

SOLARZOOM

Solarzoom 光伏杂志

**2011 年
七月刊**

Solarzoom 光伏太阳能网主办

全球光伏产业风云，风景这边独好
工商业用电侧平价上网前景可观
分布式 MPPT 技术在光伏电站中的应用
晶体硅太阳能电池烧结温度调节方法谈
6 月份光伏行业价格分析

《光伏杂志》

Solarzoom 光伏太阳能网主办

专家顾问：赵玉文 崔容强

电话：021-38682788

投稿：edit@soalrzoom.com

广告：ad@solarzoom.com

地址：上海市浦电路 489 号由由燕乔大厦

新闻中心 / News

- 1 solarzoom 独家分析：多晶硅的春天来临了吗？
- 1 2011 光伏逆变器总收益将回落到 60 亿美元
- 2 2012 年光伏设备支出跌幅近半
- 3 彭博新能源：清洁能源投资额上涨 22%
- 3 Solarbuzz：美国光伏筹备项目飙升至 17GW
- 4 尚德电力推出两款高性能太阳能新品
- 4 Intersolar 北美展：蜂巢太阳能电池夺人眼球

产业观察 / Industry observe

5 全球光伏产业风云，风景这边独好

2010 年以来，美国越来越重视本国的新能源产业发展，并加大力度培育本国的设备厂商，以刺激经济增长。

7 工商业用电侧平价上网前景可观

半年意大利上网电价补贴政策出现长时间的不确定，下游价格战激烈，全球光伏行业过去数月遭遇严峻考验，市场前景一度晦暗不明。各国投资者对市场的判断都是源于各国政府的补贴政策。

9 解读 3S 能源方程式

据预测，到 2050 年，欧洲的可再生能源所占比将达到 80%，德国则是 100% 使用可再生能源。”中国考虑到实际情况，如果能达到 80% 的占比也非常不错。

目录

Contents

技术工艺 / Technical process

12 晶体硅太阳能电池烧结温度调节方法谈

对于晶体硅太阳能电池来说，烧结是最后一个工艺。烧结本身并不能提升效率，只是将电池应该达到的效率发挥出来，最终电池效率如何，要在在烧结工艺全部完成时才能体现出来。



15 分布式 MPPT 技术在光伏电站中的应用（上）

当今太阳能光伏发电的应用趋势是从应用产品的相对单一化到多元化和功能化，从小规模发电系统到大型光伏电站，从独立到并网发电系统，从单纯的应用性到与建筑等艺术结合。

答疑解惑 / Q&A

19 RENA 湿法刻蚀黑圈怎么解决？

19 单晶炉热场反射板的作用

价格监测 / Price Monitoring

20 六月份光伏行业价格分析

Solarzoom 独家分析：多晶硅的春天来临了吗？

据 Solarzoom 咨询团队于 7 月 8 日的统计数据显示，最近两周多晶硅的价格开始趋于平稳，上周末环比上扬 0.46%。

Solarzoom 咨询部分分析员表示，6 月 19 日至 24 日，多晶硅料 6N 系列的报价为 52 美元~61 美元/公斤，而 7 月 1 日则回稳至 54 美元~62 美元/公斤。

2011 年 3 月到 6 月，光伏产品的价格一度全线下跌。据 Solarzoom 统计，5 月底，晶硅光伏电池组件价格平均降至每瓦 1.33 美元，较 3 月初时的高位下降达 17%，晶硅电池片同期降幅更高达 33%，最上游的多晶硅价格同期下降了 21% 左右。进入 6 月下旬之后，部分产品的价格才基

本稳定了下来。

多晶硅片 156 上周的报价在 15 元/片到 17.6 元/片这个区间范围内，单晶硅片 125 型价格则位于 11.5 元/片~13 元/片之间，与前一周价格一致。此外，245 瓦的单晶硅组件、230 瓦的多晶硅组件的价格也有所稳定，分别为 1.51 美元/瓦和 1.5 美元/瓦。

据业内资深人士向 Solarzoom 记者表示：“今年三季度是全年的唯一时间窗口，如果能在今年这个关键时刻把握得当，那么企业就能渡过难关。纵观形势，光伏企业能否生存下来以及企业在光伏产业的地位，今年将是至关重要的一年。”☀

IMS：2011 年光伏逆变器总收益将回落到 60 亿美元

据 IMS Research 研究报告指出（7 月 6 日），光伏逆变器市场总收益继 2010 年猛增之后，预计到 2011 年底会降到 60 亿美元以下，跌幅超过 10%。报告中还透露，尽管公司预测今年全球总安装量会增加，但受 2010 年起累积的库存和高价压力的影响，今年光伏产业总收益会降低。

IMS Research “世界光伏逆变器市场”报告，是由 100 多位供应商提供的收益和出货量数据分析得出的今年逆变器产业综合性展望。“我们预测，受亚洲和美洲市场需求增长的影响，2011 年安装量将增长 16%，但由于 2010 年底投放的光伏逆变器量过剩，今年的出货量将回落 5%。此外，同比价格和平均价格的降低会导致整个产业收益的减少。”IMS 的资深研究主管兼报告第 4 版作者之一 Ash Sharma 评论道。

逆变器的供应商顶着 2011 年上半年巨大的价格压力，也出现部分同比价格下跌 10%-15%。Sharma 补充说：“一些主要供应商大幅减价以赢得市场份额特别是新兴市场。但是，新兴市场份额的增加导致产品结构变化，出现某些无功容量的新型产品或者运用小型逆变器，这些因素将有助于稳定平均价格。”据报告预测今年整体逆变

器价格将仅降低 8%。

尽管今年总收益惨淡，但仍会远远超过 2009 年收益。Sharma 表示：“2011 年对于光伏逆变器市场仍是不错的年头，当然不及 2010 年的黄金时期。出货量将再次突破 20GW，总收益在 60 亿美元左右，是 2009 年的 2 倍多。”

当光伏逆变器市场总体收益下降之际，对于一些供应商而言还是有发展契机。“尽管 2011 年部分欧洲市场出现萎缩，但从许多亚洲国家和美国迅速膨胀的市场来看，我们预测部分供应商将从中获益。另外据我们预计，那些供应 MW 级项目以及商业应用的小型三相逆变器的大型逆变器公司将有出色的表现。”Sharma 说，“由于小型三相逆变器易于安装性和可扩展性优势，同时受 2010 年商业系统的高需求影响，小型三相逆变器市场猛增了 560%。这种优势将使其向几乎每个地区性市场扩张。”

尽管今年产业总收益会下跌，但 IMS Research 报告指出，长期乐观来看看到 2015 年产业总收益会超过 200 亿美元。☀

Solarbuzz 预测：2012 年光伏设备支出跌幅近半

据 Solarbuzz 最新发布的光伏设备季度报告，预测到 2012 年光伏设备支出将骤减至 76 亿美元，同比跌幅为 47%，而 2011 年支出额最高为 142 亿美元。设备支出的下滑将影响今年下半年光伏设备的收益额，还将导致企业不得不下调 2012 年的盈利目标。

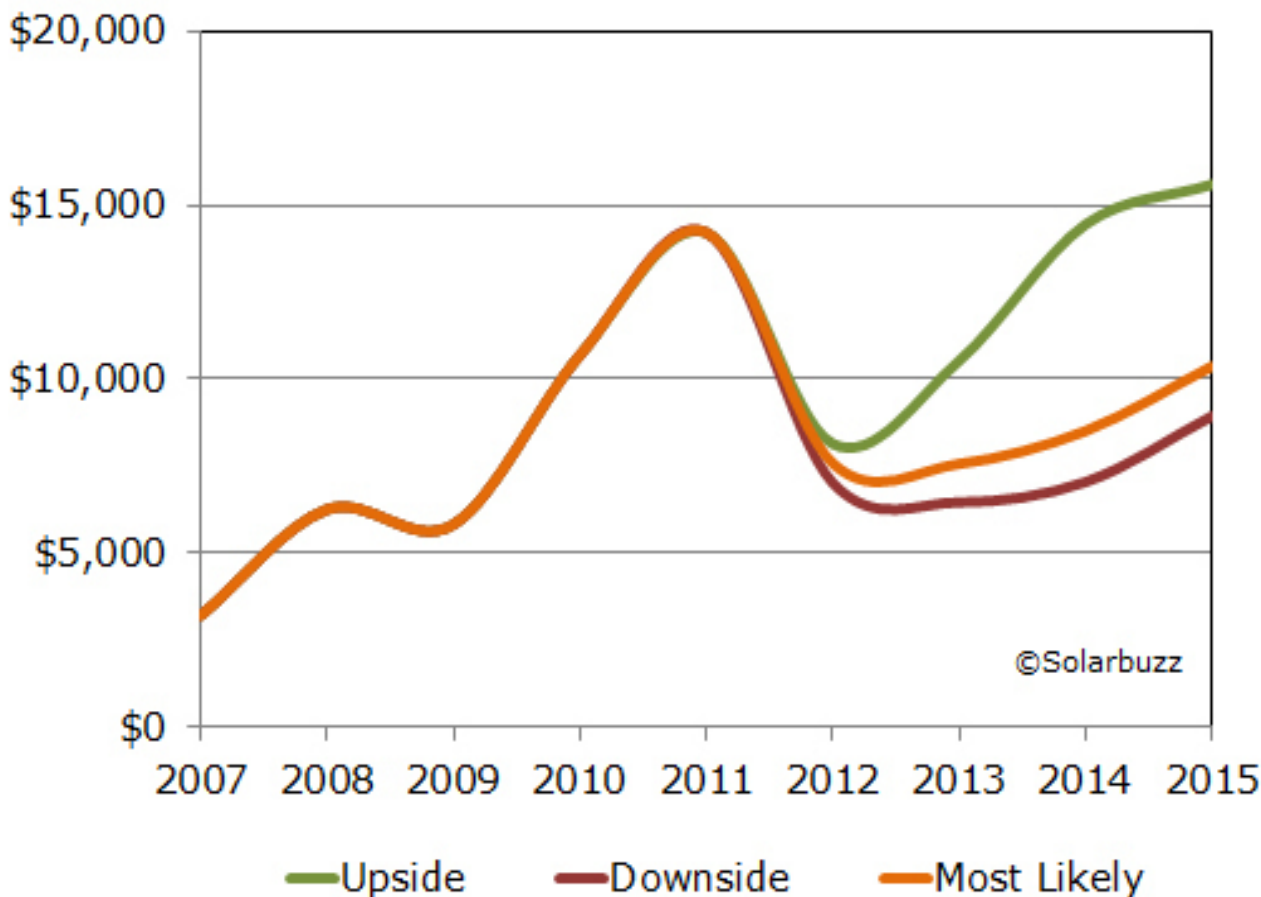
2010 年盈利的年增长率为 84%，而 2011 年仅为 33%。设备支出的“崩溃”也许即将到来。因此，2010 年及 2011 年上半年晶体硅电池（组件）和薄膜产能扩张的来势汹汹将传导至二级和三级光伏企业。加上今年上半年市场供应过剩和的库存，未来两年，产能与需求的失衡将引发未大批电池片制造商陷入困境。

2011 年第二季度的设备支出额为 36 亿美元，季度同比下跌 3%。这是自 2009 年第二季度以来，光伏设备支出的首次负增长，也象征着光伏资本

设备支出周期的拐点。今年二季度，光伏订单出货比也跌至均线以下，且维持其持续下跌的态势，而在 2010 年第二季度订单出货比最高为 1.74。

从 2011 年四季度至 2012 年二季度，季度盈利预计将分别下跌 21%、12% 和 37%。薄膜设备支出的下滑将引发连锁反应，今年下半年薄膜二期投资将划上尾声。今年上半年，那些在业内树立了良好的口碑且拥有优质系列产品，同时占据较大市场份额的晶体硅设备供应商（诸如 GT Solar、梅耶博格、应用材料和精功科技）暂时躲过了设备订单下跌的劫难。

电池片制造企业的“萎靡不振”是驱使盈利反弹及调整设备支出周期的关键因素。到 2012 年，二级与三级光伏制造商的设备支出将同比下滑 60%。到 2015 年，一线企业将占据光伏设备总支出的 70% 以上。☀



图片：光伏设备支出预测图（来源：solarbuzz）

彭博新能源：清洁能源投资额上涨 22%

据《彭博新能源财经》最新公布的数据显示，继太阳能光热电厂的投资额增加后，2011 年第二季度新增清洁能源投资较去年上涨 22%，达到 417 亿美元。

这家位于伦敦的研究机构表示，统计数据显示投资额相比第一季度上涨了 27%，已是第三次创下新高。Bright Source Energy Inc. 已筹集到了 22 亿美元用于开发美国的 392MW 项目。

然而，该数据与 wilderhill 新能源全球创新指数本季公布的 13% 的跌幅形成了强烈反差，该指数跟踪了全球 93 家清洁能源公司的业绩表

现。而美国标准普尔 500 指数显示，近期几乎没有发生变化。

私募基金与风险投资较上一季度上涨 74%，达到 31 万美元，创下 2008 年以来最高涨幅。

首次公开招股的股本投资及其他形式均比上季度下跌 7%，至 34 万美元。

中国仍然是清洁能源项目最大的投资商，但资金额度相比今年第一季度跌至 120 亿美元，跌幅为 11%。美国的投资量则几乎翻了三倍，达到 105 亿美元。☀

Solarbuzz：美国光伏筹备项目飙升至 17GW

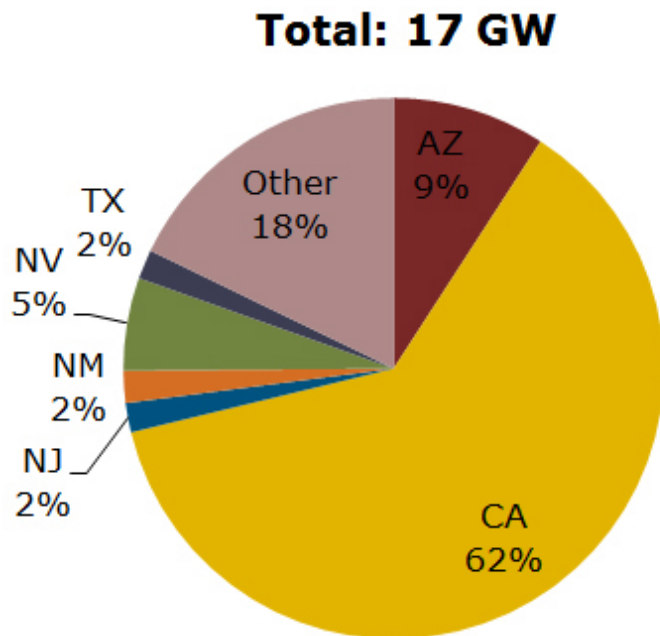
随着欧洲各国纷纷下调补贴，美国市场上的光伏筹备项目数量则节节攀升，如今美国已成为了世界上最引入瞩目的光伏市场之一。

据 2011 年 7 月 6 日 Solarbuzz 公布的《美国交易跟踪报告——2011 年七月刊》显示，目前美国非住宅光伏筹备项目已逾 17GW。总计 601 个项目，其规模从 50 kW 至 500 MW 不等，其中包括 2011 年下半年至 2015 年的计划项目。据统计，这份美国交易跟踪报告中目前罗列了 1565 个非住宅光伏项目，自 2010 年 1 月 1 日起，包括已安装的、正在安装的项目或者处于开发阶段的项目在内，共计 20.3GW。

受到美国 33% 的可再生能源目标的激励，目前加州占全美筹备项目的 62%。美国可再生能源标准（简称 RPS）已成为各州建造光伏筹备项目的主要驱动力。按照项目的 MW 级别来说，排名前五的分别为加州、亚利桑那州、内华达州、新泽西州、新墨西哥州和德克萨斯州，而美国共有 40 个州建有光伏项目。

快速发展的非住宅光伏产业已经为项目开发者和项目总承包企业创造了一个重要且不断增加的机遇。目前，排名前 12 的项目开发商占总筹备项目的 49%。

最近四个月以来，美国市场上组件出厂价的急剧下跌已开始影响大型项目的报价。1MW 以上



图片：美国各州筹备项目比例分布

的已安装系统的平均价格为 \$4.50/W DC。而 32% 的项目报价低于 \$4.00/W DC。☀

尚德电力在美推出两款高性能太阳能新品

据美通社报道，世界上最大的电池片生产厂商——尚德电力控股有限公司已推出了两款全新的高性能太阳能电池片，并即将在美国、加拿大和拉丁美洲市场上销售。两款产品皆具有较高的输出功率，能为尚德的客户提供卓越的光伏电力平准化成本。

第一款产品名为 HiPerforma? 的 245W 组件，适用于住宅、商业及公用设施，它采用了尚德先进的 Pluto? 电池片加工技术，其专利的金属化工艺



格外引人注目，可减少太阳能电池片表面的阴影，让电池片能吸收更多的阳光并转化为电能。

第二款新品是尚德 290W 的 Vd 系列组件产品，可用于公用事业级发电项目当中，它采用了 SuperPoly 加工工艺、卓越的硅料铸造和硅片处理工艺，从而生产出高质量的多晶硅硅片。经过改进的硅片可提供产品的输出功率，并具有较强的抗光致衰变效果。☀

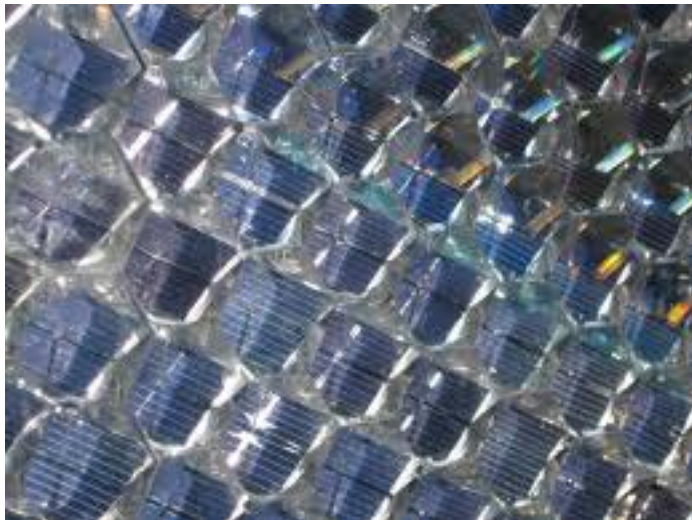
Intersolar 北美展：蜂巢太阳能电池夺人眼球

将太阳能技术和建筑结合总能激发无限创意。Intersolar 北美展会上一个新颖设计夺人眼球：用蜂巢结构的太阳能电池板取代建筑的外墙。

这个太阳能电池板名如其形，叫做蜂箱光伏（BeeHivePV），来自以一家以色列的新公司 SolarOr。刚刚完成这项设计的 SolarOr，希望吸引投资者和合作伙伴将其推向市场并开展示范工程。

首席运行官 AviSasi 在 Intersolar 的展位上表示，蜂箱光伏是 SolarOr 的第一个产品；该公司成立于 2007 年 12 月，希望能够募集到 500 万美元的资金。

Sasi 展示了电池板的小样，它由一个双层玻璃夹组成，看起来就像蜂巢的横截面。这个蜂巢



图片：蜂巢电池

由聚甲基丙烯酸甲酯制成，每个六边形的峰室里都装有一个硅电池。Sasi 说六边形设计聚集的太阳光是普通光照的 2.5 倍。

假设电池的转换率为 14%，那么一平米的电池板可以产生 140 瓦电量。将太阳能技术和建筑结合的魅力就在于，它既能隔热，又能产生清洁能源。

但是，目前这个设计还不能立刻应用。其原因在于，建筑师一向对于用于建筑的太阳设备的外形十分苛刻。商用建筑普通的玻璃墙面给人清爽之感，通常这些玻璃都是有颜色的，因为这样可以减少一部分光和热。同时这些色彩能让设计师有更多发挥创意的空间。☀



中国·北京光伏展

时间：2011年9月19日-21日

地点：北京·中国国际展览中心

Time: Sep 19-21, 2011

Venue: China International Exhibition Center, Beijing.



2011第六届中国（北京）国际 太阳能产品及光伏工程展览会

The 6th China (Beijing) International Exhibition of Solar-Energy Products and Photovoltaic Engineer in 2011

组委会网站: www.chsolarpv.com

地 址: 北京市朝阳区东四环中路60号远洋国际中心C座1301室 (邮编: 100025)

电 话: 86-10-65584386

传 真: 86-10-65563625

E-mail: info@chsolarpv.com

联系人: 万鑫 张峰

储能 2011

<http://ESS.cbichina.com/>

ENERGY STORAGE

(第二届) 可再生能源发电与储能系统产业发展论坛
重点解决储能电力系统中的应用难题 | 大规模 - 分布式 - 小规模全方位解读

2011年9月8日-9日 北京希尔顿逸林酒店

会议特点

- ① 第二届国内最高规格的储能产业专题技术研讨会
- ② 国家电网对国内大规模储能的需求评估
- ③ 国内外 20+ 电力及电网公司及 40+ 储能电池 / 系统供应商参与
- ④ 多角度探讨风电、太阳能等可再生能源的储能与并网技术

主办方
Organized by



赞助商
Sponsor



指定新闻稿发布机构
Official News Wire



海外媒体媒体支持
Overseas Media Partner



媒体支持
Media Partner



了解详细信息请联系 吕小姐

Tel: 86-21-5155 1625 Fax: 86-21-5118 1390 Email: ritalv@cbichina.com

全球光伏产业风云，风景这边独好

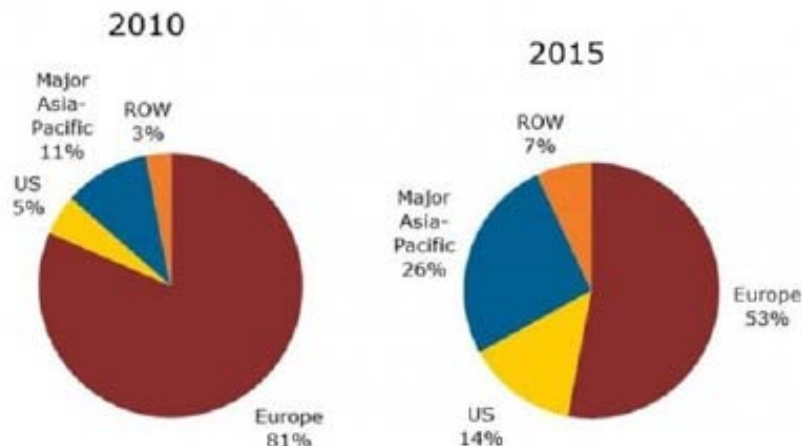
Solarzoom 编辑部 StephanieT Susie Fu

2010 年以来，美国越来越重视本国的新能源产业发展，并加大力度培育本国的设备厂商，以刺激经济增长。据全球各知名机构预测数据显示，美国的光伏市场成为后起之秀，逐渐受到世界各地厂商的青睐。全球光伏市场的重点将从欧洲市场转移，而被美国、中国、印度及其他亚洲新兴市场取而代之。美国光伏市场的飓风式发展指日可待。

一、美国市场充满无限憧憬

1、美国安装量急剧上升

今年第一季度，为赶在即将到期的政府刺激性计划结束前，美国开发商纷纷抓紧安装，使光伏设施安装量达到 252 兆瓦，比去年同期增长 66%。商业和政府项目所占比例为 59%，高于去年同期的 44%；居住项目所占比例为 28%，剩余 13% 则来自于公用设施级的发电厂。据预测，2011 年美国市场的安装量将达到 2GW 左右，到 2015 年将增长至 6.4GW。从图一中我们可以看出，2015 年和 2010 年相比，美国在全球光伏市场所占比重将从 2010 年的 5% 扩大到 2015 年的 14%，而欧洲和亚太地区相应有了很大比例的上升。



图一：全球光伏需求量比例图 (来源 solarbuzz)

2、美国光伏市场将成为继欧洲之后最重要的增长点

2011 年以来，德国下调太阳能发电上网电价补贴，意大利、西班牙也相继下调补贴政策，捷克计划征收太阳能税。一季度是光伏电站安装与光伏产品销售的传统淡季，再加上由于欧洲各主要市场国家光伏补贴下调的影响，欧洲市场增长低于预期。但此时美国市场却显现出良好发

展前景。美国光伏项目未交货订单升至 12GW，2011 年的光伏装机量预计会翻番。

二、各种利好政策助美国光伏市场一臂之力

1、《延长减税法案》生效

2010 年 12 月 17 日，美国国会审议通过的延长减税法案由巴拉克·奥巴马总统签署生效。根据该法案，美国财政部 (Treasury Department) 1603 计划，即“使用现金补贴替代投资税收减免”政策将延长实施一年。该计划是由美国复苏与再投资法案制定的，目的是为了给予商业太阳能安装 30% 的投资赋税优惠 (ITC)。

2、直接提供贷款担保

除了延长减税法案之外，美国财政部还通过直接提供贷款担保的方式，为光伏电站投资者的融资提供帮助。在整个 2011 年一季度，有关美国能源部为光伏电站提供贷款担保的消息称得上是不绝于耳。就在 2011 年 6 月底，美国能源部正提供一笔总价约 45 亿美元的有条件贷款担保，用于支持 First Solar 公司开发的三个光伏项目。

3、优先获得最适合太阳能开发的土地资源

土地管理局将从 2200 万英亩 (8.9 万平方公里) 土地中选出最适合开发、太阳能储量最大、环境影响最小的土地作为太阳能地带。太阳能地带将直接为未来的太阳能项目开展景观尺度的规划，并享受更高效的许可和选址审批手续。

4、太阳能可再生能源指标 (SREC) 获益

从收益角度来看，除了卖电的收入之外，

太阳能可再生能源指标 (Solar Renewable Energy Certificate, SREC) 在美国东北部市场非常流行。太阳能可再生能源指标是指清洁能源发电所带来的益处所代表的可供交易的指标 (每发一度电就能获得一定的 SREC, 不论是自用或者销售给电力公司), 这些指标可供交易。SREC 存在于制订了可再生能源标准 (Renewable Portfolio Standard), 且明确了太阳能发电要求的州。1SREC=1000kwh (光伏发电)。SREC 价格由供需决定, 从 85 美金-640 美金不等。

三、美国各州竞相争艳

未来 1-2 年内, 由于组件及系统价格下调速度难以追赶欧洲市场大幅下砍的补贴政策, 欧洲电站内部收益率难以为继, 致市场增速放缓, 甚至出现衰退现象。美国市场此时借机发力, 在政策扶持下各个州都开始加快太阳能产业的发展脚步。

据图 2 所示, 截止目前美国已完成安装的光伏项目占 33%, 规划项目占 30%, 正在实施安装的项目占 23%, 仅有 6% 的项目未得到确认。这样的发展速度也得益于美国政府的支持。目前, 美国能源部贷款项目办公室日前已经向分布在 28 个州地约 733MW 项目提供了 14 亿美元的贷款保证, 项目总价值约 26 亿美元。下面我们具体来看一下美国太阳能产业发展具有代表性的地区。

1、西部地区

素有“阳光之州”美誉的加州, 不仅阳光资源丰富, 而且拥有诸多商业价值不高的荒漠土地, 非常适合发展太阳能发电站。加州是美国最大的光伏发电市场, 其总发电能力为 1100 兆瓦。第一季度中太阳能设施安装量最高的 7 个州在全美市场上所占比例为 88%, 高于去年同期的 82%。

今年 6 月 17 日, 号称迄今为止世界上最大的光伏电站也在加州南部的布莱斯开始破土动工。该项目耗资 40 亿美元、设计装机容量超过 1000 兆瓦, 预计于 2013 年建成。

2010 年 12 月 7 日, 时任旧金山市长 Gavin Newsom 的豪言壮语更是激动人心, 使人们对未来的美国光伏市场无限憧憬。他表示, 到 2020 年旧金山将实现全市电力 100% 来源于可再生能源。

2、东部地区

新泽西州是今年一季度中美国市场表现最为强劲的光伏市场, 新增发电能力为 42 兆瓦, 比去年同期增长 49%, 新泽西州目前运行中的光伏设施的总发电能力为 330 兆瓦。

宾西法尼亚州的太阳能电池市场也大幅飞跃, 2010 年设置了 50MW 以上的太阳能发电设备。截止去年年底宾夕法尼亚州运营的太阳能发电项目在全国位列第三, 装机容量位列第四。宾州有 2434 个太阳能项目发电, 排在加州、新泽西州之后位列第三, 发电量大约为 38.5 MW, 足以满足 5800 户的电力需求。

更令人激动的是, 近日纽约市立大学 (CUNY) 的官方网站上公布了一份太阳能光伏地图。据称, 66.4% 的纽约市建筑屋顶上适合安装太阳能

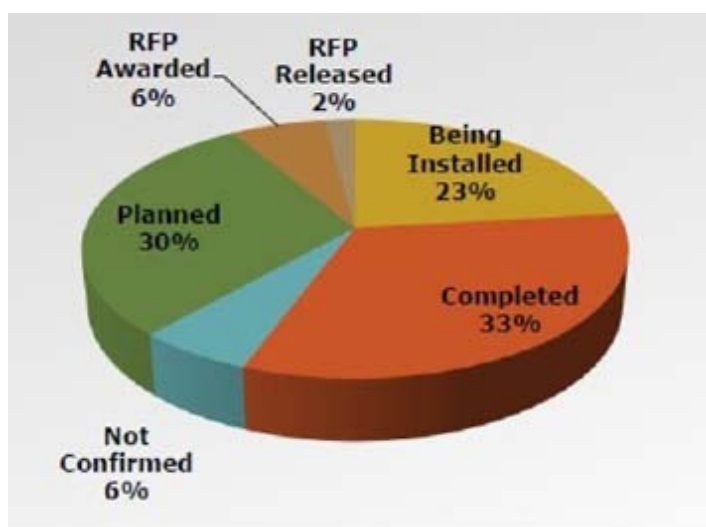


图 2: 美国各州光伏项目比例 (来源 solarbuzz)

系统。纽约市约有 100 多万幢大楼, 所有的太阳能电池板可产生充足的能源 (5847MW), 满足纽约市白天将近一半 (49.7%) 的高峰用电需求。据预测, 纽约市 14% 的年度用电量将通过太阳能电池板提供。到 2020 年, 旧金山将实现全市电力 100% 来源于可再生能源。

2010 年以来, 美国住宅光伏市场和公共事业光伏市场得到了迅速发展, 这种百花齐放的局面促成了光伏市场的良好发展。美国成为光伏行业的新宠已是不争的事实。如何能够保证美国市场增长的持续性和健康发展, 避免出现类似西班牙和捷克市场那样昙花一现的场面也许将是各界光伏人士下一个将关心的话题。☀

工商业用电侧平价上网前景可观

华泰联合证券 王海生

一、上半年光伏市场增速减缓

1、FiT 逐年大幅下调投资回报率很难长久维持

上半年意大利上网电价补贴政策出现长时间的不确定，下游价格战激烈，全球光伏行业过去数月遭遇严峻考验，市场前景一度晦暗不明。各国投资商对市场的判断都是源于各国政府的补贴政策。每个国家的具体光伏补贴政策的内容的不同也决定了投资商的非市场化定位。不管哪国政府的 FIT 大幅度下调，都会在很大程度上影响投资商的收益。投资回报率很难长久的维持，这种不确定性所带来的风险不论是银行还是投资人都是难以长期承受的。这样就投资商的热情也会在一定程度上受到压制。

2、欧洲市场低迷，全球需求增速放缓

在现阶段的经济形势下，光伏其实是新能源经济领域的一种奢侈品。预计 2011 年，中国光伏组件企业发货金额将超过 1000 亿人民币。全球光伏市场按照电站投资口径，接近 800 亿美金。而如此之大的市场，竟然是依靠几个欧洲国家政府的补贴养活。而这些政府现在正深陷债务危机，自身难保。所以，各国政府在经济状况不好的时候都大幅度削减对可再生能源的补贴。

3、产业链价格继续创新低

2011 年上半年以来组件价格一路下跌，利润空间变得越来越小。薄利却没有多销，大家都变得“无利可图”。这就是为什么，组件价格在 2 美元 /W 的时候很多投资商争先恐后的无比踊跃的大手笔投入，而现在组件价格降至 1.3 美元 /W 左右了，却没有投资商争先恐后的砸钱了。

几年前德国意大利的光伏市场飞速发展，很大一部分的原因来自于政府的支持，而这种靠政府补贴拉动需求的驱动模式，在当今这个市场情况下很难继续走下去。光伏市场也许还是很大的，但是它的增长已经走到尽头了。那么为什么到现在，我们对光伏市场还是这么乐观，仍然认

为这是一个成长的市场，是一个有明天的市场。成长的关键性因素就来自于工商业用电侧平价上网的时代的到来。

二、工商业侧平价上网的实现更有实际意义

光伏电上网的价格如果可以与火电（煤、天然气、原油）相提并论，那么就意味着真正的平价上网时代的来临。但是，在现阶段这是一个非常理想化的假设，因为从目前的技术水平和各方面限制因素上来分析，短期内是不可能实现的。

1、居民侧光伏用电平价上网无实际意义。

意大利、德国南部等许多地区已经实现居民用户侧的发电经济性。举个例子来说，从图 1 我们不难看出，德国慕尼黑居民住宅屋顶发电系统的度电成本是持续走低的，预计到 2012 年可以

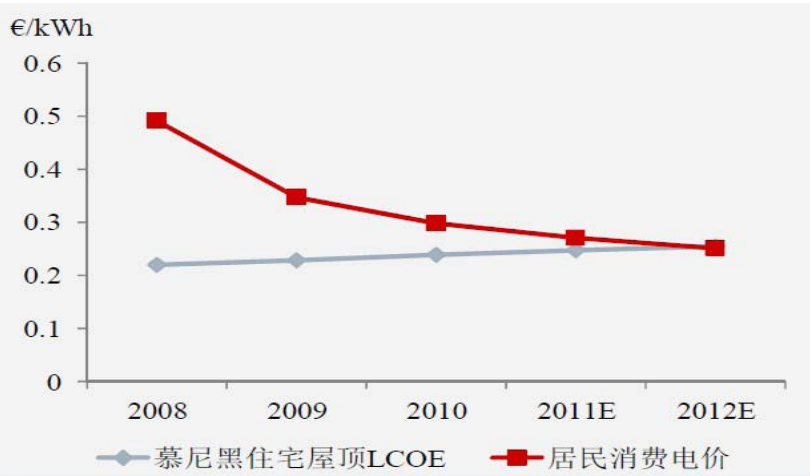


图 1

跟居民现在的消费电价持平，实现平价上网。但是这种光伏发电的自消费比例仅 25% 左右，意义不大。

即使全球很多国家居民用电侧的平价上网都已经实现，那也不能给光伏市场带来爆发性的增长。因为光伏是白天发电，而居民白天因为工作，并没有多少时间呆在家里，用电量少，多余的电量还是要低价卖给电网。

2、工商业用户平价上网即将实现，可拉动需求。

(1) 如果工商业用电侧实现平价上网, 对市场的发展会有积极的意义。

首先, 工商业用户光伏屋顶可实现 100% 的自发自用。不管是办公楼还是工厂, 白天都是上班时间工作负荷是满的, 这时候的光伏电力供应正好能解决用电贵的问题, 同时也能减轻电网的压力。这是工商业光伏用电与其他能源竞争的一个最大优势, 所以要鼓励光伏发电自发自用, 有效的减少政府补贴。

(2) 如果工商业用电实现 100% 的自发自用, 也可以从碳减排赢得一定的收益。

首先来说欧洲, 欧洲跟中国一样, 碳排放是能创造一定收益的。在欧洲碳减排 CER 的价格为 0.012 € /Kg CO₂, 也就是排放每千克 CO₂ 能获得的收益为 0.012 €。太阳能光伏发电一度电能减排的 CO₂ 为 0.75 Kg, 按照这个比例算下来, 欧盟国家的太阳能光伏发电每度电获得的碳收益是 0.009 €。

ates	Delaware	Maryland	New Jersey	Ohio	Pennsylvania	Washington D.C.
SEC \$	88	218	640	385	80	75
电收益	0.09	0.22	0.64	0.39	0.08	0.08

图 2

其次我们来看看美国, 美国的碳排放收益目前仅东部数州有 SREC 交易市场。收益标准的计算按照 1SREC=1000 kWh 计算。但 SREC 价格有市场的供需来决定, 存在不可控的波动。交易价格从 0.08-0.64\$/kWh 不等。图 2 是美国东部各州每度电碳减排收益。

三、工商业用电侧的平价上网什么时候能实现

假设光伏发电系统的效率为 80%, 运营时间需要 25 年, 并且 2013 年系统成本下降 20%, 光伏发电成本按 LCOE 计算, 工商业销售电价年均复合增长 2%。世界各地什么时候才能真正实现工商业用电侧的平价上网呢?

1、中国

中国平价上网的基本情况是工商业的电网价格现在仍处于比较高的价位。理论上来说工商业的平价上网比居民平价上网时间上是来得早的, 但是现在中国西南部地区居民的平价上网基本上能实现了, 工商业平价上网还没有实现。

现在, 中国东部地区的各方面成本都很高,

所以中国制造业从东南沿海逐步向内陆转移。这样的一个转移过程会加大西南部地区的工业和居民的用电量, 而减少东部地区的用电量。如图 3

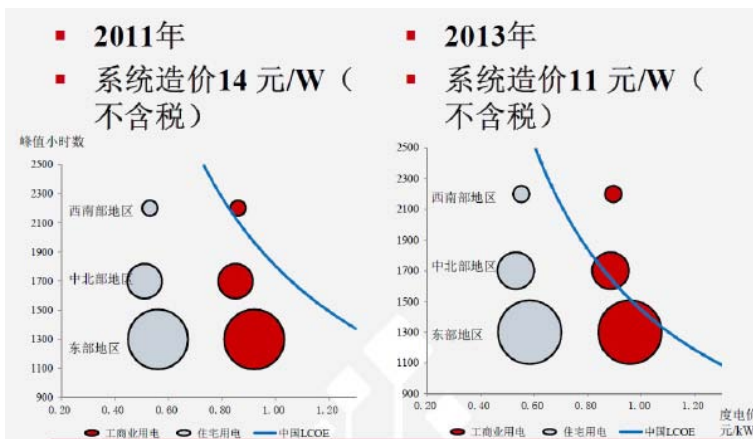


图 3

所示, 2013 年如果系统造价到了 11 元 /W (不含增值税), 中国的中北部地区能在很大的程度上实现工商业的平价上网。

2、欧洲及中东地区

如图 4 所示, 在 2011 年商业屋顶系统的造价在大约 2.2 € /W, 在欧洲像葡萄牙、意大利的边缘地区, 德国的部分地区都已经实现了居民侧用电的平价上网。

如果我们只考虑组件价格的下降, 保守的估计到 2013 年商业屋顶的价格是 1.8 € /W, 那么欧洲

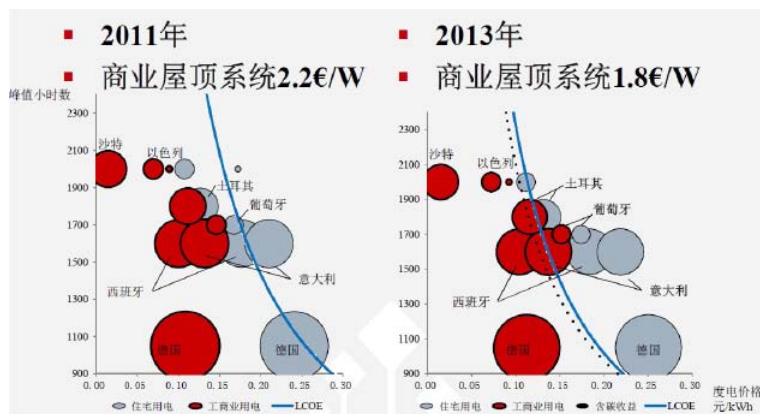


图 4

绝大多数国家都已经实现了居民侧的用电的平价上网。如果我们将 CER 考虑进来, 那么意大利、土耳其等一些国家在 2013 年都能完全实现工商业用电侧的平价上网。☀

风险提示:

以上分析仅基于理论测算, 不代表未来的实际情况。

解读 3S 能源方程式

Solarzoom 编辑部

近日，在杭州召开的第七届中国太阳能级硅及光伏发电研讨会上，来自上海交通大学太阳能研究所的崔容强教授作了题为“3S 能源方程式”的报告。崔教授幽默风趣的报告风格引发了在场听众的阵阵掌声。

何为 3S 能源方程式

3S 是指太阳能 (SE)：Solar Energy，储能 (ST) Storage Technology，智能电网 (SG) Smart Grid 的英文缩写。方程式等式的左侧是一个加法，等式的右侧则是一个减法。具体公式如下：

**(太阳能 + 储能 + 智能电网) + 其他新能源
≈ 总能耗 - 化石能源 - 核能**

(SE + ST + SG) + ONE ≈ WE - FE - NE

这个 3S 方程式到底该如何解读？首先我们先分解一下这个等式，对等式的构成做一个系统了解。

我们先来看等式的左侧。

这个公式中的太阳能是广义上的太阳能，即 Solar Energy (SE)，包括太阳能发电、水力发电、风能、太阳能热利用、生物质能、冰雪能等。

Storage Technology (ST) —— 储能包括抽水蓄能、超级电容、蓄电池蓄能、压缩空气、超导储能、太阳能制氢等，因此太阳能制氢完成后能够完全取代天然气。

Smart Grid (SG) —— 智能电网包括坚强电网系统和微网系统。

Other New Energy (ONE) —— 其他新能源包括海洋能、潮汐能、地热能等，这些新能源所占的比例较低。

等式的右边内容作如下注解。

总能耗 (WE)：Whole Energy Consumption，全社会总能耗。

化石能源 (FE)：Fossil Fuel Energy，煤、石油、天然气等。

核能 (NE)：Nuclear Energy，一、二、三代核电堆技术。

由公式可以得出：太阳能、储能、智能电网和其他新能源的有效利用，可以抵消社会发展能耗中化石能源和核能的损耗，我们希望有能够看到我国的能源在等式左侧的份

额不断增加，右侧的化石能源和核能能够不断递减，直至到零。

崔教授在报告中明确提出了 3S 能源方程式两个战略目标，即：充分供应中国能源，彻底改善中国环境和创造太阳能经济、富民强国。

3S 能源方程式的发展

据预测，到 2050 年，欧洲的可再生能源所占比将达到 80%，德国则是 100% 使用可再生能源。”中国考虑到实际情况，如果能达到 80% 的占比也非常不错，其中光伏要



图片：海洋能

40 亿 KW。因此它有可能成为主力能源。到 2020 年，常规能源还将占到 76%，到 2050 年是 80%，因此这 30 年是重要的变革时期。”对中国的可再生能源利用充满信心的崔教授对中国能源格局变化给出了这样的预测。

光伏产业和其它可再生能源一样，也将历经三个发展阶段：即从补充能源到替代能源，到 2050 年成为主力能源。其中值得注意的是，3S 能源包括水力，但不包括核能。

崔教授在报告中特别强调的是光伏发电在这个方程式中的重要作用，他说：“在 3S 能源中，光伏是主导地位，这个是毋庸置疑

的。虽然现在有不同的排序方式，甚至把光热发电排到光伏发电前面去了，这绝对是错误的。”

针对光伏发电，崔教授在报告中做了系统的阐述。

5 种光伏发电的形式

在“3S 能源方程式”的报告中，崔教授特别提出了 5 种光伏发电的形式，分别为：

独立电站、屋顶电站、荒漠电站、滨海电站以及道路天棚电站。

崔教授认为，独立电站可和分布式发电结合起来。日本有近 1 亿 3 千万人口，他们提出一千两百万屋顶太阳能计划。而中国有 13 亿人口，按照十分之一的比例，该不该提出亿万万个太阳能屋顶计划才能够满足中国的需要呢？

实际上，美国、日本、欧洲等国家都提出过千万屋顶计划，所以太阳能屋顶电站是历史的必然。崔教授等人曾在世界自然基金会(WWF)的资助下，向上海市政府提交了十万屋顶电站预可行性研究报告。他风趣地说道：“今年不搞，明年搞，明年不搞，后年搞。你们不搞，终归有人搞。”引发全场笑声一片。

荒漠太阳能电站能够得到有效发展的话，不但可以和种植、养殖相结合，还可能使沙漠最终变成良田，甚至变成城市。但是越是美好的事情发展越是有阻力重重，崔教授在报告中强调说：中国的沙漠不是美国的沙漠、更不是非洲的沙漠。中国沙漠温差大，风沙大，是对聚光热发电严重的挑战。如果没有长期的检测数据等，可能根本不能建造荒漠电站。

滨海电站顾名思义就是在靠近沿海城市，利用海滨滩涂建造光伏电站，可就近直接为城市供电，并可实现光伏制氢，开创氢能经济。崔教授认为，这也是国家必然要走的道路。

此外，中国有 10 万公里铁路以及 150

万公里公路，如果两者都相加上光伏天棚，完全可以满足中国的电力供应需求，甚至还有富余。道路天棚光伏电站的建设可自然形成坚强电网。而最近在比利时隧道上安装的太阳能电板就是最佳的例证。纵观人类交通发展，交通电气化将是历史的必然。

光伏发电在中国

光伏发电的优势在于：

- (1) 中国的太阳能资源最为巨大
- (2) 最为永续，可用光伏电生产光伏发电系统
- (3) 组成 3S 能源系统后最为稳定



图片：世界最大潮汐能涡轮机

- (4) 光 - 水 - 风 结合最易实施
 - (5) 生产和运行最清洁、最安全、最可靠、最和平
 - (6) 生产 -- 运输 -- 安装 -- 运行 最快捷 (2010 年德国新增安装 8GW, 2011 年预计累积安装量可超过 20GW)
 - (7) 工作寿命长：25 年 + 25 年 + 25 年 75 年
 - (8) 成本最低 (日本预计 2017 年 14 日元 /kwh; 2025 年 7 日元 /kwh, 中国预计 2012 年 1 元 /kwh; 2020 年 0.5 元 /kwh)
- 因此，光伏发电所产生的社会效益也得以凸显：
- (1) 立装立用，快速缓解蔓延全国的电荒，创造农林牧渔更多的就业岗位
 - (2) 确保国家节能减排任务提前超额

完成

(3) 保证我国尽快实现能源产业转型和结构调整,大幅度减少血煤事故和油气事故

(4) 保障国家能源安全,减少对国际矿产燃料的依赖,平抑国际油价,减少能源外汇支出

(5) 改善电网质量,保障电力供应,减少输配电损失

(6) 创新农林牧副渔业生产方式,提高土地利用率,为改善荒漠,改造沿海滩涂开创一条新路

(7) 创造能源新经济的繁荣,开辟新的资金流通渠道和模式

(8) 更好发挥我国 3S 能源产业的明显优势和潜在优势,取得国际能源话语权

(9) 有利于中国向世界能源高科技攀登

但是,目前中国的光伏发电依然受到某些偏见,甚至是被妖魔化了的忧虑造成的误区的困扰。例如:光伏发电是否真的高能耗,能量投入得不偿失?是否高污染,生产过程毒化环境?是否产能过剩?是否污染电网,损坏家电,无法调度?是否光污染,有失美学?是否光伏板下的土地 100 年难以修复?是否成本太高,无法承受等各种忧虑。这使



图片:西藏太阳能电站

得大众对光伏发电在认知上出现了很大的偏差,同时也阻碍了光伏发电的快速发展。

在这样的情况下,我们现阶段要怎样对待光伏产业的发展呢?崔教授在报告中提出了十点对策建议:

(1) 解放思想,用创新思维研究德国光伏现象,克服落后的能源观

(2) 把快速开发 3S 能源系统上升为国家能源战略,实现低碳经济或无碳经济

(3) 确立优先发展光电、水电(尤其是抽水蓄能电站)、风电、生物电,重点发展储能和智能电网,限制发展火电,有条件发展核电的发展方针

(4) (参照风力发电上网电价和境外上网电价法)尽快出台便于调控的光伏上网电价法

(5) 鼓励生产和使用 3S 能源的优惠法案(免税法,辅助初装补贴法等)

(6) 调动金融业,保险业,租赁业参与 3S 能源建设(提供无息或贴息贷款等)

(7) 允许地方政府根据自生条件开发 3S 能源,对地方政府试行 3S 能源配额制

(8) 积极支持民企和国企参与开发 3S 能源,对大型发电企业试行 3S 能源配额制

(9) 参照三峡经验,在现行电价基础上每度电征收 2-3 分钱作为 3S 能源附加,为加快 3S 能源发展提供稳定的经济基础

(10) 修订国家中长期能源安全规划,2020 年实现能源对外依存度负增长,2050 年实现能源供应全部国产化

光伏发电任重道远,崔教授在报告中呼吁“太阳能经济将给国民经济带来新的增长点,可以改变经济增长方式,创造新的就业机会,提高国家技术水平,确保国家能源安全与产业安全。在当前极其复杂的能源形势下,只有太阳能才能救中国。我们迫切需要“两弹一星”的远见卓识,需要“两弹一星”的决心和信心来大搞太阳能。”

将 3s 能源方程式:“(太阳能 + 储能 + 智能电网) + 其他新能源 ≈ 总能耗 - 化石能源 - 核能”作为中国的国家能源战略目标来审视,大规模利用太阳能,可大幅减少

化石能源的使用,压低化石能源价格,从而确保我国由高碳经济到低碳经济、微碳经济、无碳经济的发展,最后实现太阳能经济。这是崔教授对 3S 能源方程式发展的期许,也是我们对能源结构优化的期待。☀

晶体硅太阳能电池烧结温度调节方法谈

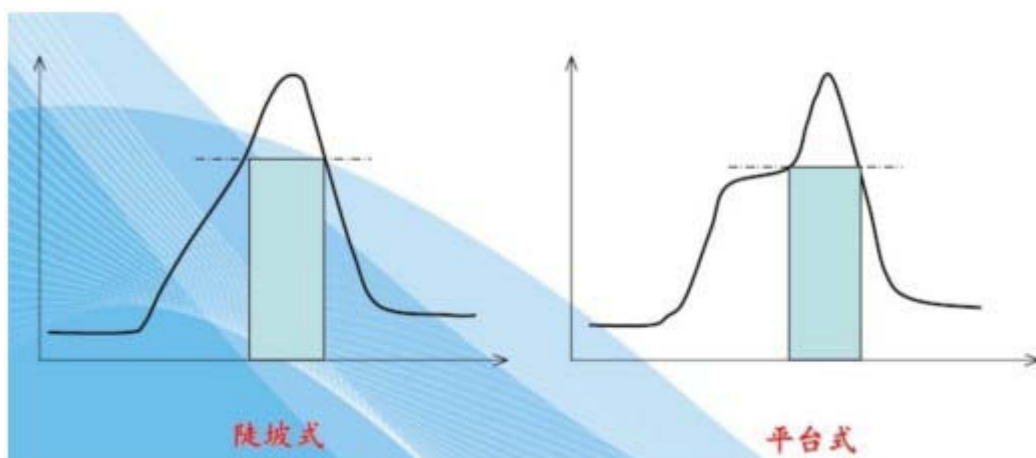
心之翼

对于晶体硅太阳能电池来说，烧结是最后一个工艺。烧结本身并不能提升效率，只是将电池应该达到的效率发挥出来，最终电池效率如何，要在在烧结工艺全部完成时才能体现出来。

下面本人将结合实际经验发表个人对烧结的看法。

一、烧结曲线

烧结曲线大家谈论较多的是陡坡式和平



图片：烧结曲线图

台式，陡坡式曲线上升缓慢，平台式在高温区会突然上升，使用哪种温度曲线，可能要结合不同的烧结炉和不同的工艺，工艺的前后匹配很重要。

烧结曲线需要借助烧结炉来完成。平台式曲线温度突然上升部分对快速升温 and 稳定性的要求较高，所以浅结高方阻结构跟平台式曲线相对比较匹配。在烧结炉硬件性能达不到标准要求的情况下，大家普遍选择的是陡坡式烧结曲线。一般来说，这种曲线在高温区稳定性好，对工艺的兼容性也很好。

二、烧结温度的调节方法

目前的太阳能电池使用的是正背共烧工艺，正面的烧结显得更加重要，因为银硅的欧姆接触相对较难，其接触电阻占串联电阻份额较大，因此铝浆、背银的设计应该去匹配正银的烧结条件。

1、温度调节的时机选择

正常情况下，为了不轻易打破烧结炉的热量交换，烧结温度不应做太大的调整。当电池的电性能和外观出现异常，这个时候才需要我们来调节烧结温度。

如果遇到重要的工艺调整，例如扩散

方阻变化（比如高方阻），正面图形设计更改，浆料升级和更换，突然的工艺异常，电池外观异常等这些情况，这个时候可以对烧结温度做一些调整。调整时首先要做的就是对测试结果的观测和分析，先参考电性能，观察FF和串联电阻的变化，再观察并联电阻和反向电流是否异常。最后去参考外观，比如出现弓片，鼓包等外观异常。

2、烧结温度调节对温区的选择

生产用烧结炉有9个区，基本的设计分为前后两部分。前半部分的三个区为烘干区，主要完成浆料中有机物的烘干和燃烧；后半部分的6个区，主要完成背场和正面的烧结。

背场的烧结主要是铝浆到铝金属的转变和硅铝合金的形成，也可以说是硅铝欧姆接触的形成。正面的烧结是银浆到银和玻璃料混合固体的形成。烧结的关键是银硅的欧姆接触，因为银的功函数较高，和铝相比，较

难以和硅形成欧姆接触。

所以当我们选择温区进行温度调节的时候，可按照下列步骤：

(1) 如果串联电阻和 FF 出现异常，首先优选调节 9 区，8 区做配合，可以理解为 9 区粗调，8 区微调；

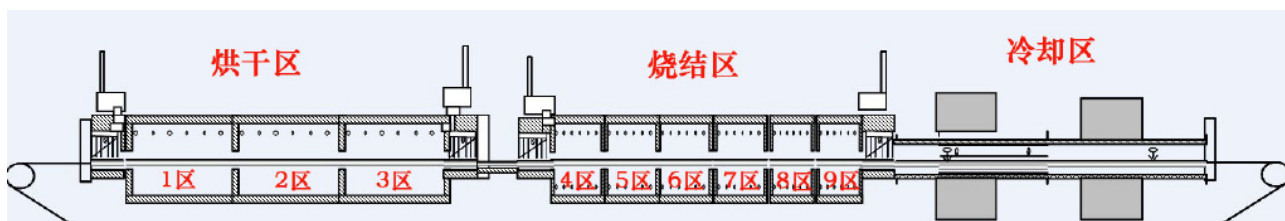
(2) 如果是铝背场外观出现弓片、鼓包问题，在浆料工艺条件吻合的情况下，一般峰值温度已经偏高，这时优先降低 8 区和 9 区的温度，效率明显下降时适当回调，再结合 5、6 和 7 区配合调节。

调节时建议一次只变动一个温区，这样

有时候在实际的操作过程中，仅凭这些参数的组合特征并不能显现出烧结状态，我们需要用尝试的方法来找出过烧还是欠烧的状态。

当我们判断不了问题的出现究竟是过烧还是欠烧时，可以直接升高或者降低 9 区的温度找出大致调节的方向，然后再一步步调节温度。在调节过程中，我们可以参考背场外观情况，如果背场边缘开始出现鼓包，说明温度已经偏高，此时应该处于过烧状态，应该适当降低峰值温度接近最佳烧结点。

在对烧结温度调节之前还要做的一件事



图片：烧结炉剖面示意简图

既可以保证效率，又保证外观正常。

3、烧结温度升降的选择

对于烧结温度调节来说，大家普遍关注的是实际的峰值温度。正银的烧结有一个最佳烧结点，温度过高，存在过烧；温度太低，存在欠烧。两种情况下都不能达到理想的烧结效果。怎么才能找到最佳烧结点，把握好温度的升降，是温度调节的关键。如何判断升温还是降温主要还是根据测试的结果。电性能参数是温度升降的一个重要依据，我们可以根据电性能参数初步判断是过烧还是欠烧。

过烧时，会消耗过多银，银硅的混合层（银硅并未形成合金）能起到阻挡载流子的作用，混合层会造成串联电阻偏大；欠烧时，银浆不能充分穿透氮化硅进入 N 型层，形成良好的欧姆接触，同样也会造成串联电阻偏大。所以仅凭串联电阻还不能判断出烧结的状态。

那么我们需要结合并联电阻或者反向电流来判断。过烧时，银浆中的成分进入结区的可能性大，会造成部分短路，并联电阻会偏小；欠烧时，并联电阻和反向电流相对理想。因此，结合并联电阻和反向电流可以帮助判断烧结的状态。

情就是查看烧结炉的每个加热灯管是不是在正常的情况下工作。观察点是各温区加热灯管输出功率的百分比，如果发现这个百分比偏大，或者是上下波动较大，那就需要让设备人员检查加热灯管的状态。

4、温度调节过程中异常情况处理

(1) 弓片

弓片是一种常见的外观异常现象，薄片、铝浆和印刷湿重都可能引起弓片。当出现弓片时，最快捷最有效的方法是降低烧结区的温度。首先降低 9 区温度，以防效率出现严重下滑，同时 8 区可以配合调节，效率开始下降时建议停止降低温度，适当降低 6 区和 7 区的温度，减少硅片在 577 度以上的时间。但是，在保证效率的情况下，有时温度调节不能完全保证消除弓片，只是降低其严重性。

(2) 鼓包和铝珠

鼓包现象是经常出现的外观问题，除了浆料本身的原因之外都可以通过调节烧结区的温度来解决。铝珠一般都是烧结区温度过高才会出现，一次烧结就出现铝珠很可能是过烧引起的（还有其他非烧结原因）。

由于硅片在烧结炉中是从边缘到中间逐渐完成烧结，最先出现鼓包和铝珠的往往是

边缘。此时也可以判断，温度是过高的，采取的主要措施是直接降低烧结区的温度。铝珠跟镀膜方式和履带设计有很大关系，降低温度可以减少铝背场在高温的时间，也就是减少了液态的时间，进一步降低了鼓包和铝珠出现的可能性。

5、温度稳定性的干扰因素

对于烧结来说，最理想的状态就是温度稳定，片与片之间的效率波动在很小的范围

得对功率的调节较少。其实，功率的设置对温度的稳定也是非常重要的。相对正面，背场烧结需要更多的热量。因此，8区的下功率可适当设置大一些，以满足热量补偿的需要。而对于9区，下功率设置适当小一些。

但是也不能太小，太小的话需要上灯管贡献更多热量，这样让上功率更加自由的小范围内波动，满足正面烧结的需要，因为正面的烧结更加重要。

(3) 灯管的影响

温度的稳定，首先要保证硬件正常。当温度异常时，也可以检查下高温区灯管的状况。一是使用钳流表检查两端电流是否正常，如果有明显异常的话，说明需要更换；二是查看灯管表面是否有物质覆盖，如果有的话，使用无尘布擦拭（根据说明书使用有机物擦拭）。这时也说明CDA或者有机排风异常，适当优化设置，正常情况下高温区有机物很少。

当我们调节温度的时候，要承认每个烧结炉的差异性，每个烧结炉的设定温度与实际烧结温度的差别也是不同的，工艺往往需要的是实际的烧结温度。一定程度上来说，我们可以认为温度设置是一种假象，不要以设置温度去判断烧结炉温度设置是否合理，应该站在拉温曲线的基础上去判断，这样才能更加科学的设置曲线，因为不同的烧结炉，热电偶安置的位置可能有所差异。烧结应坚持一项最基本的原则就是尽量在最低的温度下完成烧结，因为高温既会影响加热灯管的寿命，也会增加过烧的几率，带来电池外观问题。☀

本文根据个人经验撰写，如有不妥欢迎各行业人士批评指正。



图片：烧结炉照片

内。影响温度稳定性的因素有很多，比如CDA，有机排风，灯管状态，8和9区灯管功率设定等等。炉腔的温度维持是靠加热灯管供热，而履带、硅片、CDA、有机排风和腔壁都是吸热的，因此需要综合考虑各种因素，才能维持温度的稳定。

(1) CDA 和有机排风

烧结炉的温度调节功能和有机排气功能都不能离开CDA。对于炉腔来说，腔体的温度维护要靠CDA来完成。对于9区来说，如果CDA流量过大，单位时间内带走热量就越多，烧结炉温控系统就要靠加大功率来维持热量损失，这就增加了温度的不稳定性。因此，当温度不稳定时，要特别注意观察上下功率的波动情况，必要时适当对功率做出调整。

(2) 上下灯管功率设置

由于大家对温度的调节过度关注，而使

分布式 MPPT 技术在光伏电站中的应用（上）

中节能太阳能科技有限公司 汪崇贵、张凯

一、国内外太阳能光伏发电的应用形式

当今太阳能光伏发电的应用趋势是从应用产品的相对单一化到多元化和功能化，从小规模发电系统到大型光伏电站，从独立到并网发电系统，从单纯的应用性到与建筑等艺术结合，太阳能发电正处在从替代能源走向常规能源的过渡时期。

在光伏发电工程的设计和建设方面，目前国内处于起步阶段，各项目的发电效率普遍不高。在发电成本远远高于传统的发电形式的情况下，如何提高整个系统的效率，是降低发电成本的主要方式。目前理论研究较多的普遍停留在逆变器 / 逆变器等设备的效率上，而忽略了环境因素带来的大量损耗。

随着太阳能并网光伏发电技术的不断发展与成熟，越来越多的企业将参与到光伏并网发电技术的应用与推广中来，光伏并网发电形式将逐步走进千家万户。在太阳能光伏发电系统的设计中，光伏阵列的排放形式和安装角度对光伏组件接收太阳辐照有很大的影响，从而影响到光伏系统的发电量。光伏组件的放置形式有固定式安装和向日跟踪装置式安装，其中跟踪安装方式包括单轴跟踪方式和双轴跟踪方式。与光伏阵列的放置相关的有两个角度参量：阵列安装倾角和阵列方位角。光伏阵列的倾角是光伏阵列平面与水平地面的夹角；光伏阵列方位角是方阵的垂直面与正南方向的夹角（向东偏设为负角度，向西偏设为正角度）。一般情况下，在北半球方阵朝向正南（即方位角为 0° ）时，光伏阵列的发电量是最大的。

太阳能光伏发电系统按建设地点不同可分为地面太阳能光伏电站、屋顶太阳能光伏电站和建筑一体化太阳能光伏电站。目前国内已经运行的部分光伏电站和正在筹建和策划的 10 兆瓦以上规模光伏电站如下表所示。

表 1-1 2010 年部分全国光伏电站并网规模

序号	企业名称	项目总规模 (MWp)	项目明细	并网规模 (MWp)
			项目名称	
1	中国节能	60	中节能尚德石嘴山光伏电站一期 10MWp 项目	10
			中节能江苏省盐城射阳电站 20MWp 项目	20
			山东德州市技术开发区一期 10MWp 项目	10
			太阳山光伏电站一期 10MWp 项目	10
			上海、武汉、杭州 BIPV 项目	10
2	华能	10	华能石林光伏并网电站一期 20 兆瓦	10
3	中广核太阳能	20	甘肃敦煌光伏电站项目一期	10
			青海锡铁山光伏电站项目一期	10
4	国投	20	国投华靖石嘴山光伏并网电站 10MWp 项目	10
			国投敦煌光伏并网 10MWp 项目	10
5	宁夏发电集团	20	宁夏太阳山 10MWp	10
			宁夏红寺堡 10MWp	10
6	保利协鑫	20	协鑫徐州 20MW 光伏并网项目	20
7	华电	10	华电宁夏分公司宁东 10MWp 太阳能光伏电站	10
8	国电	10	国电阿特斯平罗光伏并网 10MWp 项目	10
9	大唐	10	大唐国际青铜峡项目	10

表 1-2 2010 年全国光伏电站在建规模

序号	企业名称	项目规模(MWp)	项目明细	
			项目名称	在建规模 (MWp)
1	中广核太阳能	70	宁夏青铜峡光伏电站项目一期	10
			西藏桑日光伏电站项目一期	10
			内蒙古达拉特光伏电站项目一期	20
			青海锡铁山光伏电站项目二期	30
2	中节能	60	中节能尚德石嘴山光伏电站二期 20MWp 项目	20
			中节能太阳山光伏电站二期 20MWp 项目	20
			中节能内蒙阿拉善李井滩项目	10
			武威凉州区 10MWp 并网光伏电站项目	10
3	国电	60	国电阿特斯平罗光伏并网二期 10MWp 项目 (未开工)	0
			国电中卫马场湖光伏并网一期 10MWp 项目	10
			国电金塔光伏并网一期 10MWp 项目 (金太阳)	10
			国电龙源西藏羊八井 20MWp 项目	20
			国电龙源格尔木光伏并网电站项目	20
4	中电投	40	中电投太阳山光伏并网电站 30MWp 项目	10
			中电投桑日光伏并网电站 10MWp 项目	10
			中电投太阳山 10MWp	10
			中电投陕西靖边 10MWp	10
			中电投黄河水电乌兰光伏电站 20MW 项目 (未开工)	0

太阳能光伏建筑一体化发电系统发的电除供建筑自身使用,还可将剩余的电量输送到公共电网上。光伏建筑一体化技术优势明显,它不需要另占土地,可原地发电、原地使用,减少电力输送过程的费用和能耗。近年来我国的太阳能光伏建筑一体化发电系统发展迅速。表 1-3 是我国已经建成的太阳能光伏建筑一体化工程实例。

表 1-3 中国已建成的部分太阳能光伏建筑一体化工程

序号	安装功率	安装地点
1	300kWp	北京南站
2	300kWp	首都博物馆
3	1MWp	奥运会场馆
4	300kWp	保定电谷锦江国际酒店
5	1MWp	无锡尚德研发中心
6	1MWp	深圳国际园林花卉博览园
7	1.2MWp	武汉日新科技光伏工业园
8	140kWp	东莞京瓷
9	200kWp	广州丰田
10	3MWp	上海世博会园区
11	2.2 MWp	武汉火车站
12	6.668 MWp	上海虹桥火车站
13	2 MWp	杭州能源与环境产业园

太阳能光伏发电系统是由一个个光伏组件通过适当的串并联方式组成的,许多发电系统在光伏组件安装时没有考虑到一些未知的不匹配问题,使系统无法发挥应有的潜能。有时即使考虑到不匹配问题,也可能出现一些无法避免的因素,如电池板部分被遮挡、空中的云、附近物体的反射、光伏组件的倾斜角和方位角不同、光伏组件有灰尘、光伏组件温度不均等,此时组件的输出伏安特性曲线呈多阶梯状,相应的功率电压曲线含有多个局域最大峰值,会因阵列光伏组件的发电效率不同而引起组件的失配问题,导致系统发电效能降低。事实上,仅仅遮挡一小部分的光伏组件就会引起 25% ~ 50% 的电损。即使同样的光伏组件、安装倾角和方位角等建成的光伏电站,失配问题都在所难免。在城市最具发展前途的光伏建筑一体化系统中,由于建筑的结构会影响光伏系统的安装,阴影、不同安装倾斜角和方位角等问题尤为突出,导致组件接收的太阳辐照量不同,产生组件之间

的电流和电压失配,结果会导致光伏发电系统的发电效率大幅下降。一些商业建筑和住宅未能充分发挥其电能输出的潜力,在建筑比较密集的区域,或受光伏阵列外观造型的限制,有可能无法保证太阳光全天不被遮挡,从而产生光伏阵列的局部阴影问题,由于光伏组件不匹配导致能源输出不理想,致使一些光伏发电项目被放弃,存在固有空间利用和能源供应不足的问题。

二、失配问题对光伏发电系统的影响

光伏发电系统的安装运行虽然需要大量的前期投资,但是这与其它低风险投资相比,其投资回报相当客观,其突出的优点有节省可观的电费和极佳的投资回报率。

事实上,许多太阳能光伏发电系统的业主无法得知光伏组件或发电系统的不匹配的问题。很多人对于树木和烟囱等物体产生的阴影对系统输出功率造成的潜在破坏性影响知之甚少甚至毫不知情,而且他们也并不知道“光伏组件或者系统不匹配”这一隐蔽问题。出现 PV 系统不匹配的问题是由于电压与电流组合不匹配造成的,造成此问题原因有很多,例如局部遮蔽、飘动的云、附近物体的反射、各种不同的倾斜角和安装方向、表面污染、组件老化、以及太阳能电池阵列上的温度变化,阴影或其他因素造成的光伏组件不匹配可能会导致阵列产生不平衡的电量损失。有时,不管光伏电站设计和安装得多好,现实环境的改变总能给系统的最大输出功率带来很大的障碍,无法保持在最大功率点运行。

在工业发达国家,并网光伏发电系统主要安装在建筑上,一个设计完美的光伏幕墙体现了现代技术和环境因素的结合,因此非常适合应用在现代城市的设计。在上世纪 90 年代早期,光伏发电广泛的经验使得其可以在建筑上应用。德国在 1990 年开始了 1000 屋顶光伏计划,部分阴影遮挡已经被证明是引起并网发电系统发电量降低的主要因素;1992 年日本进行的现场测试计划也得到了相同的结果。那时阴影遮挡主要被考虑的问题是由于热斑引起的太阳能电池毁坏,现在由于部分阴影遮挡引起的不成比例能量损失成了人们关注的焦点。不同的系统结构对部分遮挡光伏阵列发电量的影响已被广泛的讨论,即使在有阴影的系统中利用最好的光伏组件也仍然存在严重电量下降的问题。附近物体遮挡会使得被遮挡点太阳能电池产生反偏压,不仅消耗自身和其他电池产生的电力,而且消耗电力的过程中会产生更多的热量,影响太阳能电池和组件的性能和寿命。

为了防止阴影部分电池遭受破坏,旁路二极管开始应用在光伏组件中,80 年代一些研究者致力于优化光伏组件设计,并且确定每个旁路二极管需要并联的最多数量串联电池来避免热板的形成。在实际的光伏系统中,当若干个光伏电池组件串联成光伏阵列时,需要在光伏电池组件两端并联二极管(旁路二极管),其中某组件被阴影遮挡或出现故障而停止发电时,在该二极管两端形成正向偏压,不至于阻碍其他正常组件发电,同时也保护光伏电池免受较高的正向偏压或发热而损坏。虽然旁路二极管是一个有用的副产品,然而旁路二极管在阴影条件下并不能完全改善组件的性能。

在 Chaintreuil、Barruel、Le Pivert、Buttin 和 Merten 所发表的“阴影对并网光伏系统的影响”文中提到,在串联组串方式中,只要 2.6% 的阴影就能造成 16.7% 的组串总电量损失。


	阴影	串联状况下的电量损失
	2.6%	16.7%

图 1-1 阴影遮挡影响分析

即使小部分的阴影遮挡将会造成很严重的、不成比例的能量损失,如下图为美国国家半导体实验室得出的阴影遮挡导致的功率损失。一些研究结果表明,阴影对光伏系统电压、电流影响很大且不成比例,当阴影遮盖面积超过 1/2 后光伏电池输出功率降到原来的 1%。

	% of Array Shaded	Power Loss Due to Shade
	13%	44%
	11%	47%
	9%	54%
	6.5%	44%
	3%	25%

图 1-2 阴影遮挡影响分析结果

事实上,影响系统发电量的因素很多,包括组件内部电池的互联方式、组件定向、

光伏组件之间的串并联问题以及逆变器的配置等。阴影导致的这种不成比例能量损失原因主要是跟组件和系统的组成结构有关。光伏组件通过多个太阳能电池串并联而成，每个太阳能电池串被称为一个“组列”，每个组列由一个旁路二极管来起到旁路导通保护，以免一个或多个电池被遮挡或损坏时，导致这些电池因过热而损坏。光伏阵列由光伏组件通过串并联方式构成，当光伏发电系统部分被遮挡时，未被遮挡部分电池产生的电流流经被遮挡部分电池的旁路二极管。当光伏阵列因阴影出现上述情况时，会产生一条具有多个峰值的 V-P 特征曲线。逆变器有两个基本功能：一方面通过 DC/AC 转换将直流电转换成与电网同频和同相的交流电；另一方面跟踪太阳能光伏发电系统的最佳效率点。对于特定的光照辐射、温度和电池类型，太阳能光伏发电系统都有相应唯一的最佳电压和电流值，从而产生最大能量，如果出现阴影遮挡或其它情况导致系统中各组件之间电压和电流的失配，将导致发电系统的效率大幅降低。

在估算太阳能光伏发电系统的整体效能时，通常会假设使用的每块组件都具有相同的辐照量、温度和性能参数。然而许多情况下，部分遮蔽的效应、温度不一致与每块组件安装倾角的不同，会对组件电流和电压造成不小的影响，造成光伏组件之间的不匹配与系统效能降低，光伏发电系统最终的实际发电效能远不如原先的期望值。

阴影造成光伏发电系统功率损失有很多形式，取决于引起阴影的物体。有可能是季节性或者每天几个小时的阴影，造成明显难以察觉的功率波动；由于组件部分被遮挡引起的功率损失很难预测，因为这决定于以下几种变化因素：组件内部太阳能电池的互相连接方式、组件安装方位角、阵列中组件的连接方式和逆变器的结构。

更多精彩内容敬请关注 solarzoom8 月光伏杂志 分布式 MPPT 技术在光伏电站中的应用（下）

RENA 湿法刻蚀黑圈怎么解决?**提问:****同是沦落人**

不知道各位的公司有没有 RENA 湿刻存在黑圈。请教一下这个问题要如何解决?

网友解答:**bestxuyan1987**

RENA 的在线式湿法刻边设备应该来说是最早进入中国市场的,采用“水上漂”的方式进行背面和边缘的腐蚀,然后再用 HF 去除 PSG,背腐蚀采用的是 $\text{HN03}\backslash\text{HF}\backslash\text{H2SO4}$ 的混合溶液。 H2SO4 溶液的作用本人认为是增大溶液的张力,防止溶液漫延到上表面造成过刻。

RENA 刻蚀的缺点:由于 PSG 是亲水性的,“水上漂”的时候,上表面亲水的 PSG 很容易将溶液吸附到上表面,造成过刻。所以 RENA “水上漂”对设备的机械精度要求很高,并且对使用过程中排风的稳定性等要求也比较高。如果排风不稳定就很容易造成“黑片”。

这是由 RENA 的工艺方案决定的缺点,暂时来说是无法根治的。

bestxuyan1987

可以在上盖板上系一些生料带,观察排风的稳定性。

可以调节:外围抽风、airing of the cover 这两个抽风,也可以调节循环流量试试。

另外车间湿度过大也会造成以上问题。

cht3288

最好上个你们黑圈的图片,我个人认为 RENA 还是不错的,黑圈问题一般都不难解决。多和设备以及厂家沟通,单纯从工艺方面是没有什么窗口调节的,需要自己多摸索。

单晶炉热场反射板的作用**提问:****LAZYKEVIN**

单晶炉热场反射板具体的作用是什么?现在公司热产加了反射板,发现硅蒸汽比较严重,似乎反射板影响了排气的通畅。等径三四百比较容易断棱,过了这坎就基本是整棒了。究竟是什么原因呢?

网友解答:**shenmou467**

对于三四百断线问题,我也曾经遇到过。但是是一台炉子有几次是 3-4 百断线?如果多次的

话,你首先看一看操作工的问题,一般我们认为 400 以内断线是操作工的问题。不过有时候也是参数问题,具体怎么调要看断线情况。

ljw.jump

个人认为如果总是在某个地方出问题,那么就要检查下拉晶参数,尤其是温度补偿参数。如果没有问题,那么就需要稍微调整下坩位,如果是 8 寸单晶坩位稍微下调点,如果是 6.5 寸的建议稍微往上提提看看。当然了,这只是一种方向。如果没有解决的话,看看相比原来有什么比变化;如果是断线位置提前了,那么方向就是错的,往相反的方向试试;如果是断线位置推迟了,那么方向就是对的,然后再配合 sop 调调。反复试验两次就能够解决了。

反射板的作用是为了增强底部保温,改善熔体的各种梯度,降低功耗、提高拉速、提高晶体生长的稳定性等等,这种思想 KAYEX 很早就开始做了,现在国内的设备和热场设计商也开始着手做这方面的工作。当然,反射板是个双刃剑,做不好就会出现断线。想想析硅是怎么产生的就知道该怎么做了。

dennyktm

主要应该还是增强保温,降低能耗。而且最后补温功率控制好。

lingjibei

如过影响排气的话,反射板的高度要适当调整。

Tobe

反射板一词是中国人发明的,其实最早有国外先用的,当时单晶炉下面很短,不像我们下面还有那么多石墨毡。他们当时主要为了防止漏时把炉子损坏,顾名思义叫防漏板。对于现在的炉体用不用无所谓,我一开始也用,看功率差不多,就撤了,弄的不好还影响排气。

avivazheng

反射板,顾名思义就是反射热辐射,保温、降低能耗。但是对于材质的要求比较高,表面光洁度要求的高。不然也就丧失了反射板的意义了,搞的不好会使排气不顺畅。

[编者按] 本帖根据 solarzoom 论坛帖子整理,不代表 solarzoom 的观点。☀

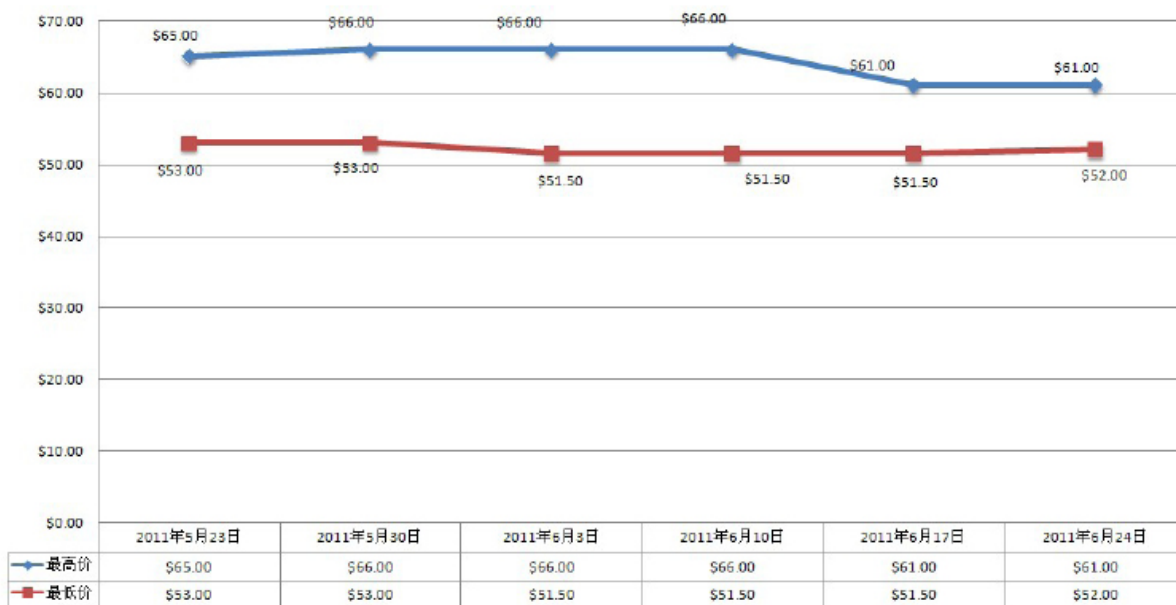
6 月份光伏行业价格分析

			6 月 3 日		6 月 10 日		6 月 17 日		6 月 24 日	
1	多晶硅料	多晶硅 6n \$/kg	66	51.5	66	51.5	61	51.5	61	52
2	硅片	多晶硅片 156mm x 156mm ¥/ps	17.5	15.8	17.5	15.8	17.8	15.3	17.6	15
3	硅片	单晶硅片 125mm x 125mm ¥/ps	13.2	11.8	13.2	11.8	13	11.5	13	11.5
4	硅片	单晶硅片 156mm x 156mm ¥/ps	20.5	19.5	20.5	19.5	22	19.5	22	19.5
5	电池片	单晶电池片 125mm x 125mm \$/W	0.98	0.8	0.98	0.8	0.95	0.75	0.95	0.74
6	电池片	单晶电池片 156mm x 156mm \$/W	1.02	0.87	1.02	0.87	1	0.85	1	0.83
7	电池片	多晶电池片 156mm x 156mm \$/W	0.95	0.79	0.95	0.79	0.93	0.74	0.93	0.73
8	组件	单晶组件 190W \$/W	1.44	1.28	1.44	1.28	1.44	1.24	1.44	1.21
9	组件	多晶组件 230W \$/W	1.5	1.29	1.5	1.29	1.5	1.25	1.5	1.23
10	组件	单晶组件 245W \$/W	1.52	1.3	1.52	1.3	1.51	1.28	1.51	1.25

国内市场行情在经历了连续 3 个多月的价格下挫之后终于在 6 月份止跌回稳。回顾 6 月份光伏市场,月初多晶硅价格依然出现了窄幅下跌,每公斤下降 20-40 元,据 solarzoom 价格监测显示至月末价格开始止跌回稳,最低报价 51.5 美元 / 公斤的底部价格基本可以确立。多晶硅片 156mm x 156mm 月末均价 16.3RMB/ps, 比上月下降 1.7RMB/ps, 跌幅 9.44%, 单晶硅片 125mm x 125mm 为 12.25RMB/ps, 比上月价格下降 1.25RMB/ps, 降幅达 9.25%。单晶硅片 156mm x 156mm 均价为 20.75RMB/ps 比上月降幅达 2.35%。电池片环节, 下降幅度最大多晶电池片 156mm x 156mm 月降幅达 11.23%。组件方面 190W、230W、245W 各降幅为 7.02%, 5.21%, 5.15%。

对于 2 季度的最后一个月来说,最引人注目的德国 Intersolar 展会在 6 月召开,展会上各参展商堪称豪华的布展及声势浩荡的宣传力度与现场接单量的寡淡来看形成了较大反差。展会结束后的两周整个市场行情也趋于平淡,各环节价格呈现不温不火的运行态势。临近月末终端市场需求逐步启动至组件价格走稳。而下游组件大厂订单量增加,使得厂家信心有所提升。而市场气氛开始转暖的表现有,一方面前期停产、限产企业陆续恢复开工,带动的上游环节原料刚性需求;另一方面硅料厂家的成本受限也促使前期成本线附近的报价首当其冲的底部抬高。预计后期随着上游原料的价格抬高,使硅片至电池片环节成本压力增加,价格仍有小幅上调空间。

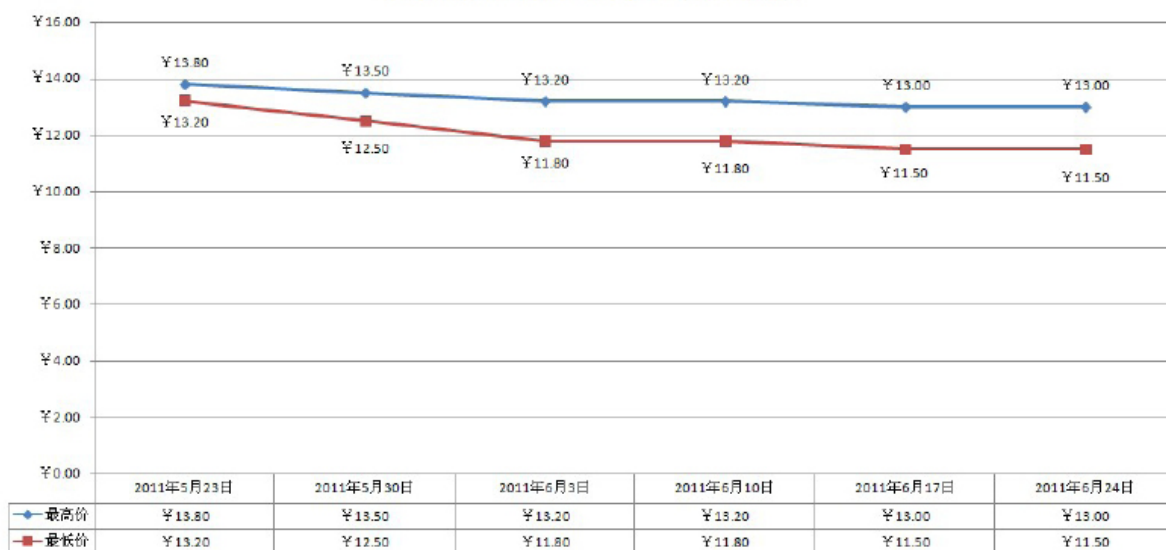
多晶硅 6N 价格走势(\$/kg)



多晶硅片 156mm x 156mm(RMB/ps)



单晶硅片 125mm x 125mm(RMB/ps)



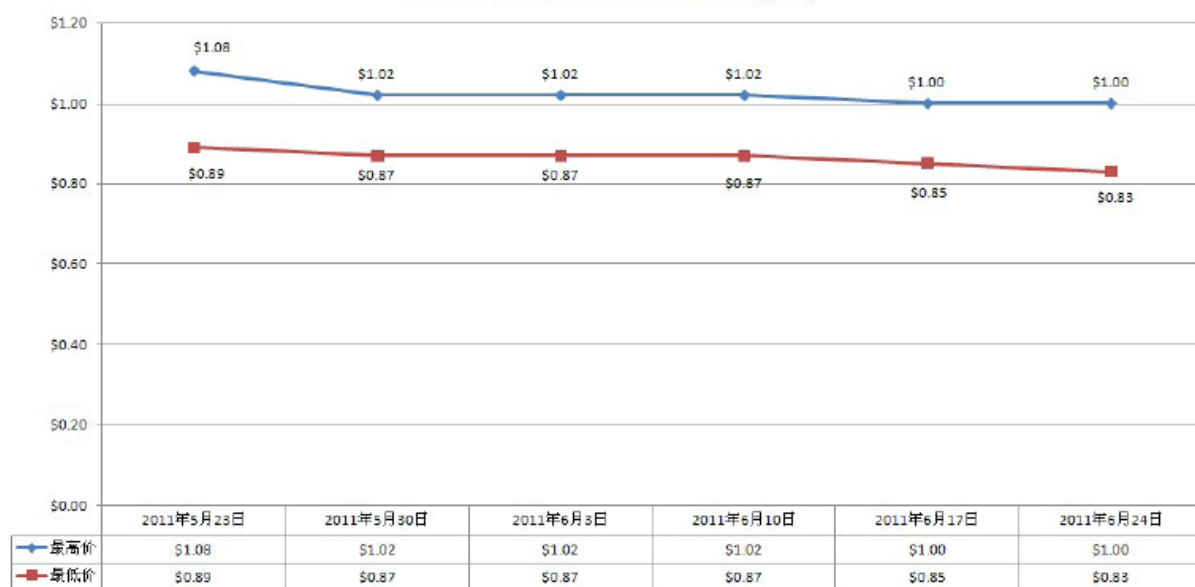
单晶硅片 156mmX156mm(RMB/ps)



单晶电池片 125mm X 125mm(\$/w)



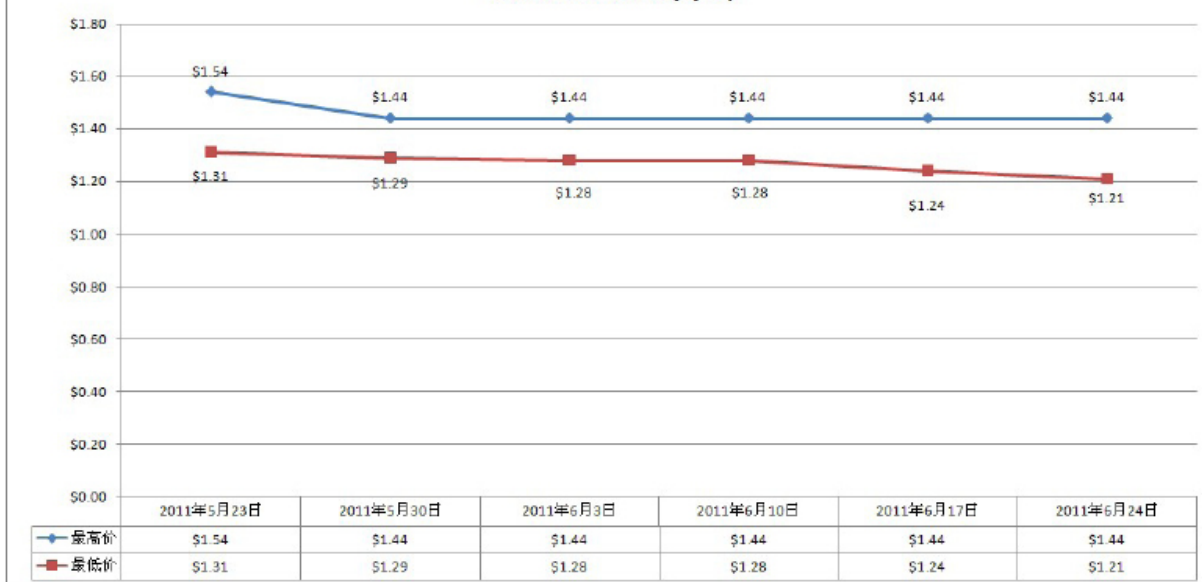
单晶电池片 156mm x 156 mm(\$/w)



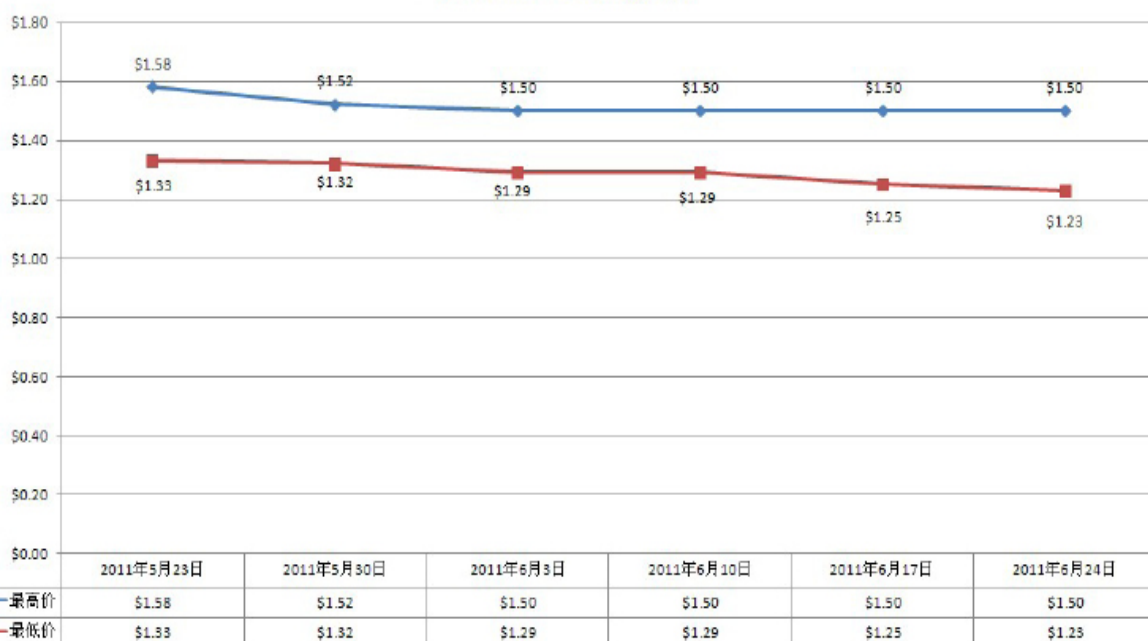
多晶电池片 156mm x 156 mm (\$/w)



单晶组件190W (\$/w)



单晶组件245W (\$/w)



多晶组件230W (\$/w)

