SunEdison 是其中的先锋之一。而截至今年 4

月 25 日，SunEdison 的股价（已从纽交所转到场外市场）只有 0.222 美元，还不到历史峰值的四百分之一。

导致 SunEdison 股价惨剧的原因正是其扩张过快债台高筑。就在 4 月 21 日，无力偿还债务的 SunEdison 不得不依据《破产法》第十一章，提出破产保护申请。

过度扩张债台高筑

它是全球最大新能源开发商（注：官网和媒体的说法），拥有 750 多项相关专利，但正是“没有最好只有更好”的野心，反而让 SunEdison 走向破产的边缘。

4 月 21 日，SunEdison 在向美国曼哈顿法院提出的破产保护申请中提到，截至去年 9 月 30 日，该公司拥有资产 207 亿美元，负债 161 亿美元。SunEdison 将留有 3 亿美元的债权人资产用以支撑公司正常运营，支付员工薪酬、支付供应商和分销商经费等。

美国《破产法》第十一章规定，破产公司，也就是债务人，仍可照常运营，公司管理层继续负责公司的日常业务，其股票和债券也在市场继续交易，但公司所有重大经营决策必须得到一个破产法庭的批准，公司还必须向证券交易委员会提交报告。

不过，SunEdison 旗下两家在纳斯达克上市的可再生能源投资信托公司（YieldCo）TerraForm Power 和 TerraForm Global 不在破产保护的申请范围内。

为什么说是野心让 SunEdison 走向了破产边缘？美国财经网站《SeakingAlpha》去年 8 月的一篇文章早已看穿要害：SunEdison 面面俱到的雄伟商业模式让人担忧。

记者在其官网上看到，作为全球最大的新能源巨头，SunEdison 涉猎广泛。太阳能产业链上的多个环节，太阳能电池组件生产、大型光伏发电、分布式光伏发电，SunEdison 都重金布局；能源储存、风能也是该公司的主要投入方向；甚至相对新兴的业务如微电网等，SunEdison 也有所涉及。文章当时就点评称，“它显然是试图尽量覆盖可再生能源的每一个方面。”

“考虑到 SunEdison 的商业模式汇集了众多资源，债务应该会成为影响该公司长远潜力的重要指标。”

果不其然，几天前 SunEdison 申请破产保护的原因就是债台高筑。当然，一位熟悉海外市场的光伏业内人士向记者表示，该公司此前一度被市场和投资者看好，此番遭遇危机，虽主要由于自身经营和债务问题，但也凸显在低油价背景下，新能源行业面临较大成本压力。

华尔街宠儿变弃儿

让分析师看穿 SunEdison 模式弊端的，源于去年二季度的一笔收购。去年 7 月 20 日，SunEdison 宣布斥资 19 亿美元收购家用太阳能装置公司 VivintSolar。商用业务已经众多，SunEdison 还要进军家用太阳能，旋即引发投资者对其现金流质量和商业模式的担忧。要知道，最近两年来总额 31 亿美元的收购狂潮已让 SunEdison 债务失控。

记者在发布于去年 8 月的公司二季度财报中看到，当季 SunEdison 净亏损 2.63 亿美元，大于市场预期，公司债务已高达百亿美元。然而，此项交易最终未能达成，SunEdison 也因此接受美国能源部和美国证监会的调查。

华尔街投资者要的是未来，他们看中的是预期收益与风险，而不是财报中“营收创记录”这样的字眼。宣布收购的第二天，公司股价遭到疯狂抛售。去年 7 月 21 日，SunEdison 股价暴跌 7.23%，当月暴跌 20.74%，从美股 31.66 美元跌至 24.86 美元。当时至今（今年 4 月 21 日），SunEdison 股价下泻 98%，今年短短不到五个月时间，股价就狂泻 93.38%。

如果细数称得上“华尔街宠儿”的股票，跌得没底的 SunEdison 绝对曾是其中一只。这家公司市值曾超过 100 亿美元，如今（4 月 15 日）却只有 4572 万美元。更别提破产申请中的 161 亿美元债务。

去年 10 月，绿光资本创始人大卫·艾因霍恩（David Einhorn）还称 SunEdison 是一家“运营良好、得益于开放式成长机会”的公司。如今的 SunEdison 是“华尔街宠儿变弃儿”。

SunEdison 让对冲基金最受伤。包括 Altai 资本管理公司、AQR 资本管理公司、拉里˙罗宾斯的 Glenview 资本管理公司、大卫·艾因霍恩的绿光资本、莱昂·库伯曼的欧米加顾问（Omega Advisors）、冷杉树合伙人（Fir Tree Partners）、Appaloosa 资本管理公司、史蒂芬·曼德尔的孤松资本（Lone Pine Capital）。

彭博社数据显示，去年底以上对冲基金拥有一半以上的 SunEdison 流通股，到今年 4 月 17 日，这些对冲基金只有用 32%的 SunEdison 流通股了。绿光资本的大卫˙艾因霍恩将该公司流通股占基金整体投资组合的比例从今年一月的 6.8%砍到了 2.8%。原因正是绿光资本基金去年整体亏损 20%，其中有很大部分都是 SunEdison 暴跌引起的。

Altai 资本管理公司最新年报显示，截至 2015 年 12 月 31 日，其 26%的公开募集资金都投到了 SunEdison 中，另外 26%的资金购买了 SunEdison 旗下两可再生能源投资信托（YieldCo）TerraFormPower 和 TerraFormGlobal 的股份。也就是说，截至去年底，Altai 总共管理的 2.08 亿美元资金，全都投入到了 SunEdison 及相关业务中。

海润光伏股民索赔近 9000 万，近三分之一案件达成和解

备受证券投资维权领域关注的*ST 海润股民维权案又有新进展。根据该公司 2016 年 4 月 23 日发布的公告，有来自全国各地的 375 名投资者对公司发起了起诉，索赔金额近 9000 万元，并有 107 起案件已经达成和解。这意味着投资者通过诉讼拿到赔偿已经没有悬念，更值得留意的是，针对该公司索赔的诉讼时效并没有终止，股民还可以继续加入到索赔的大队伍中。

已有近三分之一案件达成和解

*ST 海润近日发布的一则关于虚假陈述股民索赔案件的公告，透露了关于案件的十分完整的信息，公告显示：

1、截至 4 月 20 日，公司已陆续收到 375 起证券虚假陈述股民索赔案件，诉讼金额共计约人民币 8,775.16 万元，其中共同被告案件涉及金额为人民币 3,073.04 万元，上述案件均由南京市中级人民法院受理；

2、上述 375 起股民索赔案件中，107 起案件已和解，涉及金额合计人民币 2,367 万元；另有 184 起案件已开庭审理，尚未结案；其余 84 起案件尚未开庭审理；

3、鉴于上述 375 起股民索赔案件中已有 107 起案件已达成和解，并且上述和解金额均由公司股东杨怀进先生承担，已和解的部分对公司利润无影响。根据财务部门测算该事项对公司 2015 年度净利润的影响金额预计为人民币 5,126.53 万元，有关情况详见公司 2015 年年度报告。

该案索赔的维权律师之一广东环宇京茂律师事务所刘华浩律师告诉《投资快报》记者，其代理的第一批海润光伏虚假陈述证券责任纠纷案件确已经与海润光伏大股东杨怀进达成和解，并且已经收到海润光伏大股东杨怀进支付的部分赔款。

刘华浩律师称同时表示，由于海润光伏违法期间股民人数高达 12 万之多，但目前起诉人数不足总人数的千分之四，预计随着该案的持续发酵，该案的索赔人数及规模将有可能翻倍。目前，其手上尚有近百人未立案，新一批的案件将会在今年 5 月份向南京市中级人民法院提交起诉材料。

索赔事由回顾：发布误导性利润分配预案被罚

2015 年 10 月 23 日，海润光伏发布公告称收到江苏证监局《行政处罚决定书》，该处罚决定书认定：海润光伏、公司原股东紫金电子、公司原股东九润管业、杨怀进于 2015 年 1 月 23 日披露的《2014 年度利润分配预案预披露公告》和《关于海润光伏科技股份有限公司 2014 年利润分配及资本公积转增股本预案的提议》存在误导性陈述。二、公司原股东九润管业、江阴市爱纳基投资有限公司、江阴市润达轴承有限公司超比例减持情况未完整予以披露。三、公司原股东九润管业从事短线交易。

证监会认为，海润光伏及其三大股东杨怀进、紫金电子、九润管业于 2015 年 1 月 23 日，即在法定业绩预告截止期前的敏感时点，采用模糊性的语言，对 2014 年经营状况进行描述，并作为高比例转增提议的理由，结合资本市场上业绩良好才会高转增的惯性思维，足以使投资者对公司 2014 年经营业绩产生错误判断，从而影响其投资决策。证监会还认为，海润光伏信息披露内容与实际情况存在较大差异，给投资者造成了利润为正、公司经营状况良好的错误判断，客观上给投资者造成了误导。

根据《最高人民法院关于审理证券市场因虚假陈述引发的民事赔偿案件的若干规定》的规定，若存在投资损失的投资者，其目前有权依法提起索赔诉讼，要求海润光伏和有关责任人赔偿投资差额损失及相应佣金、印花税和利息。

诉讼时效尚未截止 受损股民仍可起诉

海润光伏是去年 10 月 23 日收到行政处罚的，根据《最高人民法院关于审理证券市场因虚假陈述引发的民事赔偿案件的若干规定》第五条第一款之规定，本案诉讼时效从上述处罚作出之日，即 2015 年 10 月 23 日起计算二年，也即诉讼时效截止日期为 2017 年 10 月 22 日。

刘华浩律师表示：此案索赔法律依据充足，且已经有获赔案例，后续符合索赔条件的股民起诉获赔的可能性极大。目前距离本案诉讼时效截止尚有一年半左右的时间，请广大受损股民切莫躺在权利上沉睡，应及时行权。

记者提醒股民，本案符合索赔条件的股民为：2015 年 1 月 23 日至 2015 年 1 月 30 日期间买入海润光伏(600401)股票且在 2015 年 1 月 30 日之后继续持有海润光伏股票或卖出海润光伏股票，存在亏损的股民。如受损股民决定参与索赔，需提供的诉讼资料包括：1、股民身份证(或经公证的复印件)2、对账单或交割单(载明身份账号，开始日期和结束日期，加盖证券公司的章)。🌞

苹果进军中国光伏 “中环股份+苹果+SunPower”集团作战

近日，市值超过 7000 亿美元，全球最知名的科技公司苹果宣布，其将通过注资四川晟天新能源，首度在中国建设光伏电站。而与之呼应，四川晟天新能源第一大股东，A 股上市公司——中环股份也在 4 月 15 日晚间发布公告称，公司股票自 4 月 16 日开市起，将因“拟披露重要事项”停牌。

与资本市场表象上的漠视截然相反，事实上，“苹果涉水中国光伏”的消息引发了光伏圈乃至资本圈热情如火的大讨论，只是，人们搞不清，在海外不乏光伏投资的苹果如今来到中国，究竟是“玩玩”，还是要“玩次大的”。

很快，“先知”们纷纷现身阐述己见。明显占据上风的观点“断定”，苹果涉水中国光伏，只是其履行社会责任的“噱头”。毕竟，在与四川晟天新能源的合作中，苹果的身份不过是个财务投资者。

即便如此，仍然有众多疑云萦绕在不甘心错失行情的投资者心头。

比如，在中国投资光伏，并不会像在美国那般，令苹果获得相当于 30%光伏投资额的税务减免；再比如，财力、名气均不同凡响的苹果，本可以“任性”地遴选“中国合伙人”，又为何偏偏要委身于一家本已股东颇多，所采取技术路线又相对“小众”（N 型单晶+低倍聚光）的中国公司呢？

中环股份与 SunPower

公开资料显示，发起设立于 2014 年 10 月的四川晟天新能源发展有限公司注册资金达 26.85 亿元。其初期股权结构为：天津中环半导体股份有限公司出资 7.2 亿元，占股 26.8%;四川发展有限责任公司出资 7 亿元，占股 26.1%;乐山电力股份有限公司出资 5.8 亿元，占股 21.6%;天津津联投资控股有限公司出资 5.6 亿元 ,占股 20.9% ;SunPower Energy Corporation Limited 出资 1.25 亿元，占股 4.6%。

纵览这一阵容，其中不仅有省级投资平台——四川发展、天津津联；亦有国资背景上市公司——中环股份、乐山电力；甚至还有石油巨头道达尔（Total）为第一大股东的美国知名光伏企业 SunPower 于我国香港设立的全资子公司——SunPower Energy。

看似并无交集的国资、外资最终走到了一起。而这一“修成正果”的故事则要追溯到 2012 年初。

彼时，SunPower 决定采购中环股份子公司——环欧国际以钻石线切割工艺制造的 N 型单晶硅片（CZ 单晶硅片、CFZ 单晶硅片），用以生产其“看家”产品之一——高效单晶光伏组件。

很快，这一合作呈现了惊人的效果。在中国光伏恰处“寒冬”的 2013 年，中环股份却实现主营业务出口增长 632.87%（出口额达 13 亿元）。尽管中环股份曾强调，其 N 型硅片还销往了日本及我国台湾，但业界仍固执地认为，获得石油巨头道达尔“力挺”的 SunPower，才是中环股份的最大客户，且没有之一。

合作开发中国应用市场

也许是情投意合，亦或是正逢其时，尝到了甜头的中环股份决心与 SunPower 并肩开拓彼时刚刚萌芽，但很快便跃居全球增长第一的中国光伏应用市场。

作为双方在中国合作开拓光伏应用市场的“桥头堡”，2012 年底，中环股份决定出资 1.6 亿元在内蒙古自治区设立华夏聚光（内蒙古）光伏电力有限公司，占股 40%。

而几乎与如今的四川晟天新能源股权架构如出一辙，华夏聚光的股东名单中，不仅有彼时首次亮相中国的 SunPower（出资 1 亿元，占股 25%）；亦有对光伏项目开发顺利与否起到决定性作用的“地方利益代表”——出资 8000 万元，占股 20%的内蒙古电力（集团）有限责任公司；出资 6000 万元，占股 15%的呼和浩特市金桥城建发展有限责任公司。

此外，令“内蒙项目”乃至此后“四川项目”显得更加“性感”的是：在投资开发光伏电站，并承诺在内蒙古投建以实现低倍聚光系统本地化供应（除电池外）为目标的产线（现产能约为 300 兆瓦/年）的同时，中环股份还宣称，区别于我国光伏发电普遍采用的技术路线，其电站开发将全部采用“基于中环股份 CFZ 的 SunPower 高效光伏组件+SunPower 低倍聚光系统（C7）”的方式开发，甚至还“扬言”，当一些条件达成后（本地化生产、电站规模等），这一光伏发电的度电成本能够摊薄至 0.4 元/度以下。

尽管业界至今仍以“并没有具体且足够的数据支撑、证实 0.4 元/度可实现”为由，表示对“中环股份+SunPower”的质疑，但人们终究看到了“华夏聚光计划在 2017 年前，于内蒙古开发 7.5 吉瓦光伏电站”以及“四川晟天新能源将在四川省规划开发 3GW 光伏电站，长期建设目标超 10 吉瓦”的巨幅蓝图。

SunPower 牵线苹果中环

有了愉快的合作加之宏伟蓝图，SunPower 似乎愈发乐于在中国市场，以及其与中环股份的合作中投入精力。于是，他拉来了苹果。

可以想象，SunPower 正是苹果与中环股份相识的“牵线人”。而谈及 SunPower 与苹果的关系，业界分析人士则更愿精准地将其定位在“紧密”与“不紧密”之间。

其中，“紧密”在于，SunPower 为不少的苹果于美国的办公场所、数据中心兴建了配套的光伏发电站；而“不紧密”则在于，苹果不仅仅收购 SunPower 兴建的光伏电站，且 SunPower 在美国类似苹果的合作伙伴，亦有谷歌（google）等等。

在人们看来，于美国投资光伏，苹果的“好处”大致有三：其一，树立绿色环保的企业形象（苹果曾承诺以可再生能源覆盖其全部电力需求）；其二，依据美国政策，享受相当于光伏投资额 30%的税务减免；其三，通过“碳交易+光伏发电”创造收益。

但在中国，除了无法享受相当于光伏投资额 30%的税务减免外，尚不完善的碳交易市场暂时也难以为苹果的光伏投资创造“附加值”。更何况，相对于苹果公司目前约 40%的毛利率，光伏发电所带来的 8%-12%投资收益率（全部）则实在是“不值一提”。

由此可见，涉水中国光伏，苹果至少短期内，并不以“挣钱”为目的。

那么，他究竟想做些什么呢？一位知情人士向《证券日报》记者透露的信息似乎有助于开阔思路，“SunPower 当然是苹果涉水中国光伏以及与中环股份建立合作关系的‘牵线人’。但苹

果此前也曾独立调研并接触过诸多中国光伏企业，经过权衡，其才敲定了注资四川晟天新能源的计划。而在洽谈合作之初，苹果甚至提出过控股四川晟天新能源的想法。最终放弃，除了受到外资身份局限外，恐怕苹果也极其看重与这些具备地方国资背景股东的合作。”

“其实，苹果此番也为他人做了‘嫁衣’。有了这张名片，四川晟天新能源，乃至华夏聚光未来在四川、内蒙等地获取项目想必会更加顺畅，‘中环股份+苹果+SunPower’组合也会受到来自更多中国地方政府的欢迎。而苹果当然知悉这一切。”该知情人士补充道。

苹果看好中国能源互联网？

无独有偶，据悉曾在中国光伏上游制造端享有“话语权”的欧洲玩家，近期制定了一项暂被命名为“X”的专属计划。

向《证券日报》记者透露这一消息的旅欧专家说，“制定这一计划，出于欧洲人相信中国光伏应用市场，尤其是‘新电改’实施后的分布式光伏市场将空前巨大。而他

们判断，凭借自身在逆变、管理、检测、电力控制等诸多方面的技术优势及经验，加之‘X计划’的逐步实施，欧洲将至少能占有中国光伏应用30%的市场份额”。

苹果会不会也以同样思路，谋划通过投资中国光伏，布局未来的能源互联网市场呢？

短期内，除了政策环境外，分布式光伏快速发展离不开信息技术、互联网技术的支撑；而长远看，未来能源生产“终端”的多元化、小型化等问题，也亟需一套切实可行的高效利用方案。

“这点上，苹果最大的优势在于，其不仅有能力做好，更能让别人相信，他能做好。”一位分析人士向《证券日报》记者表示，“至少，苹果涉水中国光伏，‘志在高远’的几率非常大”。

截至发稿前，苹果专职环境副总裁莉萨。杰克逊终于现身，并对“涉水中国光伏”做出了回应。他介绍，苹果此番参与投资的两个光伏地面电站项目，总装机容量为 40 兆瓦，将分别建于我国四川省阿坝藏族、羌族自治州的红原县和若尔盖县。

此外，“项目产出的电能将并入四川当地电网，而苹果会在办公室和零售店所在地另行购买所需能源。”而更为关键的是，莉萨。杰克逊说，“苹果盼望能为中国带去更多创新。此次投资只是个开头。”🌞

国际市场

日本能源环境革新战略草案：
光伏发电效率升 2 倍、发电成本降至 7 日元

日本内阁府 3 月 24 日召开了能源与环境创新战略工作组第 4 次会议，公布了能源与环境创新战略草案。就下一代光伏发电，提出了转换效率为 2 倍、发电成本为 7 日元/kWh 以下的目标。

该战略是在 2015 年底举行的第 21 届联合国气候变化框架公约缔约方会议(COP21)上，提出了地球变暖对策的长期目标是保证使全球整体的平均气温上升幅度低于 2℃的情况下，立足于到 2050 年前后的长期视点，为从根本上实现削减温室气体的革新而制定的。

在综合科学技术与创新会议上制定的环境能源技术革新计划（2015 年 9 月修订），以预计中短期（到 2030 年）和中长期（2030 年以后）能实用化的技术为对象，而能源与环境创新战略则举出了与现有技术的连续性不高、影响较大的革新技术。

选择了以下 7 个领域：（1）创新生产工艺；（2）超轻量耐热结构材料；（3）新一代蓄电池；（4）氢等的制造、储藏、利用；（5）新一代光伏发电；（6）新一代地热发电；（7）二氧化碳固定化及有效利用。

蓄电池和氢制造作为吸收光伏发电和风力发电输出变动的技术作用非常大，因此，这些加起来，7 个领域中有 4 个领域与可再生能源有关

对新一代光伏发电领域的技术影响，战略中写明了转换效率要提高至目前普及的光伏发电的 2 倍、;通过降低制造和设置成本并大幅提高发电效率，实现与基础电源相当的发电成本（7 日元/kWh）。这些影响预测与 NEDO（新能源产业技术综合开发机构）2014 年 9 月发布的光伏发电开发战略（NEDOPVChallenges）是相协调的（图）。

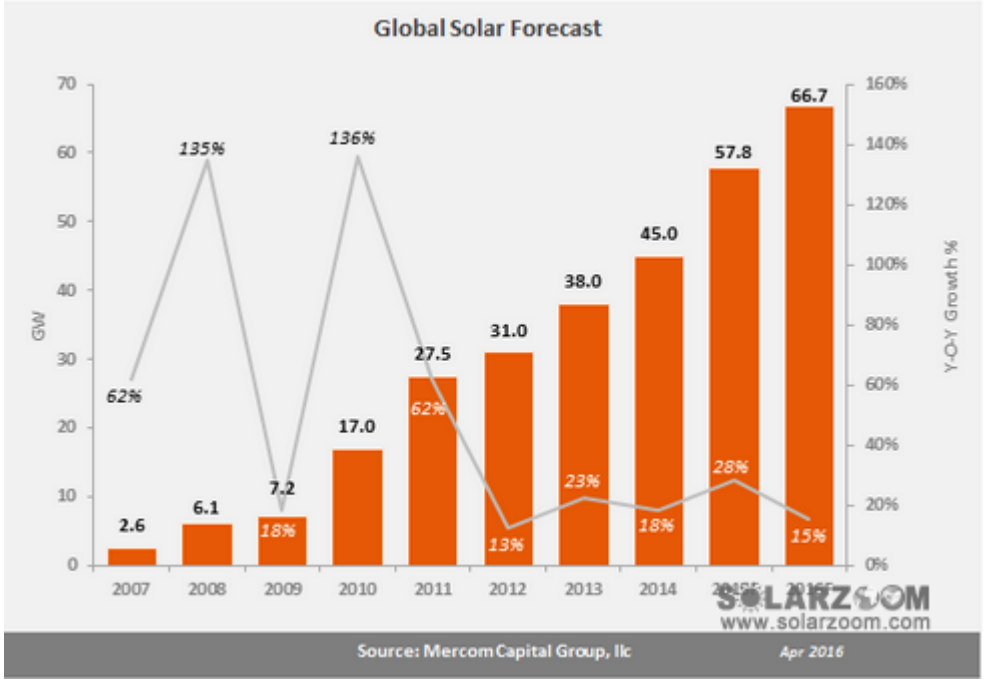
图：NEDO 的光伏发电技术发展蓝图（出处：光伏发电开发战略 NEDO PV Challenges）

革新技术利用将利用与目前的太阳能电池完全不同的新结构和新材料，举出了量子点及钙钛矿等。

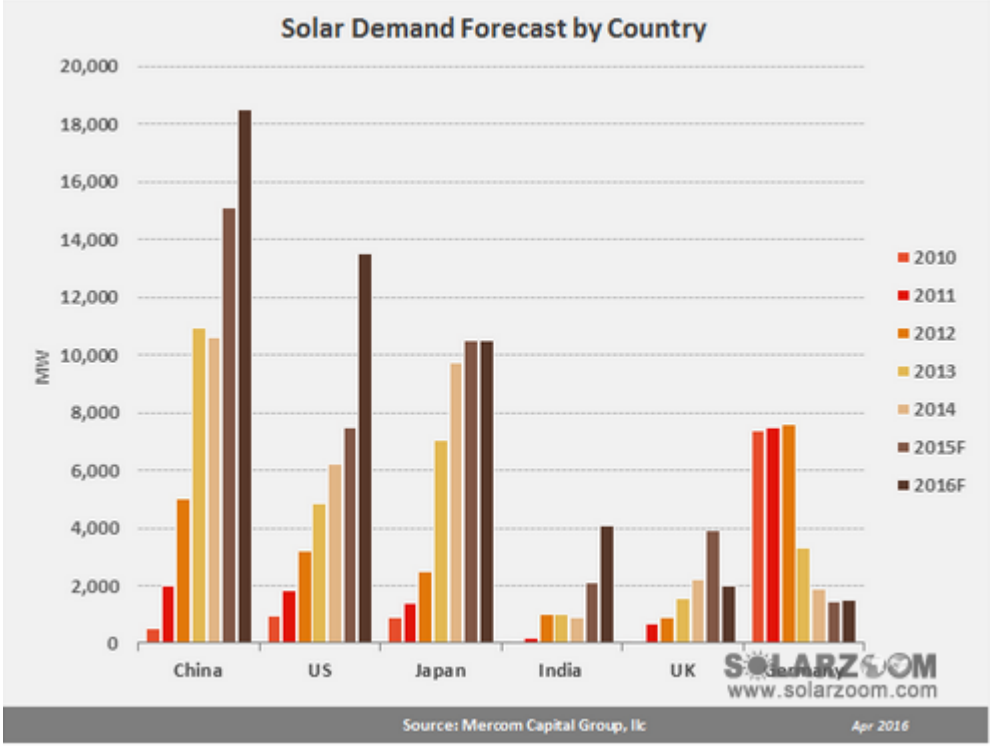
2016 年全球新增太阳能装机容量约 66.7GW

据 Mercom 资本发布的最新报告透露，2016 年，全球新增太阳能装机容量将达到 66.7 吉瓦。

其中，中国、美国、日本和印度将是今年新增太阳能装机容量贡献最大的四个国家。



Mercom 资本首席执行官 RajPrabhu 表示，“今年，太阳能装机容量有望实现同比增长。从 2007 年的 2.6 吉瓦到 2016 年的 66.7 吉瓦证明了太阳能已经成为世界上增速最快的发电资源之一。”



Mercom 资本还预计，今年，中国新增太阳能装机容量将从 2015 年的 15.1 吉瓦增至 18.5 吉瓦。根据中国能源局披露的数据显示，今年一季度，中国已经完成 7.14 吉瓦太阳能装机容量，使得全国累计装机已经超过 50 吉瓦。

同时，得益于美国投资减免税的继续实施，今年美国有望新增太阳能装机容量 13.5 吉瓦。

2016 年，日本有望新增太阳能装机容量 10.5 吉瓦，推动实现 2020 年新增太阳能 28 吉瓦的目标。但是，今年 3 月起，日本政府的上网电价补贴税率被降至 11%。

此外，今年印度有望新增 4 吉瓦太阳能装机容量，排在全球第四。欧洲地区，英国、德国和法国将成为今年太阳能新增装机容量前三大市场。

2015 太阳能电池单元全球榜单

美国光伏发电市场研究与咨询公司 SPV Market Research 的最新报告（The Photovoltaic Manufacturer Shipment Report，太阳能电池厂商供货量报告）显示，2015 年全球太阳能电池单元（发电元件）的供货量比上年增长 29%，达 50.8GW。前十名厂商的总供货量占总数的 53%（图 1）。

图 1：全球太阳能电池单元供货量走势（2010～2015 年）

按厂商排名，第一名中国天合光能（Trina Solar）2015 年的太阳能电池单元供货量为 3.63GW。连续两年蝉联榜首，2015 年该公司的全球份额为 7%。该公司刚刚在年初完成了对荷兰太阳能电池厂商 Solland Solar 旗下的太阳能电池制造工厂等全部资产的收购。

紧随天合光能之后的是中国晶澳太阳能（JASolar）。2015 年的单元供货量为 3.62GW，仅比天合光能少 14MW。该公司从 2014 年开始，每年将单元供货量提高 29%，缩小了与天合光能之间的差距。

前三名的份额基本相当

第 3 名韩国韩华 Q-Cells（HanwahQ-Cells）全年的单元供货量为 3.4GW（图 2）。该公司目前在中国、德国、马来西亚、韩国等 5 个国家生产太阳能电池单元，现在的单元年产能为 4.3GW，在全球首屈一指。

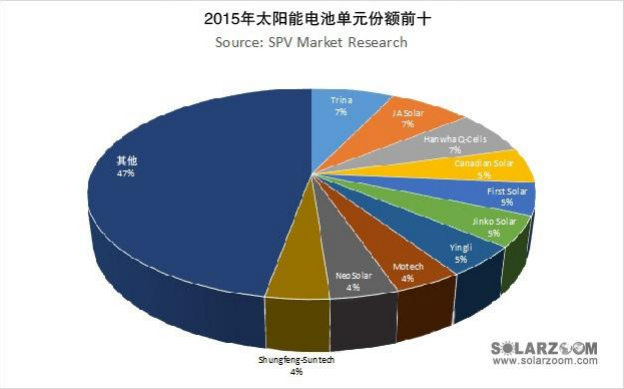


图 2：太阳能电池单元世界市场份额前十（年供货量）

报告显示，韩国 2015 年的太阳能电池单元供货量比 2014 年增长 69%，达 2.2GW。韩华 Q-Cells 对此作出了很大贡献。

中国尚德太阳能电力有限公司（SuntechPower）曾在 2010 年、2012 年两度登上太阳能电池单元供货量世界第一的宝座，但在 2013 年 3 月宣告破产。之后，中国的顺风光电国际有限公司（Shunfeng Photovoltaic International）收购尚德太阳能的的资产，将其纳入旗下。

顺风还于 2015 年收购了美国生产硅基太阳能电池和模块的企业 Suniva 的 63%股份，将生产网络拓展到了美国市场。被收购的尚德太阳能作为 Shunfeng-Suntech，重新回到了前十名行列。

除了排在第 5 名的美国企业第一太阳能（First Solar），前十名的主要单元生产基地均设在中国。

日本厂商无缘前十

2015 年的前十名榜单中没有出现日本厂商的名字。在 2014 年，除了京瓷勉强跻身前十之外，夏普、松下、三菱电机、SolarFrontier 等日本厂商也都悉数落榜。

在 2001 年～2007 年，夏普一直占据着单元供货量第一的宝座。SPV Market Research 的创始人、首席市场分析师 Paula Mints 表示，在光伏发电产业的历史上，这是一家企业独占榜首最长的一段时间。之后，夏普跌下了第一的宝座，最后一次跻身前十是 2012 年的第 9 名（图 3）。

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Suntech	Suntech	Yingli	Yingli	Trina	Trina
2	JA Solar	First Solar	First Solar	Trina Solar	JA Solar	JA Solar
3	First Solar	JA Solar	JA Solar	JA Solar	Hanwah Q-Cells	Hanwha Q-Cells
4	Yingli	Yingli	Suntech	Canadian Solar	Yingli	Canadian Solar
5	Q-Cell	Gintech	Trina	First Solar	NeoSolar	First Solar
6	Sharp	Trina	Canadian Solar	Hareon	Jinko Solar	Jinko Solar
7	Trina	Motech	Motech	Motech	Motech	Yingli
8	Motech	Canadian Solar	Gintech	NeoSolar	First Solar	Motech
9	Gintech	Sharp	Sharp	Jinko Solar	Canadian Solar	NeoSolar
10	Kyocera	Jinko Solar	NeoSolar	Gintech	Kyocera	Shungfeng-Suntech

SOLARZOOM
www.solarzoom.com

图 3：太阳能电池单元世界前十（2010～2015 年）

谈到今后日本厂商在国际光伏市场上的位置，Mints 说："日本厂商是光伏发电产业的先锋，京瓷与 SolarFrontier 以生产高档产品而备受好评。但日本厂商今后仍然会在激烈的价格竞争中陷入苦战，未来也几乎不可能在全球太阳能电池单元市场上扩大份额。"

Mints 认为，中国厂商正在美国、墨西哥和其他国家扩大产能，今后仍将继续垄断前十名的位置。Mints 的报告称，截至 2015 年底，全球太阳能电池的累计供货量为 215GW，到 2023 年预计将达到 1TW（1000GW）。

观点评论

三论电力交易：从各地实施细则看新能源的未来

3 月下旬，对于“新能源参与电力交易”而言有两个重要性的事件：一是国家发改委发布《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》，二是新疆、广东出台了 2016 年电力直接交易实施细则。前者的意义在于通过将可再生能源发电分为“保障性收购电量”和“市场交易电量”，对新能源的最低发电小时数和收益进行“托底”。后者的意义在于，通过各地试点逐步清晰电力交易的推进思路，从而加速推进电改和市场化建设。

在上两篇电力交易的分析报告（《国内西部电站复苏的曙光：初论电力交易》、《电力交易是“新能源全面替代火电”的充分且必要条件吗？再论电力交易及电力定价模型》）中，我们通过对银东直流电力交易的案例分析及对电力定价模型的理论探讨阐述了电力交易是解决新能源限电问题的充分且必要条件。而本篇报告作为电力交易的第三篇，则将从各地实施细则的角度展开深度分析，探讨各地交易规则将如何影响市场运行，并最终再次落脚于新能源限电问题的解决。

【电力交易各地实施细则比较讨论】

2015 年底以来，随着六个电改配套文件的出台，各地电力交易主管部门纷纷出台实施细则。随着 3 月下旬新疆及广东的细则出台，电力交易试点省份数量进一步扩大，电力交易试点内容亦不断向纵深方向发展。截止目前为止，各参与试点省份的市场特征各不相同，如：广东是全国用电量最大、发电用电比较低的“电力净输入”省份；山东是发电及用电相对平衡、直购电较为发达的省份；云南是发电用电比较高、水电占比较高的“电力净输出”省份；甘肃、新疆

则是发电用电比较高、新能源占比较高且严重限电的省份。虽然电力交易早在 2013-2014 年时就已经开始试点 ,但本批实施细则的出台是在中共中央电改 9 号文及六个配套文件出台后的第一次，也是吸收了两三年试点经验后的一次全面升级。

表 1 为 SOLARZOOM 新能源智库对甘肃、云南、山东、新疆、广东五个试点省份电力交易实施细则的汇总和比较（详见完整版）。从中，可以得到以下初步结论：

（1）从购电主体的角度看，电力大用户被允许参与电力交易，“用电容量达 1MVA、200 万度电”或将成为一个参与电力交易的分水岭；售电公司在广东的实施细则中首次被纳入，而其他省份的实施细则还没有将其考虑在内。售电公司在电力交易中的出现是提升价格发现能力的重要标志之一，原因在于，售电公司作为一个以电力交易为主营业务的主体，其专业性及对于价格的敏感度将远高于电力用户。

（2）无论是购电主体还是售电主体，电力交易的强制性参与条款暂时尚未在各地细则中得到强化和体现。

（3）交易期限方面，除了云南展开了日前交易外，其余省份的试点仍然以中长期交易为主——“月度”则是一个相对主流的交易期限。目前的各地试点中，尚未出现日内交易的身影，除了山东外也没有太多试点省份针对目前的峰谷电价设定规则 ,这意味着电力交易的价格发现功能仍将在较长时期内存在一定缺陷，并且很难通过价格机制诱导电力用户作出需求侧响应。

（4）电量申报限制方面，各地细则基本上都不允许发电企业的申报值超过其发电能力，这是电力市场化交易尚处于初期阶段的一个重要表现。缺乏卖空、投机、套利力量的参与，将限制电力价格的有效发现。

（5）价格申报限制方面，云南、山东省份设置了一定的限价区间，而其他省份尚未明确作出规定。其中较有特色的是，云南省的价格申报区间设置以标杆上网电价及用户目录电价为上限，并以 0.1 元/KWH 作为限价区间的下限，“力求”市场交易电价的大幅降低。

（6）最小交易单位方面，除广东外的大多数省份均设置了 1 万 KWH 为门槛；最小报价单位方面，除新疆外的大多数省份将其设置为 0.001 元/KWH。

（7）价格模式方面，除了云南作为第一批输配电价改革试点的省份外，其余省份均以“顺推法”作为购电价格的定价依据，保持目前电网买卖价差的不变。

（8）报价方式方面，云南省采用绝对报价法，其余试点省份采用相对报价法，本质上并无太大差异。

（9）在价格出清规则方面，除了山东采用与股票市场相同的“边际价格统一出清”规则外，其余省份试点中的出清价格较大程度上依赖于市场参与主体的报价（即，不能实现“同一时期按相同价格成交”的公平性原则）。市场参与主体为了实现更大的经济利益，会在一定程度上扭曲其报价行为，从而市场出清价格中将更多包含“博弈”的成分，限制市场价格的有效发现。

而比较有特色的是，在云南的交易规则中，电网将购电、售电主体申报价差的 30%用于平衡机制，从而支持辅助交易市场的发展。

（10）结算顺序方面，集中交易和双边交易的优先顺序在各地试点中有所不同，云南以双边交易为优先，而其他省份更多以集中交易为优先，这将在很大程度上影响场内交易和场外交易各自的发展规模占比。而年度、月度的结算顺序在各地也有所不同。

（11）在偏差电量的处理方面，一般省份均允许发电企业转让无法实现的年度合同以避免违约，但对于电力用户间的合同转让山东省明令禁止。偏差电量的容忍度方面，除广东为 5%以外，其余试点省份均设置在 3%左右。而在偏差电量超过容忍度设置时的惩罚方面，各省均不涉及对电力用户多用情形；在电力用户少用及发电企业偏差的情形下，惩罚金额从 0.03 元/KWH 到 0.10 元/KWH 不等。

（12）在遇到标杆电价及目录电价调整的情形时，采用价差法报价的试点省份一般都随政策调整而调整电力交易价格。在月度及更高频率的交易中，由于政策性调整一般提前公示并自次月开始执行，该问题对价格几乎没有影响；但在年度交易中，上述政策将限制市场参与主体提前出售其电力，以实现套期保值的诉求。

（13）从对新能源的影响来看，云南试点明确规定新能源电厂不得参与电力交易，但必须同比例接受因电力交易而导致的市场交易价格的下跌，甘肃的细则中则规定新能源必须按照 1:4 的比例与火电打捆交易，该政策在严重限电的甘肃并未实质性的解决限电问题，同时却限制了新能源发电的市场价格水平。整体来看，在电力过剩的大背景下，电力交易对电价的影响

本身就是偏负面的，而在上述规则的作用下，新能源在试点阶段内，受电力交易的负面影响（价格及现金流受损）大于正面影响（解决限电问题）。

（14）从各地试点占整体电力市场的比例来看，目前都不是特别高，部分试点省份的实施细则中出现了一定的规模限制，从而将导致价格的发现功能无法完全实现。

总结上述要点，SOLARZOOM 新能源智库对本批试点省份电力交易实施细则的基本感受是：（1）国家对于各地试点的定位似乎更多着眼于比较各种规则的差异，因此在相当一段时间内，各地规则的不统一仍将持续，（2）目前各地的电力交易实施细则下，市场的价格发现能力是较为薄弱的。售电主体参与较少，缺乏日内高频交易，限制卖空、投机和套利，价格出清规则存在不公平性，以上种种在一定程度上将限制市场的有效性。当然，从监管当局的角度而言，我们非常理解目前的现状。一方面，国内电力市场上无论是电力用户还是发电企业对于电力交易的陌生程度均较高，另一方面，正是因为电力体制改革的重要性，现阶段的核心任务应当是“充分比较各种规则的设置”而非“提升价格有效性”，目前的试点工作的开展情况非常符合当前的核心任务。

而回到新能源的问题上，看似上述电力交易区域试点实施细则的出台与解决新能源限电没有太大关系，短期而言在价格上还将带来负面影响，但 SOLARZOOM 新能源智库坚定认为，全国范围内的电力交易是解决限电问题的唯一途径，只有跨区域电力输送按经济学规律开展运行，才能解决“清洁安全、边际成本低廉，但存在波动性、间歇性、不可预测性特征”的新能源电力的消纳问题。而区域电力交易试点，则是全国范围内展开电力交易的前奏曲。

【新能源电力消纳的基础构架】

2016 年 3 月 24 日，国家发改委在其所发布的《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》中明确指出，将可再生能源发电分为“保障性收购电量”和“市场交易电量”，如表 2 所示（详见完整版）。其中，前者由国务院能源主管部门会同经济运行主管部门核定保障性收购年利用小时数后公布，并由地方有关主管部门负责落实，电网公司按新能源标杆上网电价全额收购；后者则由市场化的方式解决——虽然在电力整体过剩及新能源限电的双重背景下市场交易价格必然低于发改委所规定的脱硫煤上网电价，但可再生能源标杆上网电价与脱硫煤上网电价的差额部分（可再生能源电价补贴）则可以完全获得。

从政策连续性的角度看，《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》中关于可再生能源保障性收购的表述其实早在 2015 年 11 月末的六个电改配套文件中就有所体现。在《关于有序放开发用电计划的实施意见》中“优先发电制度”就得到了重点阐述。《意见》指出，“通过建立优先发电制度保障清洁能源发电、调节性电源发电优先上网，通过直接交易、电力市场等市场化交易方式，逐步放开其他的发用电计划”，“为便于依照规划认真落实可再生能源发电保障性收购制度，纳入规划的风能、太阳能、生物质能等可再生能源发电优先发电”。由于六个电改配套文件是未来十年我国电力市场改革及发展的纲领性文件，我们不难得到，《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》的执行力度有望得到充分的保障。

但从目前的角度看，还存在几个重要问题有待在未来进一步明确：（1）在甘肃、新疆等严重限电地区，保障性收购年利用小时数的水平到底有多高，（2）电力交易的推行能否保证市场交易电量接近于满发电量扣减保障性收购电量后的剩余部分，（3）电力交易全面推开后

的市场交易价格水平到底在什么位置。SOLARZOOM 新能源智库在《再论电力交易》中指出，在封闭的区域市场中，由于火电最低出力水平的限制，当新能源发电装机占比接近或超过理论极限时，限电是必然事件；只有通过特高压输送通道的建设及全国范围内的电力交易将新能源占比较高及较低的区域打通并形成利益驱动主体，才能保障上述第二个问题。而实际上，由于考虑输配电价后的异地新能源在边际成本上仍然低于本地火电，只要特高压输送通道存在富余且展开全国范围的电力交易，也必然能保障上述的第二个问题。而至于第一个及第三个问题，事实上占据从属地位，只在一定程度上影响新能源电站收益率的高低。但至少从电网及火电企业的角度而言，相比没有《可再生能源发电全额保障性收购管理办法》的情形，电网不全额收购保障性收购电量的成本更高，而火电企业发电挤占新能源消纳空间和输送通道的成本也将更高。因此，保障性收购政策的出台，对于新能源行业而言，仍然是有一定的利好作用。

2015 年全球光伏新增装机数据发布，2016 年全球装机增速恐现拐点

近日，国际能源署光伏电力系统项目（IEA PVPS） 和国际可再生能源署（IRENA）分别发布了关于光伏和可再生能源的相关报告和统计数据。根据 IEA PVPS 数据，2015 年全球光伏新增装机量 48.1GW 至 50GW，截止 2015 年末全球累计装机量已达 227GW。而根据国际可再生能源署（IRENA）公布的统计数字表明，2015 全球新增装机量 47GW，同比增长 22%，截止 2015 年末全球累计光伏装机量为 222GW。

2015 年，中国光伏的新增装机量毫无疑问取得了全球第一，IEA PVPS 和 IRENA 关于中国新增装机量的统计数据分别为 15.15GW 和 15GW，与中国能源局官方数据 15.13GW 较为接近。而中国也以 43GW 的装机累计装机容量成为了全球光伏发电装机容量最大的国家。

去年全球新增装机量排名第二的国家为日本。根据 IEA PVPS，日本 2015 年新增装机量为 11GW，而 IRENA 发布的这一数字为 10GW。另外，根据日本光伏发电协会（JPEA）公布的数据，SOLARZOOM 新能源智库统计得出 2015 日本国内光伏组件出货总数为 7.86GW，与上述两家机构公布的日本当年新增装机量存在较大的差异。

IEA PVPS 和 IRENA 关于美国在 2015 年新增的光伏装机量统计数据较为接近，分别为 7.3GW 和 7.26GW。美国光伏协会（SEIA）公布的这一数字为 7.26GW。美国 2015 年新增光伏装机量全球第三。

排名第四的国家为英国。IEA PVPS 显示英国 2015 年共新增装机 3.51GW，IRENA 统计数字为 3.7GW。而英国官方发布的数据为 3.5GW。

印度作为增长较快的新兴市场，IEA PVPS 的报告显示印度 2015 年新增光伏装机量 2GW，而根据 IRENA 公布统计数据这一数字为 1.905GW，同比增长 141%。印度市场的高增长早已从 SOLARZOOM 中国组件出口数据中得到了应证。根据 SOLARZOOM 组价出口数据，自 2015 年 6 月以来中国组件出口印度市场总金额近 3 月同比增长一直超过 100%。

前五大国家的新增装机量占 2015 全球新增装机的 80%以上。

德国 2015 年光伏新增装机量排全球第六。根据 IEA PVPS，2015 年德国光伏新增装机量为 1.45GW，IRENA 的这一数字为 1.4GW。但从 SOLARZOOM 新能源智库根据德国官方发

布的数据统计，发现德国 2015 年新增装机仅约为 1GW。与上述两家机构发布的数据差异较大。

IEA PVPS 和 IRENA 公布的 2015 年光伏新增装机数据

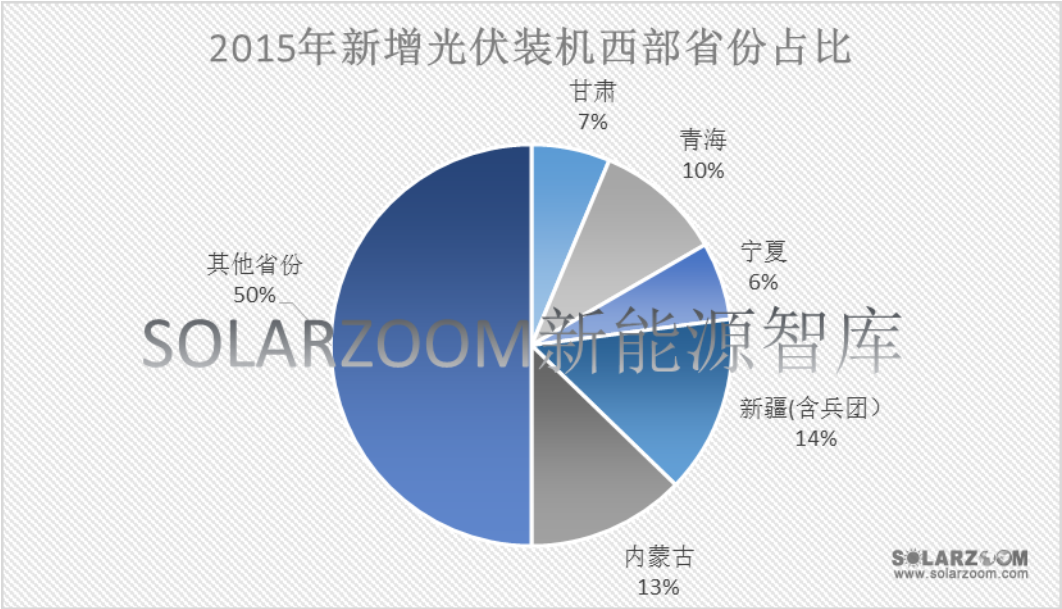
国家	IEA PVPS	IRNEA
	MW	MW
中国	15,150	15,000
日本	11,000	10,000
美国	7,300	7,260
英国	3,510	3,700
印度	2,000	1,905
德国	1,450	1,400
韩国	1,010	692
法国	879	895
全球其他国家	5,811	6,146
全球	**48,110**	**46,998**

SOLARZOOM www.solarzoom.com

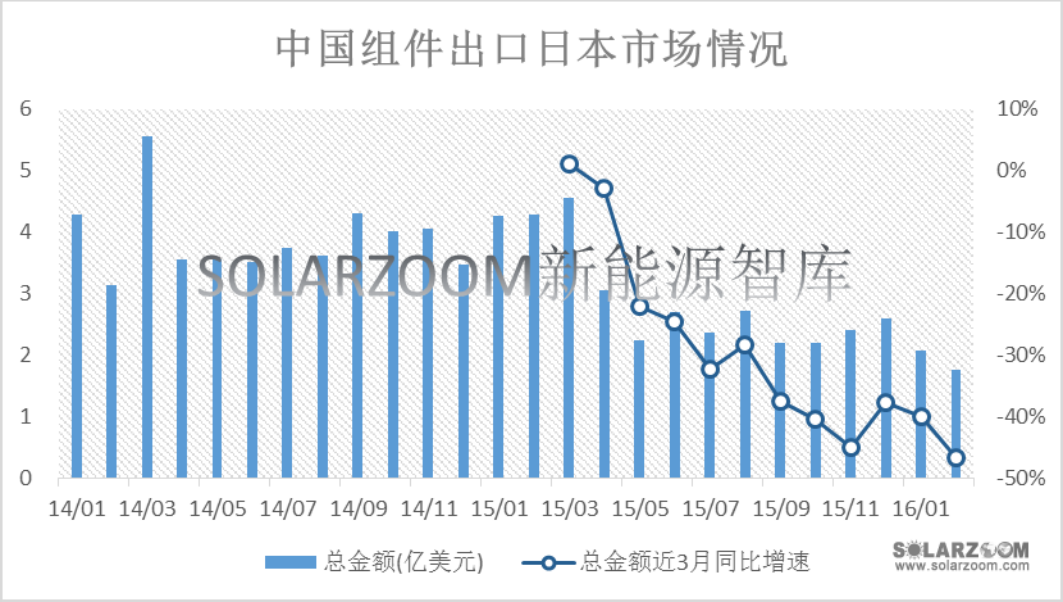
SOLARZOOM 新能源智库关于 2016 年全球光伏装机展望

作为目前全球光伏装机保有量最大的国家，中国光伏在 2016 年的发展存在不确定性。一方面，西部地区的地面电站存在着巨大的限电和补贴拖延风险，这将极大地影响运营商的投资意愿。而 2015 年新增的 15.13GW 光伏装机量中，有 13.74GW 来自于光伏电站，占比超过 90%，屋顶分布式在新增装机中占比不到 10%，远不是主流。能源局于 3 月发布了《关于下达 2016 年全国风电开发建设方案的通知》，通知中提到了“考虑到 2015 年吉林、黑龙江、内蒙古、甘肃、宁夏、新疆（含兵团）等省（区）弃风限电情况，暂不安排新增项目建设规模，待上述省（区）弃风限电问题有效缓解后另行研究制定”。考虑到西部地区 2015 年光伏的弃光限电现象也很严重，暂停西部的光伏新增指标似乎也是可以预见的。2015 年弃光限电严重的

地区主要有甘肃、新疆、青海、宁夏和内蒙古，这五个省和自治区 2015 年光伏新增装机量占全国新增装机接近 50%。我们预计，2016 年西部省份的光伏装机量将会出现较大的下滑。另一方面，我们观察到，中东部地区的农业光伏、光伏扶贫等正在快速发展。中东部地区靠近用电负荷，电力消纳能力较好，尽管存在土地利用等问题，但在政策的大力支持下，未来发展可期。2016 年中国的光伏新增装机相比 2015 年恐现一定下滑。

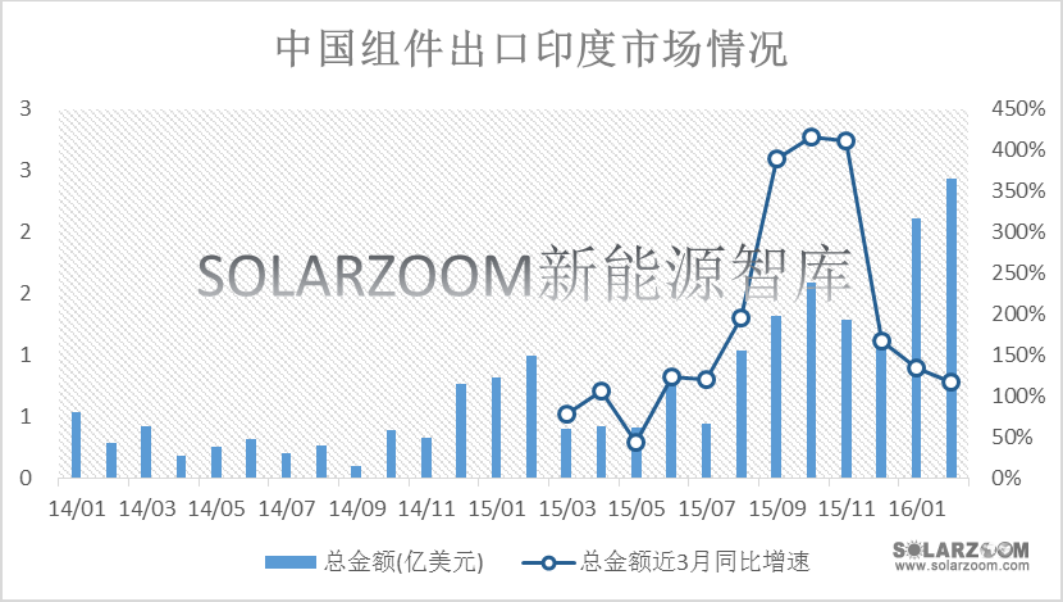


日本市场方面，日本政府在 2016 年继续下调了 FIT 收购价格，将大于 10KW 的光伏系统的 FIT 价格由 27 日元/千瓦时降至 24 日元/千瓦时，下调了 11%。但由于日本尚有大量取得设备认证但未并网的项目，这些项目需要在 2017 年 4 月前签订并网协议，否则会失去其原原获得的较高的 FIT 价格。这部分抢装因素的存在，使得我们 16 年日本光伏市场的预计不至于太悲观。但另外一个方面，我们从中国组件出口数据可以看到，中国出口到日本的组件的总金额（近 3 月）同比自 2015 年便一直位于 0%以下，且处于不断下滑状态。综合来看，我们认为 2016 年日本的光伏装机量将保持一定的增长，达 10GW 左右。



美国市场方面，由于 ITC 政策得以延长，预计 2016 年美国光伏装机将维持平稳增长，我们预计美国 2016 年新增装机将会超过 8GW。

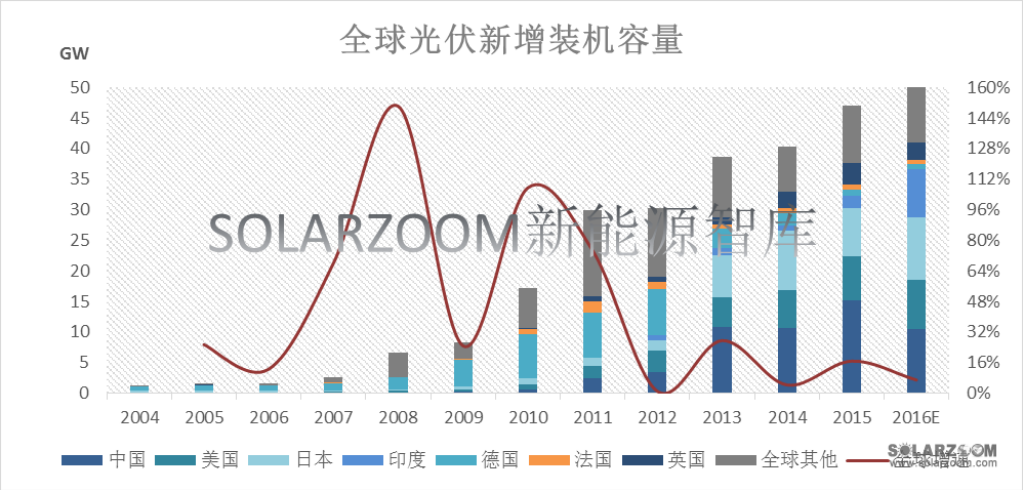
印度光伏新增装机 2015 的表现十分亮眼，在 2020 年累计装机 100GW 的宏伟目标下，预计 2016 年印度光伏市场将继续大幅增长。尽管 IEA PVPS 和 IRENA 对印度 2015 年新增装机的统计值只有 2GW 左右，但从中国组件出口印度市场的增长速度来看以及印度政府的政策推动来看，我们预计 2016 年印度新增装机有超过 6GW 的可能。



英国市场方面，由于英国政府将 FIT 补贴电价下调了 64%之巨，同时可再生能源义务法案（Renewables Obligation，RO）又已于 2016 年 3 月 31 日终止，我们认为英国 2016 年新增装机将现负增长，达 2.8GW 左右。

德国、法国等传统欧洲光伏市场近年来的发展已经明显衰落，在 2016 年这种趋势预计将仍然持续，泰国、菲律宾、智利等新兴市场预计会取得一定的增长，但由于本身基数较小，加上国家体量的限制难以对光伏持续高额补贴，在光伏行业还较为依赖政府补贴的时期，这些国家光伏发展难以取得印度一般的高增长。

再综合其他主要国家的情况来看，我们预计 2016 年全球新增光伏装机量在 48GW-52GW 之间。



一季度 7GW 数据含“水分”，二季度抢装可能不超过 4GW

本周能源局公布了 2016 年一季度的光伏运行情况，一季度以 7.14GW 新增量实现爆发式增长，主要原因有二：（1）去年四季度尚未并网的安装量在一季度并网，（2）2016 年“630”大限前的抢装。由此，全国光伏发电装机首次超过 50GW。

从 2016 年一季度新增量的情况看，有以下要点：（1）从绝对量的角度看，云南、山东、新疆、陕西、安徽、浙江、江西新增超过 500MW，合计占一季度新增量的 2/3，（2）从相对本省 14-15 年合计规划的角度看，云南、江西、陕西、山东、安徽的完成进步率超过 30%，（3）新疆去年四季度-780MW，而今年一季度 710MW，考虑到能源局统计口径在去年四季度由安装量变为并网量，我们估计的情况是：在去年三季度完成安装的上述项目在四季度被叫停并网，由此数据变为负数，但一季度允许其并网，由此数据转正且在数值上和四季度的绝对数相当。

表 1　2016 年一季度光伏装机量情况

省份	2015保有量			2016Q1新增			2016Q1保有量		
	合计	地面	分布式	合计	光伏电站	分布式	合计	光伏电站	分布式
北京	16	2	14	0	0	0	16	2	14
天津	12	3	9	1	0	1	13	3	10
河北	239	212	27	33	33	0	272	245	27
山西	113	111	2	8	5	3	122	116	6
内蒙古	489	471	18	27	27	0	515	497	18
辽宁	16	7	9	2	1	1	19	8	11
吉林	7	6	1	3	1	2	9	7	2
黑龙江	2	1	1	5	4	1	7	5	2
上海	21	2	19	3	0	3	24	2	22
江苏	422	304	118	18	4	14	440	308	132
浙江	164	42	122	53	31	22	217	74	143
安徽	121	89	32	58	49	9	179	138	41
福建	15	3	12	0	0	0	15	3	12
江西	43	17	26	52	50	2	96	67	29
山东	133	89	44	88	68	20	221	156	65
河南	41	14	27	27	26	1	68	40	28
湖北	49	43	6	31	26	5	79	69	10
湖南	29	0	29	0	0	0	29	0	29
广东	63	7	56	10	2	8	74	9	65
广西	12	5	7	0	0	0	12	5	7
海南	24	19	5	0	0	0	24	19	5
重庆	0	0	0	0	0	0	0	0	0
四川	36	33	3	19	17	2	56	50	6
贵州	3	3	0	0	0	0	3	3	0
云南	65	63	2	94	94	0	158	157	1
西藏	17	17	0	0	0	0	17	17	0
陕西	117	112	5	60	60	0	177	172	5
甘肃	610	606	4	7	7	0	617	612	5
青海	564	564	0	4	4	0	568	568	0
宁夏	309	306	3	38	35	3	346	341	5
新疆	406	402	4	71	71	0	477	473	4
新疆兵团	160	160	0	2	2	0	162	162	0
全国合计	**4318**	**3712**	**606**	**714**	**616**	**98**	**5031**	**4329**	**702**

SOLARZOOM www.solarzoom.com

从限电的情况看，全国一季度 19 亿度限电，限电率达 14%，其中新疆限电率达 52%、甘肃 39%、宁夏 20%。从业界我们了解到，内蒙古和青海也从 2016 年一季度开始出现可视的限电，但我们根据能源局数据反推，上述两地一季度的总限电率暂不超过 5%。整体而言，光伏限电形势已经开始从 2014 年前的甘肃走向所有西部地区。从限电率的变化看，根据 SOLARZOOM 新能源智库在今年 2 月 5 日的分析，去年四季度新疆限电率为 53%，因此一季度限电率 52%与去年四季度基本相当。之所以今年一季度限电形势相比去年四季度没有进一步恶化，主要原因在于电力交易在严重限电省份已经逐步展开，但对于电站运营商而言，实际上是“以价换量”，或者说是“以账面利润换潜在现金流”——目前电力交易对西部省份的电价产

生显着的负面影响，虽然可以获得补贴，但对于 13 年 9 月以后并网的项目而言，补贴只是账面数字而已。

除了上述数据以外，市场还非常关注两个核心问题：一季度的 7GW 增量更多是由于抢装的原因还是去年四季度装机延迟并网的原因？到底 2016 年 6 月 30 日前还能完成多少新增并网量？

首先，在一季度数据高增长的原因方面，SOLARZOOM 新能源智库认为 “延迟并网”因素更多一些。证据如下：云南、山东、新疆、陕西、安徽、浙江、江西七个一季度高增长省份在去年四季度的新增量分别是 220MW、230MW、-780MW、500MW、530MW、60MW、-80MW，除了陕西和安徽去年四季度较高外，其余省份的数值均非常低。去年四季度能源局将统计口径从安装量变为并网量是导致今年一季度数据高企的根本原因，而不是目前行业内所普遍认为的“抢装行情”。因此，我们估计 2015 年的新增安装量约 19GW，2016 年一季度的新增安装量约 3GW。

其次，关于 630 之前到底能完成多少抢装，SOLARZOOM 新能源智库认为不超过 4GW。我们知道，2013 年 12 月 31 日是上一个电价周期的抢装日，2013 年前的指标在当时被消耗殆尽，且 2014 年后各地陆续出台了“指标 2 年不开发要作废”的规定。因此，本轮抢装的指标来源大多是 2014-2015 年的指标，另外，还包括一些区域性的特殊政策。在 14-15 年合计 37GW 的指标中，14 年指标有 6GW 地面、8GW 分布式，15 年指标虽不指定是地面还是分布式，但考虑到行业内分布式模式尚未突破，可以理解为 15 年指标多为地面指标。我们依据省份和装机类型对目前剩余的 9.64GW 指标进行估计，判断其在 630 前无法完成的概率，并以一季度

末的完成率、15Q4-16Q1 的指标完成进步率为参考，同时兼顾当地的辐照和限电情况。若一季度末完成率非常低，且一季度进步率也非常低，那么大概率上这个省份的指标将被浪费；若当地的地面指标非常富裕，但辐照很差或限电极为严重（比如风电严重限电的东北地区），则大概率上这个省份的地面指标也会被浪费。由此，我们估计剩余指标中，将有 6.1GW 的指标可能被浪费，而进入抢装的则估计只有 3.5GW。再加上我们无法统计到的地区性政策，我们估计二季度抢装的规模总共不超过 4GW。之所以大量指标可能被浪费，原因有四：一是辐照资源及 IRR 较低，二是东部地区电价下降不显着（从 1 元/度降到 0.98 元/度），抢装不如等待成本降低划算，三是东部的地方政府对光伏支持力度低、土地矛盾突出、南方电网不执行分布式预结算，四是分布式光伏的模式尚不清晰。

表 2　2016 年二季度光伏抢装情况分析表

省份	14-15合计规划			14-16Q1规划完成量			14-15规划完成率			14-16Q1规划完成率			16Q1进步率			剩余指标			抢装分析		
	合计	光伏电站	分布式	合计	光伏电站	分布式	合计	光伏电站	分布式	合计	光伏电站	分布式	合计	光伏电站	分布式	合计	光伏电站	分布式	无法完成估计	占比	可能抢装
北京	30	10	20	7	2	5	23%	20%	25%	23%	20%	25%	0%	0%	0%	23	8	15	21	90%	2
天津	22	2	20	11	3	8	45%	150%	35%	50%	150%	40%	5%	0%	5%	12	0	12	10	80%	2
河北	290	230	60	219	211	8	64%	77%	13%	76%	92%	13%	11%	14%	0%	71	19	52	42	59%	29
山西	110	100	10	101	95	6	84%	90%	20%	92%	95%	60%	8%	5%	40%	9	5	4		0%	9
内蒙古	205	200	5	377	373	4	171%	174%	80%	184%	187%	80%	13%	13%	0%	1	0	1	1	90%	0
辽宁	55	35	20	14	5	9	20%	11%	35%	25%	14%	45%	5%	3%	10%	41	30	11	33	80%	8
吉林	65	55	10	8	6	2	9%	9%	10%	12%	11%	20%	3%	2%	10%	57	49	8	46	80%	11
黑龙江	40	35	5	6	4	2	3%	0%	20%	15%	11%	40%	13%	11%	20%	34	31	3	27	80%	7
上海	20	0	20	6	0	6	15%		15%	30%		30%	15%	0%	15%	14	0	14	11	80%	3
江苏	240	140	100	335	231	104	132%	162%	90%	140%	165%	104%	8%	3%	14%	0	0	0			0
浙江	240	140	100	174	74	100	50%	30%	79%	73%	53%	100%	22%	23%	21%	66	66	0	33	50%	33
安徽	185	155	30	171	137	34	61%	57%	83%	92%	88%	113%	31%	32%	30%	18	18	0		0%	18
福建	75	45	30	7	3	4	9%	7%	13%	9%	7%	13%	0%	0%	0%	68	42	26	61	90%	7
江西	98	68	30	83	65	18	31%	22%	50%	85%	96%	60%	54%	74%	10%	15	3	12	6	40%	9
山东	235	135	100	193	148	45	45%	60%	24%	82%	110%	45%	37%	50%	21%	55	0	55	28	50%	28
河南	135	80	55	61	40	21	25%	18%	36%	45%	50%	38%	20%	33%	2%	74	40	34	31	41%	43
湖北	105	85	20	74	69	5	42%	51%	5%	70%	81%	25%	29%	31%	20%	31	16	15	11	34%	21
湖南	65	45	20	5	0	5	8%	0%	25%	8%	0%	25%	0%	0%	0%	60	45	15	14	23%	47
广东	190	100	90	44	9	35	17%	7%	29%	23%	9%	39%	6%	2%	10%	146	91	55	117	80%	29
广西	50	40	10	7	5	2	14%	13%	20%	14%	13%	20%	0%	0%	0%	43	35	8	39	90%	4
海南	31	29	2	12	12	0	39%	41%	0%	39%	41%	0%	0%	0%	0%	19	17	2	17	90%	2
重庆	1	0	1	0	0	0	0%		0%	0%		0%	0%	0%	0%	1	0	1	1	90%	0
四川	70	68	2	53	47	6	47%	44%	150%	76%	69%	300%	29%	25%	150%	21	21	0	6	30%	15
贵州	46	43	3	3	3	0	7%	7%	0%	7%	7%	0%	0%	0%	0%	43	40	3	39	90%	4
云南	111	110	1	138	140	0	41%	41%	0%	124%	127%	0%	84%	86%	0%	1	0	1	1	90%	0
西藏	6	5	1	6	6	0	100%	120%	0%	100%	120%	0%	0%	0%	0%	1	0	1	1	90%	0
陕西	130	120	10	164	161	3	80%	84%	30%	126%	134%	30%	46%	50%	0%	7	0	7	6	90%	1
甘肃	115	110	5	197	192	5	165%	169%	80%	171%	175%	100%	6%	5%	20%	0	0	0			0
青海	195	190	5	257	257	0	130%	133%	0%	132%	135%	0%	2%	2%	0%	5	0	5	5	90%	1
宁夏	190	180	10	211	206	5	92%	95%	30%	111%	114%	50%	19%	19%	20%	5	0	5	4	70%	2
新疆	265	260	5	244	244	0	65%	67%	0%	92%	94%	0%	27%	27%	0%	21	16	5			
新疆兵团	100	100	0	98	98	0	96%	96%		98%	98%		2%	2%	0%	2	2	0			
全国合计	**3715**	**2915**	**800**	**3286**	**2846**	**440**	**69%**	**76%**	**43%**	**88%**	**98%**	**55%**	**19%**	**21%**	**12%**	**964**	**594**	**370**	**611**	**63%**	**353**

SOLARZ.COM
www.solarzpom.com

当然，2016 年的指标目前还没有发放，2016 年的指标若在 630 前发布，市场认为可能会带来二季度一定的装机量，但从定义上看，并不属于我们所说的“抢装”的范畴，而且按照当

前的形势看，时间只剩 2 个月，对于现行的并网口径而言，2 个月是不可能完成的任务。因此，SOLARZOOM 新能源智库认为，2016 年二季度的整体新增并网量将不超过 4.2GW，多出来的 200MW 为不需要指标的分布式光伏。

GSOLA® 众森
IV+EL 一体机
new
实现一次进料 一次接线 一个节拍
节省一个人员 节省一个空间设备
陕西众森电能科技有限公司 http://www.gsola.cn
中国上海 第九届SNEC展会
2015年4月28-30日 展位:E4-635

美国能否从德国在可再生能源的押注中有所获得？

Dr. Erin Grossi /陈超（特变电工）编译

2016 年 3 月 3 日

在过去几年间，世界上的工业化国家已经在开发部署可再生能源方面犯了诸多错误。由美国国家科学院出品的出版物罗列出政府的失误，包括未能将类似国家实验室、大学和智库的产品创意给予足够的关注、技术研发投资和商业化。相反，政府往往更青睐于高风险的投资，补贴那些在某些情况下市场既不重视也不准备接纳的技术。

然而，时至 2016 年的今日，对于所有媒体头条记录在案的错误，对于能源领域的绝大多数受众--甚至是发达国家中更广泛的主流市场都已明晰--可再生能源正在不断前行并迅速发展壮大。

在推进可再生能源的发展中，德国理应得到世界舞台的足够信誉，即使这最初源于国家对技术本身的押注。事实上，德国于 2022 年前关闭所有核电站的计划是工业化国家对可再生能源的最大赌博之一。问题在于，德国是否能在不损害其制造业和工业部门的前提下完成严格的气候变化目标？这也是全球各国想要发问和求解的现实、严肃问题。德国的这个大胆的冒险带来了诸多其他问题 :为什么世界第五大经济体在可再生能源方面会冒这么大的经济风险？什么因素导致政府相信这最终会成功？最后 ,美国和其他市场在尝试能源转型的过程中从德国的经验中能得到什么促进和借鉴？

德国仍在继续推进其能源议程，目前尚未预见到任何国内的重大技术或经济动荡。目前，台面上最大的问题就是如何最好地进行技术结合：一方面是德国在工程上知道如何大规模平衡电网并提升可再生能源水平，另一方面是美国广泛 的可再生能源产品的技术创新，使全球能源转型加速并引领经济愈发具有吸引力。由于传统的方法、系统和技术逐渐淡出，走向了生命尽头并被取代，随之而来的新一代则在市场地位中具备新产业和价值创造，更不用说为人类和地球带来的关联好处了。

由于日益的趋同、认识到特定价值的重要性以及对这颗行星责任和能源安全的信念，能源领域的利益相关者在能源转型中获得越来越多的自信感和舒适度。气候变化及起因、能源及其背后的国家安全、国家对自身工业实力、政策相关的活力模型和市场行为的评估等观点，也决定了国家是否实行能源转型，和与之相关的利益或在旷日持久的过程中远远落后。

尽管美国和其他许多国家仍在就此事顾虑重重，基于其价值观和信仰所做出的明确决策以及专注于执行，德国已经走在了前列。纵观德国的每一部分、监管机构、传输系统运营商、配电系统运营商和可再生能源供应商正在共同努力以保障德国长期、可靠的电网系统不被类似风、光等间歇性可再生能源的阻碍。

德国的能源转型主要集中在工程方面。德国能源利益相关者一直以来自问和求解的问题就是在电网可靠性不打折的前提下如何消纳更多的可再生能源。他们已经从政策角度找到了合适的方法通过利用技术手段和形成虚拟电厂保持电网稳定，以驱动风、光技术的增长并上网。随

着国家能源领导对该任务越发精通，重点将转向开发适宜的商业案列来继续推动能源转型进入新的层次。

无论一个国家站在能源转型的哪个方面，都能从工程、技术角度和相关市场影响的良好理解中受益。所有相信能源过渡到日益增长的新一代可再生能源分布式能源的个人和组织都应该共同努力，发展广泛的联盟解决保证更智能、有弹性、环保意识和经济可行的未来能源系统中的重要技术和创新问题。结果能通向如何实现能源转型的清晰画面，而非漫长曲折的转型。

Erin Grossi 博士作为 UL 的首席经济战略官，为该组织提供宏观经济分析、洞察力和趋势预测。本文改编自她最近的白皮书《拼接碎片：全球能源市场的过渡和转型》，书中探讨了德美两国间实现增加可再生能源并入电网系统的关键差异。🌞

印度：太阳帝国的未来之主

Brad Fujihara /陈超（特变电工）编译

发自日本 东京·2016 年 4 月 6 日

年均日照达 300 天的印度极有可能成为光伏发电诸国中的终极赢家。专家推测印度仅陆上光伏发电量就可达到年均 5 千万亿度--世界上最具潜力的主权国家。

对于如此巨大的优势，光伏系统设计公司 Wave Energy 的高管们当然不会坐失良机。在其位于日本四国岛南部的基地，公司已经安装了 1179 组光伏机组，全国范围内装机量已达到 580MW。

不到一年前，Wave Energy 聘请了印度工程师 Ajit Bhandari 助其构筑印度梦，并在印度南部特伦甘纳邦的首府海德拉巴设立了办事处。

2014 年 5 月，纳伦德拉·莫迪成功选举为印度总理可能有助于推进全国太阳能设施的建设，Bhandari 先生介绍到。印度首批的 5MW 光伏装机还是在 2011 年安装的。

“莫迪似乎对全国范围内增建光伏项目很友好，当前的目标是到 2022 年通过投资约 1000 亿美元实现 100GW 的光伏装机。我们希望日本光伏技术将有助于使之成为现实。”

印度的计划是莫迪实现现代化基础设施的一部分 ,而其中的公路、铁路项目则是当务之急。2015 年 12 月，日、印就在孟买和印度西部艾哈迈达巴德间修建高铁的事宜达成了共识。

但是这个国家的能源需求却是长期存在的 ,而且部分地区的能源供给已经无法满足日益增长的需求了。在印度人口最多的城市孟买，1840 万人口目前电的力供应总量为 3416MW，而到 2021 年需求峰值将达到 4350MW。

位于印度南端的泰米尔纳德邦提出了宏大的装机目标 :通过退税和其他产业住宅的优惠政策相结合，到 2015 年提高装机量 15 倍达到 3000MW。

总而言之，印度 13 亿人口中超过 3 亿（23%）没有生活用电，而数百万人口仅有来自电网的参差不齐的服务。

印度总理莫迪承诺建设数十个“兆瓦级大规模光伏产业园”实现 500MW 以上的装机量，同时印度国家农村发展研究所也制定了在数千贫困乡村安装屋顶光伏的计划。印度的电力购买计划保险（APPA）也确保了由中央和地方政府收购光伏电力。

然而，路漫漫其修远兮。印度仍是煤炭主导国家，公用事业规模光伏电站计划需求的大量使用面积使土地资源愈发紧缺，让更清洁、高效的能源进入千家万户的输电基础设施也同样需要建设。

市场竞争同样激烈，来自中国、西班牙、美国和其他国家的公司也相继进入印度以期占据一席之地，Bhandari 先生说。

不过，研究所表明：如果处理得当，印度一年内的太阳能可以超过所有化石燃料的能量输出。

“我们仍在收集数据，并计划从明年起提交光伏发电项目竞价，” Bhandari 先生介绍说。“我们胜券在握。”

位于印度南端的泰米尔纳德邦提出了宏大的装机目标：通过退税和其他产业住宅的优惠政策相结合，到 2015 年提高装机量 15 倍达到 3000MW。

First PV Connector Maker Worldwide 全球首款光伏连接器发明者

Multi-Contact作为光伏连接器领域的先驱者，自从1996年率先推出全球首款光伏连接器，迄今在光伏行业已积累近20年的经验。基于Multilam专利技术的MC系列连接器，全球市场累计用量超100GW。凭借高质量的产品及卓越的专业技术经验，Multi-Contact致力于为您提供成功连接解决方案。

分享我们的理念，敬请访问
www.mc-pv-portal.com

Multi-Contact MC STÄUBLI GROUP

新一代固态染料敏化太阳能电池

王惠/晶澳太阳能

摘要：简要回顾了钙钛矿太阳能电池的发展历史，解释了钙钛矿太阳能电池本质上是固态染料敏化太阳能电池。介绍了钙钛矿太阳能电池的微观发电机理，结合钙钛矿太阳能电池的能级图分析讨论了钙钛矿与电子传输层和空穴传输层的能级匹配。钙钛矿太阳能电池有希望实现产业化而成为下一代薄膜太阳能电池。

关键词：钙钛矿太阳能电池；染料敏化太阳能电池；非晶硅薄膜太阳能电池。

0 引言

近年来，为了解决日益严峻的能源和环境问题，人们把目光投向了新能源的开发和利用上。在各种新能源技术中，光伏发电无疑是最具有前景的方向之一。传统的硅基太阳能电池虽然实现了产业化，有着较为成熟的市场，但其性价比还无法与传统能源相竞争，并且制造过程中的污染和能耗问题影响了其广泛应用。因此，研究和发展高效率、低成本的新型太阳能电池十分必要。在众多的新型太阳能电池里，钙钛矿薄膜太阳能电池近两年脱颖而出，吸引了众多科研工作者的关注。钙钛矿薄膜太阳能电池的光电转化效率在 5 年的时间内从 3.8%迅速提高到 16.2%，将燃料敏化太阳能电池、有机太阳能电池等新型薄膜太阳能电池甩在了身后。

1 钙钛矿太阳能电池简介

钙钛矿太阳能电池结构如图 1 所示，其核心是具有钙钛矿晶型（ABX3）的有机金属卤化物吸光材料。在这种钙钛矿 ABX3 结构中，A 为甲胺基（CH3NH3），B 为金属铅原子，X 为氯、溴、碘等卤素原子。目前在高效钙钛矿型太阳能电池中，最常见的钙钛矿材料是碘化铅甲胺（CH3NH3PbI3），它的带隙约为 1.5eV，消光系数高，几百纳米厚薄膜就可以充分吸收 800nm 以下的太阳光。而且，这种材料制备简单，将含有 PbI2 和 CH3NH3I 的溶液，在常温下通过旋涂即可获得均匀薄膜。这些特性使得钙钛矿型结构 CH3NH3PbI3 不仅可以实现对可见光和部分近红外光的吸收，而且所产生的光生载流子不易复合，能量损失小，这是钙钛矿型太阳能电池能够实现高效率的根本原因。

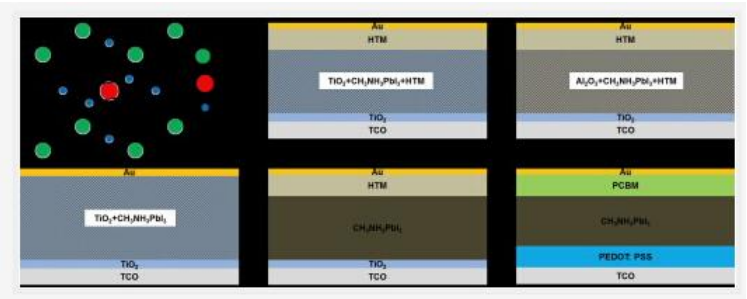


图 1 钙钛矿太阳能电池结构。

由于相对复杂的晶体结构对 A、B、X 三个位点上的原子（或基团）半径有着较高的要求，钙钛矿吸光材料的组成比较固定。最近一些研究组用甲咪基取代 A 位上甲胺基，使带隙变窄（1.48eV），获得了更高的光电流。对于 B 位上的 Pb 原子，当 Sn 原子替换 Pb 原子后，目前尚未见有光电响应的报道。而 x 位上

的原子，目前可以选用氯、溴、碘等卤素原子，但只有以碘为主的钙钛矿有合适的带隙，可以获得高转换效率。除了 CH3NH3PbI3 之外，CH3NH3PbI3-xClx 也是目前研究较多的材料。在保持能级结构基本不变的情况下，少量氯元素的掺杂可以提高电子迁移率，显示出了更加优异的光电性能。但是，与硅基相比，目前常用的钙钛矿吸光材料存在着光响应范围不够宽、对水和一些溶剂敏感、含重金属铅等不足。因此，寻找带隙更窄、化学稳定性更好、更环保的钙钛矿材料是非常有意义的。

钙钛矿太阳能电池的兴起得益于染料敏化太阳能电池技术的发展。液态染料敏化太阳能电池有多孔 TiO2 及其附着的增强吸收的染料、氧化还原液体电解质和金属对电极组成。多孔 TiO2 的主要作用是增大表面积比吸附更多地染料以吸收更多的入射光。传统的染料要完全吸收入射光，电池器件需要至少 10μm 的厚度。而固态的染料敏化太阳能电池本身的一些因素比如较短的载流子扩散长度等使得器件厚度限制在 2μm 以内。作为替代，无机的量子点比如 PbS 等以及超薄半导体吸收层（ETM）以较薄的厚度实现高吸收并且增大了近红外吸收。为了寻找到更好地光吸收染料，Miyasaka 等于 2006 年和 2008 年用钙钛矿材料 CH3NH3PbI3 和 CH3NH3PbBr3 作染料的敏化太阳能电池，其中以固态聚吡咯炭黑复合材料作空穴传输层得到的染料敏化太阳能电池在一个大气质量太阳光照下能量转换效率为 0.4%，用液态 I-/I3-电解质作空穴传输材料的电池能量转换效率为 2%；2009 年该团队用 CH3NH3PbI3 敏化，用液态 I-/I3-氧化还原对作电解质制作的钙钛矿太阳能电池能量转换效率达到 3.5%。Park 等人通过表面处理 TiO2 和优化钙钛矿制备工艺，使液态电解质中 CH3NH3PbI3 敏化的太阳能电池

的能量转换效率达到 6.5%。固态染料敏化太阳能电池从 1998 年至 2011 年一直没有取得重大进展，在 2012 年间由于使用钙钛矿结构材料作活性层获得了重大突破与发展。2013 年以钙钛矿材料作染料，以 PTAA 作 HTM 的钙钛矿太阳能电池取得了 12.3%的能量转换效率。Snaith 等人用多源气相蒸发沉积法制备的钙钛矿 CH3NH3Pb(IxCl3-x)作染料制作的平面异质结钙钛矿太阳能电池能量转换效率达到 15.4%.

2 钙钛矿太阳能电池的制备

钙钛矿材料的制备是获得高效率钙钛矿太阳能电池的关键步骤。在分子尺度上，PbI2 和 CH3NH3I 能够通过自组装而迅速反应生出 CH3NH3PbI3，因此无论是固相、液相还是气相，只要将两种原料充分混合，就可以得到所需的钙钛矿材料。但是对于厚度不到 1μm 的薄膜太阳能电池吸光层来说，固相反应法制备出的大颗粒钙钛矿晶体显然是不适用的。最早用于薄膜太阳能电池的钙钛矿制备方法是液相一步法，即等化学计量比的 PbI2 和 CH3NH3I 共溶于γ-丁内酯会 N-二甲基甲酰胺（DMF）中，取一定量的溶液滴加咋纳米多孔支架层上，并以一定的速度旋涂，加热除去溶剂后，就得到了填充了钙钛矿的光阳极。而在制备氯掺杂钙钛矿时，则是采用 PbCl2 与过量的 CH3NH3I 作为前驱物，除去溶剂后进行热处理，按化学计量比的部分卤化甲胺与卤化铅生成了钙钛矿，而过量部分则气化除去。液相两步法是将 PbI2 薄膜浸泡在一定浓度的碘甲胺异丙醇溶液里，黄色的 PbI2 逐渐转化为棕黑色的钙钛矿。HSnaith 等发展了气相共蒸发沉积法制备钙钛矿薄膜，这种方法同样可以获得高效率的钙钛矿电池，但需要较为复杂

的卤化铅和卤化甲胺共蒸发装置。除此之外，气相辅助液相法也是最近发展出的一种新技术，这种方法是在旋涂 PbI2 薄膜后，将其置于 CH3NH3I 蒸汽中，缓慢生成钙钛矿。相对于共蒸发方法，这种相辅助液相法可以降低实验设备要求。以上几种钙钛矿薄膜制备方法，都可以实现 12%以上的高效率，但是液相法所用到的旋涂工艺，难以用于规模化生产。因此，气相共蒸发法的工艺优化以及无旋涂操作的新液相法研究，对于未来的钙钛矿型太阳能电池产业化是十分重要的。

3 钙钛矿太阳能电池的光电机理

钙钛矿太阳能电池本质上是一种固态染料敏化太阳能电池。它具有类似于非晶硅薄膜太阳能电池的 P-I-N 结构。钙钛矿材料作为光吸收层（I 本征层）夹在电子传输层 TiO2(N 型)和 HTM（P 型）之间。借助紫外光电子能谱（UPS）和紫外-可见光吸收谱测量得知钙钛矿 CH3NH3PbI3 的禁带宽度为 1.5eV。当能量大于其禁带宽度的入射光照射钙钛矿材料时，激发出电子空穴对，电子空穴对在钙钛矿中传输，到达 TiO2/钙钛矿和钙钛矿/HTM 之间的界面时发生电子空穴分离，电子进入 TiO2，空穴进入 HTM，最后到达各自的电极（电子到达 FTO 阳极，空穴到达金或银阴极）。其光伏发电的能级图及电子空穴对产生、输运过程如图 2 所示。CH3NH3PbI3 钙钛矿的价带顶与 OMeTAD 的价带顶，CH3NH3PbI3 钙钛矿的导带底与 TiO2 的导带底非常接近，有利于空穴和电子的迁移。

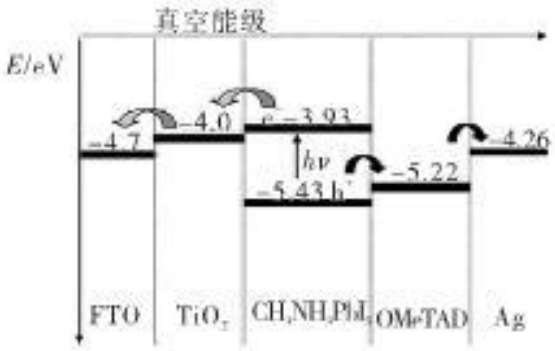


图 2 光伏发电的能级图及电子空穴对产生、输运过程。

4 结论

钙钛矿太阳能电池从理论最高效率到实际制备工艺有明显的优点而没有致命的缺点，将获得科研界重视并有望实现产业化而成为下一代薄膜太阳能电池。目前，钙钛矿太阳能电池实现大规模市场应用的主要瓶颈是空穴传输层材料造价过于昂贵。开发研究包括石墨烯等载流子迁移率高且制备工艺相对简单、造价较低的无机空穴传输层是当前和今后的主要工作之一。

参考文献：

[1] Hodes G,Perovskite-based solar cells [J].Science,2013,342:317

[2] Yells A,Lee H W,Tsao H N,et al.Porphyrin-sensitized solar cells with cobalt-based redox electrolyte exceed 12% efficiency [J].Science,2011,334:629

[3] Chondroudis K,Mitzi D B.Electroluminescence from an organic-inorganic perovskite incorporating a quaterthiophene dye within lead halide perovskite layers [J].Chern Mater,1999,11:3028

[4] Era M,Tsutsui T,Shogo S.Polarized electroluminescence from oriented p-sexiphenyl vacuurn-deposited film[J].Appl Phys Lett,1995,67:2436

[5] Kagan C R,Mitzi D B.Organic-inorganic hybrid materials as semiconductor channels in thin film field effect transistors [J].Science,1999,286:945

[6] O , Regan B,Grazel M.A low-cost,high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO2 films [J].Nature,1991,353:737

[7] Snaith H J,Schmidt-Mende L.Advances in liquid-electrolyte and solid-state dye-sensitized solar cells [J].Adv Mater,2007,19:3187

[8] Snaith H J,S tavrinadis A,Docampo P,et al.Lead-sulphide quantum-dot sensitization of tin oxide based hybrid solar cells [J].Sol Energy,2011,85:1283

[9] Kamat P V.Quantum dot solar cells:Semiconductor nanocrystals as light harvesters [J].J Phy Chem C,2008,112:18737

[10] Lee H,Leventis H C,Moon S J,et al.PbS and US quantum dot-sensitized solid-state solar cells:Old concepts,new results [J].Adv Eunct Mater,2009,19:2735

RIE 制绒提升多晶硅太阳能电池的转换效率

赵朋松，王尚鑫，李吉，麻增智，严金梅，赵爱爽/晶澳太阳能

摘要：为了提升多晶硅太阳能电池的转化效率，本文通过酸制绒和反应离子刻蚀（Acidic+RIE）法在面积为 156*156mm2 的多晶硅表面制绒。通过扫描电子显微镜（SEM）观察硅片表面发现酸制绒后的硅片表面形成了致密的纳米级小山峰，这种绒面结构可以有效地降低入射光反射率。随后硅片通过后清洗、P 扩散、采用优化的工艺沉积 SiNx 减反射膜。采用 Acidic+RIE 法制绒匹配高方阻可以有效提升电池的短波响应，进而提高电池的短路电流密度（Jsc）。在工业化量产中，采用 Acidic+RIE 法制绒的电池要比酸制绒电池的平均转换效率高 0.51%，最优的 Acidic+RIE 制绒太阳能电池的转换效率高达 18.49%。

关键词：反应离子刻蚀、多晶硅、方阻、太阳能电池

1 引言

多晶硅表面制绒对提高太阳能电池效率非常关键。硅片表面制绒可以有效降低入射光反射率，增加光吸收。一般情况下，湿法制绒，如酸制绒[1-3]和碱制绒[4-6]被应用到传统电池片的生成线上。这种制绒方法具有应用简单，成本低的特点。但是湿法制绒会造成大量的硅片损失造成成本浪费，且不能有效的降低多晶硅片表面入射光反射率。最近几年，人们研究了很多种多晶硅制绒方法，其中包

括机械制绒[7-9]、激光制绒[10，11]、有掩膜和无掩膜的反应离子刻蚀（RIE）[12-14]制绒。RIE 是利用等离子体和反应气体在多晶硅表面形成纳米级小山峰，这种绒面结构可以降低硅片表面反射率和增加陷光效果。RIE 制绒并不会给硅片表面造成严重的缺陷损伤。在 RIE 工艺过程中，各项工艺参数很容易控制，因此 RIE 制绒工艺可靠性高、再现性好。RIE 各向同性刻蚀速度很快，具有量产的能力，因此可以应用到工业化电池生成线上。

本文中，采用酸制绒+无掩膜的 RIE 法量产了一批 156*156mm2 的多晶硅片。通过 SEM 观察发现，尽管多晶硅晶向取向不规则，但经过 RIE 制绒工艺后硅片表面可形成致密的纳米级小山峰。随后对后清洗工艺、高方阻扩散工艺、沉积 SiNx 减反射层工艺进行了研究。我们把所有最优的工艺叠加得到的电池效率最高可达 18.49%。

2 实验部分

本次试验采用硼掺杂 P 型多晶硅片 ,硅片电阻率为 2Ωcm、厚度为 180 u m、面积为 156*156c m2。采用酸制绒和 Acidic+RIE 制绒两种方法对多晶硅片制绒进行对比。将硅片放置于温度 9℃下，体积比为 1:3:2.5 的 HF、HNO3、去离子水(DI) 混合溶液中酸制绒两分钟。酸制绒后的硅片在 Jusung Engineering Inc 生产的平行板反应器中进行无掩膜 RIE 制绒。反应气体是 SF6、O2、Cl2，比例为 2:2:1。等离子体在射频 13.56MHz、功率密度 1W/cm2、压力 0.3Rorr 的条件下被激活，室温条件下刻蚀 80s。随后将 RIE 制绒后的硅片在体积比为 1:1:8 的

HF、HCl、DI 混合溶液中清洗 5 分钟。然后利用常规工艺把硅片制备成太阳能电池。在 840℃下磷扩散 15-25 分钟形成 P 型发射极，方阻 60-90Ω/sq。在体积分数 9%的 HF 溶液中去除磷硅玻璃（PSG）。采用等离子体加强化学气相沉积（PECVD）法沉积 SiNx 减反射层。最后经过丝网印刷和 910℃烧结形成正、背面金属接触。

采用带有场发射枪（Quanta-400FEG）的 SEM 分析多晶硅片的绒面微观结构。采用带有积分球探测器的紫外可见近红外（UV-vis-NIR）分光光度计测试硅片表面在 375-1075nm 处的入射光反射率。采用氙气灯测试 300-1100nm 波长处的外量子效率（EQE）。采用光谱椭偏仪测试 SINx 减反射层的光学特性和厚度。利用太阳模拟光源在大气质量 1.5 条件下测试多晶硅太阳能电池的电性能。以上测试都是在室温条件下进行的。

3 结果和讨论

通过 SEM 观察对比了酸制绒硅和 Acidic+RIE 制绒硅片的绒面形貌和差异。图 1 是酸制绒多晶硅片的表面结构，发现硅片表面形成的是 2-6μ大小的碗状结构。图 2 是未后清洗的 Acidic+RIE 制绒后的绒面结构。图 2（a）放大倍数低，观察到的绒面和图 1（a）中的结构相同。从图 2（b）、（c）可以看出尽管多晶硅晶向不规则，在碗状结构的基础上形成了纳米级小山峰。

在 RIE 制绒的过程中，SF6 和 O2 产生 F+和 O+离子团。F+离子团刻蚀 Si 并生成易挥发的物质 SiF4，O+离子团氧化生成吸附物 SixOyFz 钝化硅片表面。从图 2（b）、（c）中可以看出吸附物 SixOyFz 附着在小山峰的顶部和碗状结构的边缘。吸附物可以阻碍等离子体刻蚀硅片，最终形成随机穿孔的掩膜，所以 SixOyFz 可以控制绒面的形貌[15]。但 SixOyFz 对电池电性能是不利的。为了优化效率，需要去除这些在 RIE 制绒过程中产生的吸附物和残留物。因此，增加了后清洗工艺，即在稀释的 HF、HCl 的混合溶液中清洗 RIE 制绒后的硅片。图 3 是后清洗后的硅片 SEM 图。从图 3（c）可以看出碗状结构边缘的 SixOyFz 吸附物明显减少。图 3（b）中小山峰顶部比图 2（b）的更尖锐。这都说明经过后清洗工艺，大部分吸附物已经被清洗掉，但碗状结构和小山峰的形貌变化不是很大。

图 4 是原料片、酸制绒硅片、Acidic+RIE 制绒硅片的反射率曲线图。原料片酸制绒后在 375-1075nm 波长处的反射率从 30.1%降低到 27.8%。硅片经过 RIE 制绒后，所有波段的入射光反射率都明显降低，平均反射率在 8.5%以下。硅片表面大量的小山峰增加了光反射次数和入射光的吸收，减反射效果显着。

RIE 制绒后特殊的表面形貌会影响 SiNx 减反射层的沉积。和酸制绒多晶硅表面沉积的 SiNx 相比，我们在 RIE 制绒后的表面制备最优化 SiNx 膜。工艺条件为 195Pa 高压、65mW/cm2 低功率密度、NH3/SiH4 流量比为 6.5、475℃。图 5 是通过 SEM 观察沉积 SiNx 后的酸制绒硅片和 Acidic+RIE 制绒硅片横截面图像。图 5（a）中可以看出酸制绒多晶硅的表面沉积了均匀的 SiNx。图 5（b）

中可以 RIE 制绒后的硅片除了碗状结构位置 SiNx 厚度高于 80nm，其他位置的的 SiNx 也比较均匀。通过光谱椭偏仪测试，RIE 制绒硅片表面的 SiNx 厚度和折射率分别是 80nm 和 2.1，和酸制绒硅的相同。测试结果表明，通过修改沉积工艺参数，在 RIE 制绒硅表面生成了比较优化的 SiNx，但 SiNx 的均匀性还需要进一步优化。图 6 是沉积 SiNx 后两种硅片的反射率曲线图。Acidic+RIE 制绒的硅片反射率比酸制绒硅低很多。RIE 制绒后短波的反射率明细降低，375-1075nm 入射光的平均反射率从 6.9%降低到 2.3%。这说明多晶硅 RIE 后的反射率比具有金字塔绒面结构的单晶硅反射率（3-4%[16]）还低。

磷的扩散浓度可以用方阻表征。掺杂浓度越高，方阻越低。工业化生产一般都采用高掺杂的发射极，方阻 45-65Ω/sq[17]。低方阻可以使丝网印刷的金属和发射极形成良好的欧姆接触。但，低方阻、高掺杂浓度会增加发射极表面的复合速率，进而促使效率降低[18]。因此，有必要研究方阻对 Acidic+RIE 制绒电池的效率影响。

图 7 是 RIE 制绒多晶硅电池不同方阻的电性能数据。为了获得可靠的效率随方阻的变化趋势，每个方阻条件下的效率是 4000 片电池效率平均值，方阻 70 Ω/sq 的开路电压(Voc)比方阻 60Ω/sq 的 Voc 高，这是因为高方阻掺杂浓度低，电池表面复合速率低。但方阻升高到 90Ω/sq 时，Voc 降低，这是因为过高的方阻会减弱 p-n 结的特性。分析 EQE 曲线可以分析发现，短路电流（Isc）随着方阻的升高而增大。图 8 是不同方阻条件 RIE 制绒电池的 EQE 曲线图。图中酸制绒电池的曲线作为对比。测试 EQE 使用的是具有代表性的电池，这些电池的效

率接近图 7 或表 1 中电池的平均效率。所有 RIE 电池长波区域 EQE 接近。随着方阻从 60Ω/sq 到 90Ω/sq 增大，电池在短波区域 300-700nm 处的 EQE 逐渐增大。因此，短路电流（Isc）随着方阻的升高而增大，这主要归因于电池短波响应的增强。方阻高，掺杂浓度低、浅结有助于提升电池的短波响应[19,20]。方阻升高，串阻 Rs 变大，填充因子 FF 会略微降低。当方阻升高到 80 Ω/sq 时，效率最高可达 17.82%。当方阻升高到 90Ω/sq 时，效率降低。过高的方阻会导致 Voc 和 FF 降低。一个合适的高方阻可以增加短波响应，提高电池的转换效率和短路电流。高方阻可以减少对磷源的利用量，从而降低原料成本。

我们制备了一批 60Ω/sq 的酸制绒电池和 80Ω/sq 最优化的 RIE 制绒电池并进行了对比。表 1 是这两种电池的平均电性能数据。RIE 电池的平均效率比酸制绒电池的高 0.51%，Voc、FF 基本持平。图 8 中可以看出 80Ω/sq RIE 电池在短波区域的 EQE 比酸制绒电池高。利用电池在 300-1100nm 波长范围内 EQE 的数据计算得到 RIE 电池、酸制绒电池的 Jsc 分别是 34.8 和 36.19mA/cm2。RIE 后反射率降低和高方阻增加了短波响应，导致 EQE 和 Jsc 的升高。

我们通过 RIE 制绒并结合其他最优工艺（后清洗、高方阻扩散、沉积 SiNx 减反射层）制备出面积为 156*156cm2 的多晶硅电池。其转换效率高达 18.49%，Voc、Isc、FF 分别是 0.637V、8.85A、0.798。最大功率 PMPP 和通过 EQE 数据计算出的 Jsc 分别是 4.5W 和 37.02 mA/cm2。图 9 是最优电池的 I-V 曲线和 EQE 曲线图。

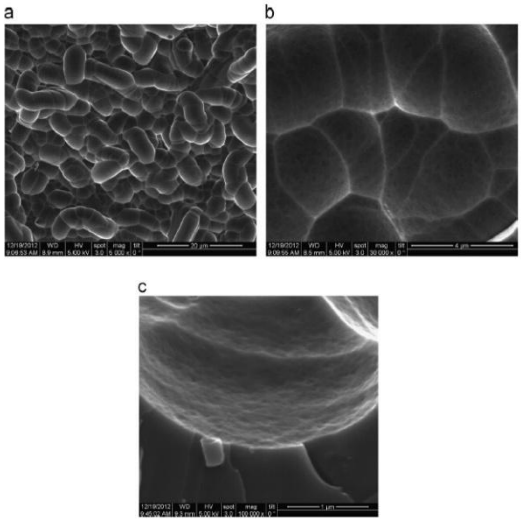


图 1.通过 SEM 观察的酸制绒硅表面图形。（a）5000*（b）30000*（c）100000*横截面图像。

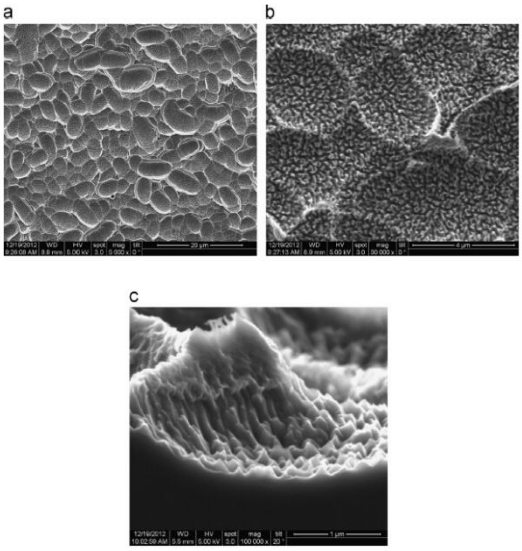


图 2.通过 SEM 观察的未后清洗的 Acidic+RIE 制绒硅片的表面图形（a）5000*（b）30000*（c）100000*横截面图像。

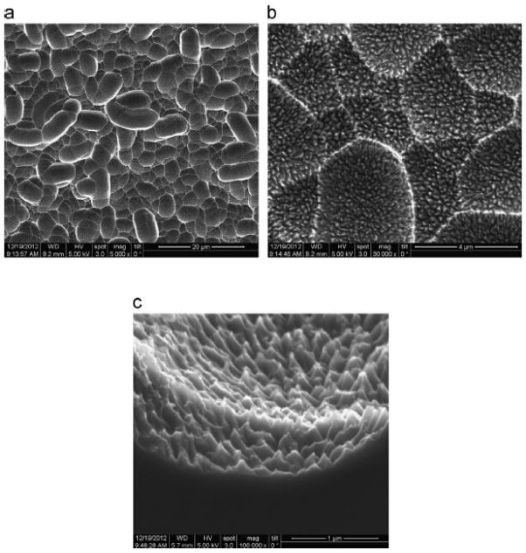


图 3.通过 SEM 观察的后清洗的 Acidic+RIE 制绒硅片的表面图形(a)5000*（b）30000*（c）100000*横截面图像。

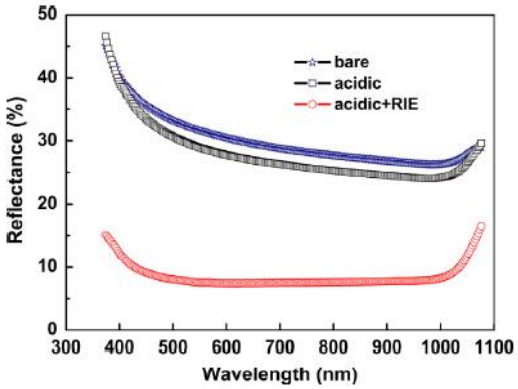


图 4.原料片、酸制绒硅片、Acidic+RIE 制绒硅片的反射率曲线图。平均反射率分别是 30.1%、 27.8%、8.5%。

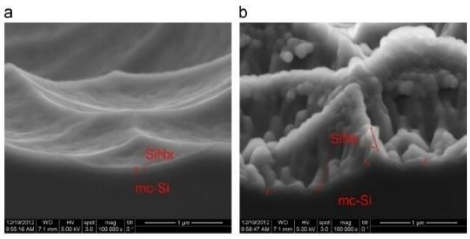


图 5 是通过 SEM 观察的沉积 SiNx 后的酸制绒硅片和 Acidic+RIE 制绒硅片横截面图像。图 5（a）酸制绒多晶硅，SiNx 均匀。（b）RIE 制绒。除了碗状结构位置 SiNx 厚度高于 80nm，其他位置的的 SiNx 也比较均匀。

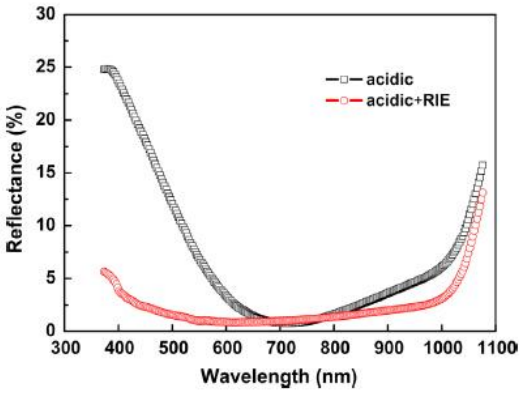


图 6. 沉积 SiNx 后酸制绒硅片和 RIE 制绒硅片的反射率曲线图，平均反射率分别是 6.9%、2.3%。

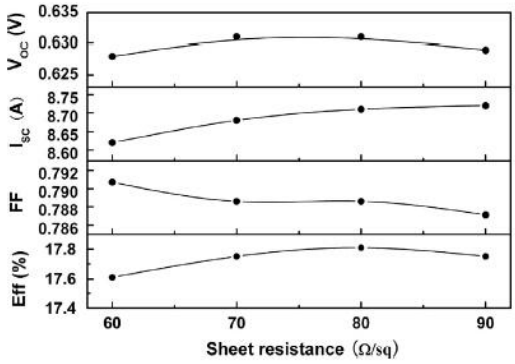


图 7.RIE 制绒电池不同方阻条件下的电性能。

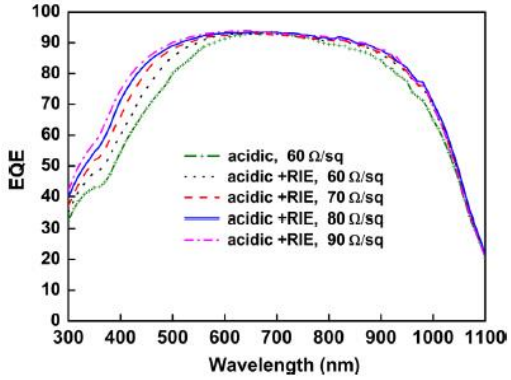


图 8.酸制绒硅片和不同方阻条件的 RIE 制绒硅的 EQE

表 1

	V_{OC} (V)	I_{SC} (A)	*FF*	Eff (%)
Acidic textured (60 Ω/sq emitters)	0.631	8.43	0.792	17.31
Acidic + RIE textured (80 Ω/sq emitters)	0.631	8.71	0.789	17.82

方阻 60Ω/sq 酸制绒电池和方阻 80Ω/sqRIE 制绒电池的电性能数据。

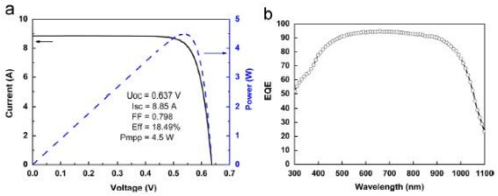


图 9.（a）、（b）分别是最好的 Acidic+RIE 制绒多晶硅电池的 I-V 曲线和 EQE。

4 总结

本文在酸制绒多晶硅的基础上 ,研究了无掩膜 RIE 干法制绒工艺。通过 SEM 图观察发现 , RIE 制绒在酸制绒的表面形成了纳米级小山峰结构。通过后清洗工

艺将大部分吸附物清洗掉，表面结构没有发生太大变化。通过调试工艺参数，在 RIE 硅片表面沉积了一定厚度、折射率的 SiNx 减反射层。沉积 SiNx 后硅片表面反射率从 8.5%降低到 2.3%，这表明 RIE 减反射效果明显。RIE 制绒匹配高方阻可以提高电池的短波响应，增加 Jsc。RIE 电池和酸制绒电池相比，平均效率高 0.51%。RIE 制绒并结合其他最优化的工艺（后清洗、高方阻扩散、沉积 SiNx 减反射层）制作出 156*156cm2 大小的多晶硅电池，效率高达 18.49%。Voc、Isc、FF 分别是 0.637V、8.85A、0.798。

参考文献

[1]J.Nievendick,M.Zimmer,F.Souren,J.Haunschild,J.Rentsch,Relationbetweensolarcellefficiencyandcrystaldefectetchinginducedby Acidictexturizationon multicrystallinesiliconmaterial,Sol.EnergyMater.Sol.Cells105(2012)159-166.

[2]Y.T.Cheng,J.J.Ho,S.Y.Tsai,Z.Z.Ye,W.Lee,D.S.Hwang,S.H.Chang,C.C.Chang,K.L.Wang,Efficiencyimprovedbyacidtexturizationformulti-crystallinesiliconsolarcells,Sol.Energy85(2011)87-94.

[3]M.Steinert,J.Acker,A.Henssge,K.Wetzig,Experimentalstudiesonthemechanismofwetchemicaletchingofsiliconin HF/HNO3mixtures,J.Electrochem.Soc.152(2005)843-850.

[4]P.K.Basu,H.Dhasmana,D.Varandani,B.R.Mehta,D.K.Thakur,Acost-effectivealkalinemulticrystallinesiliconsurfacepolishingsolutionwithimprovedsmoothness, Sol.EnergyMater.Sol.Cells93(2009)1743-1748.

[5]U.Gangopadhyay,S.K.Dhungel,K.Kim,U.Manna,P.K.Basu,H.J.Kim,B.Karunagaran,K.S.Lee,J.S.Yoo,J.Yi,Novellowcostchemicaltexturingforverylargeareaindustrialmulti-crystallinesiliconsolarcells,Semicond.Sci. Technol.20(2005)938-946.

[6]J.D.Hylton,A.R.Burgers,W.C.Sinke,Alkalineetchingforreflectancereductioninmulticrystallinesiliconsolarcells,J.Electrochem.Soc.151(2004)408-427.

[7]M.BenRabha,S.B.Mohamed,W.Dimassi,M.Gaidi,H.Ezzaouia,B.Bessais,Reductionofabsorptionlossinmulticrystallinesiliconviacombinationofmechanical groovingandporoussilicon,Phys.StatusSolidi(C)8(2011) 883-886.

[8]C.Gerhards,C.Marckmann,R.Toelle,M.Spiegel,P.Fath,G.Willeke,E.Bucher,MechanicallyV-texturedlowcostmulticrystallinesiliconsolarcellswithanovelprintingmetallization,in:Proceedingsofthe26thIEEEPhotovoltaicSpecialistsConference,Anaheim,CA,USA,1997,pp.43-46.

[9]G.Hahn,C.Zechner,M.Rinio,P.Fath,G.Willeke,E.Bucher,Enhancedcarrier collectionobservedinmechanicallystructuredsiliconwithsmalldiffusionlength,J.Appl.Phys.86(1999)7179-7182.

[10]M.Abbott,J.R.Cotter,Opticalandelectricalpropertiesoflasertexturingforhigh-efficiencysolarcells,Prog.Photovolt.14(2006)225-235.

[11]L.A.Dobrzanski,A.Drygala,K.Golombek,P.Panek,E.Bielanska,R.Zieba,Lasersurfacetreatmentofmulticrystallinesiliconforenhancingopticalproperties,J.Mater.Process.Technol.201(2008)291-296.

[12]J.Yoo,G.Yu,J.Yi,Large-areamulticrystallinesiliconsolarcellfabricationusingreactiveionetching(RIE),Sol.EnergyMater.Sol.Cells95(2011)2-6.

[13]B.T.Chan,E.Kunnen,M.Uhlig,J.F.deMarneffe,K.D.Xu,W.Boullart,B.Rau, J. Poortmans,StudyofSF6/N2O microwaveplasmaforsurfacetexturingofmulticrystalline(o150 μm) solarsubstrates,Jpn.J.Appl.Phys.51(2012) (10NA01).

[14]W.A.Nositschka,C.Beneking,O.Voigt,H.Kurz,Texturisationofmulticrystal-linesiliconwafersforsolarcellsbyreactiveionetchingthroughcolloidalmasks,Sol.EnergyMater.Sol.Cells76(2003)155-166.

[15]H.Jansen,M.deBoer,H.Wensink,B.Kloeck,M.Elwenspoek,Theblacksiliconmethod.VIII.AstudyoftheperformanceofetchingsiliconusingSF6/O2-based chemistry withcryogenicalwafercoolingandahighdensityICPsource, Microelectron.J.32(2001)769-777.

[16]M.M.Hilali,K.Nakayashiki,A.Ebong,A.Rohatgi,High-efficiency(19%)screen-printedtexturedcellsonlow-resistivity float-zone siliconwithhighsheet-resistance emitters,Prog.Photovolt.12(2006)135-144.

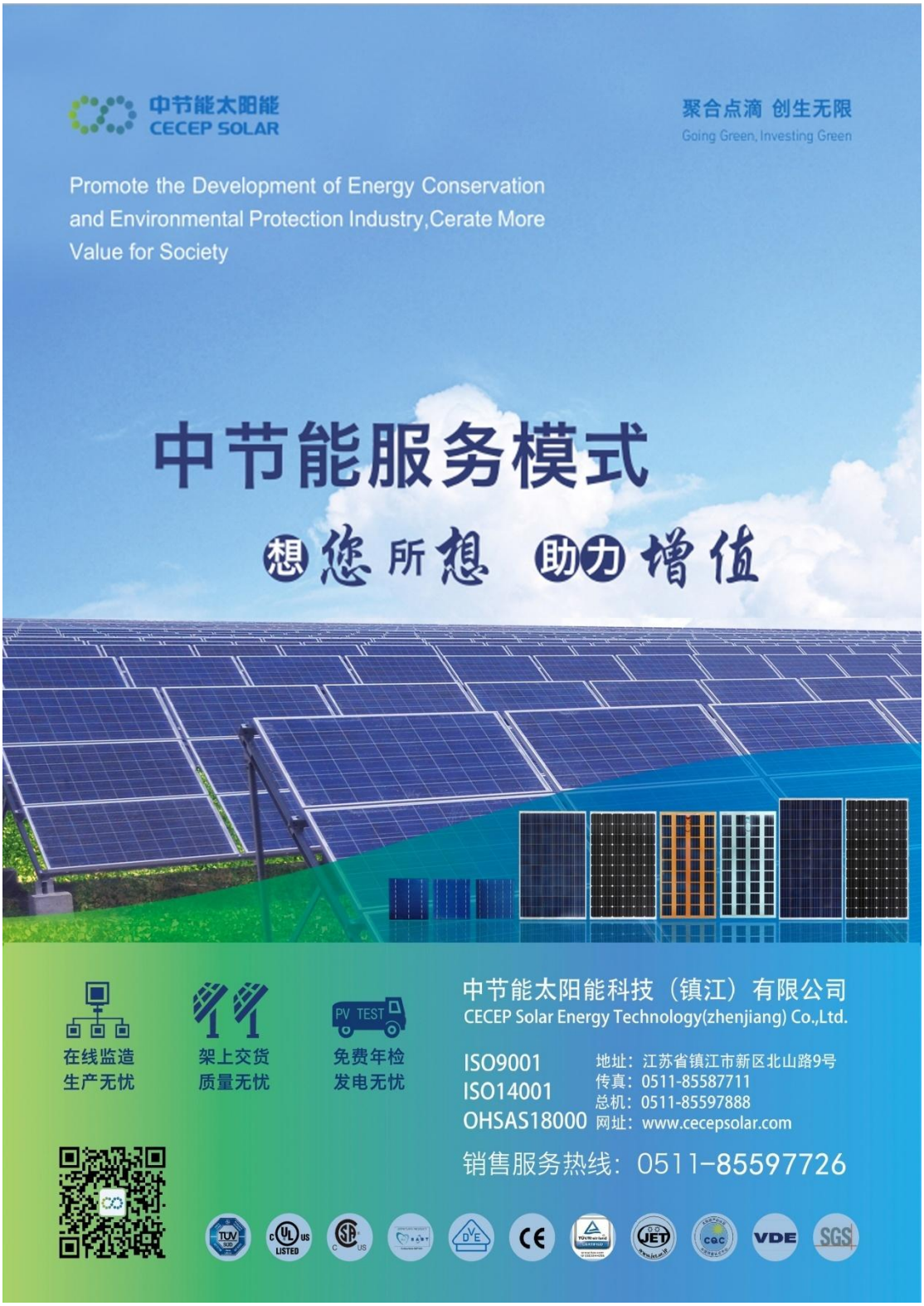
[17]J.Liu,B.Liu,Z.Shen,J.Liu,S.Zhong,S.Liu,C.Li,Y.Xia,CharacterizationofPIIItexturedindustrialmulticrystallinesiliconsolarcells,Sol.Energy86(2012) 3004-3008.

[18]M.J.Kerr,J.Schmidt,A.Cuevas,J.H.Bultman,Surfacerecombinationvelocityofphosphorus-diffusedsiliconsolarcellemitterspassivatedwithplasmaenhanced chemicalvapordepositedsiliconnitrideandthermalsiliconoxide,J.Appl.Phys.89(2001)3821-3826.

[19]F.Torregrosa,C.Laviron,H.Faik,D.Barakel,F.Milesi,S.Beccaccia,RealizationofultrashallowjunctionsbyPIII:applicationtosolarcells,Surf.Coat.Technol.186(2004)93-98.

[20]P.Chen,X.G.Yu,L.Chen,D.R.Yang,Formationofshallowjunctionsingallium andphosphoruscompensatedsiliconforcellperformanceimprovement,Scr.Mater.65(2011)871-874.

地址（Add）：中国东莞麻涌南玻绿色能源产业园区 CSG Green Energy Industrial Park, Machong, Dongguan, P.R.China
电话（Tel）：86-769-8828888015 传真（Fax）：86-769-88288016 邮编（Postcode）：523141
公司网址：（Web-site）:http://www.csgpvtech.com


中节能太阳能
CECEP SOLAR
聚合点滴 创生无限
Going Green, Investing Green
Promote the Development of Energy Conservation and Environmental Protection Industry,Cerate More Value for Society
中节能服务模式
想您所想 助力增值
在线监造
生产无忧
架上交货
质量无忧
PV TEST
免费年检
发电无忧
中节能太阳能科技（镇江）有限公司
CECEP Solar Energy Technology(zhenjiang) Co.,Ltd.
ISO9001
ISO14001
OHSAS18000
地址：江苏省镇江市新区北山路9号
传真：0511-85587711
总机：0511-85597888
网址：www.cecepsolar.com
销售服务热线：0511-85597726
VDE
SGS

THANK
YOU!