

新品发布

Sensors Unlimited高分辨率红外短波摄像机 | Sputnik研发MaxWeb xp数据记录器 | Schreiner ProTech压力补偿密封系统

Photovoltaics International

精华版

2010年第2期(中文创刊号)

光伏产业规模化进程

美国西图公司半导体产业规模化的经验借鉴

比利时研制高效率电池

应用微电子领域的经验

PV-Tech博客

First Solar 的确名副其实

本公司诚邀您莅临上海SNEC
W10馆 W8212展台

www.pv-tech.org

中文版国际光伏新闻现已面市



PV-Tech.org 最新推出：
电子新闻期刊

引导读者追寻光伏高新技术的源头！

免费订阅 www.pv-tech.org/newsletter-cn

联系我们

Photovoltaics International & PV-Tech.org

Trans-World House

100 City Road

London

EC1Y 2BP

United Kingdom

电话: +44 207 871 0123

传真: +44 207 871 0101

电邮: info@pv-tech.org

Photovoltaics International与PV-Tech.org是光伏行业中稳居首位的国际信息机构，致力于为您提供光伏领域中最权威的最新资讯与产品技术信息，是全球相关企业决策者们的首选参考资料，其有印刷版和电子版两种。

我们的编辑顾问委员会成员均由国际太阳能领先企业的决策者组成，如中国尚德公司的董事长施正荣就是其中之一。这些业界精英给我们做后盾，确保了我们的信息始终具有行业的前瞻性、针对性和最高水准。



Photovoltaics
International

PV-tech.org
Daily News

出版机构:

Semiconductor Media Limited.
Trans-World House, 100 City Road
London EC1Y 2BP, United Kingdom
电话: +44 207 871 0123
传真: +44 207 871 0101
电邮: info@pv-tech.org
网址: www.pv-tech.org

出版人: David Owen

责任编辑: Cathy Li
翻译编辑: Ying Zhou, Huangye Jiang
编辑校正: Dr. Haitao Ye
版面设计: Dan Brown, Tina Davidian
英文编辑: Sile Mc Mahon, Tom Cheyney
Mark Osborne, Emma Hughes

亚洲销售代表: James Park

欧美销售代表: Adam Morrison, Graham Davie
Daniel Ryder, Gary Kakoullis
Carlos Northon, David Evans

免责及限责条款:

虽然我们已尽最大努力来提高Photovoltaics International的质量和准确性, 我们的作者也以极度严谨的态度来对待每一篇文章, 我们对所有原样提供的内容均不做担保。Photovoltaics International对其中包含的第三方内容不负有责任; 对广告内容中的错误、删节或不精确之处不负有责任, 对在杂志中因广告需要出现的互联网址的可用性不负有责任。本杂志提供的数据和信息仅供参考用途, Photovoltaics International杂志、其附属机构、信息提供者及内容提供者均不对任何基于本杂志信息作出的投资决策或者由本杂志信息所得出的结论负责。

封面图片: SunPower公司位于西班牙巴达霍斯的太阳能装置

印刷公司: Hope Xinyuan Book Printing Company
Photovoltaics International精华版
2010年第2期(中文创刊号)
ISSN 1757-1197

使用限制:

本杂志受国际版权法规及商标法规保护。任何人不得以任何形式修改、复制、衍生、重印、发表、转载或散布本杂志内容的任何部分。Photovoltaics International杂志社要求读者遵守相关版权要求及所有权声明, 仅使用本杂志作为个人的非商业用途。如读者需要使用本杂志作为非个人、非商业用途, 须经Photovoltaics International公司的书面许可。

Photovoltaics International 中文精华版特为SNEC第四届上海国际太阳能光伏展量身定做, 在保留杂志完整版风格的基础上, 本着深入浅出、精益求精的原则, 刊载了大量技术文章、产品简介及舆论导向。本刊完整版为光伏领域门户期刊, 每季一期, 期期精彩, 不容错过。
全年订阅价: 199美元
详情垂询亚洲销售代表: James Park
电邮: jpark@pv-tech.org

卷首语

欢迎阅读由Photovoltaics International为您特别推出的首期中文精华版《Photovoltaics International》。本刊目前有中英文双语版。

Photovoltaics International携其姊妹网站www.pv-tech.org三年以来致力于为国际太阳能产业提供最权威的技术信息, 每月网络浏览者及印刷版读者人数近7.5万。

我们深刻地认识到中国在国际光伏产业发挥着日益重要的作用, 因此我们开始着手构建中文资讯网站(www.pv-tech.org/news-cn), 并出版此杂志的首期精华版。此外, 您还可以在我们的网站上订阅免费的中文电子期刊。

在本期中文精华版《Photovoltaics International》中, 我们将与来自Linux Consulting公司的业内资深分析人士马克·瑟斯可(Mark Thirsk)共同探讨2010年晶体硅制造业消耗品的发展前景。欧洲最大的微电子研究中心——比利时IMEC微电子研究中心将介绍如何通过借鉴微电子制造经验, 来改进电池效率以降低制造成本。

此刊物为我们《Photovoltaics International》季刊的精华版, 欢迎订阅完整版。我们的订阅者可在线阅读“Technical Papers”(技术文章)一栏, 此栏目内容包含最新的太阳能行业研发信息和详细技术说明。

Photovoltaics International将出席SNEC第四届(2010)国际太阳能光伏展览会(上海), 在此诚邀您莅临敝公司W8212展台(10馆)与我们进行交流。

David Owen

Photovoltaics International

目录



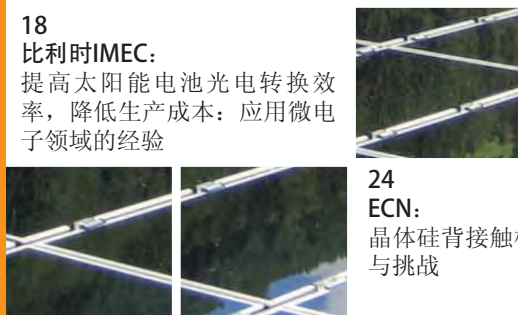
2
国际光伏新闻
10
新品发布



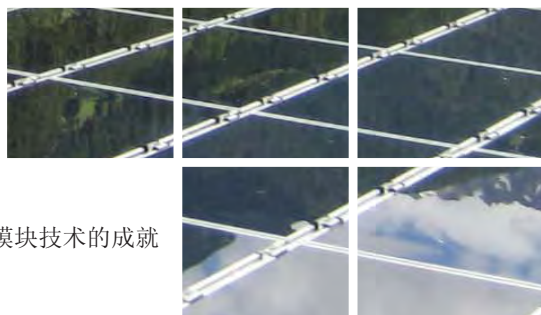
12
西图公司(CH2M HILL):
通过汲取高科技产业规模扩大的
教训来指导太阳能产业主



16
林德(Linde):
从电网平价到绿色平价: 林德
提供了一个更绿色的工艺



18
比利时IMEC:
提高太阳能电池光电转换效率,
降低生产成本: 应用微电子领域的经验



24
ECN:
晶体硅背接触模块技术的成就
与挑战



27
梅耶博格(Meyer Burger):
凝聚八方智慧, 汇集光伏技术



28
Linx Consulting:
2010年晶体硅太阳能电池及组
件制造中原材料的使用现状及
未来展望

31
Komax Solar 产品概述
32
PV-Tech博客

美国Suniva公司拟在密歇根新建400MW光伏电池制造厂

近日, 美国Suniva公司入选美国能源部的联邦贷款保障计划, 有望获得约1.41亿美元的资助, 成为继Solyndra和BrightSource两家公司后又一从该项目获益的太阳能企业。Suniva公司计划, 在能源部完成其例行调查并就贷款条款与公司达成协议后, 利用该贷款在密歇根州萨吉诺县(Saginaw County, MI)新建一家价值2.5亿美元的400MW太阳能电池制造厂。早在2009年10月份, 公司就公布了该工厂的修建计划, 并开始了联邦贷款计划的申请。

密歇根州政府也承诺在未来的五年内给予Suniva公司1500万美元的税收抵免额。另外, 公司也将在美国复兴法案下的先进能源生产税收抵免项目接受约570万美元, 以扩建其位于乔治亚州诺克罗斯(Norcross, GA)的太阳能电池制造厂。

Suniva公司首席执行官兼董事会主席约翰·鲍姆萨克(John Baumstark)在接受路透社采访时表示, 该公司2010年的太阳能电池产出已预售一空。据路透社报道, 萨吉诺工厂预计于2011年投产使用, 届时, Suniva公司的总产量将达600MW。

在上周由Greentech Media公司在美国亚利桑那州凤凰城举办的太阳能峰会上, 一名公司内部人员向PV-Tech透露, 诺克罗斯的建筑工人们正在“大兴土木”, 加紧建设第三条70MW生产线。该生产线建成之后, 诺克罗斯工厂的总产量将达175MW。此外, 公司正“广纳贤才”, 并预计在第四季度开始将其“第二代太阳能电池”商业化。

据密歇根经济开发公司(Michigan Economic Development Corp)预测, 萨吉诺工厂的兴建将为Suniva公司带来约500个工作岗位, 同时也间接地为密歇根地方经济增加约2000个就业岗位。

Suniva公司表示, 联邦贷款保障计划可使得公司在未来五年里将其出口额扩大三倍以上。去年一年, 该公司90%以上的产品出口至亚洲和欧洲, 其客户包括Solon、Titan Energy、1 Soltech和SBM Solar。

模块制造商GlobalWatt也计划在萨吉诺建厂, 并表示将在生产过程中使用Suniva公司的光伏电池。同时, 总部位于安大略的加拿大模块制造商Heliene也表示会将Suniva公司的产品整合至其晶硅面板上。Suniva公司在2009年的融资额为7500万美元, 该款项已被用于增加产量。鲍姆萨克先生向路透社表示, 公司目前还没有上市的打算。



美国Suniva公司的2B模块生产线

SUNNR



SNEC PV POWER EXPO
5th - 7th May 2010 | Shanghai | China
Hall W 5 | Booth T 5052

英利绿色能源欲扩产, 2009年模块出货量创新高

为在2010年底达到1GW的产能, 中国英利绿色能源公司(Yingli Green Energy)将在中国保定总部增添300MW单晶硅相关太阳能制造能力。公司同时宣布2009年第四季度及2009年财政年度光伏模块出货量均创新高。

这家纵向一体化公司将建设若干条生产线, 包括铸锭、切片、电池制造以及组件封装等环节。太阳能电池采用“熊猫计划”合作项目开发的高效单晶硅技术进行生产。(“熊猫计划”英文名Project Panda, 项目伙伴包括荷兰能源研究中心、设备供应商Amtech Systems公司)

为筹措该新建设以及扩建的资金, 该公司已获得中国交通银行(BOCOM)河北分行的五年期专案贷款15亿元人民币(2.19亿美元)项目专项贷款以及2.5亿元人民币(0.36亿美元)流动资金贷款。

英利绿色能源董事长兼首席执行官苗连生表示, “共睹2010年全球光伏产业的预期增长, 目前我们也已接到大量订单及询盘。在我们全球发展策略的推动下, 我们决定实施此次战略性产能扩增计划。我们相信通过这次扩增, 我们可以满足客户对公司产

品日益增加的需求量, 并通过提高电池转换效率及大规模生产, 进一步减少成本。”

“在‘熊猫计划’的试产中, 我们已成功开发出平均效率18%以上的新一代太阳能电池。放眼未来, 我们期望年末可将生产线平均效率至少提高到18.5%。此次产能扩增后, 加上保定现有的600MW产能以及海南省正在建设的100MW, 公司总产能于2010年年末可达1GW。”

公司第四季度收益为23.509亿人民币(3.708亿美元), 模块出货量同比增加15.7%, 为历史最高。

第四季度毛利同比增加, 达到7.504亿人民币(1.099亿美元), 毛利率提高29.6%。

第四季度毛利增长主要是由于多晶硅混合成本下跌, 每瓦消耗多晶硅量减少, 单晶硅成本持续下降, 第四季度平均销售价格相对平稳。

该季度营业收入为1.111亿人民币(0.163亿美元), 但是第四季度净亏损为0.448亿人民币(0.066亿美元), 而上一季度的净收益1.208亿人民币(0.176亿美元)。

2009年财政结果显示公司销售额已过10亿美元, 全年净收益为72.549亿人民币(10.62亿美元); 模块出货量同比增长86.6%, 增至525.3MW。

尽管全年毛利为17.144亿人民币(2.512亿美元), 毛利率23.6%, 但英



英利绿色能源董事长兼首席执行官, 苗连生

利公司依旧赤字, 净亏损4.592亿人民币(0.673亿美元), 这主要由于模块平均销售价格低迷。

苗连生表示“第四季度公司业绩喜人, 很高兴充满挑战的2009年能够欢喜收场”。强劲的出货量增长主要归因于两个方面。一方面, 通过满足客户对于英利回报可观、物有所值的产品强劲需求, 我们与原有高端客户加强合作。另一方面, 公司的高品牌知名度、良好声誉以及一体化服务模式也吸引了大量来自新客户的订单。

“展望2010年, 业界普遍认为全球光伏产业将蓬勃发展, 而且目前公司已接到大量购货单及询盘, 因此我们有信心将全年光伏模块出货量由950MW增至1GW。”

“尽管年中德国税返费率计划下调会给光伏价格带来压力, 我们预期通过充分利用坚实的市场地位及广泛的

ISE OR BLACKOUT KUKA

Producers in the solar industry are currently wallowing in good news government subsidies, public popularity and declining oil supplies. The general euphoria is marred only by those spoil sports who have already automated their production and can thus serve the needs of the market faster, more efficiently and ultimately with greater success. Of course, this is just one of many good reasons for automating production now with KUKA Systems. Other sunny prospects include lower operating costs, highly flexible application solutions, and expertise in optimizing cycle times all the way down the production line. Experience the difference now - with KUKA Systems.

**HIGHLY AUTOMATED BRICK AND WAFER LINES • THIN FILM HANDLING •
AUTOMATED MODULE MANUFACTURING • THERMAL COLLECTOR SOLUTIONS •
PLANNING AND ENGINEERING • TURNKEY SUPPLIER • GENERAL CONTRACTOR**



客户群，2010年英利公司会在德国市场持续发展。此外，为了推动公司发展，我们将迅速扩大在美国、西班牙、意大利、中国等新兴市场的业务。”

巴克莱投资银行 (Barclays Capital) 分析师维沙尔·沙赫 (Vishal Shah) 在一份投资手记中称，“巴克莱认为英利公司依旧是同类公司中最佳的纵向一体化中国模块制造商，并已准备好继续攫取市场份额。但潜在的供过于求及增加的运营成本与利息支出可能拖累公司前行。”

焦点订单：瑞士Pasan公司在日本售出首台太阳能模拟器

三菱化学公司 (Mitsubishi Chemical Corporation) 选择并成功安装瑞士梅耶博格集团旗下Pasan (帕山) 公司生产的太阳能模拟器，这是首家购买Pasan产品的日本公司。三菱化学将使用该设备测试大型非晶硅薄膜太阳能模块，这是该公司进军光伏建筑一体化 (BIPV) 市场的部分进展。

Pasan公司称一月初已在三菱化学三重县四日市市工厂成功安装光伏性能测试设备。

中电光伏收购两家太阳能模块制造商

中电光伏已签署协议，收购中电电气 (上海) 太阳能科技有限公司与中电电气 (南京) 新能源有限公司两家模块制造商的全部股份。

中电光伏董事长陆廷秀表示，“此次收购巩固了中电光伏在下游光伏市场的地位，使公司在成为综合解决方案供应商、为客户提供增值服务的发展道路上更进一步。我们期待通过拥有公司内部的多晶模块制造部

表格1：太阳能电池年生产计划

财政年度*	调整前	调整后
2010	400MW	400MW
2011	550MW	600MW
2012	650MW	800MW
2013	-	1GW (1,000MW)

*图表所示：所指财政年度由上一年4月1日至该年3月31日

门、提高产业竞争力来实现我们的发展策略。”

“此次垂直整合将有助公司在可能出现动荡的市场环境中保持稳定并增加利润，同时也说明公司正向解决方案供应商转型。经重新塑造之后，公司已由过去单一从事制造转变成拥有两大支柱的平台：技术创新与终端客户经销渠道。此次收购也将给中电光伏的客户构成带来积极影响，我们可以继续集中精力向系统安装商与集成商提供增值服务。”

中电光伏将向中电电气集团与 Sundex Holdings 分批支付约4700万美元收购金额。三家公司董事会均核准了此次交易。

此次所收购的两家制造商年总产能分别为150MW与70MW，年中预计可达300MW与170MW。

京瓷太阳能电池年目标生产值将达1GW

京瓷公司宣布将大幅提高其太阳能电池年产量目标，以满足全球市场对太阳能产品日益增加的需求量。公司预期至2013年3月，年产能将逐年增长至1GW，超过2010财政年度400MW产量的2.5倍 (表格1)。

作为逐年增加电池产量新计划的一部分，京瓷公司在日本滋贺县野洲市 (Yasu City, Shiga Prefecture) 的新电池制造厂 (表格2) 已建成。该厂将与京瓷公司现有的滋贺县八日市工厂 (Shiga Yohkaichi) 共同运作。

为了满足北美、欧洲、日本及中国等地逐渐增长的太阳能模块需求，京瓷公司做出上述调整，公司通过当地生产及供应网络在这些地区建立市

场。除了增加太阳能电池产量以外，公司将继续提高其模块组装能力。

京瓷公司总裁久芳彻夫 (Tetsuo Kuba) 表示，“京瓷公司将通过提供优质可靠的太阳能板来生产清洁能源，以继续努力解决日趋严重的环境问题。”

新建成的野洲工厂将使用改进过的生产线，该生产线生产效率相比八日市厂提高了20%。野洲工厂制造的主要产品是公司最新改进的电池，其平均能源转换效率可达16.9%。

久芳先生称，“连同现有的滋贺县八日市工厂，野洲市的新工厂将成为京瓷另一家核心太阳能电池生产基地。除了大批量生产京瓷特有的高转换效率电池，该厂还将研发下一代电池技术。”

光伏市场动态

瑞士梅耶博格公司预计2010年恢复增长

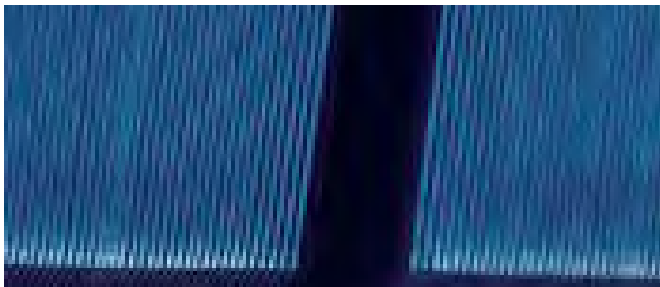
尽管瑞士梅耶博格 (Meyer Burger) 集团继续收购其他公司、扩大设备产品供应范围，其2009年收益并未由此增加。2009年财政结果显示公司净销售额达4.209亿瑞士法郎，相比2008年4.484亿瑞士法郎的销售额下滑了6%。公司称其中34%客户来自欧洲，60%客户来自亚洲。

但梅耶博格2009年下半年新订单形势已回暖，并开始了新一波光伏产能扩增 (尤其是亚洲地区)。公司表示，目前积压设备订单总价已达9亿瑞士法郎，2010年销售稳定。

梅耶博格首席执行官 Peter Pauli 称，“公司在业内占据着独一无二的

表格2：工厂概况

所在地:	日本滋贺县野洲市 (京瓷公司滋贺野洲事业所内)
建筑面积:	12,738.55m ² (6层: 90×130m)
使用面积:	68,151.88m ²
计划投产:	2010年6月
产品类型:	多晶硅光伏电池



硅锭切片

市场地位。我们所使用的技术与全面对应的系统有助于优化价值链流程，提高效率，从而削减太阳能模块的生产成本，最终降低太阳能电价的成本。公司将为实现太阳能‘电网平价’做出重要贡献。”

公司毛利率由去年的41.0%降至今年的40.4%。公司认为毛利率的细微变化是由产品组合稍有不同所导致。

梅耶博格2009年新增订单1.937亿瑞士法郎。至2009年12月31日，积压订单5.164亿瑞士法郎。然而近期订单总额迅速增加，至2010年3月已逾9亿瑞士法郎。

肖特集团 (Schott) 谨慎应对德国太阳能行业税率调整

随着全球各地多数分公司贸易额的复苏，德国肖特集团 (Schott) 希望其销售额在这一财政年度中实现两位数的增长。公司同时宣布，其用于抛物槽式太阳能热发电站的聚光式太阳能 (CPV) 集热器的销量也出现大幅增长。然而，集团董事会主席伍德·翁格豪尔 (Udo Ungeheuer) 教授在一次经贸会议上也指出，德国上网电价补贴 (FiT) 调整的提议为整个市场埋下了不稳定因素。

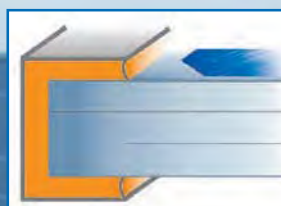
翁格豪尔教授称：“我们生产的光伏模块即便已经使用了25年，仍能成功地完成90%以上的额定输出。如此高的产品质量使得肖特太阳能公司能很好的应对各种新形势。”

在此次经贸会议上，翁格豪尔教授还指出，公司将会继续呼吁德国政府官员“理解一下德国光伏产业所的现状，特别是我们正面对着来自亚洲的低价竞争”。



肖特太阳能模块

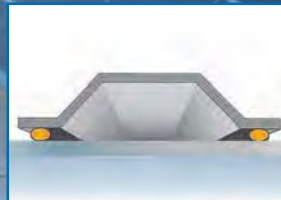
Photovoltaic modules perfectly sealed and bonded



Bonding of frames



Bonding and potting of junction boxes



Bonding of back rails



Stabilisation of frames

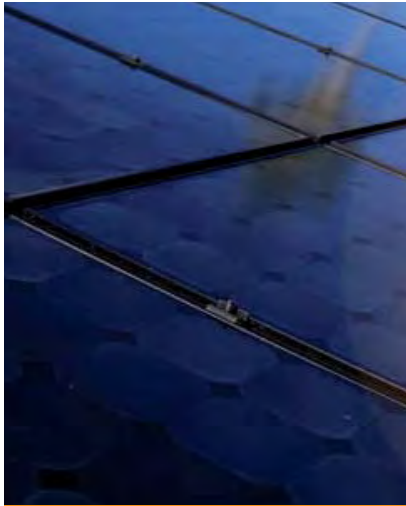
Sealants, adhesives and encapsulants are only a minimal expense factor in photovoltaic modules. But they have a considerable influence on the life time and on the durability of the photovoltaic module against climatic influences. Applying the premium products of OTTO ensures you to benefit from more than 40 years of expert knowledge.

OTTO - always a good connection!

Hermann Otto GmbH
83413 Fridolfing • Germany
Phone: 0049-8684-908-0
info@otto-chemie.com
www.otto-chemie.com



Sealants • Adhesives



SunPower太阳能模块

美国SunPower公司2009年收益达15.2亿美元

SunPower公司宣布第四季度收益创新高，达5.48亿美元，2009年全年收益总额15.2亿美元，相比2008年提高6%。2010年营收指引约为20亿至22.5亿美元之间，并将着重于下半年大型公用规模项目建设。SunPower公司称收购SunRay可再生能源公司将其新添1.2GW的太阳能项目容量，使其太阳能项目规划总量达到4GW。公司第四季度实现了每瓦成本降至2美元以下。

SunPower公司首席执行官汤姆·沃纳(Tom Werner)表示，“2009年的年终业绩显示，由于在第四季度进一步扩大全球业务范围，并完成了逾40MW大型电站项目的建设，公司各销售渠道与地域市场的产品组合战略继续获得成功。在过去的四年间，我们对塑造品牌和建设渠道长期发展策略的重金投入已经有所回报，而且这种回报将会继续持续下去。”

第四季度产量由第三季度的110MW增至130MW。2009年公司内部电池总产量达397.5MW。随着马来西亚第三座工厂扩增产能计划的实施，2010年的产量可达550MW；同时，资本投资在3.75至4.75亿美元之间，主要用于马来西亚第三座工厂的扩产。

SunPower公司首席财务官Dennis Arriola指出，“收购SunRay公司将使我们的收益在2010年下半年至2011年间出现更强劲的增长。由于实施电站项目货币化，公司希望通过进军开发领域来扩大总利润。我们将战略性地利用资产负债表来推动项目发展。因而这些项目的收入确认时间将从2010年上半年调整至下半年。”

捷克议员为税返费率下调“大开绿灯”

捷克共和国下议院通过了一项

关于调整对太阳能资源鼓励政策的法案。该法案旨在控制太阳能产品安装量的增长。捷克共和国总理杨·菲舍尔(Jan Fischer)在三月初首次呼吁对太阳能资源鼓励政策进行调整。

拥有200名议员的捷克议院，以169:1的票数通过了允许监管机构削减对太阳能资源的高额鼓励的提议。据称，该鼓励政策已经在全国范围内导致了电价的急剧上涨，并会在不久的将来破坏电网的稳定性。

但是，这项法案要想正式成为一项法律，还要通过下议院的审议以及总理的签字授权。如果该法案得以通过，能源管理办公室(ERU)就可以降低2011年所有新增太阳能安装容量的上网电价补贴额(FiT)。而由于该补贴在实施初始曾承诺20年内不会有所变更，因此现有太阳能安装容量仍保持其最初安装时实施的费率。

由于太阳能板销售额和高额固定补贴政策的下跌，导致了投资回报(ROI)年限扩大至11年以上，而其中一些工厂以往的投资回报年限还不到3年，这引起了业界的关注。现行的法规允许上网电价补贴有5%的年降幅。

目前的补贴政策使捷克共和国09年新增装机容量位列欧洲第三，仅次于德国和意大利。由于投资者将会赶在新法规生效前完成已经计划的项目，预计2010年捷克共和国的太阳能新增装机容量将高达1000到2000MW。

德国Solar Millennium公司总裁意外辞职

德国Solar Millennium公司总裁Utz Claassen上任仅三个月即意外辞职。该公司面临管理层洗牌和今早的股票大跌的消息已引起相关投资者关注。

Claassen称合同规定他有权在规定的期限内辞职，但他并没有对辞职原因作出解释。监事会主席Helmut Pflaumer表示，Claassen的辞职出人意料。

对于Utz Claassen突如其来的辞职，投资者反应强烈。3月16日(星期二)公司股价暴跌35%。在Xetra^[1]电子交



Solar Millennium 前任总裁, Utz Claassen

易平台上，该股午盘股价下跌13%，至25.13欧元。此前，该股当天最低下跌至18.88欧元。

Claassen于今年1月1日开始担任Solar Millennium首席执行官。2003年至2007年间，他担任EnBW Energie Baden - Württemberg AG(德国第三大公用事业公司)首席执行官。

Pflaumer称，为确保Solar Millennium公司的可持续发展，公司将及时对管理委员会职责进行重组。

[1]德意志交易所使用的Xetra系统，是世界上流通性最高的现货市场全电子化交易平台。

2009年全球太阳能光伏市场增长6%

国际太阳能市场研究咨询公司Solarbuzz新出炉的报告中指出，2009年全球太阳能光伏安装量达6.43GW，相比2008年增长6%。据公司称，这一安装量创造了新纪录，全球收益达380亿美元。欧洲地区三大市场分别为德国、意大利及捷克共和国，安装量达4.07GW。2009年欧洲国家共安装4.75GW，占全球需求量的74%。美国为2009年第三大市场，安装量增加36%至385MW；日本安装量提高109%，位列第四。

Solarbuzz公司总裁Craig Stevens表示，“2009年光伏业业绩优秀，成功填补了西班牙因政策调整所导致的2.3GW的供需差距。未来光伏业将恢复高增长，但利润会相对较低。分析显示，尽管2010年下半年德国需求放缓，大量新兴市场的出现有助弥补德国需求低迷。”

2009年全球太阳能电池综合产量由2008年的6.85GW增至9.34GW。中国大陆与台湾产量继续占领市场份额，占全球电池产量的49%。但全球薄膜电池产量目前仅占其中的18%。

2009年前七大多晶硅制造商年产能共11.45万吨，比2008年提高92%，前八大晶片制造商产能占全球晶片总产能的32.9%。

Solarbuzz公司同时表示，如按最慢经济增长情景预测，2014年光伏市场规模是目前规模的2.5倍；按照“生产拉动型”快速增长情景假设，至2014年年收益可接近1000亿美元。

太阳能装置

焦点项目：美国Premier Power公司已获西班牙逾3MW屋顶光伏合同

美国Premier Power可再生能源公司称，2010年第一季度，其西班牙太阳能项目开发为建设运营合同量创新

高，已签署总安装量达3MW以上的民用及商用屋顶光伏合同。

公司首席执行官Dean Marks表示，“尽管2009年的订单额为历史最高，但由于西班牙政府于年初调整批准程序的时间，公司未能及时确认该年西班牙屋顶太阳能市场收益。2010年第一季度公司合同额再创新高，同比去年翻了一番以上，公司发展势头依旧强劲。”

“大部分西班牙屋顶太阳能目标尚未实现，政府也通过修改上网电价补贴(FiT)加大对屋顶太阳能系统的支持，因此商用屋顶太阳能领域成为西班牙太阳能市场细分中的‘排头兵’。”

“西班牙屋顶及光伏建筑一体化太阳能系统的发展一直以来都充满机遇。我们公司具有全球项目经验以及工程设计专业知识，因而我们坚信，我们能够在这个不断发展的市场中保持领先地位。”

焦点项目：Siliken公司将在罗马建造9.8MW太阳能电站

西班牙可再生能源公司Siliken与Fotowatio再生风险投资公司，将在意大利罗马的费米齐诺地区建立9.8MW太阳能光伏电站。一旦完工，该电站将成为该地区最大以及意大利最大的光伏安装项目之一。

作为交钥匙工程，公司将承担此电站的安装及维护工作。该项目



检验Siliken模块

将使用Siliken出品的4万块最大输出功率可达225W和230W的SLK60P6L型号模块，电力将输入电网，年产能可达14GWh。

Siliken公司为对其系统进行连续监测，还将施工该项目的堆积结构及专有监控系统。电站建设将于2010年4月动工，并将于9月至10月完工。

焦点项目：美国SunEdison公司获批建设欧洲最大太阳能电站

美国SunEdison公司获得意大利政府最终批准，将开发建设欧洲最大的太阳能电站。72MW电站项目将位

于意大利东北部威尼托大区的罗维戈(Rovigo, Veneto)附近。

公司与其金融伙伴西班牙桑坦德银行(Banco Santander)共同开发该项目。预期仍将有其他金融伙伴参加该项目获得最终所有权。

SunEdison公司总裁Carlos Domenech指出，“凭借公司优异的项目融资、工程、采购经营与维修服务能力，SunEdison正致力于促进全球太阳能市场发展。”

威尼托大区政府官员Renzo Marangon表示，“威尼托正采取果断行动推动清洁可再生能源资源的使用。此外，项目预计可为当地建筑业提供逾350个就业岗位，并积累先进能



我们坚信：只有通过专业协作、审慎投资和
创新思维才能实现太阳能计划。

作为全球唯一一家在整个太阳能价值链中提供硅基解决方案的公司，我们将利用65年的行业经验来帮助太阳能应用的理想原料——硅提高其成本效益、性能和可用性。我们将与整个太阳能行业一道，为促成全球市电同价并创建一个可持续发展的未来而不懈努力。

欲知太阳能工业最佳首选——硅的更多详情，请登录
网址 dowcorning.com/solar



We help you invent the future.™

DOW CORNING

源技术有关的专业知识。我们期望罗维戈能成为可替代能源大规模项目的欧洲典范。”

SunEdison公司欧洲、中东和北非地区总经理Pancho Perez补充，“项目建设的关键就是选择正确的合作伙伴(包括开发商、供应商、承包商)开展紧密合作。在罗维戈项目上，我们选择了Isolux Corsan，这家大规模基础建设公司在公用规模太阳能电站建设方面业绩突出。”

Isolux Corsan公司总裁Luis Delso说：“我们很高兴能够与SunEdison携手共建欧洲最大的太阳能电站，期望我们将来能够进一步扩展伙伴关系，在意大利以外的地区继续合作。”

目前欧洲最大的发电设施位于西班牙Olmedilla的60MW太阳能发电场，其次是美国MEMC公司与他人合资建设的德国Strasskirchen50MW电站。

罗维戈项目将于2010年下半年开始发电，年末最终完工。项目其他细节尚未披露。

美国First Solar公司与PG&E公司签署300MW购电协议

美国First Solar公司计划在美国加州Riverside郡东部建设550MW“沙漠阳光(Desert Sunlight)”项目，目前有望立即动工，First Solar公司就其余300MW电站已与美国太平洋气电公司^[1]签署购电协议。First Solar公司此前已就该项目与南加州爱迪生公司(Southern California Edison)签署250MW供应协议。项目尚需经加州公共事务委员会批准，预计在2010年底动工，2013年竣工。

First Solar首席执行官，Rob Gillette表示，“First Solar是少数具有能力建设‘沙漠阳光’这样大型公用规模太阳能项目的公司之一，这些公用规模项目将帮助客户及加州完成可再生能源目标，因此至关重要。”

First Solar公司指出公司目前在

北美已有1700MW的公用规模太阳能电站获得了购电协议(PPA)。

^[1]美国太平洋气电公司位于加利福尼亚的太平洋气电公司，公司英文名为PG&E

美国亚利桑那州100MW太阳能电站工程AZ Sun获批

美国亚利桑那州企业委员会已批准AZ Sun工程，据当地公用事业公司-亚利桑那州公共服务公司(APS)称，该工程将进一步增强公司为客户供应太阳能光伏能源的能力。APS计划投资5亿美元，预计耗时4年，在全州建设100MW交钥匙太阳能电站。

APS将选择开发商设计建设太阳能系统，建成后由APS所属。

公司太阳能能源新资源征询方案(于1月27日公布)预期于4月7日最终出炉，以确保工程首期项目的顺利实施。

APS还计划向独立供电商购买25MW光伏能源。

据公司称，按照基本利率，直到收回AZ Sun工程最初50MW的成本前，将通过现有的可再生能源额外费用(Renewable Energy Surcharge)来收回成本。

其余的50MW费用将通过APS根据接下来的零售率情况而提出的调整机制来收回，公司预计将于2011年6月提交相关文件。

Az4Solar.org行政总监Jeff Luth提到该工程有几点重要方面值得注意，并向PV-Tech网站表示了他为APS这一新的成就感到欣喜的四点理由。

“首先，太阳能发电基本无需耗水，因此对于亚利桑那州极具吸引力。其次，中等规模太阳能电站可以在相对靠近主要用户负载用电的位置实施建设开发，相对切实可行。第三，从创造工作岗位角度而言，100MW太阳能电站需使用大量光伏电池板、铁及其他部件，这将促使光伏供应链中的企业考虑在亚利桑那州开展业务或者扩大当地业务。最后，亚利桑那

州生产的太阳能能源将自产自销，而不是对外出口。”

焦点订单：东芝欲购美国SunPower公司32MW太阳能板

SunPower公司与东芝签署战略供应协议，该协议中称东芝将于今年下单购买SunPower公司高效能单晶硅太阳能板。SunPower模板将成为东芝公司最新的住宅用途太阳能供应的最重要部分，其新供应计划于4月1日开始实行。

协议相关金融条款尚未披露。

SunPower公司首席执行官Tom Werner称，“东芝公司在日本及全球商业中处于卓越的领先地位，我们诚挚欢迎与东芝合作的机会。日本推上网电价补贴政策鼓励太阳能产量多于住宅用量，但日本住宅屋顶面积普遍相当小，鉴于此，SunPower太阳能板尤其适用于日本住宅市场。SunPower高效能太阳能系统能使更多的客户从上网电价补贴政策中受益。”

东芝电力流通产业系统公司技术执行主管Shoji Takenaka说，“东芝住宅太阳能业务注重质量与可靠性，能为屋主提供最高效能的太阳能系统。我们很高兴与SunPower公司合作，SunPower公司太阳能光伏板性能强、可靠性高，其产品既拥有杰出的效能又可节省空间，直接满足了日本客户的需求。”

SunPower公司表示2008年至2009年其生产的高效能太阳能电池和电池板产量翻倍，2009年电池产量约400MW。2010年，公司计划进一步扩大马来西亚、美国及欧洲制造厂的产量，目前尚未宣布具体细节。

薄膜制造

焦点订单：加拿大5N Plus公司成为德国Calyxo公司碲化镉供应商

5N Plus公司凭借其位于德国的5N PV GmbH提炼厂成为Calyxo公司^[1]碲化镉(CdTe)薄膜产品的高纯金属及复合材料供应商。该厂最初是为了满足Calyxo公司竞争对手First Solar公司德国当地薄膜生产需求而建。此次合同还包括光伏模块与生产废料长期回收服务。5N Plus最近也与另一家碲化镉薄膜生产商Abound Solar公司签署了类似合同。

5N Plus公司总裁兼首席执行官Jacques L'Écuyer表示，“Calyxo公司与Q-Cells公司多年来在光伏技术方面占据领先地位，对于双方未来合作的前景我们兴奋不已。2006年，为了



桑普拉能源在埃尔多拉多内华达安装10兆瓦First Solar 模块

推动德国及欧洲光伏产业发展，我们做出在德国建造新厂的战略性决定。目前，德国分厂5N PV GmbH可以提供主要半导体复合材料以及回收服务，这完全符合Calyxo需求。”

今年2月，Q-Cells公司表示Calyxo公司的CdTe技术水平与生产操作能力尚不足以与对手竞争，因此批量生产仍需等待“一段时间”。

[1]Calyxo公司为Q-Cells公司的子公司

印度Moser Baer专利处理后的模块效率达到7.3%

印度Moser Baer India Limited (MBIL)公司的下属企业，印度光伏科技有限公司(缩写为“PVTIL”)[1]的专利生产流程已通过测试并获得认证，此流程可将单结非晶硅薄膜模块稳定效率由6%提升至7.3%。

该流程由PVTIL旗下大诺伊达(Greater Noida)厂中的内部研发团队完成设计。这一新方法通过对设备中的多层结构进行相应优化实现了突破性进展，预计可将面积为5.7m²的太阳能模块功率由每块340瓦提高至每块400瓦。

MBIL公司执行董事Ratul Puri表示，“该专利生产流程将被应用于大型光伏电站项目，用来提高非晶硅技术的可行性。这一专利流程改变了现有的游戏规则，并有助于公司在2010年第二季度前开拓部分市场。这是印度光伏厂商生产同等尺寸模块首次达到这一效率水平，成本优势约为20%，因此意义不同凡响。”

Moser Baer太阳能首席执行官Rajiv Arya博士对此评论，“此项成果正合时宜，我们的薄膜产能由40MW增至50MW，我们也能在大型光伏电站安装中安装这些模块，有效地实现“国家太阳能任务”[2]计划制定的目

标。在此我向公司开发团队所做出的努力致以诚挚谢意，这再一次展示了Moser Baer公司在加强和改进效能、开发新产品、满足市场需求方面的固有能力。这些薄膜模块将应用于屋顶太阳能系统及大型光伏电站。”

[1]印度光伏科技有限公司，英文原名为Technologies India Limited

[2]“国家太阳能任务”，英文原名为National Solar Mission

荷兰能源研究中心带领团队开发非晶硅塑料薄膜—模块效率指标达到7.5%

一项由荷兰能源研究中心[1]主持，于今年年初开展的计划希望开发出使用塑料作为基片衬底的新型非晶硅和微晶硅薄膜。这项为期三年的“硅轻(Silicon-Light)”计划是在FP7能源研究计划(Energy in FP7)框架下，由欧盟委员会资助进行的。研发小组包括瑞士洛桑联邦理工学院(EPFL)、丹麦哥本哈根大学、西班牙瓦伦西亚大学、中国上海交通大学、比利时Umicore公司及瑞士VHF Technologies公司(商标为Flexcell，德国太阳能电池厂Q-Cells的子公司)。Umicore公司及VHF Technologies公司可能成为该计划的商业最终用户。

为了可以使用塑料等低成本材料，“硅轻”计划将使用等离子体化学气相沉积法(PECVD)实现低温加工(通常低于200°C)。

需要使用透明导电氧化层(TCO)收集太阳能电池前端产生的电流，但研发小组计划进行评估，判断氧化锌(ZnO)是否可能取代TCO中的铟锡氧化物(ITO)。由于氧化锌在潮湿环境中的稳定性略显不足，小组希望新型TCO材料可以同时结合铟锡氧化物与氧化锌的优势。



荷兰能源研究中心的瑞士Flexcell 生产场

研究小组也投资研究如何在电池块后侧生成光线分散纹理。纳米大小的纹理制造也应用了半导体行业的电子束光刻技术等方法。但电子束光刻技术可能仅用于开发“主要”电池结构。为了证明这些材质可以大规模制造，上述方法还将与全息行业中使用的大规模生产方法相结合。

ECN太阳能项目管理人员Wim Soppe向PV-Tech表示，该项计划旨在使太阳能电池转换效率稳定高于11%，60x30平方厘米大小的模块转换效率稳定高于7.5%。

Soppe先生称目前生产的基片衬底电池中最好的是由项目伙伴EPFL研发的n-i-p太阳能电池，稳定效率可达9.8%。

[1]荷兰能源研究中心，Energy Research Centre of the Netherlands，简称ECN

美国AGT开始分销Solyndra品牌CIGS模块



屋顶安装Uni-Solar模块

美国Advanced Green Technologies (AGT)[1]公司与CIGS薄膜太阳能电池生产商Solyndra签订分销合同，AGT此前长期使用Uni-Solar公司生产的非晶硅太阳能电池层压板。这两家技术企业在商业屋顶市场竞争激烈。美国ECD太阳能公司生产Uni-Solar品牌的产品。

AGT总裁Michael Kornahrens称，“AGT已建立了良好的信誉，致力于提供建筑一体化可再生能源产品，通过价值链创造高效率，让顾客能从可再生能源中获取最高回报。Solyndra公司的屋顶太阳能系统，是一个伟大的解决方案，可以使顾客享受较低的电力成本，将该系统与节能冷屋顶相结合效果会尤其显著。”

Solyndra公司的创始人兼首席执行官Chris Gronet先生指出，“AGT能成为分销商之一无疑极大的加强了Solyndra公司在北美的分销网络。”

进一步的合同细节没有得到披露，Solyndra公司对此拒绝发表评论并正静待其首次公开募股。询问期间，AGT 没能对此发表评论。

[1]AGT为Uni-Solar 经销商

OK International新型“SmartHeat”焊接技术减少显微裂纹



产品应用: 晶硅电池串联焊接及电气连接焊接工艺。

相关信息: SmartHeat技术由高频交流电源与自控加热装置构成。

上市时间: 已上市

产品简介: OK International公司已开发出专利“SmartHeat”技术,该技术包括高频交流电源及自控加热装置。此项新型技术利用两种不同金属(铜及另一种高电阻磁性材料)的电气特性与冶金特性,可减少焊接过程中在太阳能电池基底产生的显微裂纹。

针对问题: 光伏串联焊接及电气连接焊接工艺中,脆弱的太阳能基底上往往会出现显微裂纹,导致瑕疵。为了避免太阳能电池受到焊接过程中所产生的机械应力或温度应力的破坏,焊接温度必须控制在最低水平。这是因为焊接过程中,若温度高于300℃,铜与硅部件就会出现不同程度的热胀。

解决方案: SmartHeat PS-900焊接系统采用特殊设计STV-DRH440A焊趾几何形状,优化焊点焊接控制,从而提高性能效率并延长接头使用寿命。温度敏感“T”加热系列确保低温焊接,因此可尽量减少电池表面承受的温度应力。

Sputnik研发MaxWeb xp数据记录器达到《可再生能源法》操作标准

产品应用: MaxWeb xp数据记录器应用于光伏发电厂。

相关信息: MaxWeb xp数据记录器可通过SolarMax服务器或者电子邮件将输出容量反馈给电网运营商。

上市时间: 已上市

产品简介: 由瑞士Sputnik公司开发研制的一款基于网络运行的MaxWeb xp数据记录器已于近日投产。MaxWeb xp数据记录器不仅能够记录光伏发电厂的功率测量值、产量数据和各种仪器运行状况,还能自动将记录到的数据传送到SolarMax服务器上。

针对问题: MaxWeb系统达到了德国《可再生能源法》的要求和德国能源与水能行业协会的操作标准。德国要求所有的电网运营商必须减少大规模

光伏发电厂的有效输出。因此从2009年1月起,所有连接能力在100KW以上的光伏电厂及与中压电网有连接点的光伏电厂都要实行这一新标准。

解决方案: 通常情况下,电网运营商有四个等级的输出信号,根据太阳能电厂的不同额定容量,这四个等级分别为100%、60%、30%和0%。这其中100%的输出信号意味着实际输出容量即为额定输出容量,而0%的输出信号则意味着电厂关闭。MaxRemote遥控程式能够根据30%和60%两个不同的信号指令自动调整相应的输出容量。与其他制造商的逆变器不同,SolarMax的逆变器并不需要安装额外的接口转换器就可以正常工作,从而减少了工作量,也降低了成本。

SunLink公司“地面支架解决方案”

产品应用: 压载系统适用于将来可能需要重置太阳能系统的农业用地、租赁土地、灰地、垃圾填埋场甚至是废弃的机场。

相关信息: 低型面高度单排设计缩短了组装时间及减少所需压载。所有部件皆由镀锌钢、铝或不锈钢制成,并已进行包边。

上市时间: 已上市

产品简介: SunLink引进新型地面支架系统,其商用及公用用途支架产品家族再添一员“虎将”。新型“地面支架解决方案”系统可节约客户采购、管理及应用的时间,并有压载支架和地柱支架两类可供选择,因此该系统适用于各种太阳能安装与解决方案。该系统目前正在申请专利。

针对问题: 为了按期完成快速建设,需要尽量缩短公用用途光伏项目的安装时间。地面压载支架系统完全可以替代成本更高、工程安装时间更长的地柱支架系统。

解决方案: SunLink公司低成本的地面支架产品可应用于各种灰地、绿地太阳能系统安装。客户既可选择无需挖掘挖沟的压载支架系统,也可选择地柱支架系统。新型支架系统采取低型面高度设计,以尽量减少系统安装对环境所造成的影响。该系统还采用了先进的系统工程,倾角能在20至40度范围内调节。各部件事先已切割、钻孔、焊接完毕,因此安装时间与每瓦成本得到了大幅降低。

Schreiner ProTech压力补偿密封系统，保护接线盒免受环境破坏

产品应用：光伏模块接线盒

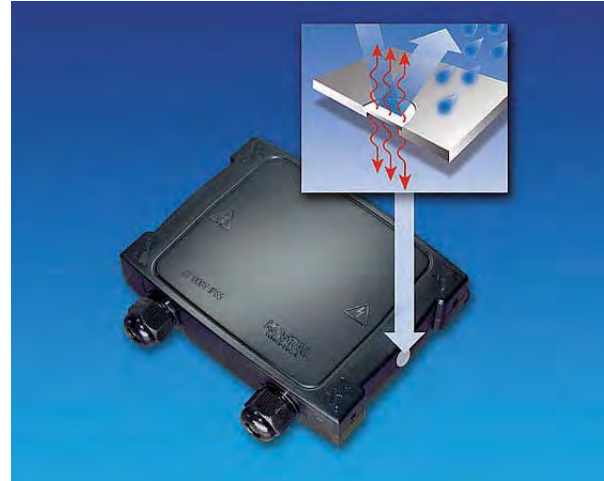
相关信息：Schreiner ProTech的PCS符合IP67高标准。客户可定制PCS并进行半自动或全自动安装，以精简制造过程，降低生产成本。

上市时间：2010年2月后

产品简介：Schreiner ProTech设计出一种结实、可自粘的压力补偿密封系统，专用于长期保护太阳能模块接线盒免受外界破坏，防止敏感的电子部件受损。KOSTAL Industrie Elektrik已决定将该产品应用于其太阳能模块接线盒。

针对问题：冷凝往往会降低输出功率，并会腐蚀电触点引起安全问题；倘若冷凝在光伏模块内形成之后再转移到接线盒，问题会更加突出。随着太阳能等可替代能源资源价值攀升，需要缩减太阳能系统生产成本，并改进系统可靠性保证长期使用。

解决方案：新型防溅式(PCS)薄膜材料可以保证永久的耐气候性，避免水、油、灰尘侵入接线盒内；即使部件浸入水中30分钟依然可以毫无损伤。Schreiner ProTech的新型防水通风膜太阳能模块接线盒是太阳能系统的理想之选，可以减少外壳内冷凝造成的危害，并可靠保护光伏模块，从而延长使用寿命。



德国Roth & Rau公司新型高效低成本烧结炉

产品应用：烧结速度快，升降温速度达180K/s，冷却速度约150K/s。

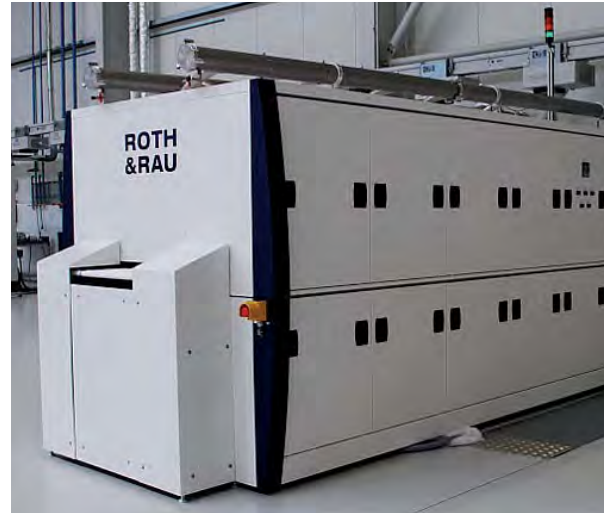
相关信息：新型CAMiNI系统体积小，具体尺寸为4554x1766x2200mm。备有5块加热区和44盏灯。新型CAMiNI上线率预计为94%以上（94%以上的时间系统工作正常）。采取热电偶（TC）进行记录的测量方式，温度均匀性测定为±2K。传送带速度最高可达11米每分钟，最高温度达1050°C。无需通水冷却，一次典型烧结过程耗电约15kW。

上市时间：已上市

产品简介：收购Tecnofimes公司后，德国Roth & Rau公司与其子公司共同开发名为CAMiNI的新型烧结炉。该系统特点是能效高、操作成本低。最初样品为双轨（6英寸晶片），以此为基础进行改进，现最多可以同烧结三轨太阳能电池晶片。CAMiNI烧结炉产量将达到6,000个晶片/小时以上。Roth & Rau公司已收到该系统的第一笔订单。

针对问题：烧结炉内使用金属带传输可能导致晶片掺入金属杂质。

解决方案：相比过去的机器，新型烧结炉系统传送带由陶瓷制成，避免晶片掺入金属杂质，此外，相较早期系统，新型烧结炉需要的空间更少，而且操作成本更低。



美国Sensors Unlimited公司推出检测晶片瑕疵与电池效率的SWIR摄像机

产品应用：检验晶棒、原始晶片及太阳能电池。

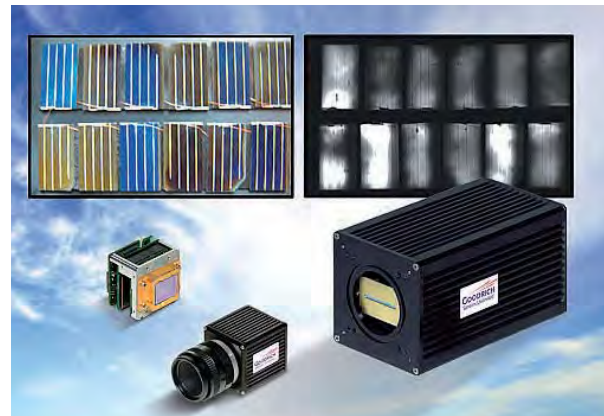
相关信息：面扫描摄像机可以提供实用的静止画面，而如果用于连续生产流程或移动检查阶段，数码高速1024像素线摄像机是以低成本获取高分辨率图像的理想之选。

上市时间：已上市

产品简介：美国古德里奇公司(Goodrich)旗下的传感器有限公司(Sensors Unlimited)称其生产的高分辨率短波红外(SWIR)面扫描摄像机与线扫描摄像机正用于改进光伏电池的制造成品率。SWIR技术可适用于监测太阳能薄膜、浓缩光伏及晶体电池的质量，以通过成品模块总装来尽量提高太阳能电池制造过程的效率。

针对问题：使用SWIR检查太阳能晶片可发现其中瑕疵、隐藏裂缝、内部或晶片反面的切割痕。

解决方案：由于硅晶锭与晶片材料透明度超过1.2微米，可在0.9至1.7微米之间操作的InGaAs短波红外摄像机是检查硅晶锭与晶片的理想方式。在晶锭、晶棒、晶棒被切割为晶片以生产单晶或多晶太阳能电池前，Goodrich摄像机可以检测出材料中的空隙。摄像机还能通过测绘压力检测出隐藏在未加工晶片、成品电池或薄膜中的裂缝。SWIR摄像机也可发现晶片反面的切割痕及/或晶体材料内的瑕疵。



扩大规模：通过汲取高科技产业规模扩大的教训来指导太阳能产业主

David Krick
Helfried Weinzerl
Michael O'Halloran
Terry Behrens, et al.
CH2M HILL, Englewood
Colorado, USA

此技术文章节选自第七期《Photovoltaics International》杂志。

摘要

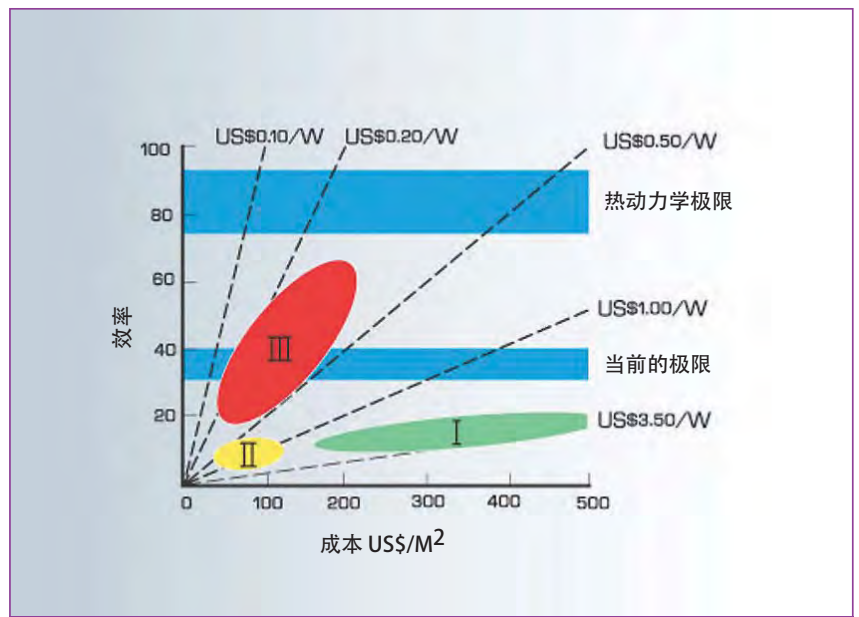
由于太阳能产品需求量的增加，使得生产商扩大了他们的生产规模，西图公司（CH2M HILL）的高级技术生产专家开始思考有关扩大工厂规模的一些重大问题。在其他行业扩张中，某些行业需要用到与太阳能行业相似的技术，而本文则重点讨论专家们是如何将其他行业，特别是半导体行业 and 平板显示器行业，扩张时使用到的技术借鉴到太阳能行业，以促进太阳能行业的技术革新。

引言

太阳能制造商为了获得更多的市场份额和实现业务目标，迫切的需要建立新的或者扩大现有的操作设施。而太阳能使用者也与之类似，他们追求物美价廉的产品。然而，大多数公司的资源有限，另外他们的专业领域也过多的关注技术、资金和操作，而不是开设工厂，因此，在解决各种细节问题（经营许可、合同签订、选址、采购和公众需求）过程中，面临着艰巨的后勤挑战。如果中途出现问题，会增加成本，拖延进度，对设施和质量产生不良影响，也会影响公司的最终效益。

就像其他行业的领先者一样，太阳能制造商需要具备一定的见解，对其自身的风险和盈利情况做出正确的预估。某些制造行业需要用到太阳能行业相似的处理技术，通过对这些相似行业的分析和学习，可以获得一些经验，比如说：半导体行业 and 平板显示器行业。与太阳能行业相比，以上两种行业发展较为成熟，而本文作者在这两种行业的丰富经验可以为太阳能制造行业提供很多独到见解。在制造商决定扩张经营规模的地点、方式和时间前，他们需要考虑到一些重要因素，而在本文中，我们就重点讨论这些因素。

因为太阳能行业的加工技术复杂，因此对于如何扩大太阳能行业并没有通用的模式。每一种太阳能加工技术（c-Si、a-Si、CdTe、CIGS等）都有其特有的创新手段。无论是小规模生产商还是行业的巨头，在扩张中都会不可避免地遇到挑战和风险。相



图一：三代光伏技术的性价比分析图

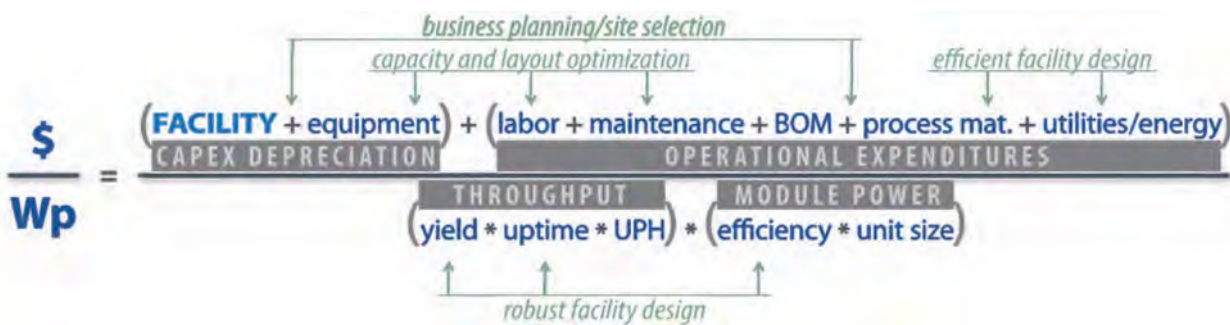
Source: University of New South Wales.

关行业发展的历史重复不断地提醒我们，在发展过程中，我们很容易走错路，特别是对于那些仅仅以做研究起家的生产商，和那些通过付钱购买解决方案的生产商。

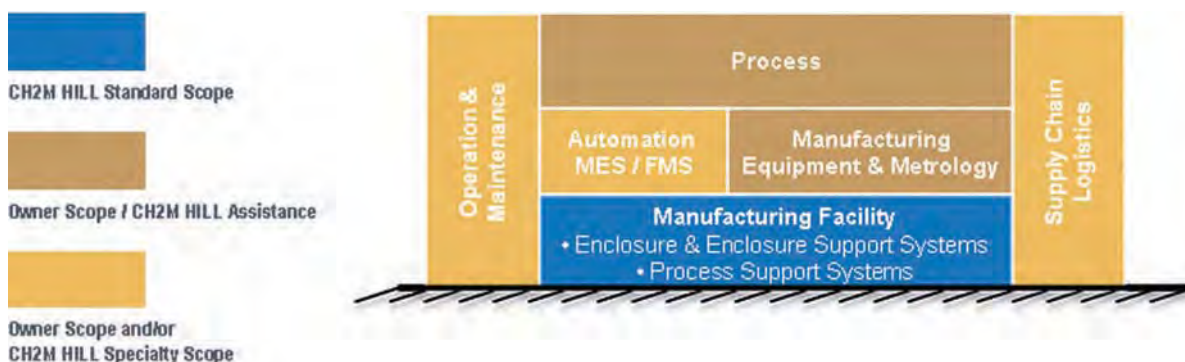
“相关行业发展的历史重复不断地提醒我们，在发展过程中，我们很容易走错路”

从20世纪80年代末至90年代初，半导体制造业在发展过程中也遇到了

很多问题和挑战。从一些确切的例子中我们可以看到扩大经营规模带来的种种好处。在21世纪初，太阳能行业经历了不少变革性的发展，比如根据摩尔定律将晶片改制生长为300mm和几何形状收缩。这一系列的发展，使得改造后的每个太阳能电池晶片与4片相同规格的旧电池有着相同的功率，但却可以降低30%的成本。但除了这些好处之外，对于太阳能行业许多经营者而言，经营规模扩张的过程是一个艰辛的学习过程，他们将面临许多问题，包括选址、经营结构、和所用化学品、气体和质量的质量等。



图二：单位成本简化计算方式



图三：生产车间基本构造图

平板显示器制造业同样经历了艰辛的学习发展过程，主要是因为该行业自运营之初就需要大型设施。但仅仅在四年的时间内，平板显示器行业发展快速，由第三代显示屏（1550mm x 650mm）发展到第十代显示屏（2880mm x 3130mm）。而且第十一代每边尺寸超过3000mm的显示屏即将面市。

今时今日，太阳能行业正处于发展的十字路口上，经营者正在思索制造十亿瓦特以上的高能太阳能设备。图一所示，太阳能产品效率预计将稳定提高，同时其生产成本将大幅度下降。

正确对待厂房及设施成本

与其只把注意力集中在扩大生产能力上，例如扩大设施规模和增加生产工具，不如从“每单位兆瓦生

产成本”的角度去衡量设施生产能力和产量的提高，这样可以提供更多的信息。半导体行业曾经从“每单位计算生产成本”或“每单位内存生产成本”为衡量标准。

如果从“每单位兆瓦生产成本”的角度扩建太阳能生产设施，我们有四种方法：

1. 提高设施的新式制造工艺技术和增加设施的生产灵活性。这种方法并不会增加设施成本，而是更加注重细节方面，使得经营者对未来的发展提高有更准的预测。
2. 通过制造整合，精益生产原则、生产自动化、生产线平衡优化和循环时间优化的最佳方案，提高工厂加工设施的生产能力。
3. 在技术可行的情况下，加大基板的尺寸。

4. 通过提高设施的规模大小或提高设施处理装置的生产质量，来提高工厂产量，这是一种较为传统的方法。

仅仅提高设施的规模大小和处理装置的数量是扩大生产规模的一种直接办法，但这种办法会比实际需要耗费更多的资金。在工厂扩大生产规模的过程中，如果策略失误将会导致浪费资金和拖延进度，对设施和质量产生不良影响，最终会影响公司的利益。收集来自于经营者各方面的信息并加以分析，可以使公司扩大发展更为顺利。

在规模扩大策略的众多因素中，我们必须客观地看到每个因素的相对重要性。

举例来说，在薄膜太阳能电池加工过程中，厂房建造和设施购置的

成本花费大概占总购置成本的1-5%，计算单位为\$/W_p（根据技术和折旧计算方法算得——见图二的简化计算公式）。因此，我们得出了第一个结论，即设施成本在总生产成本中所占的比重并不大。这个结论具有一定误导性，因为生产设施是进行生产的基石，如果设施并不是最优化设计，可能对生产能力和产量有严重影响。

“在规模扩大策略的众多因素中，我们必须客观地看到每个因素的相对重要性。”

设施的选址、设计和建造对成本和绩效有很大影响，甚至比该设施的初始资本成本的影响更大。

1. **通过优化设施设计，可以提高运行时间和产量，最大限度地提高模块或电池的功耗。**在提高生产能力的过程中，为了获得最佳的生产效率，维持设备稳定、物料运输稳定和加工工艺稳定都是很有必要的。我们的目标是使模块或电池的平均功耗尽量接近大批量生产中的最佳电池功耗，同时保持较长的运行时间和世界水平的生产良品率（远远大于90%）。假如设备折旧占总生产成本的3%，那么良品率或运行时间提高1%，可以弥补30%或更高的厂房建造成本。换句话说，如果良品率、运行时间和平均功耗各降低1%以上（总共降低3%以上），那么即使厂房是免费的，也没有人愿意去投资。

2. **高效的设施设计。**处理材料费用（如：用于真空沉积的工业气体、用于蚀刻的化学药品）、公用设施和水电费用通常比设备折旧损失更高；就是说，在扩大生产规模过程中，为了获得最低的生命周期成本，我们需要重点关注于营运用费和设施的资本开支费用。

3. **通过对生产能力和生产计划的优化配置，减少对设备、劳动力和维护费用的投入。**通过模拟计算生产能力和厂房规划，我们可以对设施进行最优化的设计，这样我们就可以在最初建厂时，和更新换代或扩大生产线时，减少设备资本性支出。在优化工厂平面图时，要考虑到很多因素。如：是否采用嵌入或批量处理方法，是否应用精益生产技术，或者是否实施制造执行系统和新的质量保证策略（联机或者脱机）。运用现代动态仿真工具的高级工业工程可以优化工具价值，达到物料运输流和劳动力分布要求，以实现操作和维护设备的目的。

4. **通过商务计划和工厂选址，来减少资本成本和经营成本。**在扩大生产规模过程中，工厂的选址是关键。工厂的地点不单只需要满足技术和空间的需求，同时也会大幅度地增加资本成本和经营成本。一些地区将出台一些有效的经济刺激措施，这会对经营者的设施和设备的初期资金投入有所帮助。但是，从工厂的生命周期中来看，大部分的成本主要是营运成本，因此，考虑工厂选址所带来的影响是非常重要的。例如当地劳动力成本和受教育程度、是否能享受到低价的公用设施和电力优惠、能否就地生产出一些工业气体和与主要物料供应商之间的地理距离等。

前期规划问题

在考虑扩大生产规模时，一些与工厂选址无关的问题也需要提前规划考虑，例如，对竞争者的战略分析、是否有当地政府的经济发展鼓励计划以抵消部分规模扩张成本等。但在本段中，我们将重点关注在前期计划中与选址问题相关的一些重要因素。

在原有的设施中扩大生产规模，其中一个需要优先考虑的问题就是如何使用新技术来提高设施长期使用的能源效率。例如，一些先进的方法可以用来降低控制加热和冷却工艺的长期成本。具体地说，就是通过整合更多可利用的当地气候环境进行被动式采暖和冷却方法，和引进智能环境控制系统。这就是一个前期规划的问题，因为如果要利用上述各种优点，一个重要的因素就是现场建筑物的朝向，这是为了最大化的利用太阳能能源，或者是减少废气排放，避免污染建筑物的空气质量。把空气流动模型运用于新规划的建筑环境中，可以有助于精确了解将有哪些节能优势，这些优势会根据选址的不同而有所变化。这些技术同样也可以应用于“新建的”设施设计，以实现新建筑物的能源效率最大化。

对于任何扩张行为（新建厂房或扩大原有规模）来说，另一个重要的方面就是获得许可和其他法规问题。特别是在早期的规划过程中，如果规划者假设过去的法规标准仍然适用于新的设施，那么就会出现一些潜在的阻碍。最好的办法是，在任何扩张项目中，对相应法规的核实越早越好，我们需要去证实现有的设施许可是否能满足如今扩张的需求。分析的重点方面包括，工业用水、废气污水处理、危险品的储藏和运输等。例如，在美国，经营者必须小心注意某些化学品的储藏和处理的最新“临界”要求。这是最近几年，国土安全检测部门提出的新要求。另一个需要提前考虑的问题就是，是否有能力遵守环境

要求而减少设施的碳排放量，也就是“碳关税”问题。原有的老建筑必须满足上述要求和其他可能需要遵守的严格条款，这对经营者来说，将会导致成本过高。

在扩张项目中，一个很容易犯的错误就是对形势过于乐观，从而低估了解决法规问题所需要的时间。在进行前期计划中，如果忽略了这一点，则可能会导致误解和中期计划的变更，从而引起返工和工期的延误。因此，通常需要准备另一份备选方案(B)，其中详细说明如何能加速许可的审批。这种备选方案的成功，是依赖能代表经营者的专业人士作为私人代理而出面解决问题。特别是在某些国际地区，当地的法规官员可能并不是太熟悉设施的流程过程和那些用于施工过程的危险品，如果能与该法规官员直接对话，解释该施工流程的特殊性，则可以大大地提高效率。

生产因素比例

生产因素比例是一种计算生产率的方法，西图公司在半导体和平板显示器行业中对此均有所观察。这种方法能提高设备的生产率，因为产品生产量的增长率大于在制造厂房的空间所要求的增长率。举例来说，在半导体和平板显示器行业，因晶片直径或产品更新导致产品产量增加2倍，则会使得资本投资增加30%。最终结果是生产成本的大幅下降(产量/资本支出)。

在太阳能光伏行业，同样出现了与生产因素比例相关的现象。在以硅晶片为原料的制造流程中，生产因素比例变化通常发生在硅基板薄化过程中。因为硅成本是晶片太阳能光伏行业最大直接制造成本之一，以“每单位瓦特成本”概念上看，基板的薄化可以直接降低成本。但是，较薄的晶片会引起与制造流程相关的问题，比如，因运输和加工薄晶片的过程中，可能会导致良品率的下降。一些设施和自动化系统必须适应这些趋势，另外运输设备和系统也必须能适应晶片变薄的趋势。

薄膜行业已经从生产因素比例中受益。应用材料公司已经能有效地使用8.5代的制造工艺，这是由30cm x 30cm的“迷你模块”发展而来的。其他制造商，比如Oerlikon，已经有效地使用第5代基板，我们希望这一趋势将在其他薄膜设备制造商中得以继续保持。目前阻碍薄膜行业扩张的问题是缺少生产因素比例的统一标准化。缺少标准使得厂商很难在众多供应商之中选择出合适的设备，因此，好多厂商不得不从供应商手中买下整条成套生产线。这是行业发展早期的一个典型现象，该问题值得引起非晶硅市场的特别注意。

但是，基于我们在半导体和平板显示器行业观察所得的现象，我们希望薄膜市场最终会使生产因素比例得到标准化和规范化，促使设备市场的良性竞争。这就意味着，对于厂商来说，在以下几方面将会有更多的不确定性，如：长期整套设备、线路配置和基础设施要求。但是，相关项目的经验证实，一个有效的设施设计方法可以在不大幅度增加成本的情况下，解决这些不确定因素。例如，当厂家预测生产因素比例会因工厂生命周期而发生变化时，他可以重新考虑关于行间距、起重机负载量、公用设施的规模和净高方面的问题。

关于作者

David Krick, 高级技术研究员，主要协助客户就可再生能源领域中的新兴高级技术进行商业推广，重点是太阳能光伏生产行业和其他与半导体

相关行业。他充分利用自身在半导体研究、发展状况和生产方面的丰富经验，对高科技制造业和技术路线图进行评估。他曾发表多篇文章，并多次受邀出席国内外会议。

Helfried Weinzerl是西图公司太阳能光伏营运部门的全球业务发展经理。他曾在全球各地就太阳能制造业务营运方面，多次进行战略商业计划和项目管理，在太阳能行业有着丰富经营。他对建立新的太阳能制造工厂需要注意的方方面面有着丰富的咨询经验，能指导潜在客户和投资者。他拥有工商管理 and 工程学的M. S. /M. B. E 学位。

Michael O'Halloran是西图公司工业和高级技术组的技术总监。他负责技术方面的创新工作以提高高科技制造技术和提高高科技设施的设计及施工，特别是那些与微电子技术、平板显示器、太阳能光伏发电、微机电

系统和纳米技术相关的设施。他拥有机械工程学和原子能工程的理学学士学位，机械工程学的理科硕士学位和M. B. A学位。

Terry Behrens是负责西图公司制造部门的高级总监，曾任西图公司工业和高级技术组工业工程系的经理。他曾在亚洲和美国境内参与多次项目，其中运用到高级制造集成技术来提高高科技制造设施的工作效果。他拥有工业工程学学士学位和土木工程学士学位。

想了解更多吗？

请登录PV-Tech.org在线杂志库：
www.pv-tech.org/journal_archive



从电网平价到绿色平价：林德提供了一个更绿色的工艺

作者：林德电子

在2009年，林德创造性地主张为了提供真正的绿色能源，光伏产业应该通过更多地关注光伏模块生产的碳足迹来使产业焦点从电网平价转向绿色平价。通过用F₂替代NF₃（一种温室气体，其全球变暖潜能值是CO₂的17200倍），可以在PECVD腔室清洗工艺上实现显著的CO₂减排。通过从NF₃转到F₂，薄膜光伏模块的CO₂回收期可以显著的减少将近一年。

减少环境影响：硅基太阳能电池生产企业使用PECVD腔室在基板上沉积硅基沉积层。久而久之，沉积物会在腔室内壁上累积，这增加了颗粒落到电池模组并降低电池产量和效率的风险。因此定期清洗除去这些腔室的硅沉积物对于电池片生产厂商来说至关重要。通常清洗时会使用含氟气体如NF₃或SF₆来提供自由氟离子使沉积的硅转变成气态并被泵排出。然而，NF₃和SF₆的高全球变暖作用意味着在其供应链的任意一点若有气体泄露到大气中的话，都将降低光伏模组对清洁能源的积极作用。

F₂的全球变暖潜能值是零，考虑到日益增长的场外NF₃合成、处理、配送过程中所需的能源，现场制造的氟气的总碳足迹要比NF₃少很多倍。与温室气体相比，F₂清洗的吸收系统也要简单的多，这进一步降低了整个清洗工艺过程的碳足迹。

更高的生产率：与NF₃及其它含氟气体相比F₂较弱的键裂解能使清洗工艺可以在更低的温度实现更快、更低成本的清洗。从2008年开始，林德已在Malibu安装了一套Generation F[®]-80现场氟发生器，以便依据需求提供高纯氟气并随后用低压安全输送到工艺腔室中。2009年在EU PVSEC上公布的近期数据显示F₂清洗效率是NF₃的2.7



倍。超过50%的清洗时间节约可以使生产线的生产量提高多达10%，这将给业主带来显著的成本节约和收益。这还将带来原材料使用量的显著减少。NF₃中的N丝毫无助于清洗工艺，且在提供相同数量的氟离子时，F₂的重量要比NF₃小20%。

更快的投资回收期：对一条60MW的双节生产线而言，仅原材料成本一项每年可节约多达70万美元，同一生产线生产率得到提高的潜在价值预计高达180万美元。其减排的CO₂量也同样令人印象深刻。以保守估计的完整供应链中的NF₃泄露量来计算，使用F₂

可以使模组用一年时间收回NF₃累积的碳足迹。

结论：现场制氟超越传统应用的高全球变暖潜能值清洗气体提供了一种显著的、可持续的改善途径。F₂不仅可以消除NF₃巨大而且日益增长的全变暖潜能值风险，而且还可以降低清洗工艺的碳足迹。生产量提高、设备成本降低以及原材料成本降低等选择，为F₂替代NF₃在商业上变得有吸引力且不改变面板性能，提供了必要的价值改善诱因。



引领致一个更 清洁的世界

给予光伏制造 行业的方案

www.linde.com/electronics
electronicsinfo@linde.com

联华林德为清洁能源的兴新领域提供一站式的大宗和特种气体及工程技术。在光伏行业里，林德为全球超过一半的制造商提供气体，化学品及创新的技术，并协助减少材料使用量，提高产能和改善太阳能电池的转换效率。

欢迎您莅临联华林德的展台与我们的团队接洽，让我们协助您实现生产目标：

→ SNEC 4th (2010), 5月5~7号, 上海: W1馆, #T1066展位

联华林德
Linde LienHwa



提高太阳能电池光电转换效率，降低生产成本：应用微电子领域的经验

Kris Baert & Jef Poortmans
IMEC, Leuven, Belgium

此技术文章出自第七期《Photovoltaics International》杂志。

摘要

光伏产业的生产成本将有望降至低于 €1/Wp 。但要达到这个目标，晶片、太阳能电池和模块方面都将面临诸重大的技术改革。为了在众多可供选择的解决方案中甄选出具有研究价值的方案、加快新技术的学习速度，光伏产业(包括设备经销商，材料供应商和光伏生产商)所涉及到的众多厂商要在国际半导体技术蓝图(ITRS)的指导下通力合作，共同致力于提高太阳能电池光电转换效率，降低生成成本的技术革新，从而使整个产业从中受益。本文介绍了比利时微电子研究中心(IMEC)发展蓝图，明确未来发展目标是在将电池效率提高20%和大幅减少晶片厚度的前提下，大幅度减少每 Wp 纯硅的使用量。

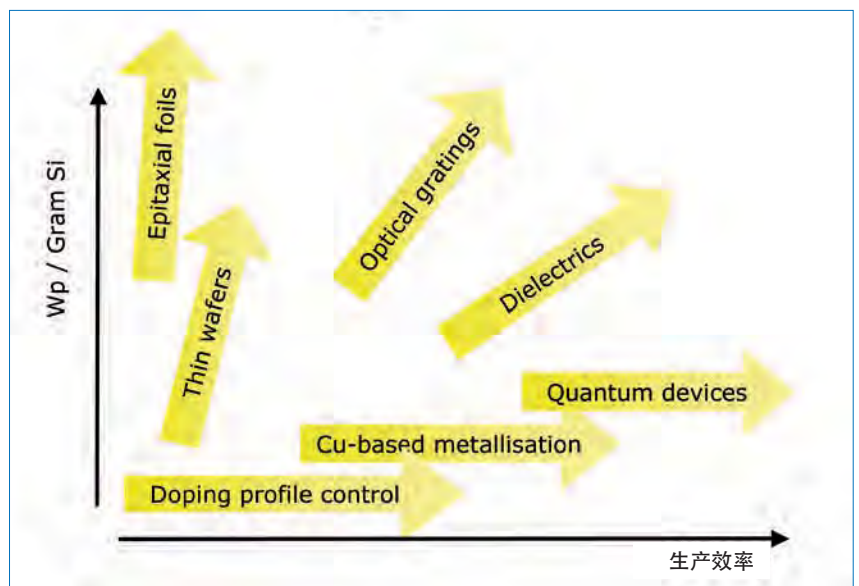
引论

2008年，太阳能光电产业出现了第一个实现“电网平价”的光伏系统[1]。据预测，到2012年[2]，整个欧洲南部都将实现“电网平价”，而意大利的某些地区也已经实现该目标。光伏设备的广泛引进将会使价格水平下降到 €1/Wp 以下，而且在这个价格水平下，晶体硅光伏模块的外观可能会变得与现在不一样。许多种分析显示：要想使晶体硅光伏模块成本低于 €1/Wp ，就必须做出很多巨大技术改革[3]。成本的降低必须依赖以下条件：完善的制造规范、纵向一体化、规模经济(工厂规模可能会扩大10倍)、地区生产量的提高和生产过程的标准化。除此之外，技术的不断创新也十分重要。

就模块生产成本而言，每产生1个单位的电池输出功率(Wp)所需要的成本中，硅就大概占了生产成本的40%[3]。目前，每产生一瓦特的电量，需要使用8-9克的硅，而在不久的将来，我们必须大幅度降低硅的使用量，从而降低成本。而更高效的太阳能电池在降低模块加工成本方面也起着同样重要的作用。

光伏产业的ICT技术 ——机遇在哪里？

现在有很多可用于高级硅基设备和微系统的加工技术，但是都还没有应用于光伏产业，然而这种情况将发生改变。图一中列出了多种加工技



图一：光伏电池效率和硅消耗量在不同先进工艺下的关系图

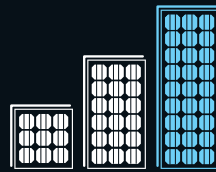
术，研究人员根据其是否有助于提高电池效率或者减少硅的消耗，对其进行了下述分类。

提高发射极掺杂分布，效果会比 POCl_3 扩散技术更好。通过运用外延技术，可以得到最大的灵活性。接近理想的掺杂曲线分布的形成过程如下：首先，发射极要低浓度掺杂(以提高对紫外线的反应)，然后在表面进行高浓度的掺杂(作为前表面场并减少接触电阻)(图二)。太阳能行业若要提高生产量，其中一个重要步骤就是使用批次式化学气相沉积系统[4]。因为离子注入机也能达到所要求的精

度，因此该技术再次被应用到光伏行业[5]。而对于晶格损伤谱的应用，人们经常有不同的担忧。但是近期研究表明，适量离子浓度，能量和热退火条件能有效地包容晶格损伤，而且能与单晶硅上的高效器件兼容。我们期望离子注入机的运用能加快高产量工具(比如P3i)的出现，从而弥补半导体产业和光伏产业间生产力的差距。

与经激光烧蚀和镀铜(图三)等方法完善过的金属化体系相结合后，采取掺杂方法提高效率的几率会增大。与复杂的电镀银网格印刷不同，这个体系可以

杜邦™ Tedlar® PVF薄膜



我们已完成重要投资大幅扩充Tedlar®的产能
过去五年来，我们的产能扩张已超过300%。

信心来自于25年以上的业界实证

超过25年，杜邦™ Tedlar® PVF薄膜一直是光伏组件中耐候性背板材料工艺的领先者

没有其它材料能比拟杜邦™ Tedlar®在光伏领域所创造出如此成功的性能实证纪录

随着太阳能光伏市场持续成长，我们坚持对业界的承诺
我们已完成重要的产能扩充，支持光伏产业的大幅成长
满足2010年及未来需求

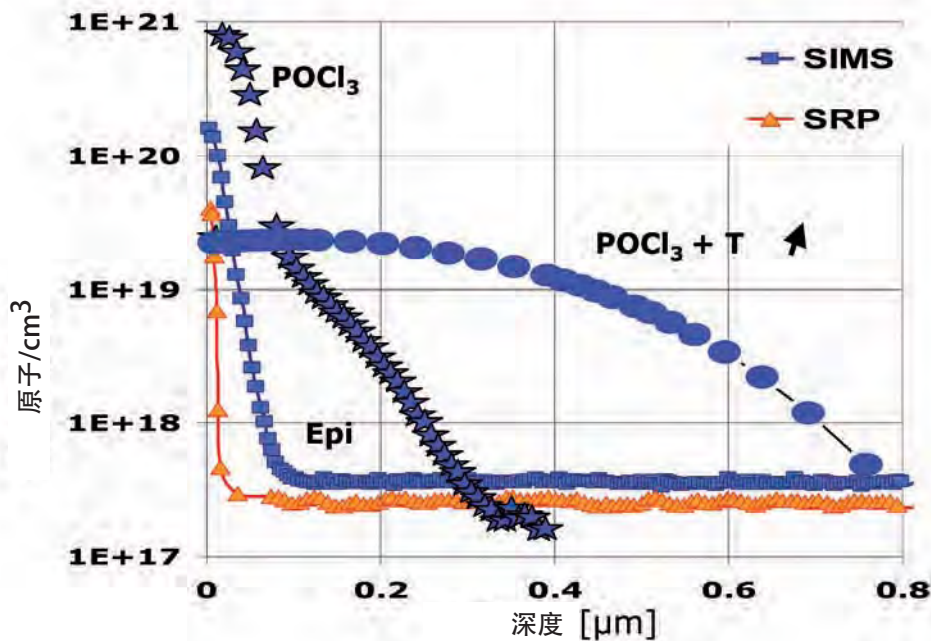
photovoltaics.dupont.com



杜邦™ Tedlar®是杜邦太阳能光伏解决方案的一部份。
杜邦太阳能光伏解决方案提供一系列创新产品，协助
转换太阳能成为清洁、高效的能源以成就繁荣世界。



The miracles of science™



图二：使用化学气相沉积外延技术在发射极表面上形成非常浅的掺杂层，上图是掺杂浓度随材料表面深度变化的分布图。

实现独立的发射浓度分布和金属化体系的最优化。而转化率高达18.5%的太阳能电池也已面市[6]。剩下的挑战就是要开发能保用25年以上的自对准种子层/阻挡层。为了防止铜在硅片中扩散，现有的几种扩散阻挡层均能有效地阻止铜在硅片中扩散。

要超越单结太阳能电池的极限，也许最终还需要用到量子技术，比如可以在全硅连接太阳能电池中使用窄带隙(1.7eV)的纳米线[7]。

改善电介质对于提高转化率和减少活性硅的用量同样重要。典型的氯化硅作为表面钝化层不提供能在表面重组的条件。原子层沉积技术(比如，热的醛固酮使三氧化二铝沉积)因其独特的电钝化和化学钝化的有效结合而被广泛推行，而且其过程的重复性也与其他处理方式相兼容。经证明，其重组的速度低至10厘米每秒[8]。这些阻挡层已经在工业太阳能电池上得到了广泛应用[9]。

而对于很薄的太阳能电池，超越纹理化的光学增强体系对保持红外线高收集率有很大帮助，比如(亚微米级的)光栅将被用于实际生产过程中。

可以说，我们至今还不能大量生产薄晶片的一个最重要的原因，是我们缺乏可以生产比150微米薄的晶片的设备。但这不是新出现的问题。如果把薄晶片的转移和处理系统发展为3D集成一体化，这样就可以加工厚度只有50微米甚至20微米的硅晶片了。这些运载和转移技术的一部分可以运用

到光伏领域。

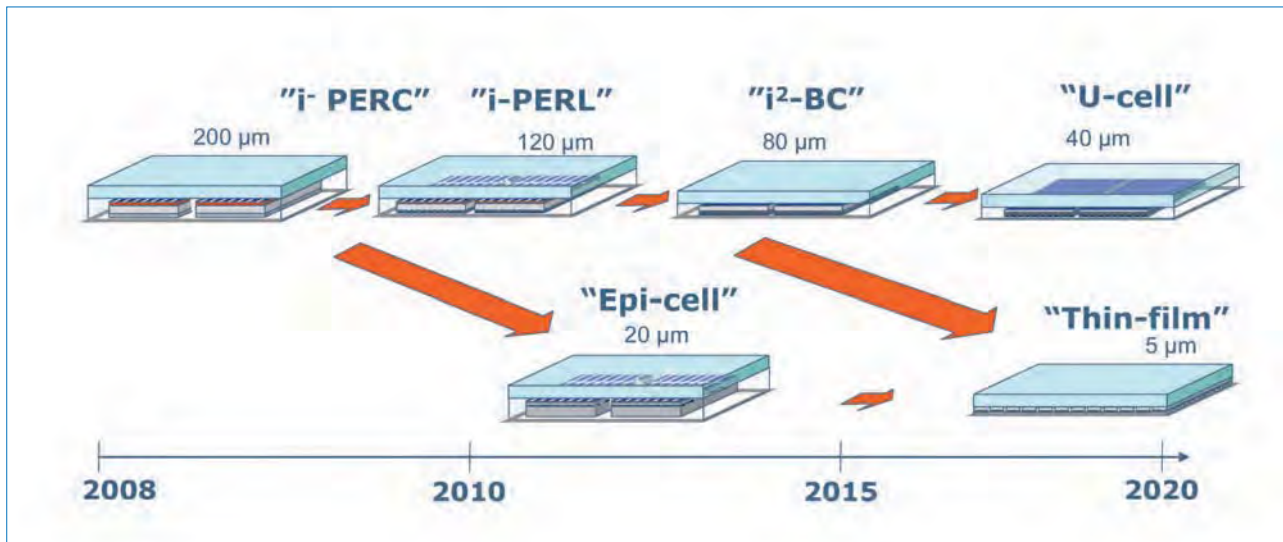
可以完全避免使用晶片的一个方法是利用外延太阳能电池，这些外延太阳能电池是以低成本的硅作为基底的。将这个方法工业化的最大难点在于是否能得到如此高产量的外延生产系统。而现在光伏产业正在研发高产量外延系统的不同的反应炉概念和模型。

超薄晶硅太阳能电池产品发展蓝图

上述技术的潜力显而易见，但是要把它们引进到光伏生产线的话，所面临的费用是巨大的，需要各厂商共同努力解决。为了在众多可供选择的解决方案中甄选出具有研究价值的方案、加快新技术的学习速度，光伏产业(包括设备经销商，材料供应商和光伏生产商)所涉及到的众多厂商要



图三：转换效率为18.3%的大面积太阳能电池示意图[6]



图四：比利时微电子研究中心晶体硅太阳能电池的发展路线图，它预言了电池的活跃层厚度在不断变薄。

在国际半导体技术蓝图（ITRS）的指导下通力合作，共同致力于提高太阳能电池光电转换效率，降低生成成本的技术革新，从而使整个产业从中受益。图四展现了未来二十年内硅薄膜厚度的预期发展曲线。

目前看来，厂商在长期内将继续致力于晶片型太阳能电池工艺概念，所生产的电池最终可能仅40微米薄。为了实现这个终极目标，还需要经过几个发展阶段。

PERL与背接触式太阳能电池

为了实现前接触太阳能电池生产线向工业效率20%的120微米晶片的发展，PERC与类PERL概念正是合乎逻辑的下一步骤，因此我们希望这些概念能尽早进入市场。

但是，因为背接触太阳能电池自身转化率的优越性（无阴影），再加上它们的平面加工性质（因为很多加工过程只能促进薄膜电池嵌入模块的晶片的单面），所以我们相信背接触太阳能电池能在这条路上走得更远。

如今所用的180微米晶片制作的背接触太阳能电池仍对扩散长度有着很高的要求，它需要用到更昂贵的晶片。但是，因为现在薄晶片的使用更广泛了，在市场份额的占有上，硅可能会取代前端接触式太阳能电池的地位。

超薄晶片，太阳能电池和模块集成

说到超薄太阳能电池（40微米的超薄型太阳能电池），到目前为止还没有能以低成本生产出高质量超薄晶片的技术，虽然线锯切割加工技术或



Let the Sun shine. Catch the Power.

整线全联线电池片生产能力高达每小时3300片或100MW，95%的设备源于您的一站式供应商。

现在使用选择性发射极技术！



电池片生产

许能将晶片厚度限制在100微米以内，但是所导致的切损也差不多相当于这个宽度。带锯受到材料使用寿命或工业产量的限制。全球都在研究相关技术，Silicon Genesis开发的技术当属此列[10]。而比利时微电子中心(IMEC)正在研究另一个可行方案，该方案将应力感应剥离技术裁削出100微米以下无切损的薄片[11]。该无切损晶片制造技术前途光明，已能制造出50微米以下的晶片，而且整个工艺可节省6倍的材料。

而生产如此薄的硅层难点在于加工过程中要以新型的晶片操作概念为依靠，晶片在某种程度上需要有支撑体，而对可运用的支撑体是有限制的，所以这就需要回顾整个加工过程。在这种情况下，很有可能会运用到3D集成场效应的载流子支持技术。

随着太阳能电池晶片越来越薄，它对模块集成提出的要求愈加具体。在装配过程中，因为存在热应力，传统的串接和印刷过程很可能在已经变薄的太阳能电池上造成裂痕。而就背接触式太阳能电池而言，已经制造出了一种模块集成体系，这种体系是在“flip-wafers”覆晶装置的Laminate(一种薄片材料，用来保护电池板芯片，例如EVA或Tedlar通过该物质将电池板芯片整个用透)衬底上加入导电粘合剂或者软焊球，但是这种体系还没有广泛使用。一个值得关注的替代方法就是用平面加工把背接触式太阳能薄片电池嵌入模块玻璃，这种超层内连结技术也很具吸引力。这是一个应用新概念的方法，已经有效地生产出了超薄半导体集成电路[12]。与衬底基板集成相比，这个方法在减少材料消耗和降低生产成本方面更具优势。

由于模块集成技术对于光伏系统的使用寿命来说是一个非常因素，所以只有经过深思熟虑，对各相关方面百般斟酌，才能将改进的电池模块集成概念成功地引入市场。这需要建立光伏模块的老化模型，而这种模型可以通过测量热力和化学属性、失效机制、效果分析和有限元模拟得到结果，然后就可以进行加速老化测试。

外延薄膜太阳能电池

但是在对光捕获的了解不深的情况下，我们怎么能知道太阳能电池究竟能做到多薄呢？当我们用外延薄膜太阳能电池的时候就发现了令人惊喜的成果(参见图四第二行)。只需薄薄的一层硅膜(外延生长)即可取代太阳能电池的作用。这里运用了精细的光学增强体系，在电池的背面(外延层与衬底之间)有一层多孔可渗透的硅层作为光栅。这个光栅反射

器在电池的活跃部分有效提高了光的吸收。由于运用了厚度仅为25微米的单晶硅层后置发射极，实验室效率已经达到了 $34.6\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ (效率大约为16.9%左右)[13]。这就使得外延太阳能电池工业化生产具有可行性。需要指出的是，这项技术同样可以用于玻璃上薄膜太阳能电池的生长，最终做出超薄的终极硅薄膜太阳能电池。

光伏产业的开放式创新

过去，与微电子行业的快速发展相比，在原有太阳能电池生产线基础上进行工序改动的过程相当缓慢。除了可靠性问题以外，投资收益也是一个问题。因为现有的光伏公司众多，还有新的投资者不断从微电子行业涌入，他们半导体操作的强大背景和对于新处理方式的快速洞察力，可以促进新技术的引进。随着光伏产业的不断扩大，光伏相关设备的花费就降低了。

比利时微电子中心(IMEC)根据这个硅光伏发展蓝图，推出了晶片型太阳能硅电池(硅光伏)项目。这个项目目的在于应用新一代晶体硅太阳能电池所需的主要加工技术。这个概念，结合了财富与智力资源，是合作模型的创新。这个模型在半导体产业已经成为了一个固定的方法，用以提高IC生产者经销商和供应商之间的合作。要把这个模型运用到光伏行业里，需要特别注意项目中各光伏生产合作伙伴间是否会产生分歧。

参考文献

- [1] Wang, U. 2008, "First Solar Reaches Grid-Parity Milestone, Says Report", *Greentech Media Report*, December 16, 2008 [available online at <http://www.greentechmedia.com>].
- [2] Milner, A. 2008, "The Solar Industry within the SET-Plan", *5th EU PV Industry Forum*, Valencia, Spain.
- [3] del Canizo, C. et al. 2008, "Crystalline silicon solar module technology: towards the 1 Euro per Watt-peak goal", *Progress in Photovoltaics*.
- [4] Ritter, G. et al. 2000, "Low temperature Si epitaxy in a vertical LPCVD batch reactor", *Materials Science and Engineering*, B73, pp.203-207.
- [5] Janssens, T. et al. 2009, "Advanced phosphorus emitters for high efficiency Si solar Cells", *24th EUPVSEC*, Hamburg, Germany.

- [6] Posthuma, N.E. et al. 2009, "Investigation of Cu plated contacts for Silicon solar cells", *24th EUPVSEC*, Hamburg, Germany.
- [7] Kurstjens, R. et al. 2009, MRS Fall meeting, Boston, MA, USA.
- [8] Agostinelli, G. et al. 2006, *Sol. Energ. Mat. Sol. C.*, 90, pp. 3438-3443.
- [9] Vermang, B. et al. 2009, "Characterization and implementation of thermal ALD Al_2O_3 as surface passivation for industrial Si solar cells", *24th EUPVSEC*, Hamburg, Germany.
- [10] Reference available online at <http://www.sigen.net/>
- [11] Dross, F. et al. 2008, "Stress-induced lift-off method for kerf-loss-free wafering of ultra-thin (~50 μm) crystalline Si wafers", *33rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, San Diego, CA, USA.
- [12] Iker, F. et al. 2007, "3D Embedding and interconnection of ultra thin (<20 μm) silicon dies", *9th Electronics Packaging Technology Conference*, pp. 222-226.
- [13] Van Nieuwenhuysen, K. et al. "Epitaxial thin film silicon solar cells with 16% efficiency by combining advanced light trapping methods and CVD emitters", *24th EUPVSEC*, Hamburg, Germany.

关于作者

Dr. Kris Baert于1990年在比利时Leuven大学取得博士学位，主要从事晶体硅薄膜的等离子体化学气相沉积法的研究。后来，他任职于日本三菱电子公司，研究多晶体硅薄膜场效应晶体管液晶显示器，直到2002年。随后他加入了比利时IMEC，主要负责微电子机械系统和集成微系统的研发，并于2008年出任光伏部门太阳能硅电池的项目经理。

Dr. Jozef Poortmans于1985年在比利时的Katholieke大学获得电子工程专业本科学位。后来，他加入了在Leuven新成立的比利时微电子中心(IMEC)，并于1993年6月取得博士学位。之后，他加入了光伏研究组，成为先进太阳能电池项目组的负责人。目前，他兼任IMEC太阳能战略项目的项目总监和太阳能和有机技术部的主管。

BTU

After Each Brainstorm, a Bright Idea.

Trailblazing is in BTU's DNA. We invite you to join us on the horizon of groundbreaking solar technologies, in both Silicon and Thin Film Photovoltaics.

We are relentless in our pursuit to keep your costs down, while pushing efficiency, uniformity and volume production to unprecedented heights.

Seasoned by over 50 years of experience, our customer care is uncompromising and partnership-driven. Log on or call today. You'll find the brightest ideas under the sun are generated at BTU.

[www. BTU .com](http://www.BTU.com)

Pioneering Products and Process Solutions for
In-Line Diffusion • Metallization • Thin Film

 **SNEC PV** Conference & Exhibition
POWER EXPO 2010

Hall W5/stand 5016

the Next Gen



晶体硅背接触模块技术的成就与挑战

Paul de Jong
Energy Research Centre of the
Netherlands (ECN), Petten
The Netherlands

此技术文章节选自第七期《Photovoltaics International》杂志。

摘要

太阳能产业的主要目标是要尽快实现“电网平价”。降低太阳能模块生产成本、提升光电转化效率和使用寿命的延长对于实现这个目标起着至关重要的作用。而降低成本这条道路并不是坦途。市面上出售的光伏组件通常含有20年的使用保修，如果因为成本原因要更换这些材料，需要测试大量材料，还要重新认证新模块的设计。在下面的内容中，我们将聚焦于模块生产过程的成本因素及其对模块设计衍变的影响。

引论

降低模块生产成本可能会引发诸多潜在问题，特别是在生产厚度为160微米以下的晶片的时候。生产太阳能电池时，加工处理薄片的过程中，晶片质量受到很多加工步骤的影响，如运用湿化学法，金属印刷和高温煅烧加工法。这些方法到底会带来什么样的后果，我们需要重新斟酌。在模块生产过程中，因为有机机械应力的作用，如果在超大超薄的硅基太阳能电池上运用标准软焊技术，有可能导致电池破损。因此，新型的模块设计战略必须解决硅薄片的材料属性问题。同时，需要采用太阳能硅电池的新型设计来促进模块输出功率。而且，目前尚未出现先进的技术可以预测评估太阳能模块在实际使用20年后的性能和可靠性。

成本

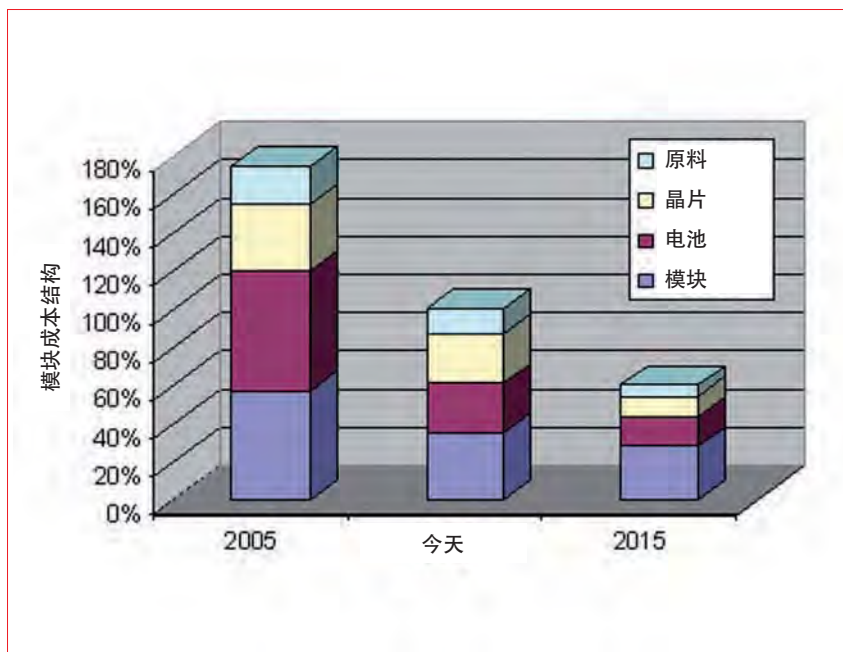
技术的发展和生产规模的扩大是模块价格在过去三十年中每年平均下降10%的两大主因。在过去，生产太阳能电池模块成本结构中比较重大的支出主要是为了制造太阳能电池而采用的大型设备的费用及雇佣大量人力的费用。但是因为如今先进加工设备的激增，这种情况出现了很大变化。图一是晶体硅模块的价格按不同的价值链的分解图。2005年，太阳能电池的造价占模块总成本的35-40%，而这个比例在2015年将会降至约25%。在不远的将来，材料的成本将会成为整个价值链中最大的决定性因素。如在晶体硅模块中，材料主要是指硅、金属和密封件材料。

未来五年的成本目标是：要将晶体硅模块的售价从今天的1.7-2欧元每W_p降至1-1.2欧元每W_p。这意味着必须实现约40-50%的成本削减，但是，如何才能实现这个目标呢？

如果能在5年内将太阳能电池的光电转换效率从今天的15-16.5%提高到18-20%，并使大批量生产的晶片基太阳能电池的效率也提高到这个程度，则可以实现50%的降价目标。而模块技术的问题和终极挑战是如何实现另外50%的降价目标。

超薄与超大型的太阳能电池机械影响

超薄晶片已成为当前行业发展的趋势。但是即使将晶片厚度从200微米减小到120微米，太阳能电池的效率也只会产生很细微的变化。这说明，要想提高晶片与电池的性价比，我们还需要做出更大的努力。晶片制造商的目标是用每千克硅生产尽量多的晶片。减少晶片厚度与切损是达到这个目标的两个主要方法。过去五年内，晶片的厚度从300微米减小到了160微米，而且众多生产商正致力于研发生



图一：描述了过去、现在以及未来晶体硅模块按价值链各方面的因素而分类的成本结构。模块生产成本是参照今天的生产成本计算的。

产100微米以下厚度的晶片。这些极薄的太阳能电池必须用其他方法生产。举个例子，全尺寸铝后端法可能会导致太阳能电池过度弯曲，因此这并不是一个可行的方法。高效太阳能电池概念引起了对开放式后置太阳能电池概念的多种研究，同样，基于高效太阳能电池概念，铝也不再是钝化的最理想材料。虽然钝化能提供高电流，但是却有可能从后方带来额外的电阻力损耗。所以最终结果是太阳能电池达到了较高的电池转换效率和低弯曲度。

在连接过程中，要把电池的高效与膜薄结合起来会出现很多问题。众所周知，高效率的电池产生高电流，这就需要更宽或更厚的焊接连接（也就是常说的阀门），它可以把电量的损耗降低到一个可以接受的程度。但是，在焊接过程中，如果温度高(>250°C)的话，薄的电池会更容易破损。这是因为硅与铜的热膨胀系数不同的缘故。另外，焊膏中替代的铅会使加工温度升高40-50°C。很明显，这样会使模块生产过程中出现更多的问题。实际应用中，焊接处的温度循环会对硅有所损伤。焊接处会使硅发生（微）裂化，最后会把电池与硅分离，然后使模块效率降低，以致最终模块失败。另一方面，焊料本身发生的裂化会使焊接处的电阻增大。

为了使用具有宽大表面积的薄片电池以促进模块生产，科研人员开发了运用导电胶的低应力互连技术。与焊接的高温相比，这些导电胶的低温过程会使电池冷却到室温后的残余应力降低。导电胶还可以被调整到快速固化状态，这种状态所达到的加工速度可以与制造焊接互连所需的时间相媲美。与焊接相比，导电胶所带来的较大的弹性和较低的加工温度对于生产100微米左右的太阳能电池是非常有效的。以IEC61215标准对整套模块互连的耐用性测试后我们发现导电胶互连的模块与运用相似电池的焊接模块一样适用。导电胶由于无铅而比传统的焊膏具有更多优势。

“在太阳能电池中运用金属化技术要比在模块中使用金属箔贵两个数量级”

电力影响

除了以Cz法单晶硅晶片为基础的一些高效概念以外，大多数太阳能电池被设计和制造成纵向装置。这表示发射极安装在电池的一边，而基极



图二：开放式后置太阳能电池的图片。左边为电池背面，右边为电池正面。

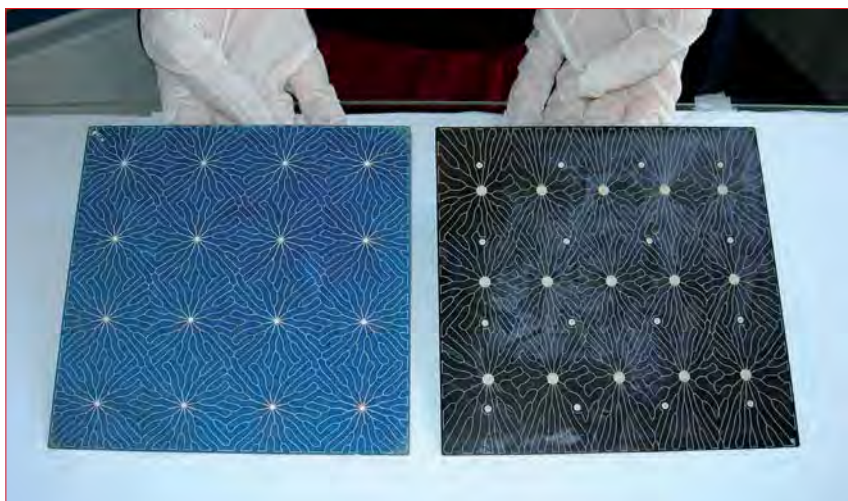
设置在另一边。金属结构被运用在电池的两边形成基极和发射极的接触终端，电流横向通过漏极，便于与相邻的电池串联。电池的前端金属结构设计了一套指状电极和汇流条状电极。指状电极用来收集电流，但是与此同时，也会导致遮光效应。因此，考虑到遮光损耗和电阻力损耗，前端栅极的设计无疑是最佳的方案。

前方栅极金属化的串联电阻所致的电能损失在几个百分点范围内。而装有全尺寸后端铝基太阳能电池因后端金属化所致的电力损耗通常也都都不大。在模块中，电池互连所造成的电阻力损耗，正如我们所知道的接头处以及高压线与汇流排的连接处，也会造成几个百分点的电力损耗。所以最终结果是，安装了全尺寸后端铝基太阳能电池的工业太阳能电池离开工厂时具有77-79%的填充因子，而模块的填充因子一般在72-74%的范围内。因

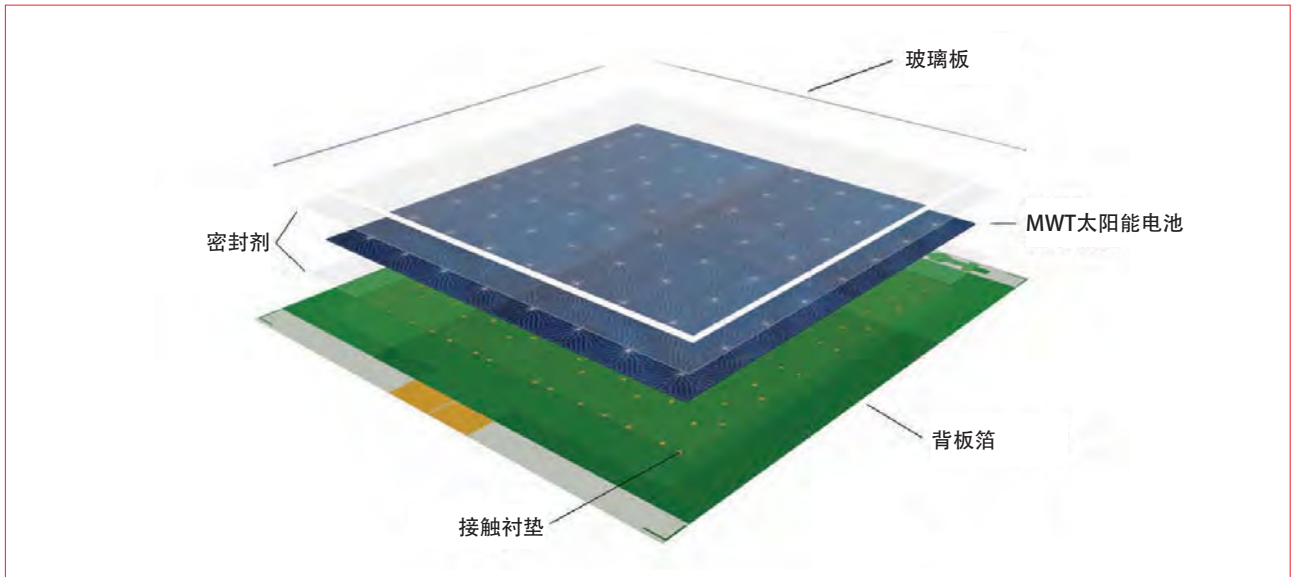
此，研发能降低电阻力损失的组合电池模块概念势在必行。但是，降低太阳能电池的欧姆电阻损耗并不是一帆风顺的，这将产生额外费用。

通过印刷或者电镀技术，电导体可应用于太阳能电池中，而通过金属接头或箔片，电导体也可以应用于模块当中。在太阳能电池中运用金属化的方法，大体上是比使用金属箔片贵2个数量级。因此，我们选择在模块层面上减少电阻力损耗，而不是在电池层面上减少。

模块的概念是建立在电池内部多个位置发生电流的移动的基础上（如图三所示）。此太阳能电池设计装有后端开放式背板箔电池。前端的金属化图形经过优化处理可以减少遮光损耗和电阻力损耗。前端的金属覆盖面积比传统电池小2%，这样就会使电流提高2%。因为电流通过了晶片上的16个空穴，到达作为太阳能电池后方的



图三：图为ASPIRE MWT太阳能电池的正面（左边）和背面（右边）。正面设计的工业设计商标被注册为“Sunweb”，版权由Solland Solar Energy公司拥有。此开放式后置设计的优点是其优化了钝化工艺并减少了电阻损耗。



图四：组装背接触模块中使用MWT太阳能电池。

16个接触点。因此汇流条失去了其存在的必要性，还因为有效指状电极长度更小，所以由前方金属化所导致的电阻力损耗与传统太阳能电池相比也较小。

后置设计平衡了钝化和电阻损耗，比如说金属覆盖度。最终结果是，电池效率更高了，并产生了一个电池概念，即电池需要具有力学性能，才能够在后续模块加工过程中存活。

后接触模块概念

为了更好的利用后接触电池（如背板箔电池）的优点，我们需要运用另一种模块制造技术。在ECN，我们研究出了一种方法，这种方法以一种设计好的导电背板箔作为模块衬底。这种箔片与一种标准Tedlar-PET-Tedlar（一种PVF膜）背板箔类似，但有一层金属片镀层。后接触太阳能电池的后方有接触点，而这种导电贴片的设计就是与这种接触点配套的，这

样就可以使箔片上的电池形成串联。把太阳能电池放置在箔片上的方法类似于电子行业中表面黏装零件的拾放技术。这样只需通过一次拾放步骤就能完成电池操作，减少了电池受到损伤的可能性。因为不再运用前接触式电池和阀门，模块中电池之间的相对位置可以更靠近，这样堆积密度就更高了。同样地，也不再需要从模块的顶部到底部把电池互连起来，这样就扩大了模块有效面积。电池间的互连发生在层压过程中，只需要一次性操作就可以完成互连和层压。

鸣谢

本文作者希望向ECN太阳能部门的全体科学家和工作者致谢，感谢其对本文的贡献。Eurotron、JRC-ESTI、REC和Solland Solar Energy的合作者为本文提供了材料、设备或者服务，谨此，再次对他们表示由衷感谢。最后，SenterNovem和the

European Commission为本文提供了财政支持，在此ECN也对他们表示感谢。

关于作者

Dr. Paul C. de Jong是ECN太阳能能源部门模块技术组的组长。1998年，他获得了代尔夫理工大学电子工程哲学博士，研究题目为智能传感器系统。他的研究领域主要集中在太阳能模块的设计、制造、评价和分析。2009年12月，在ECN太阳能电池制造组和太阳能电池工艺组的共同努力下，他带领的团队使得多晶硅太阳能电池板的效率达到了预定的17%。

想了解更多吗？

请登录PV-Tech.org在线杂志库：
www.pv-tech.org/journal_archive



MEYER BURGER
SWISS SOLAR SYSTEMS

凝聚八方智慧，汇集光伏技术

一批致力于为尽快实现太阳能电业“电网平价”(grid parity)，业界专家们共济一堂，探讨光伏产业前景。这支专家团队所提供的技术及其一系列产品具有绝对的行业权威性，并涵盖了太阳能产业价值链的所有重要技术。他们的目标明确，为市场提供性价比最佳的太阳能产品。

涵盖整个价值链

瑞士梅耶博格(Meyer Burger)太阳能技术公司与3S Industries于2010年1月合并，成为太阳能产业内首家跨国技术集团，其产品涵盖了所有光伏产业价值链中的尖端技术，从太阳能硅产品到整套太阳能系统产品安装。新集团能够提供全套的整合制造方案，包括集机器及自动系统、重要消费品、工艺技能、当地服务一体化。这在业内可谓独一无二，能够显著降低整个产业链的成本，并最终加快太阳能电业“电网平价”的目标。此外，就技术组合和地理位置而言，两家集团的结合也堪称珠联璧合，其遍及全球的服务网络在业内也是无与伦比。

瑞士梅耶博格太阳能系统——绝无仅有的技术团队

梅耶博格集团在开发尖端的太阳能机械、晶体和其他材料处理系统方面一直处于领先地位。梅耶博格集团多年来积累了丰富的工艺专业技术，联合了多家享誉全球的技术公司，并与其建立战略合作关系。这些公司具备生产、处理并检测优质太阳能晶片及电池的关键技能与技术。凭借旗下的五家子公司Meyer Burger Ltd、Diamond Material Tech、Hennecke Systems GmbH、AMB Automation及Meyer Burger Robotics——梅耶博格集团已完全胜任制造晶片切割与太阳能电池制造的能力。

3S集团主要为太阳能模块的生产提供生产设备系统。集团旗下的三家子公司——Somont、3S Swiss Solar Systems和Pasan，业务覆盖太阳能模块生产的整个价值链，并集焊接、层压、测试技术于一身，同时能够提供各种自动化程度的生产线。因此，3S研发的行业典范，尤其在制造优质晶体材料设备和研发薄膜技术方面享有盛名。该集团还为太阳能模块制造商提供一站式制造解决方案。

新集团联合发展的重心是为巩固并扩展其各家技术生产中心现有的专业和市场知识。梅耶博格瑞士太阳能系统可为客户提供全面解决方案以及配套技术，技术覆盖了从晶体、电池、模块到集成太阳能系统的整个价值链。

卓越的全球分销网络

企业间的互补也充分体现在区域分销中心上。分销网络的合并以及可预期的交叉销售利润也使得销售量大幅上涨，极大的加速了全球扩张进程，进一步巩固了新集团在欧洲、亚洲及美国等核心市场中的地位。凭借其杰出的技术组合及广阔的业务地域范围，新集团势必将在业内的全球销售及服务网络中独领风骚。



MEYER BURGER
SWISS SOLAR SYSTEMS



MB WAFERTEC
SWISS SLICING SYSTEMS



HENNECKE
METROLOGY SYSTEMS



DIAMOND WIRE
MATERIAL TECHNOLOGIES



SOMONT
CELL CONNECTING



MB ROBOTICS
ROBOTICS / AUTOMATION



3S MODULTEC
MODULE SOLUTIONS



AMB AUTOMATION
WAFER PROCESSING



PASAN
MEASUREMENT SYSTEMS

2010年晶体硅太阳能电池及组件制造中原材料的使用现状及未来展望

Mark Thirsk
Linx Consulting LLC, Mendon
MA, USA

此技术文章出自第七期《Photovoltaics International》杂志。

摘要:

2009年经济衰退和不断加剧的信用紧缩在给国际能源市场带来巨大挑战的同时,也提供了发展的机遇。本文旨在对在晶体硅(c-Si)太阳能电池及其组件制造业的主要发展趋势做出回顾和评价。晶体硅片是太阳能电池最重要的组件,与较不成熟的薄膜技术相比,工艺成熟的晶体硅光伏电池具有相对较高的转换效率,但成本较高。太阳能发电由于技术不成熟且成本昂贵,至今仍不能被称作一种经济有效的发电方式,因此它需要借助财政补贴和国家政策才能维持一定的销售量并健康发展。由于有国家政策的支持和政府补贴,一旦太阳能发电装置实现经济上的可行性,该行业将获得稳定快速的发展,同时提高强化工艺并发展商业模式,进而逐步脱离对补贴的依赖,发展成自主营利性产业。

引言:

凭借国际太阳能产业相关政策的推动,2010年整个太阳能光伏产业仍将保持快速增长。考虑到减少碳排放量,降低对进口能源的依赖及增加就业机会等因素,各国政府将会持续在世界范围内大力发展可再生能源。此外,出于对国家利益的考量,各国政府也会通过宣布各种利好政策,如增加税收减免额、调整上网电价补贴(FiT)等,来鼓励光伏产业的发展。然而,这些利好政策有时也会成为一把双刃剑,在带来大量发展机遇的同时,过高的光伏行业补贴可能导致诸多不良后果。就像2008年的西班牙,因政府的项目补贴方案设计欠妥,从而导致项目投资人利用补贴方案的漏洞恶意套取补贴款。此外,政府还有可能高估组件的降价幅度而无法达到刺激目的;或忽视太阳能行业的下游产业链从而影响新项目的上马。

重要的是,政府的补贴方案要根据发展需要不断地进行调整。2008年市场上原料硅的供大于求,以及紧随其后的全球经济危机,导致了多晶硅的现金交易价和合同价从历史高点急剧下跌;由于没签订长期供货协议的晶片制造商临时削减价格,因此在供应链连带作用的影响下,相应组件价格也急剧下跌。此时,一些组件消耗大国(特别是德国)快速做出反应,及时调整补贴方案,并致力于在全球范围内寻求价格较为低廉的下游产业链供货商。鉴于西方各国仍未完全走出经济衰退的阴影,各国仍将持续施

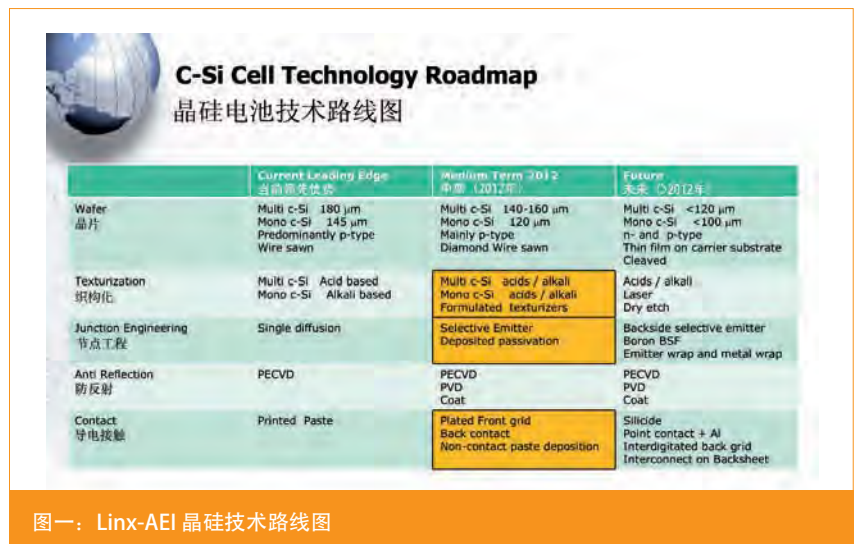
行此应急措施。

太阳能光伏产品能实现能量的循环利用,具有高效、低能耗、经济适用等特点,因而太阳能光伏产业具有深远的发展前景和重要的战略地位。光伏产业组件的经济成本受多种因素影响,其中最为重要的因素并不是本文讨论的主要内容,但如何降低光伏电池组件的成本,一直都是最近30多年里太阳能电池行业发展的一种革新新动力,并在未来5年或更长的一段时间内,仍是光伏行业研发人员孜孜以求的目标。要在满足既定性能的条件下,不断降低生产成本,这种追求听起来很像摩尔定律,但又有微妙的区别:如果没有政府的激励措施和补贴政策,太阳能行业将缺少市场需

求量,从而失去发展动力。从结论上而言,市场需求是创新和降低成本的动力,而降低成本是实现能源生产经济可持续发展的必要手段。

未来晶体硅太阳能电池及组件的原材料运用趋势

值得注意的是,未来晶体硅(单晶硅和多晶硅)太阳能电池制造工艺流程应该是在p型晶片的前部和后部,用H网络进行加工处理,使晶片的前部区域有一个n型的节点,并在后部用铝片包裹。这种工艺过程折中了提高光电转换效率和降低生产成本两个因素。未来产业的目标就是要通过改进工艺设计,进一步降低成本提高效率。



图一: Linx-AEI 晶硅技术路线图

“新材料引进的声明：不增加费用，并为未来降低成本提供可行性方案。”

一到三年后，当太阳能生产技术能与其他技术相媲美时，晶体硅电池会得到怎样的发展呢？这些电池在外观上可能会和2010年生产的那些差不多，但在结构和制造流程中却有很大区别。

Linx-AEI公司晶体硅技术路线图

高纯度硅的高成本决定了其在电池设计中的使用量越来越少。硅片的厚度既可以影响电池的效率达到优化的临界点，又可以影响工艺的物理产量，低到可以影响整个经济价值。为此，Linx-AEI(Advanced Energy Inc)公司对短期和中期内改良的晶体硅生产流程的发展进行了预测，其具体解决方案请参见图一，其中黄色区域表示最为关键的技术点。

在本文接下来的章节中，我们可能会在未来几年中应用到的某些原材料的发展做出评论。

2010年值得关注的主要原材料趋势

结构化清洗基片

湿制程对太阳能电池的效率起着至关重要的作用。通过实现在硅表面进行光电转换，并改进硅表面质量，湿制程会对最终的电池功效有很大影响。超洁净处理流程、去腐蚀性化学物质和自动化操作在半导体工艺中的运用十分普遍，但其需要支付纯化学试剂、安全预防措施和废弃腐蚀剂最终处理的成本。

在单晶硅片和多晶硅片的表面结构化处理中，湿蚀刻工艺不仅能形成高质量的织构表面，并且在成本控制上比较具有优势。但是，这种工艺对蚀刻条件要求较高，特别是很多蚀刻剂对恒温具有较高的依赖性，但是在冷却槽中保持温度的均匀是十分困难的。在链式过滤中，表面活性剂同样存在一个问题，因为其含量会随着过滤时间的变化而变化，而表面活性剂含量过高会堵塞过滤器。一些供应商已经为表面结构化处理引进了专用腐蚀性和酸性的蚀刻剂，以期能增加市场推动力。

在随后的生产工艺中，载荷子的寿命、缺陷处的重组，以及钝化处理的质量，都会受到洁净效率的影响。洁净和蚀刻的界限是很模糊的，在电池生产过程中，除去硅片表面的薄层

可减少缺陷率，削减微颗粒并减低污染，从而有利于去除薄层。其中一个附加效益就是降低表面的掺杂物浓度，从而产生更稳定的掺杂剖视图和更高的电池效率。此外，多个湿化学试剂供应商现正引进已标准化的清洁流程。这些流程正在被领先的电池制造商采纳应用。

熔敷金属

涂印花浆料，是将金属熔敷至所需有效部位，尽管基层金属粉体有一些费用，但这还是一种价格低和效率高的工艺。屏幕印刷技术的限制（图像边缘清晰度和纵横比等）已成为限制太阳能电池行业发展的门槛因素。目前，许多光伏组件厂商都在加大研发力度，旨在提高纵横比和线条清晰度，并改进浆料配方，以提升在不同的掺杂浓度和不同的硅基类型条件下的电导率和欧姆接触特性的形成，以期最终能够提升电池效率。

举例来说，现在双面网印技术正不断完善，从而提高纵横比。打印机对准精度的提高对双印工艺十分关键。设备生产商和原材料供应商之间的良好沟通合作对于发展这种生产工艺起到至关重要的作用。

“印制对准精度对双印工艺十分关键，设备生产商和原材料供应商之间的良好沟通合作对于发展这种生产工艺起到至关重要的作用。”

一些电池设计已由原来的银前端涂层改为电镀的镍、铜、锡堆栈，因为银使用量的大量减少可以提高导电性和焊接性能。这些技术仍旧需要银浆作为种子层与发射端接触，因此电镀是一个持续进行的生产工艺步骤。我们预期应用该技术的生产线将于今年投产，但电镀SiN针孔及缺陷问题依旧值得注意。

出于长远发展的考虑，我们将高效太阳能电池发射极能移至晶片的后部，并用相互交叉的金属线来收集电流。该技术需要通过背部钝化处理而获得激光刻蚀的点接触和交替的金属沉积工艺。应用杂散技术可能提高产品质量，但在标准电池设计中，该技术的应用是否划算，还有待观察。但是我们通过实践得出的结果是：一些技术创新的杂散平印接触网比标准的平印具有成本优势，同时也能提高线条清晰度和提高平印线的效果。

选择性发射极

太阳能电池的发展方向是低成本、高效率，而应用选择性发射极结构，是在p-n晶体硅太阳能电池生产工艺中有希望实现高效率的方法之一。在追求电池功效最大化时，既需要减少金属电极与硅片之间的接触电阻，同时又要保持太阳能电池中成分组合的最佳比例。我们对寻求解决上述问题给予了高度重视。很多半导体专家认为，应用多次光刻步骤和扩散工艺，是解决问题的最佳办法。但是，为了避免额外成本，在保持效果不变的前提下要减少工艺步骤。为达到该目的，多种方法不断被研究和发展，其中大部分是由整套生产线制造商进行的。

关于选择性发射极的工艺技术如下：

1. 在空气中，对后部杂质度高的硅片进行蚀刻处理，同时远离网线部分。
2. 对发射极区域进行激光掺杂，同时应用浆料在喷射沉积磷酸中形成低密度的扩散区。
3. 使用标准工艺前，用激光式氧化网进行差分掺杂。
4. 射极区域内用掺杂粘帖进行印制处理，这样可以使n++发射极区进行掺杂处理。
5. 在进行标准沉淀流程前，使用丝网印刷粘帖腐蚀剂在氧化物上进行开孔。

上述技术符合太阳能电池低成本、高效率这一发展方向；但是，在绝对效率参数上（从1%到1.5%），上述工艺至多只能将电池板输出功率提升10%。这一成果也可以通过大幅度降低每度电的成本和降低安装发电装置的均价成本，从而抵消掉较高的制造成本。选择性发射极制造流程的广泛使用，最早始于2009年，预计在2010年以后将会大量应用。

选择性发射极技术的未来发展主要在于，通过晶片使得电极与尾端金属接触。采用激光空穴掺杂处理和发射体绕通技术，或者金属环绕穿通（MWT）技术，均可达到该目的。一些公司已经对MWT和EWT流程进行技术研究和不断改进，但目前还没有公司可以进行批量生产。我们期望在未来2到5年内，这些技术能更普及。

虽然这些技术看似简单，但激光钻孔会使得薄片变得更加脆弱，降低生产效率。部分MWT和EMT工艺不需要补充新材料，但部分工艺却需要使用导电浆来使后部接触点接触。另外，通过激光穿孔而使金属沉积，这种技术需要继续研究并加以改进，也许配合使用电镀技术，可以达到更好效果。

密封胶

一直以来，标准晶体硅太阳能电池是通过非常复杂的工艺制成的，其中需要用到玻璃前板、热交联密封胶和经过层压的背板。设计良好，并使用高质量材料制成的太阳能电池将保持卓越的性能，最近研究表明，标准组件的使用寿命可以延长至30年以上。但是，在不断追求降低成本的过程中，成本较高的材料和工艺流程也不断被淘汰。

热塑性粘合剂可降低层压工艺所使用的时间，因为材料并不需要在某一温度下维持很长时间来使普通密封胶发生作用，特别是乙烯-乙酸乙烯酯共聚物。减少工艺流程时间，则意味着生产量的提高，并因为减少层压机的使用量而降低生产成本。决定是否引进和使用热塑性粘合剂，关键在于材料的性能和看材料是否满足EVA的性能特性。使用聚乙烯醇缩丁醛、烯烃、氨基甲酸乙酯和硅胶为原材料的新式粘合剂已经面市，几大制造商正在对产品进行进一步开发。国际检测机构的认证正在进行中，这些材料将应用于薄膜组件和晶体硅太阳能电池。

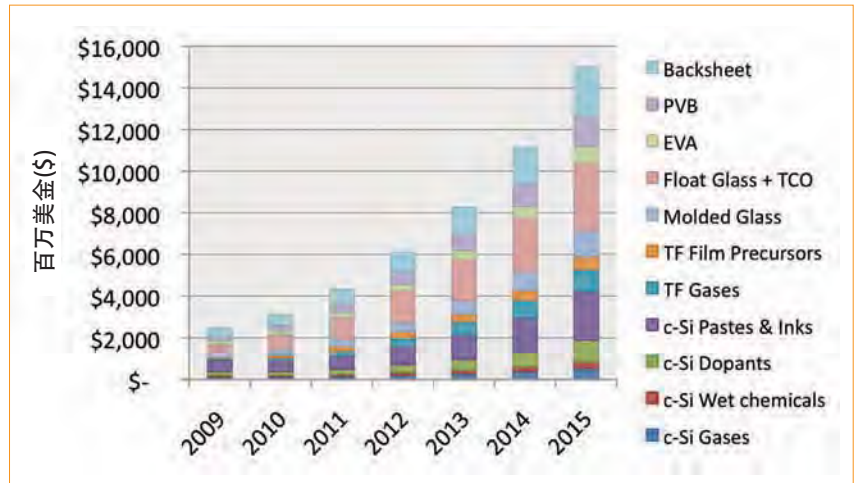
背板

日本是第一个利用行业补贴而发展太阳能装置的国家之一，在20世纪80年代已将太阳能产业发展成为强大的本国工业。晶体硅太阳能电池使用一种经过层压的PET背板，该背板是一种很好的隔热材料，但长时间暴露在紫外线和恶劣的环境中，会降低其隔热性。因此，组件的使用寿命只有10年。但是，在欧洲和北美洲的商用和家用大部分组件因为保养得当，通常会被使用很久，因此，氟聚合物涂层材料，特别是聚氟乙烯，就得到了十分广泛的应用。由于聚偏氟乙烯（PVDF）和其他含氟聚合物存在供货时间限制问题，因此需要不断寻找可替代材料。同时，背板层压机和组件制造机经由其他材料实验，这些材料能零缺陷的延长使用寿命。此外，配合使用具有高红外线或紫外线反射率和可见光反射率的材料，能增加组件的功效，还能减少环境对PET隔热层的影响。

背板的高度客户化特性使得大量的组件制造商混合使用多种材料。原料验收采用的关键不仅在于必须通过美国保险商实验所（UL），技术监督协会（德语：TÜV）或者国际电工委员会（IEC）的认证，而且还要看是否能满足大规模的生产需求。

前板

对于薄膜组件和晶体硅太阳能电池来说，另一个重要的材料就是前



图二：光伏电池及模块的未来材料需求预测

板。虽然玻璃是一种平价且易于获取的材料，但是就技术上而言，玻璃前板的生产工艺是十分复杂的，因为其表面既需要利于阳光的收集，也需要具有美感和耐用性，需要较严格的成分比例来满足透光要求。

晶体硅太阳能电池玻璃改良的重点在对表面组织的调节，同时增加防反射涂层来收集更多的阳光。这些防反射涂层可收集多达4%的额外阳光进入电池，但生产商在生产商品时，不仅要考虑光伏电池的效率，同时也要考虑成本，因为追求利润是企业生产的本质。一些供应商可提供一些以干凝胶或者利用溶胶-凝胶法（Sol-Gel）而制成的涂层材料，这些干凝胶或者溶胶凝胶可应用于前板玻璃来收集更多阳光，除了单独出售这些涂层材料外，有些则会搭配应用设备，有些则与玻璃供应商合作。很关键的一点是，这些材料必须具有较高的耐用性，因为他们是覆盖在组件的外部。一小部分的晶体硅太阳能电池使用的是ARC复合材料，但是由于成本的概念得到了更好的理解，我们希望这个比例会有所增加。

一些薄膜组件使用的是乙烯聚四氟乙烯（ETFE）前涂层，由于这些材料具有较高的耐用性和较好的透光度，所以一些晶体硅太阳能电池制造商转而出售聚合物前板而不再出售玻璃前板。聚合物材料的应用还十分有限，但该材料的低重量也许会使其成为屋顶太阳能电池板的首选，因为屋顶太阳能电池的承重性还很差。

总结

尽管经历了2009年的经济衰退，但太阳能材料供应行业在2010年仍将有缓慢发展，因为某些部件将会有有一个大的需求市场。2009年晶体硅晶片处理材料的产值收入为9.16亿美元，其中薄膜制造中使用到的气体和材料总值仅占1.34亿美元。最大的材料消

耗是组件材料（包括所有玻璃），截至2009年，其总消耗金额预计为14.05亿美元。

2010年光伏产业的发展需要依赖于与在硅基薄膜和CI(G)S组件效率和制造方面的改良。如果这些组件类型能满足用户对效率和成本的要求，他们很有可能在市场中占有一席之地。2010年我们对薄膜制造材料的需求将成倍增长，而晶体硅材料的需求则不会增加。预计2010年组件材料需求将以39%的速率增长。我们坚信，市场上薄膜组件需求的暂时回落将在晶体硅太阳能电池中得到补偿。

图一表示我们对2015年材料市场增长的预期。市场总值将由2009年的24.55亿美元提升至2013年的82.75亿美元。市场增长的预测是在现行行业补贴不变的情况下做出的。Linx AEI Consulting公司的“太阳能电池和组件的优良化学用品和材料”还明确指出另一种方案，该报告于2010年1月出版。

上述列出的增长机会，对发展太阳能行业，实现零补贴商用可操作性是十分重要的，一旦实现目标，太阳能行业将能实现自负盈亏。如果材料供应商能与设备制造商和工艺开发者共同合作，那么太阳能与其他传统能源相竞争的日子将为期不远。

作者

Mark Thirsk是Linx Consulting公司的执行合伙人。在晶片制造的材料和工艺流程方面，Mark有着20余年的研究经验。自从1999年起，他就职于SEMI Chemicals and Gases Manufacturers Group (CGMG)，并在2001年至2003年间担任主席。

联系方式

电话：+1 614 273 8837（美国）
邮箱：mthirsk@linx-consulting.com

Xcell X2系列

精细的电池制作操作和精确的焊接加工控制，确保了Komax Solar生产的新型 Xcell X2串接机具有可靠的质量，强劲的性能和最低的破片率。这款串接机是在Xcell系列的基础上改良而成的，而Xcell系列机械设备的领先优势已经得到了认可，并在全世界范围内批量生产，已有五年之久。它结合了先进的无接触测温技术和最新的电磁感应焊接加工，使整个焊接牢固



可靠。它拥有多个预热及冷却区域，这样的设计有助于减少电池的热应力。它还具有可以在2或3条母线布局内加工125mm和156mm太阳能电池的标准配置。新款 Xcell X2串接机因其超小体积和人性化的设计，能使您的串焊机生产线具有世界一流的加工品质。

Xcell GL30系列

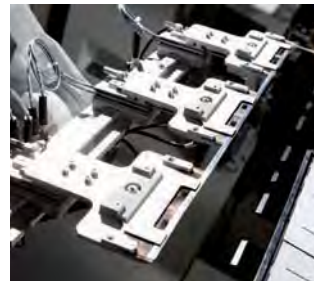


最新一代玻璃叠合系统的串焊机 Xcell GL30系列敷设结合了标准的Xcell X2焊接机。它拥有完善的视觉检测和操作技术系统，使组件在玻璃或聚乙-乙酸乙酯上的叠合更为精确。它可以覆盖组件在玻璃或聚乙-乙酸乙酯面积达1x2平方米。Xcell GL30 系列还配置了人体工学玻璃和聚乙-乙酸乙酯装卸站。该系统还能很容易地与前端 / 后端处理系统相兼容。每个系统中都安装有标准的组件缓冲堆站，它是用在检测过程中，移除串单元的。(串，“strings”，描述一个光伏组件内的多个串联的电池单元)。串单元经过返修，能再用于自动传感器，检测和叠合系统中。此外，EL的检测是其中一个备选功能。

XM50矩阵式装配系统

Komax Solar的技术能全自动地装配大量组件结构，无论是串接加工还是层压加工。它的组件承载系统是以灵活的线性结构为基础，并允许用户自定义程序。XM50系统使用了Xcell系列串接机中串单元的装配系统。典型的比如：GL20和GL30叠合系统已经在全世界范围内的工厂中广泛使用三年了，而XM50的自动叠合系统就是在这两个叠合系统的基础上改良而成的。XM50还安装有标准化的串单元的视觉检

测系统，而串单元的电子发光测试系统这一功能是备选的。Xcell感应焊接技术引用到这里，可以使XM50矩阵式串线焊接实现自动化。XM50还配备了玻璃与片材处理站，用于完成整个组件装配。标准的电子发光矩阵式测试设备可以在生产线的最后一环加入。



Xinspect系列

Xinspect系列是一款标准的电子发光测试系统，它配备有串单元的检测和矩阵式检测系统。这种矩阵式检测配置既可以独立使用也可以与装配线结合使用。Xinspect系列还配备有高分辨率热红外照相机，它能够对组件微裂纹、不活跃区和指状电极裂纹和其他电池的缺陷拍摄高质量图片。Xinspect系列是唯一一款具有欧姆曲线测量能力的电子发光系统。该系统最多能测试12个电池串内的125mm或者156mm的电池，它能检测的组件最大面积是1mx2m。



XLam系列

Komax Solar XLam系列压合机可对各种组件进行加工。它配备有新型的复合供热系统，以独一无二的感应设计为特征，这种感应设计有一块大型热力铝板和针拆除系统，能保证加工过程的可控性和可靠性。XLam系列排除了真空导孔并增加了自动化操作夹具系统，因而运行时间得到了延长。该系统允许三个加工程序完全独立进行，并同时允许不同级别的加工，从而减少了对缓冲组件的需求。当压合机在一个能级进行层压时，能对另一个能级进行维护。不停运转的传送带具备有效的清洁系统。XLam系列的冷却系统不是自带的，而是一项可选功能。XLam的紧凑设计使其占用空间极小。



First Solar名副其实

—First Solar公司正式成为太阳能行业龙头老大

First Solar公司实至名归，正式成为太阳能行业龙头老大。该公司2009年薄膜太阳能产品收入超过20亿美元，年产量达1.1GW，生产成本下降至每瓦特84美分。该公司管理层近日公布其2010年的发展计划，具体数据与09年末公司所提出的目标所差无几，全年预期收益近30亿美元。

在其他业内领先的公司里，只有夏普公司(Sharp)凭借其近20亿美元的财政年度结算额，以及尚德集团(Suntech)这两家公司能与碲化镉(CdTe)供应商First Solar公司相媲美。尚德集团是一家中国晶硅生产公司，尽管该公司的年度收入近17亿美元，年产量达1.1GW，但其毛利和生产成本依旧无法与First Solar公司比肩。业内还有许多公司的年收入也超过10亿美元，像中国英利绿色能源公司(Yingli)、德国SolarWorld公司和美国SunPower公司等，但这些公司都由于不同领域的欠缺，而无法在这场新市场竞争中脱颖而出。

鉴于First Solar公司所取得的新成就，对该公司数据的翔实分析及大胆假设，将为整个产业的发展提供许多新见解。

通常情况下，First Solar公司会根据其生产线的年均运转率(即生产线实际生产力)来制定下一年度的产量计划，尽管从长期发展来看，公司需要在生产力上实现8-10%的同比增长率。2009年First Solar公司的生产线实际生产力为53.4MW，比08年第四季度的47.7MW增长了12%。



Courtesy of First Solar.

以53.4MW为基数，分别乘以2010年的24条生产线，2011年的32条(8条新生产线将在马来西亚投产使用)，2012年的34条(法国新增两条生产线)，因此，从2010年到2012年，该公司的预计总产量将分别达到1.28GW，1.71GW和1.82GW。

但是为什么正式公布的预计产量与刚才所提到的数字有所出入呢？简单来说，我们在制定年生产计划时，考虑到了生产力年增长10%的因素，因此，预计产量应分别增加至：2010年的1.409GW 2011年的2.1GW，以及2012年的2.4GW。

从另一个角度来看，以当前的生产线运行率来计算，2012年将要投产的34条生产线的总生产力相当于现在45条生产线的总生产力。这就使得First Solar公司有望在两年内再次独占鳌头，成为首家产量过2GW的公司。

First Solar公司的生产力之所以能够出现势不可挡的增长趋势，很大程度上是由于其模块转换效率的不断提高。

2009年该公司出产的模块转换率为11.1%，与2008年相比上升了0.3%。

这一数字事实上低于First Solar公司预计的0.5%的年增长量。去年，First公司预计其模块转换率将在2012年达到12.5%。但是，要想实现此目标，公司必须加快提高转换率的速度，因为依照上文提及的同比增长率计算，到2012年第四季度，模块的转换率仅为12%，即使到了2013年第四季度，这一数字也不过是12.3%。

当然，如果公司能够保证0.5%的同比增长率，那么，在2012年末，模块的转换率将增至12.6%，但这也并非易事。正如该公司管理层所指出的，公司如今规模巨大，并仍在继续发展，这就很难在整个公司内提高模块转换率。

在2008年第四季度，该公司的成本已经跌破1美元每瓦，降至98美分每瓦，并在2009年再次下跌14%，降至84美分。First Solar公司预计成本将继续保持这一速度下降；据2009年该公司公布的最新路线图表明，到2014年，预计每瓦的生产成本将降至52至63美分之间。

但是，如果想在未来的几年内实现每季3.5%、每年14%的降幅的话，那么到今年年底，该公司的生产成本就应降至每瓦72美分左右，而到了2014年则应为每瓦40美分。这一数字对于那些妄想与行业巨头竞争并盲目追求低成本的薄膜或晶硅制造商来说，无疑是当头一棒。

一些纯金融数据也值得给予关注。其中就有将First Solar和尚德集团、SunPower、SolarWorld以及其他九间太阳能光伏公司的资产负债表进行相互比较的表格。

该表显示，First Solar公司在年终财政总结时，其头寸状况依旧坚挺乐观，账面净负债为9.39亿美元，其中总现金金额为11.14亿美元，总负债额为1.95亿美元。而其他十二家公司的情况则不太乐观，总负债累计达49.66亿美元。

在对至2012年光伏模块需求进行整体预测时，First Solar公司始终坚持其在之前公布的发展计划中的立场，将自己的目标定为在2010年将产量提高至7.5GW，2011年争取达到9.7GW，并最终在2012年实现12.1GW的产量。

如果仔细分析上述图表的话，在未来的几年里，地域间的市场占有率将有翻天覆地的变化。德国的市场占有率将大幅降低，如果考虑到该国上网电价补贴政策的调整和其他一些类似的因素，这种现象的出现并不意外。此外，美加的共同市场占有率有可能在2012年超过德国，尽管加拿大仅在安大略省进行了相关投资。

那么，谁将会获得最大的市场份额？当然非First Solar公司莫属。该公司仅在北美区域筹建中的项目数量就远远超过了其他公司，单就美国而言，在该国2010-2015年间总计8.6GW的太阳能建设计划中，First Solar公司就独占16%。

出乎大多数人的意料，这家曾惨淡经营的薄膜太阳能公司，在经过对自身大胆的重新包装之后，竟能以崭新的面貌在行业内崭露头角。

本文为博客修订版，原载于PV-Tech.org
Tom Cheyney为Photovoltaics International杂志驻美高级特约编辑，为PV-Tech.org撰写博客。

GT Solar的创新愿景为整个光伏制造产业链传递价值



降低光伏制造成本

从硅料生产到组件制造,GT Solar的创新愿景为整个光伏产业链传递可持续的价值:
多晶硅,三氯硅烷(TCS),和硅烷(SiH₄)的生产;多晶硅铸锭炉;硅片,电池片,
及组件整线交钥匙服务。欲了解更多,请登陆gtsolar.com



太阳能产业扩展型制造管理软件



随着太阳能光伏产业逐渐趋于电网平价，各家厂商都在寻求途径迅速抢占市场，低成本、可重复的扩展型制造流程管理系统显得至关重要。Eyelit 已经在几个太阳能生产企业内成功部署，并持续提供可扩展的工厂整体解决方案，内容涵盖制造执行系统（MES）和质量管 理；整体过程成本可控，实施至速。随着太阳能光伏产品体系从研发转向批量生产，Eyelit产品套 组在生产中显示出绝对的优越性，如：生产流程可追溯性，工厂自动化，精益生产，执行仪 表盘，质量（SPC，非一致性，退料管理）以及设备维 修管理，并在此基础上极大帮助太阳 能生产企业进行识别，维护和持续的产品工艺改进。



www.eyelit.com
www.eyelitsystems.cn