

SOLARZOOM

Solarzoom 光伏杂志

**2011 年
11 月刊**

Solarzoom 光伏太阳能网主办

四大“惨”业首当其冲的光伏产业

美国光伏市场分析

管式 PECVD 流量对太阳电池氮化硅膜影

响的工艺研究

光伏跟踪系统概述

10 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 2012 年光伏产能扩张率将放缓至 10%
- 1 天合光能 CEO：2015 年多数光伏企业将消失
- 2 砷化镓太阳能电池有望打破能效记录
- 2 欧洲光伏市场年末需求量适度反弹
- 3 中国项目储备量超过 16GW
- 3 意大利光伏补贴已逾 50 亿欧元
- 4 2015 年印度太阳能发电成本或将下降 40%
- 4 36.9%——夏普创造太阳能电池效率新纪录

产业观察 / Industry observe

- 5 四大“惨”业首当其冲的光伏产业
2011 年末最惨的四大“惨”业：3D1S, 就是 LED, LCD, D-RAM 和 Solar industry。这四个“惨”业，在今年不断走下坡路，由 SOLAR 首当其冲，在产能过剩，欧债危机的影响之外，似乎还未有人发现科技业 2011 年的冬天提早到来，是因为新一次的金融危机正悄悄来袭。
- 7 美国光伏市场分析
2010 年是美国太阳能市场标志性的一年。与美国 GDP 增长 2.7% 相比，2010 年美国太阳能市场增长了 67%。

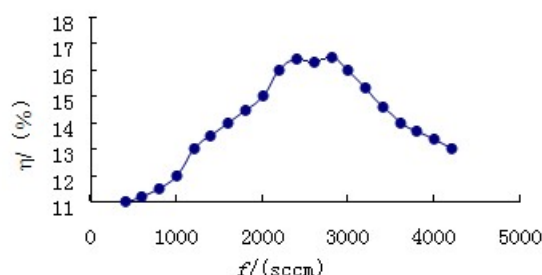
目录

Contents

技术工艺 / Technical process

11 管式 PECVD 流量对太阳电池氮化硅膜影响的工艺研究

本文针对目前国内在太阳能电池行业使用管式 PECVD 沉积氮化硅减反射膜时为了实现均匀性而随意调整工艺气体流量而做出实验性分析，避免在工艺过程中发现电池转换效率下降了而难以找到原因。



13 光伏跟踪系统概述

前言 自动跟踪系统通过实时跟踪太阳运动，早晨可以更早开始工作，下午可以持续工作到更晚，从而获得更多的太阳光能。与传统固定式安装光伏系统相比，双轴跟踪系统可以提高能量 45% 发电量，单轴跟踪系统可以提高 25%。

答疑解惑 / Q&A

- 15 硅片切割后的清洗会蚀刻掉表面的硅吗？
- 15 丝印环节导致电池片的效率偏低的原因？
- 15 关于 CT 镀膜的问题？

价格监测 / Price Monitoring

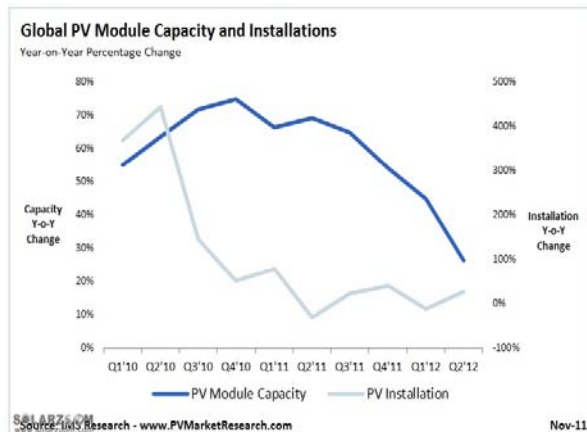
16 10 月份光伏行业价格分析

2012 年光伏产能扩张率将放缓至 10%

据 IMS Research 最新的季度报告显示, 2011 年年末及 2012 年上半年, 光伏组件、电池片及硅片产能将大幅放缓。过去两年, 产能以惊人的速度增长, 自 2010 年年初以来产能新增近 30GW, 该机构指出, 随着多个主要地区的需求量减缓以及光伏产品的供应严重过剩, 最终扩张步伐将有所趋缓。

据 IMS Research 估计, 到 2011 年年末, 全球光伏组件产能将达 50GW 以上——自年初以来增幅超过 54%。今年全球需求量达到 23GW, 年增长率仅为 19%。然而, 由于意大利、德国及英国等主要光伏市场需求量的不确定性以及供应链的过剩, 硅片、电池片及组件的产能扩张将大幅放缓, 预计 2012 年产能扩张率将低于 10%。

该报告还指出, 包括大型供应商在内纷纷削减并延迟扩张计划, 一些国内小型三级供应商已开始停产。IMS Research 的高级分析师及该报告的撰写者 Sam Wilkinson 表示, 诸多制造商近日已宣布暂停生产, 或是关闭工厂。德国的 Conergy 与挪威的 REC 集团也已宣布将关闭电池



片及硅片生产线, 而 Photowatt 等其他供应商则开始减产。IMS Research 还发现还有几家未公开经营情况的供应商也开始采取类似的举动。

即使在产能严重过剩的情况下, 下一季度产能将继续扩张, 但增速要比行业此前所预测的有所放缓。据 IMS 预计, 光伏组件产能将在 2012 年第一季度内提高 6%。☀

天合光能 CEO: 2015 年多数光伏企业将消失

据太阳能电池板第五大供应商天合光能表示, 随着不断下跌的价格侵蚀着利润空间, 并驱使弱者退出光伏市场, 未来几年多数太阳能设备制造商将消失。

天合光能首席执行官高纪凡表示, 这需要数十年的兼并过程, 从现在开始到 2012 年是第一个阶段, 约有三分之二的企业将被淘汰。

高纪凡预测, 到 2020 年也许只剩下约 5 家企业得以幸存, 分别涉及三大主要生产领域, 分别是光伏电池板、硅锭硅片以及多晶硅原料。

据彭博社统计的数据显示, 传统晶体硅电池板五大制造商分别为中国的尚德电力、LDK 赛维、阿特斯太阳能、德国的 SolarWorld AG 以及天合光能。☀

碲化镓太阳能电池有望打破能效记录

据美国物理学家组织网 11 月 8 日(北京时间)报道,美国科学家通过与传统科学研究相反的新思路,用碲化镓制造出了最高转化效率达 28.4% 的薄膜太阳能电池。该太阳能电池效率提升的关键并非是其吸收更多光子而是让其释放出更多光子,未来用碲化镓制造的太阳能电池有望突破能效转化记录的极限。

过去,科学家们都强调通过增加太阳能吸收光子的数量来提升太阳能电池的效率。太阳能电池吸收阳光后产生的电子必须被作为电提取出来,而那些没有被足够快速提取出的电子会衰变并释放出自己的能量。

美国能源部下属的劳伦斯伯克利国家实验室科学家伊莱·亚布鲁诺维契领导的研究表明,如果这些释放的能量作为外部荧光排放出来,太阳能电池的输出电压就会提高。亚布鲁诺维契说:“我们的研究表明,太阳能电池释放光子的效率越高,其能源转化效率和提供的电压就越高。外部荧光是太阳能电池转化效率达到理论最大值——肖克莱·奎塞尔效率极限的关键。对于单 p-n 结太阳能电池来说,这个最大值约为

33.5%。”

参与研究人员欧文·米勒解释道,在太阳能电池的开路环境中,电子无处可去,就会密密挤在一起,理想的情况是,它们排放出外部荧光,精确地平衡入射的太阳光。

基于此,由亚布鲁诺维契联合创办的阿尔塔设备公司使用亚布鲁诺维契早期研发的单晶薄膜技术——外延层剥离技术,用碲化镓制造出了最高转化效率达 28.4% 的薄膜太阳能电池。这种电池不仅打破了此前的转化效率,其成本也低于其他太阳能电池。目前效率最高的商用太阳能电池由单晶硅圆制造,最高转化效率为 23%。碲化镓虽然比硅贵,但其收集光子的效率更高。就性价比而言,碲化镓是制造太阳能电池的理想材料。

亚布鲁诺维契说:“太阳能电池的高性能与外部荧光有关,我们的理论将显著改变未来太阳能电池的面貌,我们将生活在一个太阳能电池非常便宜而且高效的世界中。”

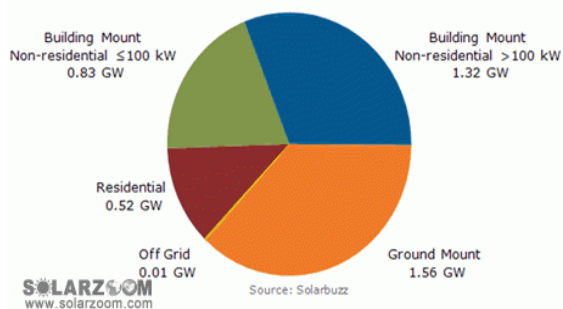
欧洲光伏市场年末需求量适度反弹

据预计 2011 年四季度欧洲光伏市场将环比上涨 22%,推动下游光伏企业得到暂时性提升。然而,这一增长率仍然让世界上最大的地区性光伏市场的管理带来了巨大的挑战。2012 年下游市场面临的挑战将是全新价格环境的有效管理,从而抵制不断下滑的补贴与有待实现的电网平价经济。

虽然环比上涨 22%,但预计年同比增幅将下滑 25%,主要为如下几个原因:光伏补贴的削减、项目融资环境疲弱以及组件价格的骤跌,这使得下游企业急需出售库存或者面临大幅的减记资产。

2011 年三季度末,经销商环节的组件价格同比下跌 32%,不断下滑的趋势让许多下游企业及终端客户等延迟购买,他们相信组件价格将进一步下跌。预计 2012 年年初德国将削减 15%

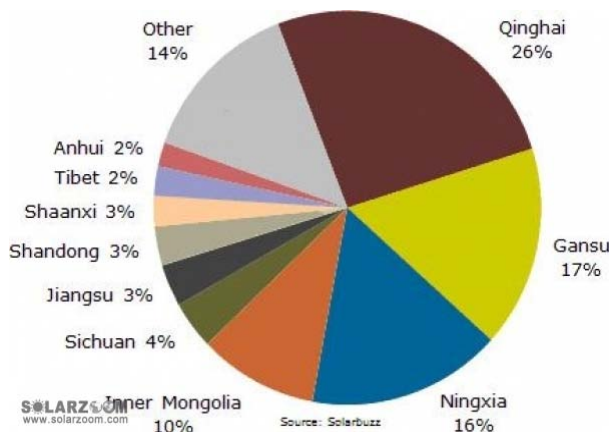
Q3'11 European Market Segmentation (Total Quarterly Market 4.24 GW)



的补贴,这在很大程度上使得德国市场能在四季度获得最大的市场份额。然而,2011 年德国将被意大利所取代,虽然意大利银行的紧缩信贷政策,但它仍将成为最大的欧洲(全球)光伏市场。

中国项目储备量超过 16GW

据 Solarbuzz 一份最新报告显示,中国的商用光伏产量日前已达到 16GW 大关。这份名为《中国交易跟踪》的报告还表示,中国有望在 2011 年在安装数量上与美国相媲美,该国在年底前已计划进行总量为 1.8GW 的 195 套系统的联网工作。



组件价格和系统平衡部件价格的不断下跌大幅提高了项目的内部投资回报率 (IRR), 并导致中国市场内出现了开发热潮。Solarbuzz 估计, 约有 1104 个非住宅用项目已完成开发或即将完成, 遍布青海、甘肃、宁夏、内蒙古、四川、江苏、山东、山西、西藏和安徽等省份, 其中安徽省所占份额独占鳌头; 上述十省总安装量占到了所有安装储备项目的 86%。

青海 930 项目以及近期颁布的全国统一上网电价补贴政策也同样向项目开发上传递了诱人的讯息。排名前七位的开发商包括: 中国电力投资集团、中国国电集团、中国华电集团、中国广东核电集团、中国节能环保集团和正泰集团, 其在 2011 年的总安装量达到了近 1GW。

“中国的上网电价补贴率——2011 年为每度电 1.15 元人民币, 2012 年为 1 元人民币——曾被普遍认为过低, 以至于大多数项目开发活动不得不在诸如格尔木这种日照辐射较高的区域。” Solarbuzz 分析师廉锐表示, “然而, 系统价格在 2011 年内的迅速下跌也使得其他地区的项目利润得到了较为客观的改善。”

“获得金太阳和太阳能屋顶等项目审批的各项项目将在今年第四季度和明年上半年享受到最高等级的 IRR。随着成本接近每瓦 12 元人民币并由至少 8 元的返款, 项目的所有者将不会将自己的资金闲置。因此, 中国在建筑安装领域内的市场份额将在接下来的结果季度内出现大幅增长。”

目前地面支架系统占到了光伏领域的主要部分, 而建筑安装仅占到了全国项目储备总量的 10%。然而, 如果系统价格持续下跌, 这种现状将有约太阳能及建筑安装系统等的发电而出现快速转变, 变得对于产业及商用用户来说更具经济可行性。☀

意大利光伏补贴已逾 50 亿欧元

根据意大利能源机构 GSE (Gestore dei Servizi Energetici SpA) 公布的《光伏统计》报告显示, 意大利能源法案补贴项目即将触及 60 亿至 70 亿欧元的限额。

截止目前, 意大利能源法案项目已投入逾 50 亿欧元, 总装机量达到 11.3GW。按照目平均安装率来看, 只要再增加 3GW 的装机量就将触及 60 亿欧元的限额, 因而意大利工业部长将不得不对是否保留补贴计划做出决定。预计 2012 年春季

将达到补贴上限。意大利能源法案项目 (Conto Energia program) 计划在 2016 年达到 60 亿至 70 亿欧元, 总计光伏装机量达到 23GW。☀

2015 年印度太阳能发电成本或将下降 40%

“到 2015 年印度太阳能发电成本也许将下降 40%，从而使太阳能可与石油和燃气企业相竞争，”印度第一大太阳能电站项目总承包商 Lanco Solar 首席执行官 Saibaba 于昨日对路透社记者表示。

Saibaba 表示，得益于全球产能的激增，未来几年太阳能发电成本有望从目前的每千瓦时 11-12 卢比下降至 7-8 卢比。

作为亚洲第三大经济体和世界第三大二氧化碳排放国，太阳能发电成本下降将有助于印度降低对煤炭的依赖程度。目前，煤炭发电在印度的成本为每千瓦时 2 卢比。

Saibaba 在某行业会议间歇时表示：“最重要的是规模经济即将到来。我认为在未来 3-4 年太阳能发电成本将下降至每千瓦时 7-8 卢比。”

2009 年，印度颁布了自己的国家太阳能计

划 (National Solar Mission)，计划到 2013 年实现光伏装机总量 1.3GW；到 2022 年，累计光伏装机达到 20GW，项目总投资金额高达 700 亿美元。

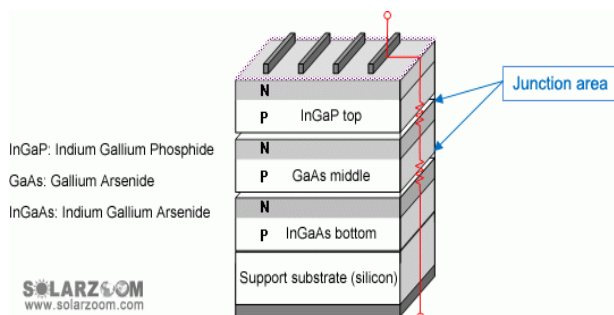
Lanco Solar 是印度大型集团公司 Lanco Infratech 的子公司。去年，印度政府从众多企业选出包括 Lanco Solar 在内的 37 家企业开发太阳能发电项目。

Saibaba 表示：“按照太阳能行业目前的发展速度以及太阳能发电成本下降的幅度，印度太阳能行业可能在未来 3 到 4 年里不需要国家的任何财政支持。”

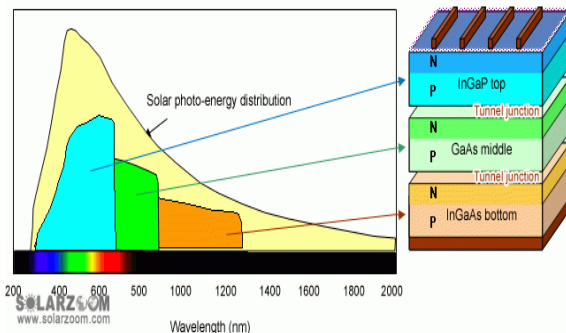
Lanco Solar 已经获得多个太阳能发电项目，包括印度中部恰蒂斯加尔邦 (Chhattisgarh) 的一座光伏组件制造厂和旁遮普邦的几个太阳能发电站。Lanco Solar 计划在未来三年将公司开发的太阳能电站装机容量提高至 500MW。☀

36.9%——夏普创造太阳能电池效率新纪录

日本夏普公司 4 日宣布，已成功研发出光电转化率高达 36.9% 的太阳能电池，刷新了公司



2009 年创下的 35.8% 的世界纪录。新成果可应用于人造卫星等，预计 2014 年后投入实际使用。刷新纪录的是夏普“化合物太阳能电池”。该电池的特点是不使用硅，而是以镓、砷等多种元素



为材料，具有三层叠加的光吸收层。研究人员减小了电池各层结合处的电阻，成功提升了转换率。☀

2011年度光伏产业论坛

暨第二届SOLARZOOM会员大会



巨头云集光伏盛会 探讨行业百味

活动主题：“光伏前景展望”

活动时间：2011年12月2日 17:00-22:00

活动地点：溧阳路611号“1933老场坊”四号楼二楼

活动人数：300人

主办单位：SOLARZOOM

对话主题：

市场——春天何时到来？2012市场分析

企业——成本控制 技术提升 谁主沉浮？

SOLARZOOM
光伏太阳能网

地址：上海市浦电路489号由由燕乔大厦412A室

网址：www.solarzoom.com

咨询电话：021-58202326, 021-50136786, 021-38682788, 021-50136787



中国(无锡)国际 新能源大会暨展览会

China (Wuxi) International Renewable Energy
Conference and Exhibition

2011.11.3-5

大会地址: 无锡 太湖国际博览中心大酒店
展览地址: 无锡 太湖国际博览中心

Duration: November 3-5, 2011
Venue: Wuxi Taihu International Expo Centre

国际视野下的新能源市场 突破与整合

同期举办

2011中国太阳能年度人物企业评选

全球光伏产业供应链高峰论坛

首届中国太阳能产业高级人才招聘会

展会组委会联系人: 马宇利、龚智杰

电话: 0510-81807699 81807899

传真: 0510-81807466 82705773

马宇利 13382216646 SinoReed@hotmail.com

龚智杰 18914118016 gongzj007@hotmail.com

中国光伏 太湖论道

www.crecexpo.com



四大“惨”业首当其冲的光伏产业

资深光伏市场人 庄英宏

2011 年末最惨的四大“惨”业：3D1S，就是 LED，LCD，D-RAM 和 Solar industry。这四个“惨”业，在今年不断走下坡路，由 SOLAR 首当其冲，在产能过剩，欧债危机的影响之外，似乎还未有人发现科技业 2011 年的冬天提早到来，是因为新一次的金融危机正悄悄来袭。殊不知前次是立竿见影的海啸，而这次却是残食鲸吞式的绞杀。虽说，LCD 面板类厂已经传出有好消息，中国大陆也有重新检讨引进面板厂的策略，然而 LED 及 SOLAR 两头因为过度招商引资而引起的产能过剩却一直是一个令人头疼的问题。

在创新经济时代发挥既有优势新兴产业的例子，则是光伏发电。大家都知道能源是一个趋势，但它与现在正在讨论的新兴科技，如云端下载一样，方向不清楚。然而，就在政府招商引资的时候，引来了许多有钱却没处花的老板们，梦想着成为科技新贵，更梦想着自己的资产能够再一次地往上提升一个层级，甚至为人类能源问题解决危机。

“Bull shit!!”这曾是某个业内老外对政府扶植中国光伏企业的力度过大所给予的评价。是的，在“抢钱，抢粮，抢地盘”的观念下，中国企业提供了过度的补贴及过大及地、电等无数无限制的帮助提供下，不少没读书的老板，或是没有听过“专业建议”的有钱人们，则一窝蜂地挤进了“光伏业”这个小圈圈。

虽说笔者一直只是一个在光伏圈中的小人物，但在我看来，政府对光伏从业者做的实在太多了，关键是把这些招商引资的有钱人框了进来绑了肉票后，你招的太多，你能顾得到这么多吗？！看看 IMS 带给我们的数据，50GW 的产能 VS 22GW 的需求。供应量远比需求超过了 1 倍，这肯定会造成太阳能市况惨淡，所以说，这一次，可以给各位当作一个警惕，并且也是一个教训。在台湾，我们常说：“做中国大陆所需要的，千万不要去做中国大陆正在做的”，我想，这就在光伏界得到了一个完整的体现。

最近又有一些新的惨况出现，美国 Nasdaq 上市的薄膜太阳能制造商 Energy Conversion Devices 宣布全面停产，并将实施裁员，震撼太



阳能业界。台湾薄膜太阳能厂也难逃此波市况低潮冲击，中环转投资富阳光电 11 月 9 日公布 10 月营收，比 9 月大幅衰退 94%，也比去年同期减少逾九成，可见市场状况仍相当低迷。


笔者也认为，目前光伏“惨”业仍处于供大大过于求的状况，加上产业现在逢传统淡季，所谓的春燕何时能回来，大家都“雾里看花”，有人说到 2012 年夏季就会 okay，也有人说要到 2013 年，无论如何，在这还是劝劝一些公司从业人员及老板，任何投资都必需设置一个停损点，若只是等待光伏市场好转，则是相当被动的。现阶段先以调降产能利用率，并且裁撤一些人员，但势必会有更强大的并购倒闭来袭，早点认赔转投资或许会更有利于接下来各人或企业的发展。投降不可耻，算你输一半，希望大家共勉之。

另外，针对下定决心拼到底，那种“老子就是钱有势要拼光伏”的大企业们，若您真不在乎各级市场都在走冷，比如说：欧债延烧意大利，这更会引发市场重挫，如果您还没看出来，全球经济恐怕会再现一波低潮，笔者建议必须在银行

及政府的关系上金援不断，市场营销策略正确，有投入才有收获，另外技术也得不断研发，效率上不断领先，至少比其他国家领先半年、一年，才能培育出本身的持续优势。

光伏发电产业近年在中国发展迅速，成了政府重视、活跃股市、青睐投市、各行各业蜂拥相聚的钱坑。然而光伏太阳能产业和市场在国内还没有得到很好的结合，而放眼欧洲、日本，包括正在迅速崛起的美国光伏市场的发展经验，不难发现，光伏市场的发展绝对离不开政府的支持。希望我政府必须积极鼓励太阳能光伏应用，站在未来的角度协调统筹，不仅要有目标，

。现在冬日来临，欧洲既有光伏项目也正在赶 12 月底的安装期限，想必市场也会有短期稳定及回升，想过个好年的同行们也都在拼命往外飞行，希望能安安稳稳过个年。

短短几年的时间，中国俨然成为了世界光伏制造大国，但不能只是制造，而是要向太阳能光伏应用大国的方向迈进，现在是三年走完十年路，发展过快更需要能够生产与应用都达到平衡，只有这样才能真正破解能源短缺和环境污染的难题。

2011年度光伏 产业论坛

暨第二届SOLARZOOM会员大会

2011年12月2日 “1933老场坊” 四号楼 上海溧阳路611号

美国光伏市场分析

solarzoom 编辑部

2010 年是美国太阳能市场标志性的一年。与美国 GDP 增长 2.7% 相比, 2010 年美国太阳能市场增长了 67%。不仅仅是市场拓展很快, 而且展现出了市场分区、地理和技术方面的多样性。美国民用、商用和共用太阳能市场增长迅速, 全国 50 个州都在使用多种新技术发展太阳能。市场的快速增长和独特的多样性使美国在多年来第一次成为全球工业瞩目的焦点。2010 年美国太阳能市场价值高达 60 亿美元, 而 2009 年为 36 亿美元。

尽管增长情况很可观, 但是由于各州之间在法律法规、奖励机制、公共设施和融资结构方面的差异性, 美国市场的增长速度减慢了。现在急需联邦和州政府的政策、对市场状况的可靠理解, 来继续和促进美国市场的发展。

光伏

在美国, 将太阳能直接转换为电能的光伏是太阳能产业的主流。对美国光伏来说, 2010 年是创纪录的一年, 这一年并网安装量加倍, 达到了 878MW。在 2010 前 10 年, 美国光伏市场平均年增长率达到了 69%, 从 2000 年的 3.9MW 增长到 2009 年的 435MW。尽管有这个趋势, 但是 2009 年美国光伏市场需求只占全球需求的 6.9%。由于丰富的光伏资源, 屋顶和陆地可用性, 和巨大的电力消耗, 美国被认为是最大的光伏增长市场之一。

1 安装

美国看到了主要市场区域的需求的膨胀, 比以往任意一年的增长率都高。尽管美国市场是从经济不景气的现状中形成的, 但 2010 年光伏并网安装量仍然加倍, 达到了 878MW, 比 2009 年增长了 102%。2010 年装机容量超过 10MW 的州有 16 个, 而 2007 年仅有 4 个, 这展现了美国市场的多样性。

然而, 美国市场的增长趋势, 被以德国和意大利市场主导的全球市场所超过。2010 年, 全球光伏装机容量为 17GW, 比 2009 年增长了 130%。结果尽管美国光伏市场膨胀, 但是美国市场占全球市场的份额由 2009 年 6.5% 下降到了 2010 年的 5%。如图 1 所示, 自 2005 年起, 美国市场份额保持相对平稳, 每年均在 5% 至 6% 之间。在 2011 年, 当全球市场放缓的时候, 美国安装量却加倍, 因此, 美国有机会增加他们所占份额。

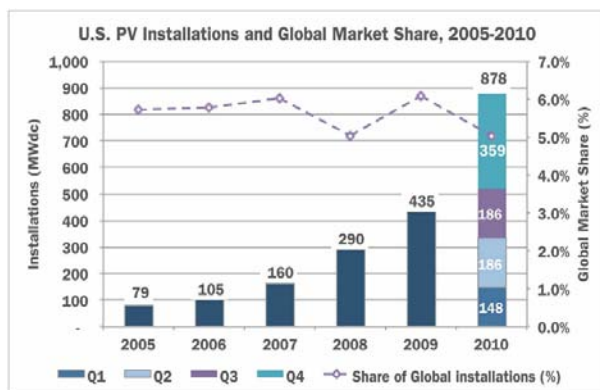


图 1 2005-2010 年美国光伏安装和全球市场份额

1.1 市场细分

大多数的主要市场都集中在一些特定的市场分区中。在日本, 民用市场占主要地位; 在西班牙和意大利, 大规模的光伏系统是主要需求; 在德国, 民用和小规模商用系统占据主要地位。在美国, 非民用安装 (包括商业, 公共部门, 非盈利性项目) 主导市场, 占总安装量超过 45%。但是,

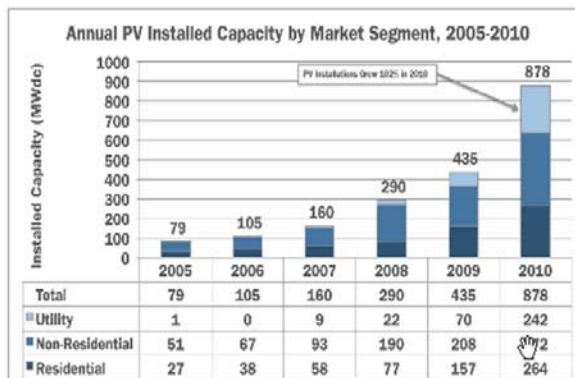


图 2 2005-2010 年各市场分区年度安装量

在 2010 年,民用和公共市场增长迅速,以致于三种分区所占份额都超过 25%。市场分区的多样性是美国市场的最大价值之一,他缩减了对单一分区和商业模型的依赖性。

2010 年上半年,非民用光伏安装量从金融危机中慢慢恢复,显得有些冷不热。但是随着新的激励措施的到来和项目投资状况的改善,非民用分区也好转起来。在第四季度,非民用安装量达到了 127MW,是第一季度的将近两倍。这些年末的项目受益于上半年全球组件价格下降,而年初的项目主要利用 2009 年末的高价格组件。展望 2011 年非民用光伏的安装量是复杂的。潜在的增长仍在新兴市场(特别是东北部各州),但是为公用项目投资行动结束后,会有一个更强烈的需求出现。

民用光伏安装显示了 2010 年任何一个市场分区的稳定性,第一季度 62MW,第四季度增长到 74MW。这种稳定性掩饰了许多州之间高度的波动性,因为民用需求需要借助激励性的资金投入。民用市场仍然是无组织的,但是已经开始巩固了。尤其是,民用第三方所有权对于光伏安装者来说正变得至关重要,而且这种服务的供应商正快速发展。2011 年民用安装展望良好,我们预测会有大幅增长,尤其是下半年。

2010 年是公用光伏安装爆发的一年。在 2010 年之前,美国共有 113MW 的公用光伏装机容量;而在 2010 年一年的安装量就有之前的两倍多(总共有 242MW)。这其中包括迄今为止最大的项目, Copper Mountain Solar, 总共直流 55MW(交流 48MW)。在 2011 年,市场将会有更多的关键点。现在共有超过 700MW 的 2011 公共光伏安装协议。公用事业,供应商和融资人期望这些项目能使得这一分区更加成熟。如果这些项目中的多数能够成功完成,那么近期的公用光伏需求的增长潜能将是无限的。但是,最主要的延迟增长的障碍包括低的契约价格和融资瓶颈规模。为了达到项目融资,一些大项目将主要依靠美国能源部的贷款保证计划。如果资金计划被否决了,那么这些大项目的前景无疑将蒙上一层阴影。

1.2 国家动态

2010 年是国家市场多样化的重要一年。



图 3 2010 年各季度各市场分区光伏需求

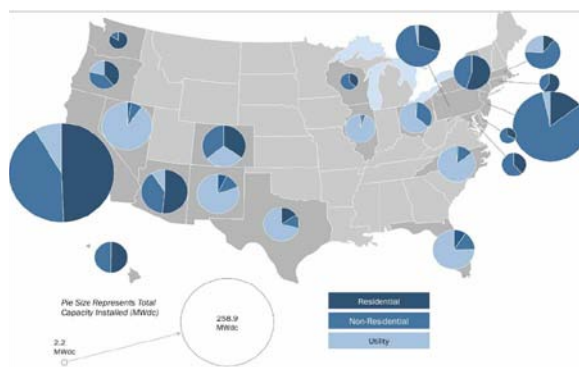


图 4 2010 年美国各州光伏安装情况

在 2007 年,只有 4 个州的单独光伏安装量超过 10MW: 加利福尼亚, 新泽西, 科罗拉多和内华达州。在 2010 年,有 16 个州达到 10MW 的规模。值得注意的是,有 5 各州(亚利桑那, 加利福尼亚, 科罗拉多, 内华达和新泽西)的单独光伏安装量达到了 50MW。最终,新泽西成为第二个单年度安装量超过 100MW 的州。这种动态的影响将是难以形容的。在 2004~2005 年,加利福尼亚州占美国光伏市场大约 80%,但是在 2010 年该比例下降到了不足 30%,由于加州的太阳能市场日渐衰落,因此二级州市场的增长对整体太阳能市场的增长的贡献越来越重要。美国太阳能市场的断层显示了在通过经济规模获取效率方面的困难。但是,美国市场从多种激励措施和市场结构中受益,从而不会经历全国性的繁荣与崩溃,而这些曾经在欧洲上网电价市场经历过。二级市场越能展现他们的价值,那么国家市场将越稳定。

图 5 显示了 2010 年美国光伏安装量排名前十位的州。列表中增加了 4 个新成员: 内华达, 宾夕法尼亚, 新墨西哥和德克萨斯。总体来说,排名前十位的州所占份额由 2009 年的 92% 下降

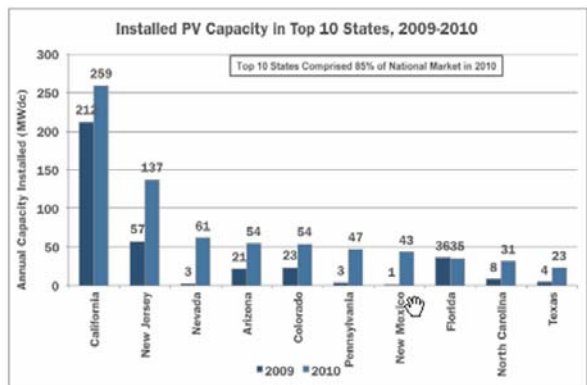


图5 2010年美国光伏安装量州排名(前十)

到了2010年的85%，这是市场多样性的领域个标志。

2 安装价格

全国平均系统价格从2009年的6.45美元/W下降到了2010年5.13美元/W，下降了20.5%。下降的一大部分原因是因为第四季度转向了大型系统，尤其是公用系统。

美国光伏市场仍然是分散的，导致了对于同一个州，同一个市场分区，同一个季度内的安装价格都有很大波动。图6显示了2010年第四季度系统安装价格的范围。民用系统的安装价格在某些地区低于5美元/W，但是其他地区的价格超过了8美元/W。非民用安装价格在4.11美元/W至7.31美元/W之间。公用事业安装显示了最大的多样性，主要是由于低效和高效组件，固定结构和跟踪系统之间选择的不同。假以时日，美国市场的成熟将会使得各州内和各州间的价格的一致性。

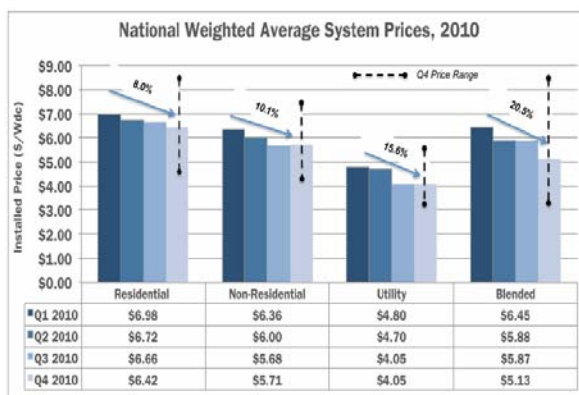


图6 2010年全国平均系统价格

3 产品制造

2010年是美国国内光伏上游组件生产标志性的一年，产量逐年上涨，硅片增长97%，电池增长81%，组件增长62%。总计生产了多晶硅42561MT多晶硅，硅片624MW，电池1058MW，组件1205MW。促进增长的因素如下：

全球需求的增长，2009年7.1GW，2010年则达到了17GW。

国内需求的增长，2009年435MW，2010年达到了878MW。

生产力的增长，新工厂的建立和已有工厂的扩产：硅片生产力增长了82%，达到1018MW，电池生产力增长了32%，达到了1657MW，组件生产力增长了20%，达到了1684MW。

新建的工厂产量的上升，特别是在薄膜生产方面。

这些繁荣的景象掩饰了国内光伏生产的动荡。生产制造是一项全球工业，在过去的18个月，像来自中国大陆和台湾的低价竞争生产商给美国，欧洲和日本的生产商带来了严峻的挑战。结果是，2010年美国不止三家光伏生产工厂宣告关闭：BP Solar位于马里兰州的硅片和电池工厂，Spectrawatt位于纽约的电池工厂，Evergreen Solar位于马萨诸塞州的160MW的硅片-电池-组件工厂。2011年成本压力仍将是一个突出的问题，意味着届时会有更多的工厂被迫关闭。与此同时，2011年会有新的工厂的建成，Wacker Chemie AG位于田纳西州的硅片工厂，

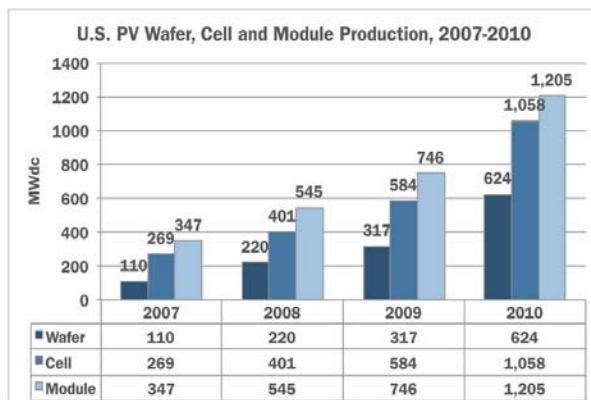


图7 2007-2010年美国硅片、电池和组件产量

Flextronics 位于加州的晶体硅组件工厂，Stion 位于密西西比州的 CIGS（铜铟镓硒薄膜太阳能电池）工厂。

图 8 显示了美国国内现有的光伏制造工厂的位置。在美国太阳能产业链中有超过 2000 家公司，

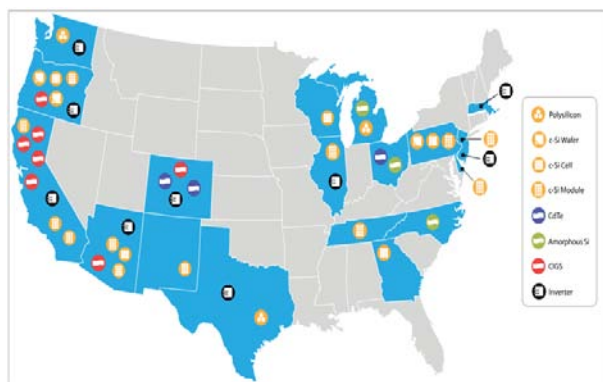


图 8 美国国内现有光伏厂商地区分布图

现有至少 39 个光伏产品（硅料，硅片，电池，组件，逆变器）制造厂分布在美国的 17 个州。由图可见，由于加州在终端市场的领地地位，其中的大部分工厂都位于加州。与之相近的是俄勒冈州和亚利桑那州，那里可以光伏厂商提供熟练的技工和良好的政策支持。即便中西部之前一直没有发展光伏产业，现在威斯康辛州，印第安纳州和伊利诺斯州在建的工厂也显示了这一状况正快速变化。地理位置向中西部移动似乎是以牺牲东部沿海州为代价的，如马萨诸塞州，马里兰州，纽约州和新泽西州，自 2009 年中期至今已有 5 家工厂关闭。☀



管式 PECVD 流量对太阳能电池氮化硅膜影响的工艺研究

深圳市大族光伏科技股份有限公司 李军阳

摘要:

本文针对目前国内在太阳能电池行业使用管式 PECVD 沉积氮化硅减反射膜时为了实现均匀性而随意调整工艺气体流量而做出实验性分析,避免在工艺过程中发现电池转换效率下降了而难以找到原因。通过改变工艺气体的流量,对各项技术指标进行测量分析,结合国内外的一些文献,得出了工艺气体流量对氮化硅膜的直接影响,同时也直接导致了电池转换效率的变化。通过这些研究为制备高性能电池减反射膜提供实验基础,为我国的太阳能电池转换效率进一步提高提供一条途径。

关键词: 等离子体增强化学气相沉积; PECVD; 太阳能电池; 氮化硅

0. 引言

氮化硅膜作为晶体硅太阳能电池减反射钝化膜是目前太阳能电池制备的主流,然而由于用 PECVD 来制备的氮化硅膜,是以 $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$ 方式来表达的,其中的 x, y, z 的数值直接影响了膜的光学性能和对晶体硅太阳能电池表面和体内的钝化作用,因为其数值对于膜的折射率、消光系数、致密性都有直接的影响,本文的目的就是研究工艺气体流量对膜性能的影响。以实验的数据来阐述。

1 机理分析

1.1 气体的输运

在 CVD 系统中,气体的流动处于黏滞流的状态。气体的输运过程对薄膜的沉积速度、薄膜厚度的均匀性、反应物的利用效率等都有重要的影响。

气体在 CVD 系统中发生两种宏观流动,一是外部压力造成的压力梯度使气体从压力高的地方向压力低的地方流动,即气体的强制对流。二是气体温度的不均匀性引起的高温气体上升、低温气体下降的流动,即气体的自然对流。

对一般尺寸的 CVD 反应容器(直径 430mm 内)来说,在流速不高(约 10cm/s)时,气体将处于黏滞流的层流状态。

1.2 PECVD 过程中的微观过程

1 气体分子与等离子体中的电子发生碰撞,产生出活性基团和离子。其中,形成离子的几率要低得多,因为分子离化过程所需的能量较高。

2 活性基团可以直接扩散到衬底表面。

3 活性基团也可以与其他气体分子或活性基团发生相互作用,进而形成沉积所需的化学基团。

4 沉积所需的化学基团扩散到衬底表面。

5 气体分子也可能没有经过活化过程而直接扩散到衬底附近。

6 气体分子被直接排出系统之外。

7 到达衬底表面的各种化学基团发生各种沉积反应并释放出反应产物。

假设一个极端的情况:假设在衬底表面处,反应进行得很彻底,没有残余的反应物存在;假设在装置的上界面 $Y=B$ 处,物质的扩散项等于零;假设输入气体的初始浓度为 c_0 。可以得到如式(1):

$$R = \frac{2C_0M_{Si}D}{bM_g r} e^{-\frac{\pi^2 D x}{4vb^2}} \quad (1)$$

这一结果表明,沉积速率将沿着气体的流动方向呈指数形式的下降,如图 1 所示,其中 $V1 \sim V4$ 为气体流速,且 $V4 > V3 > V2 > V1$, L 为流动方向的长度。可以理解,原因的产生是反应物随着距离的增加而逐渐贫化,因此当流速太低时,尾部的气体浓度迅速减少而导致尾部的生长速度变慢;当提高流速时,尾部的气体浓度没有明显降低而显著提高生长的一致性。

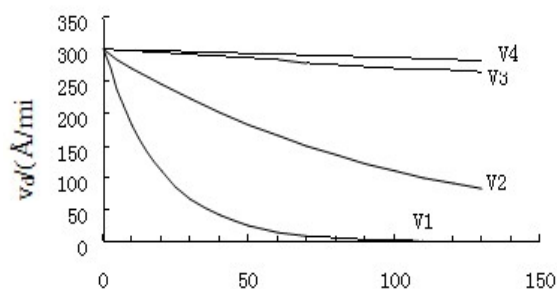


图 1 气体流量对沉积速率的影响

根据这现象,提高薄膜沉积均匀性的措施有:提高气体流速和装置的尺寸 B ; 调整装置内温度分布,影响扩散系数的分布。

2 实验方法

本文针对的是管式 PECVD 设备的流量实验,在石墨舟的前后依次沿轴线放置 7 片抛光片,通

过测量膜厚来鉴定膜的生长速度,通过不同的流量来分析流量对成膜性能的影响,对膜性能测试是在固定其它参数的情况获得的。对于电性能的测定则通过稳定的太阳能电池生产线来批量求得结果。反应室的结构、气体流向示意图 2 所示。

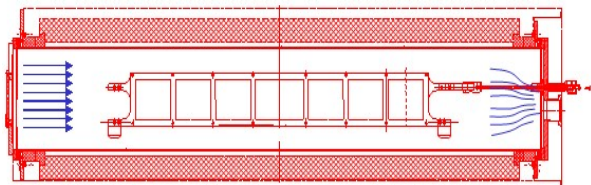


图 2 反应室的结构、气体流向

3 结论和探讨

通过实验可以看出,见表 1,随着工艺气体总流量的增加,膜的厚度呈上升趋势,也即成膜速度呈递增趋势,但超过一定流量后又呈下降趋势。对这个变化的解释是,当流量的增加,等离子浓度也呈上升趋势,但是当超过一定值后,由于等离子能量在呈下降趋势,导致继续等离子化难度增加,这样当流量继续增加时,等离子的浓度反而会降低,成膜速度呈递减趋势^[1]。

随着工艺气体总流量的增加,折射率缓慢增加。在用等离子体形成的氮化硅膜的折射率与致密性没有必然的联系,并不是折射率越高致密性就一定高。这点与用 LPCVD 所形成的氮化硅膜是有差异的。

随着工艺气体总流量的增加,吸光系数也缓慢增加,HF 酸腐蚀的速度也缓慢提高,可见致密性在变差。主要原因是当流量增加时氮化硅膜的成分在发生很大的变化,离四氮化三硅越来越远,其实我们所称的等离子下形成的氮化硅膜是一个相当笼统的说法,其膜成分的配比无数,能适合做高效太阳能电池减反射钝化膜的氮化硅膜的要求是相当高的^[2]。绝对不是肉眼看到的,以为都一样。

随着工艺气体总流量的增加,少数载流子的寿命也发生了变化,刚开始呈上升趋势,然后呈下降趋势。从少数载流子的寿命变化可以看出钝化的效能变化,当总流量变化时,等离子的扩散长度也在改变,其实在初期等离子激发时,对硅表面非但没有钝化作用,而存在一个损伤的过程,但是当膜增长到一定厚度时,这种损伤将消失^[3],然后会被补偿并增强钝化作用,而并不是说沉积膜的全过程都是钝化过程。

表 1 反应气体流量 (f) 对膜厚 (σ)、折射率 (n)、吸光系数 (k)、少子寿命 (τ_{eff}) 的影响

f (sccm)	500	1000	1500	2000	2500
σ (nm)	43.32	50.43	62.84	75.55	82.23
n	1.92	1.93	1.96	2.06	2.08
$k(10^{-3})$	1.9	2.4	3.3	4.7	9.5
τ_{eff}	130	140	160	180	200

f (sccm)	3000	3500	4000	4500	5000
σ (nm)	90.19	94.38	97.47	93.73	90.24
n	2.11	2.13	2.16	2.19	2.22
$k(10^{-3})$	15.3	23.5	30.7	36.8	49.7
τ_{eff}	190	185	180	178	173

在效率方面,当工艺气体总流量增加时,效率有一个最佳值,如图 3 所示,其中 η 为转换效率, f 为流量。当然,这个效率的获得与整线其它工序有一个匹配的问题,在这里是要说明一个问题,就是,当本工序变化时,其它工序跟着变化时,能达到的一个最佳值是不同的,也就是说,膜的特性将影响着最佳电池性能^[4]。而这是结论,原因在于实验一的对膜性能的改变。膜的性能直接影响制作正面电极的难易程度,同时直接影响转换效率。

4 结语

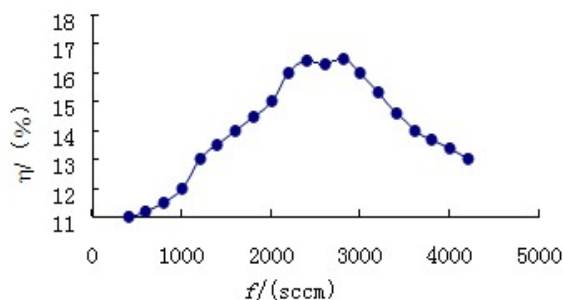


图 3 气体流量对效率的影响

可以看出,管式 PECVD 设备的工艺气体流量的改变,会直接改变膜厚、折射率、吸光系数、少子寿命、转换效率,而其变化不是单调上升或单调下降的,通过该技术分析,可以避免在工艺中为了获得膜均匀而忽略了流量是和电池转换效率密切相关的事实,可以让大家进一步明白电池转换效率与膜性能的密切联系。这个分析也可以适用于平板型 PECVD 技术。对进一步提高晶体硅电池的转换效率,对我国晶体硅电池产业获取更大的利润或降低生产成本都有直接的帮助。当然,在此没有进一步通过理论对实验进行分析是不足之处。☀

光伏跟踪系统概述

Solarzoom 编辑部

前言

自动跟踪系统通过实时跟踪太阳运动，早晨可以更早开始工作，下午可以持续工作到更晚，从而获得更多的太阳光能。与传统固定式安装光伏系统相比，双轴跟踪系统可以提高能量 45% 发电量，单轴跟踪系统可以提高 25%。

目前，出于环境和经济等方面因素考虑，普通固定系统应用更广泛。相较于追踪系统，固定系统无移动部件，安装成本低，占地面积小，可以在有限的空间中尽可能提高安装量。在土地有限和气候多变的地区通常比较适合选择固定式安装系统。虽然普通固定安装系统可以增加单位面积安装量，降低初期安装成本，但是其年度总发电量是减少的。因为光伏组件在只有在正对太阳的时候才可以最大效率的接收到太阳光辐射量，进而产生最多的电能。然而，拿一个朝南、以 10 度至 30 度（取决于纬度大小）典型倾角安装的固定系统为例，由于一年中的季节变化和一天中太阳方位变化，太阳光可以直射在组件表面的时间是非常短的。

单轴跟踪系统

单轴跟踪系统一般是跟踪太阳的方位角，沿着地平线从东到西跟踪太阳运动，从而延长的太阳光直射光伏阵列的时间，进而提高太阳光伏发电系统的总体发电量。移动太阳能阵列使其可以一年四季全天候地匹配太阳的方向，可以以一个小幅增加的成本增加发电量。随着电池价格的降低，跟踪系统仍然是一个优化全天发电量的选择。

那么，单轴跟踪系统的投资和收益率如何呢？相关数据显示，使用相同数量的电池的一个 1MW 的固定安装系统和一个 1MW 的单轴跟踪系统相比较，由于发电量增加得到的电价收益 (kWh/\$) 是高于单轴跟踪器增加的设备投入和维护成本的。

设计良好的单轴跟踪系统移动零部件应该尽可能少，并且充分考虑到使用寿命。使用质量可靠的商业化零部件可以节省更多的维护 and 操作成本。

单轴跟踪器只有一个可以转动的轴，可以水平运动也可以垂直运动。这个旋转的轴是水平还

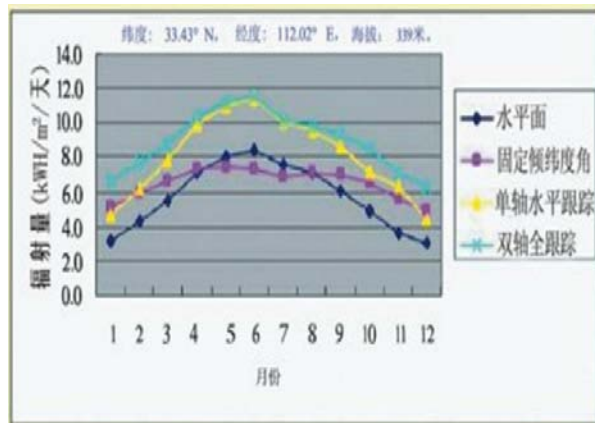


图1 不同跟踪方式全年太阳能收益对比

是垂直是安装位置相关。尽管垂直的单轴跟踪系统可以调节倾角，以跟踪太阳光的高度角。但是由于水平单轴跟踪器安装和维护起来更简单，发电量增加更明显，所以有更高的安装率。

安装跟踪系统与安装固定系统一样，与地面的固定方式会直接影响成本。与地面的固定方式要根据实地环境情况进行选择。比如根据当地的土壤，水文，地质等情况，我们可以选择打桩，地钉或者压块等快速安装方法，这些成本都低于浇注基础的安装方式。浇注基础安装不需要深入土壤中，大多数可以在地面直接施工，基座在地表上面或略低于地表。不过，这种方法会增加材料成本，比较常见的是混凝土基础。

另外，为了保证跟踪系统的运动轨迹可以尽可能的跟随太阳的运动，设计时必须考虑安装位置的海拔高度，计算跟踪系统安装位置的轴心差。

设计光伏自动跟踪系统时必须考虑整个结构的整体性、持久性和稳定性，以及最重要的，将低的单瓦发电成本。最有效的光伏跟踪系统方案应该是模块化、标准化的。实际安装时仅需根据情况调整模块数量。模块化设计可以简化整个项目的设计和建造过程，在增加发电量的同时降低成本。模块化也可以减少零散部件，减少连接点从而大大降低安装时间。

我们在系统设计时，应该尽可能降低传输模块，传输模块和部件过多会增加故障率，比如最少线缆设计可以降低成本的的同时提高系统可靠性。另外，最好采用闭合回路驱动系统，比如液

压系统，这样由于避免了外界污染，在多变环境中会有更好的性能。其他一些驱动系统，像螺旋系统，由于润滑油的污染，可能会产生过早的失效。

双轴跟踪系统

双轴跟踪系统是在东西方向运动轨迹基础上增加南北方向移动轨迹。这样就能够同时跟踪太阳的方位角与高度角的变化，以进一步增加照射在组件表面的太阳光辐射量，尤其在纬度值 25 度至 45 度之间的区域，双轴跟踪系统表现出的性能最佳，因为这些区域太阳的方位和高度在一年中的变化最大。



图 2 光伏塔架

双轴追踪系统 1) 更多的安装空间：为了避免阴影遮挡，双轴跟踪系统模块之间必须留有更大的间距，这也就意味着光伏电站的单位面积装机容量降低。2) 双轴跟踪系统需考虑额外增加的风力结构负载，增加原材料成本。3) 双轴跟踪系统相比单轴系统需要更多的维护。

控制系统

不管是单轴还是双轴跟踪系统，若要正常运行必须配备优质可靠的控制监控系统。运动轨迹的方法一般有两种，一是通过感光系统，二是由根据气象数据运算出集成程序控制。

多云天气时，使用感光器控制的单轴跟踪系统，感光器通过寻找天空中最亮的点，然后相应地调整电池板。但是，也有人说，在多云天气下额外产生的能量，并不能弥补多云天气下传感器的运行和维护成本。有时候，鸟类的粪便或者灰尘落在传感器上，会造成其失效，然后不合理的跟踪行动就增加了系统的复杂度。

集成程序控制跟踪可以依据经纬度和时间，跟踪，计算太阳位置，然后命令跟踪器朝向效率最高的角度移动。同时集成程序控制运算也必须考虑系统模块间距，光伏组件尺寸，倾斜角度，以避免产生遮荫。

不管是单轴追踪还是双轴追踪，都必须有足够的安装面积，以避免遮荫效应。安装跟踪系统的地面要相对较平，土壤条件要能够支持系统设施的重量。跟踪式安装系统的重量大约是一个固定式安装系统的两倍。☀

硅片切割后的清洗会蚀刻掉表面的硅吗？

提问：

xln

硅片厂切割后的清洗会蚀刻掉表面的硅吗？如果有，蚀刻量大概是在多少呢？

网友解答：

newlife

碱是和硅反应的，你的清洗剂要看碱的含量，腐蚀的温度和时间。

273133161

肯定是会有所腐蚀的，但是腐蚀的量多少要看反应液浓度和反应时间而定。

brightwuzh

硅片在清洗过程中所遇到的就是碱性溶剂，也就是氢氧化钾，会对硅片表面产生腐蚀效果的，但这个腐蚀层的厚度基本就 2 个微米左右，微乎其微。

风舞

温度、时间以及硅片外表面的杂质，都会对腐蚀有影响的，对于清洗而言，首先是表面杂质被碱性清洗剂去掉，而清洗温度达不到碱快速腐蚀的条件。

baodingsolar

高温切割后的硅片表面会有变化，腐蚀一层下去没什么影响。

chengshishu

腐蚀肯定是有的，但确实是微乎其微，因为硅片拿到下流厂家做电池片时还要有一道专门腐蚀的工序——制绒。

coco3532

硅片的清洗用超声波清洗，如果只是用水洗的话，硅片的厚度不会有什么变化，如果用 HF 或碱洗的话，会有 10-20um 的腐蚀；单晶硅和多晶硅的清洗工艺有一定的差别，用超声波清洗的话，单晶硅比多晶硅多 3-4 道工序。

丝印环节导致电池片的效率偏低的原因

提问：

solar2050

在丝印环节的时候，电池片的效率偏低，有哪些原因呢？

网友解答：

sunshf

1. 浆料污染；
2. 栅线印刷质量不好；
3. 栅线设计部合理。

hezaoyang

1. 栅线高宽比；
2. 浆料搭配；
3. 烧结炉参数的最优化等等。

pan860707

1. 漏浆；
2. 浆料污染；
3. 印刷环境不理想（粉尘颗粒，潮湿，温度波动大）；
4. 印刷参数设置不对（虚印、塌线、断栅）。

关于 CT 镀膜的问题

提问：

zoewu2006

为什么用 CT 的 PECVD 镀膜后的并联低？难道是钝化过程中 H 进入硅体内，部分没有起到钝化效果的 H 导致漏电？有没有改进的办法？

网友解答：

Primo

从 PECVD 成膜的性质与烧结的关系解释。

SiNx 膜的性质影响欧姆接触：正面 Ag 浆中玻璃料通过烧穿 SiNx 才与硅基底形成欧姆接触，所以欧姆接触的好坏与 SiNx 有直接的关系。举个极端的例子，就是没有 SiNx 保护的电池片烧结后（温度不变），PN 结会完全击穿。所以建议也要从调节烧结温度和浆料入手。

SiNx 的性质也可以做更改，除了考虑膜厚和折射率做到光学匹配及钝化作用，还应注意膜的致密性，这个会影响到你的并联电阻和漏电，可以尝试适当提高镀膜基底温度。

foxkay

调试下烧结炉试试，膜不一样要使用不一样的烧结方式。

还有看下膜厚和折射率的控制是不是和 RR 一样，如果膜厚和折射率差不多，且片子没有太大的差别，还是建议调试烧结炉看看结果怎么样。

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

10 月份光伏行业价格分析

产品	10 月初至 10 月末	下跌	降幅
国产硅料		100 元 / 公斤	31.25%
进口料		13 美元 / 公斤	29.55%
单晶 125	一线厂商	1.2 元 / 片	13.63%
	二线厂商	1.4 元 / 片	17.50%
多晶 156	一线厂商	1.6 元 / 片	13.11%
	二线厂商	1.7 元 / 片	14.40%
单晶 156 硅片	一线厂商	1.8 元 / 片	11.25%
	二线厂商	2.2 元 / 片	14.07%
单晶 125 电池片	一线厂商	0.5 元 / 瓦	10.86%
	二线厂商	0.5 元 / 瓦	11.62%
单晶 156 电池片	一线厂商	0.6 元 / 瓦	10.90%
	二线厂商	1.1 元 / 瓦	20.75%
多晶 156 电池片	一线厂商	0.4 元 / 瓦	8.69%
	二线厂商	0.4 元 / 瓦	9.52%
单晶 190W 组件	一线厂商	0.4 元 / 瓦	5.19%
	二线厂商	0.4 元 / 瓦	5.88%
单晶 245W 组件	一线厂商	0.4 元 / 瓦	5.06%
	二线厂商	0.4 元 / 瓦	5.40%
多晶 230W 组件	一线厂商	0.4 元 / 瓦	5.26%
	二线厂商	0.4 元 / 瓦	4.47%

回顾 10 月份光伏市场，上下游环节价格均下降明显，由于接近年关，反映欧洲、美国等地略有需求，厂家为清理库存，选择低价抛货的较多，价格跌幅较大。

硅料方面，由于下游厂家多以清库存为主，对上游硅料依然持观望态度，现进口硅料市场流通量极少，国产方面，随着越来越多的硅料厂加入到停产的队列，剩余的几个厂家也不得不降价销售来迎合市场，且反映出货压力仍然巨大。

硅片方面，单晶 125 规格硅片由于前期大量厂家停产或改做其他规格硅片，市场流通量相对较少，且随着抛货停产的厂家不断减少，临近月底价格趋稳。单晶 156 和多晶 156 硅片由于产量比较多，目前可议空间加大，价格不断走低。

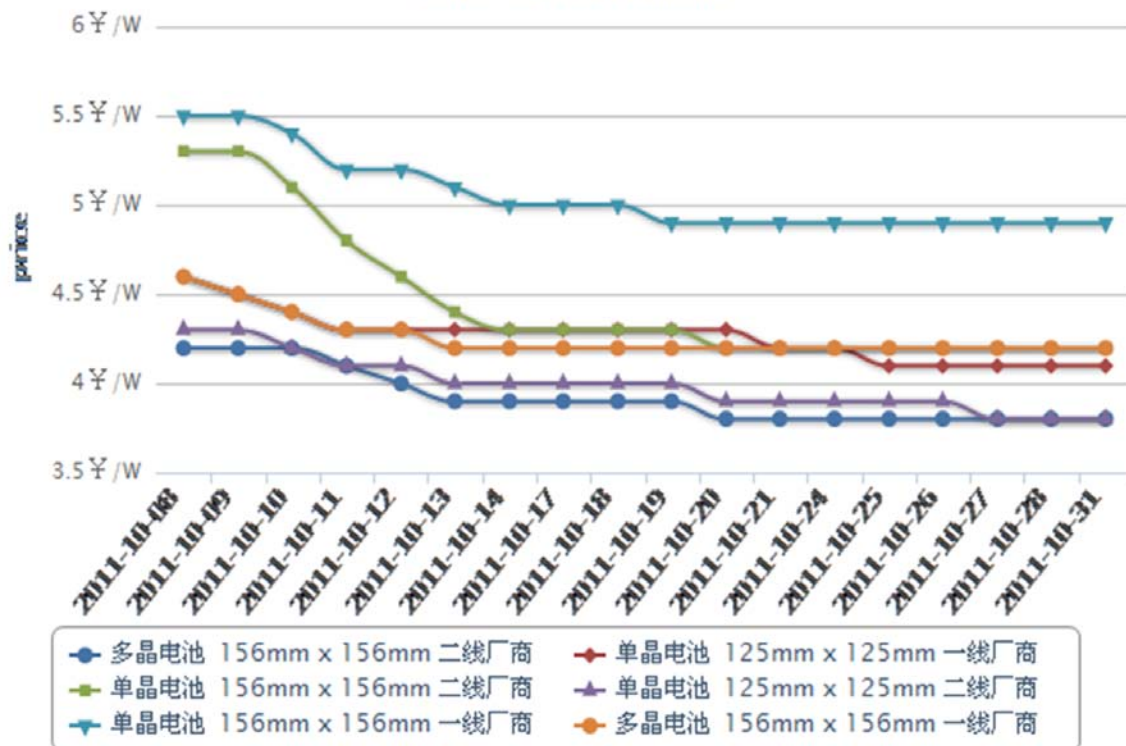
电池片方面，由于前期单晶拉棒及切片企业大多处于停产限产阶段，各企业库存水平相对有限，故造成短期内市场低价资源供应量相对紧缺，单晶 125 规格电池片企业盼涨心态浓重，而多晶 156 电池片相对供应量平稳，价格仍处于底部震荡，大体报价已跌破 4 元 / 瓦。

组件依然疲软下行，在中小企业低价资源压力下，组件报价较为悬殊混乱。

组件方面，虽然近期欧美债务危机及美国对中国施行的双反措施对市场心态颇有影响，但是近期价格频跌到一定底部，反映近期德国有部分需求释放，其中不乏稍大单子支撑，但港口库存依然不容小觑。

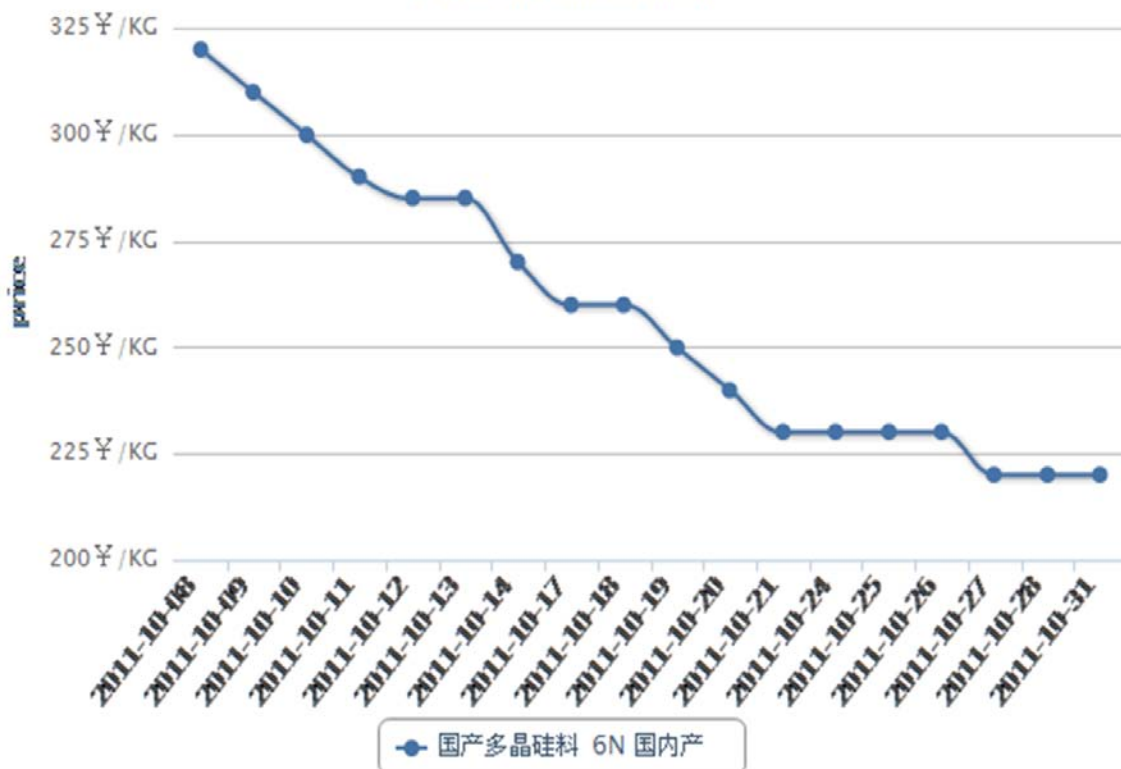
2011-10太阳能电池价格走势

Source: db.solarzoom.com



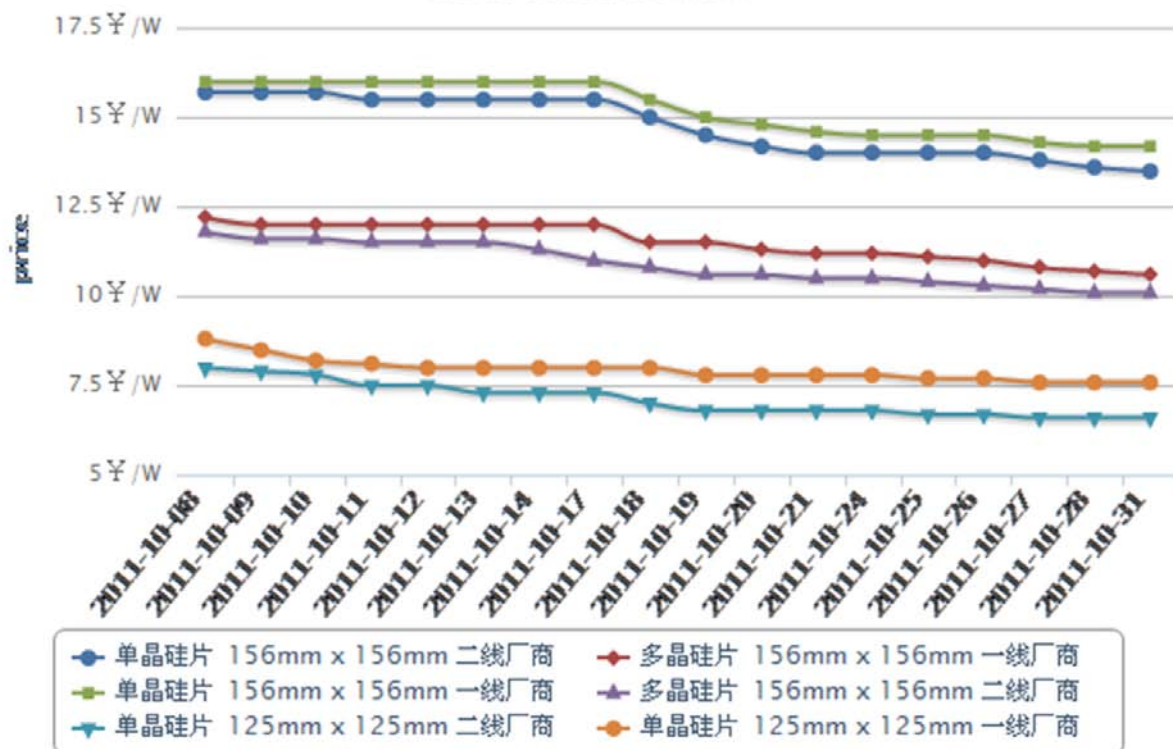
2011-10国产硅料价格走势

Source: db.solarzoom.com



2011-10太阳能硅片价格走势图

Source: db.solarzoom.com



2011-10太阳能组件价格走势图

Source: db.solarzoom.com

