

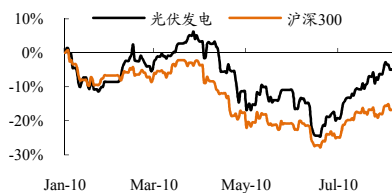


光伏发电：产业链趋向利润均分，一体化企业大有作为

光伏发电-绿色能源主题研究报告

首次评级：强于大市

相对沪深 300 表现 2010.08.24



表现	1m	3m	6m
太阳能发电	11.8%	10.3%	-3.0%
沪深 300	3.7%	2.9%	-16.8%

重点公司	6m%	YTD%	评级
南玻 A	-26.9%	27.83%	买入
天威保变	-9.9%	-16.53%	增持
银星能源	-13.6%	-13.00%	买入
航天机电	16.7%	18.51%	增持
海通集团	14.1%	5.39%	买入

相关报告

分析师

张晓霞 (S0350207120532)

联系人: 谭倩

电话: 0755-83711632

邮件: cathytanq@gmail.com

分析师申明:

分析师在此申明,本报告所表述的所有观点准确反映了分析师对上述行业、公司或其证券的看法。此外,分析师薪酬的任何部分不曾与,不与,也将不会与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

- **新能源激情重燃:** 修改后的《可再生能源法》和“新兴能源产业发展规划”,重燃国内绿色能源激情。海外装机扩张,刺激政策动向引导光伏发电进入高速发展时期。
- **产业链格局:** 产业链各环节从上至下,技术含量逐级递减,企业数目、竞争强度增加,毛利率下降。但随着多晶硅产能释放和全球装机需求扩张,各环节的价值增值差距正在缩小,产业链逐步趋向利润均分。目前,光伏产业还未拥有自身活力,行业发展主要依靠技术突破下的成本下降和政策扶持下的需求扩张。
- **技术突破引导发电成本下降:** 在 2010 年的政策、技术和原材料价格条件下,税后的平均发电成本约为 1.26 元/KWh;垂直一体化条件下,发电成本可降为 1.1 元/KWh;在新疆、甘肃等光照丰富地区发电成本约为 0.71 元/KWh。**2010 年 8 月 13 个光伏发电项目最低招标价 0.7288 元,并非“非理性”。**
- **刺激政策带动装机需求扩张:** 受德国、意大利、捷克等欧洲市场的补贴末班车效应影响,2010 年全球装机容量预计超过 12.7GWp。目前,世界各国政策倾向于增大补贴范围,但降低补贴深度,为我国太阳能电池、组件产业提供了巨大的出口扩张空间,也提出了更高的成本控制要求。国内装机市场受“金太阳示范工程”和“新兴能源产业发展规划”带动也逐步崛起。
- **投资风险:** 光伏产业受到政策、技术、经济、汇率等因素影响,波动性较大。企业面临政策导向转变,光伏各技术相对地位转换、经济形式变化下政府财政盈亏,外汇波动等风险。
- **投资建议:** 产业垂直一体化的公司,能提高利润空间,防范产业链调整带来的单环节风险;市场短期内仍以晶硅技术为主,涉足多元技术的公司具有更佳的防风能力和上涨空间。
- **公司推荐:** 重点关注南玻 A、天威保变、银星能源、航天机电、海通集团等产业一体化程度较高的公司,未来将有较大作为。

新能源市场重燃，看好光伏发电

（一）国家新政重燃绿色能源激情

随着传统能源的日益紧缺，新能源的开发与利用得到世界各国的关注。在全球金融危机下，中国宏观经济发展增速也有所趋缓，传统能源市场受到一定冲击，却给新能源发展带来新一轮的契机。目前，政府正着力优化能源产业结构，大力发展新能源及可再生能源，抓住时机调整结构。自 2010 年 4 月 1 日，修改后的《可再生能源法》正式实施，中国将设立可再生能源发展基金、实行对可再生能源发电的全额保障性收购。2010 年 7 月 20 日，国家能源局规划发展司司长江冰表示，国家能源局正在组织开展“十二五”能源发展规划的编制工作，重点围绕非化石能源比重和减排两个目标展开。“新兴能源产业发展规划”计划在 2011 年至 2020 年，对新能源预计累计增加投资 5 万亿元，每年可增加 1.5 万亿。《可再生能源法》和“新兴能源产业发展规划”，重燃市场对绿色能源的激情，为可再生能源，尤其是可再生能源发电产业构筑了“绿色通道”。

（二）新能源发电看好光伏产业

在核电、风电、太阳能三大新能源发电技术中，太阳能是最具长期发展潜力的方式。核电虽已具有大规模装机能力，但运行安全问题和长期燃料供给仍是影响其发展的症结；风电仍面临着并网难和较高的建设成本等问题，未来成本下降空间较小。

目前光电在总电力中的占比还很低，但是太阳能资源的充足性、广泛性、清洁性、安全性、及技术进步带来的潜在经济性使光电在长期能源战略中占有重要地位。据世界能源组织、欧洲联合研究中心、欧洲光伏工业协会预测，2020 年全球光伏发电将占总电力的 1%，到 2040 年光伏发电将占发电量的 20%。由此推算，全球光伏产业的增长率将高达 25%-30%。中国的光伏产业起步较晚，但是 2008 年开始进去高速发展，2009 的装机增长率超过 200%。截止目前，2010 年在光伏产业链中端企业产品订单已较 2009 年增长了 10 倍。

在国内外的良好发展势头下，光伏产业必然成为今年逆市中一个耀眼的板块。在过去 7 个交易日内，沪深 300 指数上涨 1.97%，太阳能发电板块上涨 3.49%，核电板块上涨 2.92%，风电板块上涨 2.74%。

光伏发电原理与各技术介绍

（一）光伏发电的原理、系统构成和使用情况

1. 光伏发电的原理

光伏发电是指利用光伏效应将太阳光能转化为电能的过程。其原理是当光照射在半导体或金属上，光子的能量被某个电子吸收，而电子吸收的能量足够大时，就能克服金属内部引力，逃逸出来形成电流和电压。

2. 光伏发电的主要设备

光伏发电系统主要由太阳能电池板（组件）、控制器和逆变器三大部分组成。完成光电转化的太阳能电池是发电系统的关键部分。太阳能电池，通常称为光伏电池。由一个或多个太阳能电池片组成的太阳能电池板称为光伏组件。

3. 光伏发电的使用情况

光伏系统可以独立使用也可以并网发电。上至航天器，下至家用电源，大到兆瓦级电站，小到玩具都可以使用光伏电源。目前，光伏发电产品主要用于四大方面：

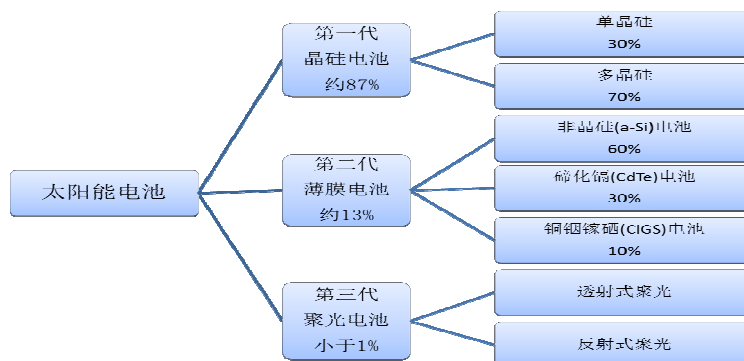
- 偏远山村等无电区域，提供生产、生活用电；
- 并网、离网光伏电站，在新疆、西藏、甘肃等地区运用广泛；
- 城市太阳能建筑一体化，促进建筑节能降耗、发展低碳经济；
- 日用电子产品，如太阳能充电器、路灯和坪灯等；

（二）太阳能电池各技术介绍

1. 主要技术分类及各自的市场地位

光伏发电系统的最主要成分是太阳能电池。太阳能电池的经历了晶硅、薄膜、聚光，三代技术的发展。各主要技术又衍生细分技术。2009 年，各技术的市场份额如下图所示：

图 1：2009 年太阳能电池各主要技术的市场份额



数据来源：国海证券研究所整理

第一代晶体硅电池：包括单晶硅电池和多晶硅电池，占市场主导地位，共有 87% 份额，其中多晶硅电池运用广泛，占晶硅电池市场的 70% 以上。

第二代薄膜电池：主要包括非晶硅(a-Si)电池、铜铟镓硒(CIGS)电池和

碲化镉(CdTe)电池。薄膜电池发展迅速,享有约13%的市场份额。

第三代聚光电池: 主要指多结 III-V 族半导体化合物(砷化镓 GaAs)电池。从聚光方式上分为投射式和反射式。目前聚光技术仍在试验阶段,仅有少量商业运用。

2. 各技术的生产和发电原理:

第一代: 晶硅技术

- 将工业化合硅提纯为太阳能级晶体硅。提纯过程主要采用改良西门子法或冶金法。
- 将高纯度晶硅用直拉或浇铸方式做成硅锭,经多线切割形成硅片。
- 将硅片高温扩散掺杂,与磷或碳化硼混合,制作电池的 P-N 极。
- 硅中的电子吸收光能后被激发, n 型一端的电子倾向向 p 型一端移动,导致硅层表面出现一端阴电荷和一端阳电荷。

第二代: 薄膜技术

- 选择非晶硅(a-Si)、二硒化铜、铜、镓(CIGS)或碲化镉(CdTe)等半导体材料作为光能的吸收剂和转换器。
- 将半导体材料镀到具有导电性的金属膜或柔性塑料薄膜等底材上。这个过程通常采用卷到卷方式制造,真空镀膜金属等技术。
- 薄膜技术将半导体材料与具有弹性的底材复合。使太阳能面板具有抗气候、抗撕裂、抗冲击,可踩踏,可展开,可卷积等特性。

第三代: 聚光技术

- 使用透镜或反射镜等聚光模块,将大面积的阳光汇聚到一个极小面积的光伏电池上。
- 运用抗高温、高转换效率的 III-V 族元素化合物作为光伏电池的主要材料,在聚光的高温条件下,吸收和转换大强度光能。
- 利用光敏传感器判断太阳光方向,安装太阳追踪系统,确保阳光垂直入射光伏电池。
- 配套冷却模块,为电池芯片降温,保证电池寿命和转换效率。

3. 各技术的相对优势

各技术间的比较主要是成本和转换率的博弈。晶体硅电池因转换率高是目前的主流品种。但薄膜电池有低成本优势,市场份额则呈上升趋势,如果薄膜电池转化效率提升至11%以上,性价比将更高。预计晶硅电池在“十二五”期间地位不被撼动,但相对优势还是取决于各技术的

发展速度。高转换率的聚光可能成为未来的发展方向。

表 1: 各技术的特性对比

技术		转换效率			造价成本	制造耗能	材料资源	污染/公害
		实验室	商业	2010E				
晶硅	单晶硅	25%	16%~20%	18%~22%	高	高	较丰富	小
	多晶硅	20%	14%~16%	17%~18%	较高	较高	较丰富	小
薄膜	非晶硅	15.30%	6%~8%	8%~10%	低	低	丰富	小
	铜铟镓硒(CIGS)	19.90%	10%~12%	10%~11%	中	低	稀缺	大
	碲化镉(CdTe)	16.60%	8%~11%	9%~14%	中	低	稀缺	大
聚光	砷化镓(GaAs)	41.6%	25%~29%	30%~35%	极高	高	稀缺	大

资料来源: 国海证券研究所整理

表 2: 各技术的发展现状和前景

技术		发展现状		发展前景	
		商业化进度	我国的发展	障碍	优势
晶硅	单晶硅	已商业量产	拥有完整产业链和国际领先企业	硅料提纯的技术和成本	转换率高, 技术成熟
	多晶硅	已商业量产	拥有完整产业链和国际领先企业	硅料提纯的技术和成本	转换率较高, 技术成熟, 比单晶硅成本低
薄膜	非晶硅	逐步商业量产	大批企业介入, 但设备、原材料被国外垄断	电池的自然衰减特性	耗能少, 设备简单, 适合大规模生产
	铜铟镓硒(CIGS)	逐步商业量产	国内少量企业逐步介入	工艺复杂, 尚未标准化, 铟原料稀缺	成本低, 性能稳定, 抗辐射
	碲化镉(CdTe)	已商业量产	国外公司垄断, 国内很少介入	镉原料有毒, 碲原料稀缺	工艺相对简单、标准, 低能耗,
聚光	砷化镓(GaAs)	少量商业试点	国内企业零星介入	成本高、技术复杂、受自然天气影响大	电池片用量少, 转换效率高

资料来源: 国海证券研究所整理

4. 各技术的代表公司:

太阳能电池的国际领先技术大多掌握在欧美发达国家。中国在晶硅电池技术上研发投入较多, 国内目前已拥有完整的产业链, 出现了一批国际领先企业。薄膜电池、聚光电池的主要技术则被国外企业垄断, 但不少国内企业也开始采用多种形式, 引进国外技术。

表 3: 太阳能电池各技术的代表公司

技术	国内主要企业	国际领先企业
晶硅	洛阳中硅、新光硅业、东汽峨半、江西塞维 LDK、江苏中能、宁夏阳光、神舟硅业、江苏顺大、南玻硅材料	Hemlock(美国)、Wacher(德国)、REC(挪威)、MEMC(美国)、Tokuyama(日本)、Sumitomo Titanium(日本)、Mitsubishi Material(日本)
非晶硅 薄膜	拓日新能、天威保变、华基光电、北仪创新、普乐	Oerlikon(德国)、ULVAC(日本)、XsunX(美国)、AMAT(美国)

铜铟镓硒薄膜	孚日股份、天威保变、安泰科技、拓日新能、正泰太阳能	Johanna Solar (德国)、Würth Solar (德国)、Global Solar (美国)、Showa Shell (日本)、Sulfur Cell (德国)、Honda Soltec (日本)
碲化镉 薄膜	成都阿波罗太阳能科技有限公司	First Solar (美国)、Abound Solar (美国)、CALYXO GMBN (德国)、Canrom Photovoltaics (美国)、PrimeStar Solar (美国)
砷化镓 聚光	万家乐、三安光电、哈高科、新华光、水晶光电、利达光电、东山精密	Morgan Solar (美国)、Concentrix (德国)

资料来源：ENF、国海证券研究所整理

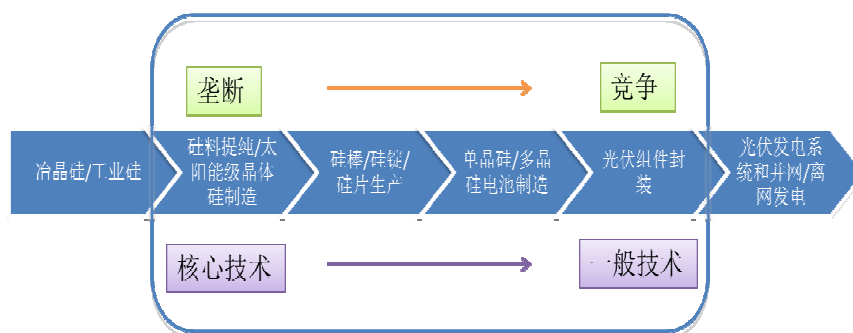
晶硅发电技术产业链结构逐步优化

(一) 全球晶体硅发电的产业格局

在光伏产业中，虽然新技术正在不断涌现，太阳能发电也在逐步走向多元化，但晶硅电池仍在我国占据着主导地位，2009年晶硅电池的市场份额仍高达87%，其中多晶硅电池占晶硅电池的70%。下面针对晶体硅技术下的光伏发电产业链结构和发展状况进行具体分析。

在晶体硅技术下，光伏发电产业链，从冶金硅/工业硅开始依次包括，硅料提纯/太阳能级晶体硅制造，硅棒/硅锭/硅片生产，单晶硅/多晶硅电池制造，光伏组件封装，光伏发电系统和并网/离网发电。

图2：晶硅技术下的光伏发电产业链



资料来源：国海证券研究所

产业链特点：

- 从技术门槛上看，从硅料提纯到组件封装技术含量逐级降低。
- 从市场结构上看，不同环节的企业数目由上至下逐渐增加，呈“金字塔”结构，各环节的市场竞争程度也逐步增强。
- 从产业链价值增值上看，各环节的毛利率从上到下逐步下降。
- 从空间分布上看，硅料提纯大多分布在欧、美、日等发达国家；处于产业链中、下游的单晶硅/多晶硅电池制造和光伏组件封装企业则分布较广泛，扩展到拉美、亚洲、非洲等欠发达地区。

全球光伏产业的结构特点源于技术的差异。硅材料的提纯是产业链

中最核心的环节，技术含量最高，价值增值最大。目前，多晶硅材料提纯技术，被美、日、欧等少数发达国家掌控。这些国家创新研发提纯技术，严格控制技术转移，然后通过技术授权把生产制造环节移到其他国家。而电池制造和组件封装的技术要求低，增值价值不大，许多发展中国家则积极利用其廉价劳动力的优势，大力发展下游产业。

表 4：晶硅光伏发电产业链各环节的市场结构

产业链环节	进入难度	市场结构	地理分布	平均毛利润率（2008）	平均毛利润率（2010E）
硅料提纯	高	寡头垄断	集中	50%-60%	15%-20%
硅片生产	较高	垄断竞争	较集中	20-30%	25-30%
电池生产	较低	接近完全竞争	较分散	10%-15%	5%-10%
组件封装	低	完全竞争	分散	5%-10%	10%-15%

资料来源：国海证券研究所整理

上表显示 2008 年与 2010 年行业各环节平均毛利润的变化幅度较大，各环节间的价值增值差距正在缩小，产业链逐步趋向利润均分。硅料提纯的毛利润大幅缩水主要来自各发展中国家的晶硅生产项目的建成和投产，竞争加剧，垄断优势削弱。多晶硅价格的降低，直接导致硅片生产环节的利润上升。太阳能电池方面，在各国刺激政策下，短期的产能和产量大幅增长，使行业格局已经接近完全竞争，利润率降低。组件封装环节，受到电池成本下降，全球装机需求量迅猛扩张的双重利好因素影响，利润率有所增长。

（二）我国晶硅发电产业链逐步实现结构优化

我国的光伏发电产业从过去集中从事组件封装，99%的硅料来源于进口，95%的电池组件用于出口的状况，逐步向完整的产业链发展。在多晶硅提纯和终端并网发电环节上都有较大发展，逐步实现产业结构优化，降低发电成本，提高利润空间。

1. 硅料提纯/太阳能级晶体硅的制造

行业特点：

- 技术要求高，太阳能级硅材料纯度需达到 99.9999%以上。
- 投资方成本高，年产能超过 1000 吨才能显示规模效益。
- 能源门槛高，生产 1000 吨多晶硅的生产线需要供电装机容量为 9.8 万千瓦，年总用电量为 2.5 亿千瓦时。
- 多晶硅价格近年下降幅度大，行业毛利率减少。

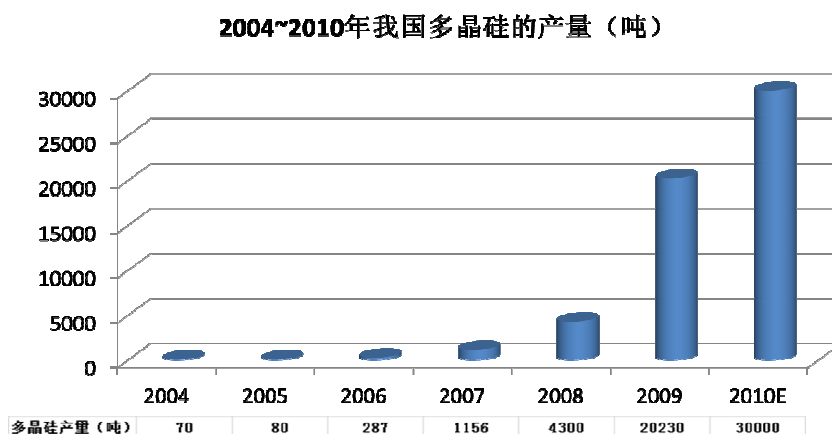
我国多晶硅工业起步于 20 世纪 50 年代，60 年代中期实现了产业化

生产。但由于国外技术先进，产品质量高且成本低，到2004年，我国99%多晶硅原料仍然依靠进口。

在国内外光伏市场的拉动下，我国多晶硅产业自2005年开始实现大发展，大批企业陆续采用改良西门子法进入多晶硅提纯环节。

如下图所示，我国多晶硅产量逐年递增而且增幅很大。2008年多晶硅产量4300吨，2009年产量20230吨，2009年在建和已经投产的产能7万吨，2010年预计产量3万吨，并达到10万吨的产能。我国的多晶硅生产已实现50%自产。新光硅业、洛阳中硅、江苏中能、江西赛维LDK等公司是多晶硅行业中的领先者。

图3：2004-2010年我国多晶硅年产量



资料来源：中国新能源网、国海证券研究所整理

表5：2010我国部分在建或即将投建的多晶硅项目

公司名称	预期产能(吨/年)	预期投产年份	技术类型
潞安高纯硅业科技发展有限公司	5000	2010	改良西门子法
大陆新能源产业投资公司	3000	2010	改良西门子法
昆明冶研新材料股份有限公司	3000	2010	改良西门子法
六九硅业有限公司	3000	2010	硅烷法
内蒙古盾安光伏科技有限公司	3000	2011	改良西门子法
内蒙古鄂尔多斯多晶硅业有限公司	3000	2010	改良西门子法
湖北晶星科技股份有限公司	1500	2010	改良西门子法
湖南创科硅业有限公司	1500	2010	改良西门子法
江西景德半导体新材料有限公司	1500	2010	改良西门子法
内蒙古锋威硅业有限责任公司	1500	2010	改良西门子法
陕西威斯特硅业有限公司	1500	2012	其他工艺
武汉东立光伏电子有限公司	1500	2010	改良西门子法
北京中晶华业科技有限公司	1200	2010	改良西门子法

资料来源：ENF，国海证券研究所

价格下滑和“产能过剩”下，中国的多晶硅产业仍有较大发展

- 抓住产业利润核心，打破国外技术垄断

在价格下降的形势下，多晶硅环节仍是光电产业链上的最大增值环节。企业可通过技术研发，掌握提纯先进技术，获得更大利润和竞争力。

- 规模效应，赢取利润空间

多晶硅生产具有规模效应，一般临界规模为2000吨/年，低于1000吨/年的被认为不具经济性，而我国的大多数企业的产量远低于1000吨。预计未来通过实现规模化我国的多晶硅生产成本仍有较大下降空间。

- 高质量多晶硅仍然短缺，价格持续下降的空间小

受全球经济危机和技术提高的影响，多晶硅价格从2008年的300-400美元/kg，回落到50-55美元/kg。但目前中国仍有一半多晶硅料依靠进口。高质量的国产多晶硅依然短缺。2010年中国装机容量预计增长200%，而多晶硅产量增速约为50%。虽然中国有大批在建项目，但规划产能不会在短期大量释放。**供求不平衡决定多晶硅价格持续下降的空间较小，多晶硅生产厂商仍能保持20%的利润。**在今年8月多晶硅价格已经反弹到65美元/kg附近。

- 长期发展依靠技术进步，激发产业链活力，实现利润转型

多晶硅产业的长期发展必然要从高利润，低产量走向相对薄利多销。长期发展依赖于技术提高和成本下降，以降低光伏发电成本，提高光伏产业的自生活力，以寻求光电普及带来的多晶硅长期大规模需求。

2. 硅棒/硅锭/硅片生产

行业特点：

- 技术门槛、投资规模、能耗较大，但远低于硅材料提纯环节。
- 市场结构属于垄断竞争，其核心企业来自日本、德国和挪威的公司。
- 受全球晶硅电池发展的拉动，硅片需求稳健增长。
- 行业利润在很大程度上受到硅料价格和薄片化技术的影响。

由于全球晶硅电池需求量增大，从2003年起，中国太阳能级晶体硅锭产量开始快速增长。硅棒/硅锭/硅片生产的技术主要包括多晶硅铸锭（或单晶生长）、切方滚磨、用多线切割机切片和化学腐蚀抛光。我国的赛维LDK、天威英利、常州天合、有研硅股、精工科技分别以切片或提供铸锭设备的方式进入这个产业环节。

截止到2009年，全国已有近60家硅锭、硅片生产企业，总产能达到3万吨、产量2万吨。

薄片化技术推动硅片行业发展

硅片的成本受到硅料价格和硅片厚度影响。硅料价格一定，降低硅片厚度，是硅片行业降低成本，提高利润率的主要途径。目前，工业硅片切割厚度已经降至160 μm ，硅用量降至8g/Wp，从04年水平下降了33%。预计2020年，硅片厚度将降低到80~100 μm 。不考虑硅料价格的下降，硅片成本仍然有20%~30%的下调空间。

表 6：硅片的厚度的发展状况

年份	硅片厚度(μm)	硅用量(g/Wp)	65 美元/kg 硅价下，硅片成本(美元/Wp)
2004	300	12	0.78
2005	240	11	0.72
2006	200	10	0.65
2007	180	9	0.59
2008	170	8.5	0.55
2009	160	8	0.52
2010E	150	7.5	0.49

资料来源：国海证券研究所整理

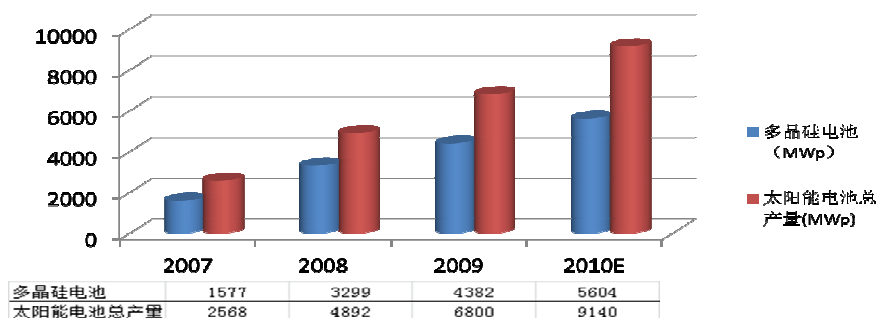
3. 单晶硅/多晶硅电池制造

行业特点：

- 生产技术门槛、进入壁垒较低，企业数量大，分布广泛。
- 市场需求是发展的根本动力，行业发展速度快。
- 原材料紧缺限制了电池生产能力的充分发挥。

在欧盟等地区光伏市场的拉动下，2007年，中国太阳能电池产量约1060MWp，高于以前历年产量之和。2008年，产量约为2455MWp，同比增长131%。截至2009年底，有近62家企业，以无锡尚德、天威英利和河北晶澳为首。目前有很多的国内企业产品通过了UL和TUV国际认证，进入国际市场。2009年，产能达到8000MWp，产量达4382MWp，超过全球产量的40%。中国已成为全球第一大太阳能电池生产国。

图 4：近年来我国太阳能电池产量



资料来源：ENF, 国海证券研究所整理

太阳能电池要走高质量、高技术路线，把握国内市场

太阳能电池是我国光伏产业的主要战场，在引进国外技术上，通过消化、吸收和自主研发，已实现国产化。2009 年产量为 4382Mwp，超过全球太阳能总产量的 40%，国产的太阳能电池 90%用于出口。

但太阳能电池生产因为生产技术门槛、进入壁垒较低，竞争激烈等因素，同质化严重，利润率低。行业的未来发展要重视技术开发，通过提高产品质量，抢占国际份额。

同时，随着国内装机量的增加，把握国内市场，调整收入的国内外结构，是太阳能电池企业，抵抗国外经济、汇率风险，保持长期稳定增长的必要策略。

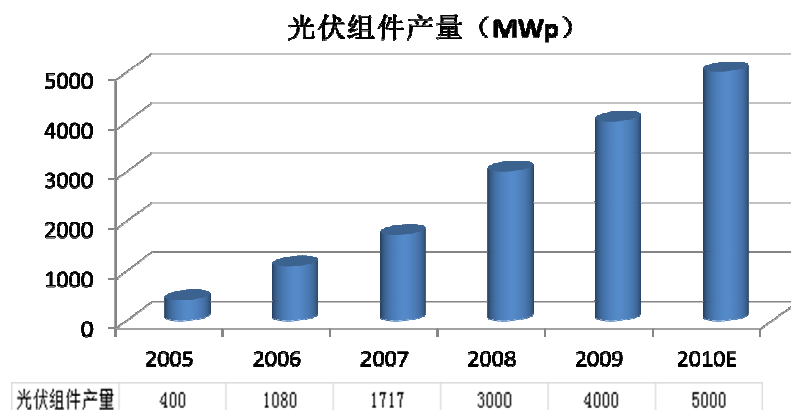
4. 光伏组件封装

行业特点

- 组件封装技术含量较低，适合劳动密集型中小企业。
- 投资少、建设周期短，但高污染和高耗能。
- 大量欠发达国家的企业进入，空间分散程度高，市场完全竞争。

太阳能电池通过封装保障使用寿命。其技术包括单片焊接、片间互连等纯手工操作。技术门槛低，投资少，建设周期短等特点吸引大量的我国企业进入。组件封装产业在中国发展旺盛，目前已有近 350 家企业。2008 年底，总产能达 4000MWp，产量 3000MWp，与 2007 年的 1717M 的产量相比，增长了 74.7%。2009 年产量超过 4000MWp，现有产能 6580MWp。2010 年预计产量超过 5000MWp。

图 5：2005~2010 年我国光伏组件产量的变化趋势。



资料来源：ENF, 国海证券研究所整理

随着光伏产业的发展，光伏组件的需求量有望持续上升。尤其是在欧洲、日本等一些国家，光伏发电成本已经接近零售电价，未来光伏发

电的普及，为光伏组件提供了强大的需求支持。组件封装产业的平均毛利已由 2007 到 2008 年的 5%，上升至约 15%。**中国企业可充分利用劳动力密集的优势，发展组件封装产业。**

5. 光伏发电系统和并网/离网发电

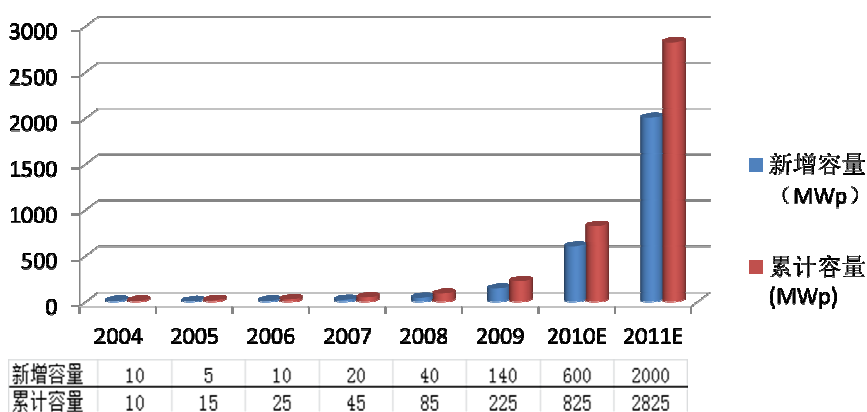
行业特点：

- 投资大，建设周期长，现金回流慢。
- 全球装机容量剧增，技术开发、成本降低是发展的主要原因。
- 发电成本仍高于零售电价，需求主要依赖政府的补贴和采购。
- 光伏发电的终端需求是带动整条产业链向前发展的根本动力。

中国光伏市场，起步晚，发展相对缓慢，市场狭小。从上世纪 80 年代起开始推广，但由于发电成本高，没有大规模铺开。2002 年~2004 年，国家发改委实施了“送电到乡”工程，总装机容量 19.6MWp。2007 年，在国家发改委发布《可再生能源中长期发展规划》后，新装机量约 20MWp。2008 年新装机量约为 40MWp。但 2008 年，世界的新增安装总量为 5600MWp。2008 年，中国光伏的安装量占世界总安装量的 0.71%。

2009 年以来，财政部出台光电建筑补贴政策和金太阳示范工程项目，全国有 63 个兆瓦级光伏项目处于建成、在建或拟建阶段。2009 年新增装机 140MWp，总装机量达 225MWp。2010 年 6 月，发改委与国家能源局批准了 95 个项目，共计 18.6GWp 的装机容量。在政策的驱动下，预估 2010 年新增装机量为 600MWp，2011 为 2000MWp。

图 6：中国光伏系统装机容量的发展情况



资料来源：ENF, 国海证券研究所整理

政府支持和成本下降是光伏发电行业发展的关键

2009 年全球太阳能新增装机容量达 7200MWp，其中德国新增太阳能装机容量达 3806MWp，超过了全球总装机的一半。中国约 140MWp 的新增

安装量与世界的领先国家相比还有非常大差距。目前，部分发达国家如意大利、日本的光伏发电成本已经接近该国零售电价，光伏发电与火电风电相比已经具备竞争能力，能通过自身活力提高需求。而光电成本较高的国家，光伏产业的发展还依赖于政府政策，对光伏产业的投资补贴以及对光电上网电价的补贴购买。

随着上游产业的技术进步，多晶硅价格的下降，我国的光伏发电成本已逐步下降。同时，2009 年以来，财政部等部门出台了《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理办法》、《可再生能源建筑应用城市示范实施方案》、《金太阳示范工程财政补助资金管理暂行办法》、《加快推进农村地区可再生能源建筑应用的实施方案》等多项条款。目前，能源局也正在组织编制《2011-2020 年的新兴能源产业发展规划》。我国的新能源政策为光伏企业创造了良好的政策支持和盈利空间，中国的光伏产业未来必将更快增长。

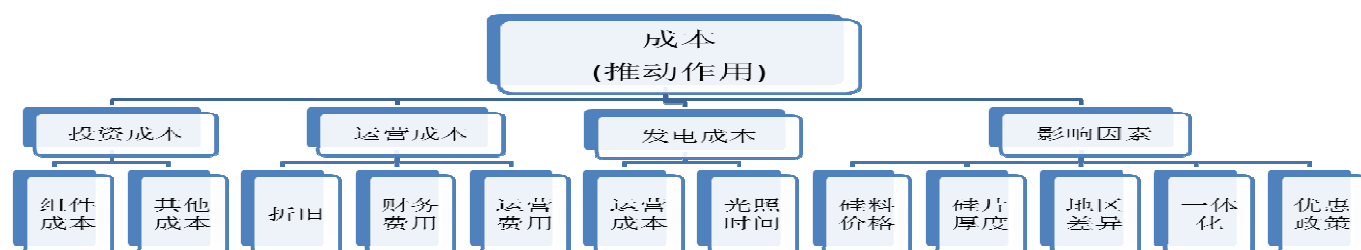
晶硅电池光伏发电的成本分析

光伏发电的成本大致可分为电站建设的投资成本和电站启用后的运营成本。光伏组件成本是投资成本的主要组成部分。**多晶硅提纯技术突破和硅片厚度改良是降低光电成本的主要途径。**此外，不同地区的光照时间差异，产业垂直一体化程度和政府政策变化对发电成本也有显著影响。

现实中，电站的投资和运营包括很多细分费用，本章我们采取较为简单的模型，从几项较大的费用入手，估测发电成本和投标电价。模型以目前光伏发电市场各环节的平均成本和利润，政府的最新政策，平均年发电小时数为假设。根据计算，**在最新的政策、技术和原材料价格条件下，税后的平均发电成本约为 1.26 元/KWh，在 10% 的利润空间下，拟上网电价约为 1.38 元/KWh。垂直一体化条件下，发电成本可降为 1.1 元/KWh；**在新疆、甘肃等光照丰富地区发电成本约为 0.71 元/KWh。

2010 年 8 月，国内第二轮光伏电站招标落幕，13 个项目招标电价均跌破 1 元，最高电价为 0.9907 元，最低电价为 0.7288 元，平均电价为 0.8469 元。这次招标项目在陕西、青海、甘肃、内蒙古、宁夏、新疆 6 个省(区)，年平均有效发电时间可超过 2800 小时，同时中标企业均为大型央企、国家电力公司，在多晶硅提纯、电池制造等上游产业拥有子公司或战略合作伙伴。其投标电价并非“非理性”。

图 7：光伏发电的成本分析结构图



资料来源：国海证券研究所

（一） 并网光伏发电的投资成本分析

电站建设的投资成本主要包括光伏组件、逆变器和输电器、电站的建设安装（土地、支架）等。投资成本以折旧形式转换到电价中。

1. 光伏组件成本

光伏组件成本的最主要部分是多晶硅原材料成本。我们从多晶硅价格开始，引入硅片、电池、组件的各环节的附加成本和毛利润，最终推导每瓦光伏组件的价格。

目前多晶硅价格大约为 65 美元/Kg，硅片厚度为 160um，对应的硅用量是 8 g/Wp。每瓦的多晶硅材料成本约为 0.52 美元/Wp 或 3.54 元/Wp，每瓦组件价格约为 14.26 元。

表 7：组件成本的计算假设

多晶硅价格（美元/Kg）	65	汇率	6.8
硅片的硅用量（g/Wp）	8	硅片的毛利率	30%
太阳能电池其他成本（美元/Wp）	0.8	太阳能电池的毛利率	10%
光伏组件的其他成本（美元/Wp）	0.2	光伏组件的毛利率	15%

资料来源：国海证券研究所

表 8：光伏组件成本（每瓦）

光伏组件各成本环节	美元/Wp	人民币/Wp
硅料成本=硅用量* 硅价格/1000	0.52	3.54
硅片价格=硅料成本*（1+硅片毛利率）	0.68	4.60
电池成本=硅片价格+电池其他成本	1.48	10.04
电池价格=电池成本*（1+电池毛利率）	1.62	11.04
组件成本=电池价格+组件其他成本	1.82	12.40
组件价格=组件成本*（1+组件毛利率）	2.10	14.26

资料来源：国海证券研究所

2. 总投资成本

投资成本还包括建设安装（含土地、支架、安装）、逆变器、输电器、设备运输和入网监测费用。2009 年，“金太阳示范工程”对建设周

期不超过1年，运行期不少于20年，业主单位总资产不少于1亿元，资本金不低于总投资的30%的光伏发电项目实行50%~70%的投资补贴。根据计算，目前每瓦投资成本为约27.06元，在50%的补贴假设下，企业的投资成本为每瓦13.53元，光伏组件成本占总投资成本的52.7%。

表9：光伏发电的投资成本（每瓦）

投资成本各组成部分	人民币/Wp	成本占比
光伏组件	14.26	52.7%
建设安装（土地、支架、安装）	7.00	25.9%
并网逆变器	2.00	7.4%
输电器	1.00	3.7%
设备运输	0.80	3.0%
安装调试&入网检测	2.00	7.4%
合计投资成本	27.06	100.0%
政府的投资补贴	50%	
企业投资成本	13.53	

资料来源：国海证券研究所

（二）并网光伏发电的运营成本分析

光伏发电的运营成本主要包括固定资产折旧，财务费用，和工资、维修等运营费用。其中：

利息=企业的投资成本*负债率*利息率

折旧=总投资成本*（1-残值率）/折旧年限

基于“金太阳示范工程”的要求，我们假设负债率为70%，折旧年限20年，合计每瓦的年运营成本为约1.93元，其中折旧占比63.1%。

表10：运营成本的计算假设

负债率	70%	利率	5.00%
折旧年限	20	残值率	10%

资料来源：国海证券研究所

表11：光伏发电的运营成本（每瓦）

运营成本各组成部分	人民币/Wp	成本占比
折旧=合计投资成本*（1-残值率）/折旧年限	1.22	63.1%
财务费用	0.47	24.5%
其中：债务融资=企业投资成本*负债率	9.47	
利率	5%	
运营费用	0.24	12.4%
其中：工资及福利费用	0.08	
年运行及维护费用	0.08	
设备大修费用	0.08	
合计运营成本	1.93	100%

资料来源：国海证券研究所

(三) 发电成本和拟投标上网电价分析

发电成本(元/KWh)由发电系统每瓦装机的年运营成本和年有效发电小时数共同决定,并受到增值税的影响。拟投标上网电价还要在发电成本上加上5%~10%的利润空间。根据下表的计算,税前平均发电成本为1.07元/KWh,增值税后的平均发电成本为1.26元/KWh,10%利润空间下的拟投标上网电价约为1.38元/KWh。

表 12: 发电成本的计算假设

年有效发电小时数	1800	增值税税率	17%
利润率	10%		

资料来源:国海证券研究所

表 13: 光伏发电成本及拟投标上网电价(元/KWh)

每瓦装机的年发电量(KWh)=有效发电小时数/1000	1.80
税前发电成本=合计运营成本/每瓦装机的年发电量	1.07
增值税率	17%
税后发电成本	1.26
利润率	10%
拟投标上网电价(元/KWh)=发电成本*(1+利润率)	1.38

资料来源:国海证券研究所

(四) 发电成本对各影响因素的敏感性分析

1. 模拟多晶硅价格波动的影响

光伏组件成本占投资成本的50%以上,多晶硅的价格是影响发电成本一个主要因素。从2008年到2010年多晶硅价格从350美元/Kg,下跌到50美元/Kg,促进了下游太阳能电池和发电产业的发展。目前,多晶硅价格回升到65美元/Kg。我们预测多晶硅价格上升空间不大,但其再度大幅下跌,突破50美元/Kg关口的可能性也较小。预计多晶硅价格短期内会在50~70间调整。如果多晶硅价格回落到50美元/kg,现有技术下发电成本可以降到1.20元/KWh,上网电价1.32元/KWh。下图展示多晶硅价格调整对发电成本和拟招标上网电价的影响。

表 14: 多晶硅价格波动对发电成本的影响

多晶硅价格 (美元/Kg)	组件价格 (美元/Wp)	组件价格 (人民币/Wp)	投资成本 (人民币/Wp)	运营成本 (人民币/Wp)	发电成本 (人民币/KWh)	拟上网电价 (人民币/KWh)
50	1.90	12.92	25.72	1.85	1.20	1.32
52	1.93	13.10	25.90	1.86	1.21	1.33
54	1.95	13.28	26.08	1.87	1.22	1.34
56	1.98	13.46	26.26	1.88	1.22	1.34
58	2.01	13.63	26.43	1.89	1.23	1.35
60	2.03	13.81	26.61	1.90	1.24	1.36

62	2.06	13.99	26.79	1.91	1.24	1.37
64	2.08	14.17	26.97	1.93	1.25	1.38
66	2.11	14.35	27.15	1.94	1.26	1.38
68	2.14	14.53	27.33	1.95	1.27	1.39
70	2.16	14.71	27.51	1.96	1.27	1.40

资料来源: 国海证券研究所

2. 模拟硅片厚度改进的影响

硅片厚度的变化, 其实是指技术进步引发转换效率的提高, 每瓦转换效率下硅材耗量的降低。目前商业使用的最先进的硅片技术达到 160um, 8g/Wp。但 150um, 7.5g/Wp 的硅片技术已通过验证, 逐步推入市场, 该技术下发电成本下降到 1.24 元/KWh, 拟招标电价为 1.36 元/KWh。

表 15: 硅片厚度改进对发电成本的影响

硅片厚度 (um)	硅用量 (g/Wp)	组件价格 (元/Wp)	投资成本 (元/Wp)	运营成本 (元/Wp)	发电成本 (元/KWh)	拟上网电价 (元/KWh)
150	7.5	13.90	26.70	1.91	1.24	1.36
160	8.0	14.26	27.06	1.93	1.26	1.38
170	8.5	14.62	27.42	1.95	1.27	1.40
180	9.0	14.99	27.79	1.98	1.28	1.41

资料来源: 国海证券研究所

3. 模拟地区光照差异的影响

在光伏发电的基本模型中, 我们假设全年有效发电时间为 1800 小时。但由于各地区光能资源分布的不均, 西藏、新疆、甘肃等光照丰富地区的实际有效发电时间可达到 3000 小时; 相反四川、贵州等贫乏地区, 有效发电时间不达 1200 小时。有效发电时间越长, 平均到单位 KWh 上的光伏发电成本越小。以 2010 年的政策、技术和原材料价格计算, 光伏发电成本在新疆、甘肃等地区实际可为降低到 0.71 元/KWh。2009 年敦煌 10 兆瓦并网项目中出现的 0.69 元/KWh 投标价, 在考虑电站建设和运营期间的需求、技术的发展, 敦煌的光照时间, 与上游组件商的战略合作的条件下, 也并非完全不合理。

表 16: 地区光照差异对发电成本的影响

代表地区	年有效发电小时数	发电成本 (元/KWh)	拟投标上网电价 (元/KWh)
四川、贵州	1200	1.88	2.07
湖北、黑龙江、	1600	1.41	1.55
广东、江苏、安徽、福建	2000	1.13	1.24
山东、河南、吉林、辽宁、云南	2400	0.94	1.04

宁夏、内蒙古、河北、山西	2800	0.81	0.89
西藏、新疆、青海、甘肃、	3200	0.71	0.78

资料来源: 国海证券研究所

4. 模拟产业一体化的影响

通过产业一体化时, 公司可利用转移定价, 空出中间毛利润, 以获得更低的发电成本, 争取市场优势; 或者在相同的上网电价下, 获得更大的利润空间。当完全产业垂直一体化时, 中间产品的毛利润率为 0%, 其他条件不变, 不考虑管理成本增加, 组件价格可降到 10.34 元/Wp, 发电成本为 1.1 元/KWh, 10% 利润空间下的上网电价为 1.21 元/KWh; 或者在非垂直一体化的 1.38 元/KWh 的上网电价下, 实现 25.9% 的利润率。

表 17: 垂直一体化对发电成本的影响

对比项目	非垂直一体化	垂直一体化
硅片的毛利率	30%	0%
太阳能电池的毛利率	10%	0%
光伏组件的毛利率	15%	0%
组件价格	14.26	10.34
合计投资成本	27.06	23.14
合计运营成本	1.93	1.69
税后发电成本	1.26	1.10
拟投标上网电价 (元/KWh)	1.38	1.21
1.38 元/KWh 上网电价下的利润率	10%	25.9%

资料来源: 国海证券研究所

5. 模拟政府政策变化的影响

基本模型中政策因素包括补贴投资成本的 50%, 利率 5%, 增值税 17%。但各地方政府, 对不同条件企业的刺激政策有一定差异。例如对偏远无电地区的发电系统最高可补贴 70%, 一些地区施行 4% 的优惠利率或低至 6% 的增值税率。下表模拟三种政策的变化对发电成本的影响。

表 18: 投资补贴对发电成本的影响

补贴率	总投资 (元/Wp)	企业投资 (元/Wp)	发电成本 (元/KWh)	拟上网电价 (元/KWh)
0%	27.06	27.06	1.56	1.72
30%	27.06	18.94	1.38	1.52
40%	27.06	16.24	1.32	1.45
50%	27.06	13.53	1.26	1.38
60%	27.06	10.82	1.19	1.31
70%	27.06	8.12	1.13	1.25

资料来源: 国海证券研究所

表 19: 优惠利率对发电成本的影响

利率	财务费用(元/Wp)	发电成本(元/KWh)	拟投标上网电价(元/KWh)
4.00%	0.38	1.19	1.31
4.50%	0.43	1.22	1.35
5.00%	0.47	1.26	1.38
5.50%	0.52	1.29	1.41
6.00%	0.57	1.32	1.45

资料来源: 国海证券研究所

表 20: 优惠税率对发电成本的影响

增值税税率	税前发电成本(元/KWh)	税后发电成本(元/KWh)	拟投标上网电价(元/KWh)
5%	1.07	1.13	1.24
9%	1.07	1.17	1.29
13%	1.07	1.21	1.33
17%	1.07	1.26	1.38

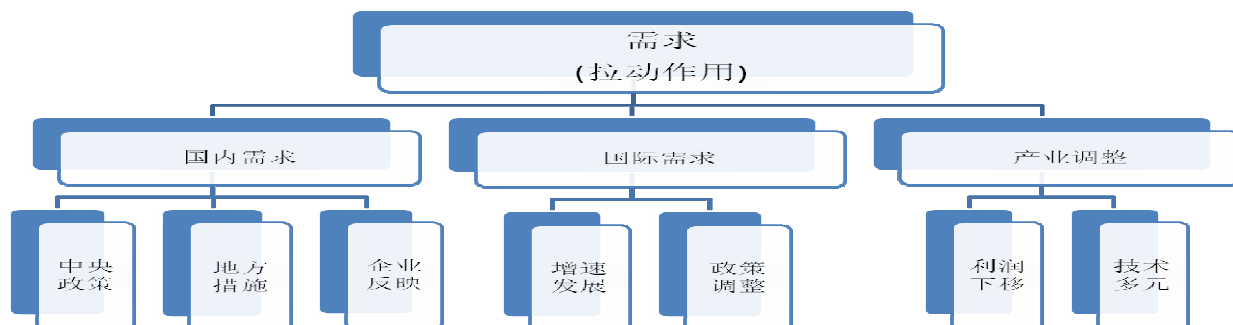
资料来源: 国海证券研究所

光伏发电的需求分析

目前, 光伏产业还未拥有自身活力, 行业终端的装机需求依赖各国的刺激政策。受德国、意大利、捷克等欧洲市场的补贴末班车效应影响, 2010 年全球装机容量预计超过 12.7GWp。目前, 世界各国政策倾向于增大补贴范围, 但降低补贴深度, 为我国太阳能电池、组件产业提供了巨大的出口扩张空间, 也提出了更高的成本控制要求。国内装机市场受“金太阳示范工程”和“新兴能源产业发展规划”带动也逐步崛起。

从需求方面看, 未来光伏产业的发展潜力巨大, 出口和内需市场共同扩张。同时, 产业链结构调整, 多元技术的研发和推出, 也为光伏企业创造了新的市场空间。

图 8: 光伏发电的需求分析结构图



资料来源: 国海证券研究所

(一) 关注国内光伏发展, 支持政策下需求可观

目前国内的光伏发电的平均成本大约是 1.3 元/KWh, 与火电煤电成

本相比仍有很大的距离。光电产业的发展主要依赖国家的政策导向，给予光伏企业合理利润，引导产业发展。

国家政策主要包括：投资补贴、统一收购、优惠利率、优惠税收等。

投资补贴指对符合一定条件的企业，对其投资光伏发电系统的成本进行补贴。统一收购是指对用户侧所发电量自发自用外的富余电量以及大型光伏发电项目所发电量按国家核定的上网电价收购。同时，政策对符合一定要求的企业，还实行优惠贷款利率和税率，以及技术科研支持。

我国的光伏政策以 2006 年出台并于 2010 年 4 月修改的《中华人民共和国可再生能源法》为指导核心。2009 年后，中央及地方陆续出台各项新能源和光伏发电的产业发展规划和实施细则，将刺激政策落到实处。在国内各项政策的引领下，2009 年，我国光伏产业的各个环节都有了突飞猛进的发展。目前，中央刺激政策还在不断细化和落实。而正在等待国务院审批的“新兴能源产业发展规划”，是一个新的利好消息。该规划预计在 2011-2020 年，对新能源增加 5 万亿元的直接投资，为国内光伏产业的未来需求提供了强大的支持。

1. 中央政策不断出台，提供指导思想和发展规划

表 21：光伏产业的主要中央政策

法规/计划	时间	针对光伏产业的主要内容
《中华人民共和国可再生能源法》	2006. 01. 01	● 全额收购电网企业的发电量。 ● 给出合理成本加合理利润的上网电价，超常规电价部分在全国电网分摊。
	2010. 04. 01 修改	● 设立“可再生能源发展基金”，资金来源源于国家财政的专项资金和依法征收的可再生能源电价附加收入。基金用于支持科学技术研究，示范工程，农村、偏远地区的建设等项目。 ● 将“全额收购制度”修改为“全额保障性收购制度”，对符合可再生能源发展规划，经行政许可或备案，符合并网技术标准的可再生能源必须全额收购。
《可再生能源中长期发展规划》	2007. 06. 07	● 2010 年，国内太阳能发电装机容量达到 300MWp，2020 年达到 1800MWp。 ● 采用户用光伏发电或小型光伏电站，解决偏远无供电问题；在大中城市建设建筑一体化的屋顶太阳能并网光伏发电设施；在内蒙古、甘肃、新疆的荒漠、戈壁、荒滩等地，建设太阳能热发电示范项目。
《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理暂行办法》	2009. 03. 23	● 对城市建筑一体化应用和农村及偏远地区建筑光电利用给予财政补贴。 ● 补助条件：单项工程装机容量不小于 50KWp；单晶硅光效率应超过 16%，多晶硅产品效率应超过 14%，非晶硅光电产品效率应超过 6%。

《可再生能源建筑应用城市示范实施方案》	2009. 07. 06	● 2年内,设立具有一定规模的可再生能源建筑应用面积。地级市不应低于 200 万平方米或比例不低于 30%;直辖市、副省级城市不低于 300 万平方米。 ● 中央财政将对示范地区予以专项补助。每个示范城市的补助基准为 5000 万元,最高不超过 8000 万元;各省申请示范的地级市不超过 3 个。
《加快推进农村地区可再生能源建筑应用的实施方案》	2009. 07. 06	● 国家重点扶持农村中小学可再生能源建筑应用和县城(镇)、农村居民住宅以及卫生院等公共建筑可再生能源建筑一体化应用。 ● 2009 年补助一体化太阳能热利用 15 元/平方米,以分户为单位的太阳能浴室、太阳能房等按新增投入的 60%予以补助。
《金太阳示范工程财政补助资金管理暂行办法》	2009. 07. 19	● 补助用户侧并网光伏发电示范项目,偏远地区的光伏、风光互补、水光互补发电示范项目,大型并网发电项目,光伏发电技术产业化示范项目和光伏发电基础能力建设项目等。 ● 补贴标准:对并网光伏发电项目,按光伏发电系统及其配套输配电工程总投资的 50%给予补助;偏远无电地区按总投资的 70%给予补助。 ● 补贴门槛:单个项目装机容量不低于 300KWp,建设周期不超过一年,运行期不少于 20 年;并网光伏发电项目总资产不少于 1 亿元,项目资本金不低于总投资的 30%。 ● 科技支持:对于光伏发电关键技术产业化和基础能力建设项目,通过贴息和补助的方式给予支持。
《新兴能源产业发展规划》	等待审批	● 2011 年至 2020 年,对新能源预计累计增加投资 5 万亿元,每年可增加产值 1.5 万亿。 ● 将 2007 年《可再生能源中长期发展规划》对 2020 年的光伏规划的 1.8GWp 增加到 20GWp。

资料来源:中国新能源网、国海证券研究所整理

受陆续出台的刺激政策,尤其是“金太阳工程”的推动,国内光伏市场开始启动。2010 年光伏装机内需预计超过 600MWp,正在审核并即将出台新一轮的光伏补贴政策更为强烈,国内光伏市场有望迅猛扩张。

2. 省市地方积极响应,刺激政策落到实处

表 22: 主要省、自治区、直辖市的光伏发展规划和成果

省/直辖市	光伏政策实施计划及初步成果
甘肃	● 2009 年 3 月,敦煌发起我国首个光伏并网招标项目,中广核联合体以 1.09 元/千瓦时价格投得。2009 年 9 月 8 日,国投华靖投得的敦煌第二个 10MWp 并网发电示范项目也开工建设。 ● 目前,中广核项目已有 4MWp 实现并网发电,累计发电 107 万千瓦时;国投敦煌项目已有 8.8MWp 实现并网发电,累计发电 148 万千瓦时。 ● 在项目建设用地上采取无偿划拨的方式;按《敦煌市招商引资优惠政策》,采用最低收费标准。 ● 编制《敦煌太阳能产业区发展规划》,规划在 2010 年~2025 年,打造千万千瓦级光伏并网发电基地,其中光伏发电装机容量 1000 万千瓦。 ● 编制 550 万千瓦光电产业园规划,在 2010 年—2020 年,建设光电产业园区 254 平方公里。

新疆	● 建设乌鲁木齐国家高新技术产业化基地，打造成全国最大的光伏发电装备制造基地。预计到2015年，实现光伏装备制造产业产值200亿元。 ● 规划在“十二五”期间，培育1家产值超百亿元的企业，2-3家产值超50亿元的企业，4-6家光伏发配套企业。 ● 由特变电工于2010年3月1日，在若羌县建立中国最大的500KWp离网电站。该电站已进入试运行，预计年发电量近80万千瓦时。 ● 积极实施金太阳工程对合规企业进行了50%—70%的补贴。
西藏	● 自2001年起，实施“科学之光”计划、“光明工程”先导项目、“阿里光明工程”、“送电到乡”工程、“村村通电”等项目，建设了近400座装机容量10千瓦至130千瓦的独立离网型光伏电站，推广了10多万套容量10瓦至200千瓦户用太阳能光伏照明系统。 ● 2010年3月19日西藏最大的10MWp光伏电站在羊八井镇开工建设。估计该项目25年寿命期内共能产生约4.3亿度的电能。 ● 日喀则地区10MWp太阳能并网光伏电站项目及阿里2MWp并网光伏电站项目也将陆续开工建设。
江苏	● 2009年6月19日，发布了《江苏省光伏发电推进意见》，计划2011年前，将在江苏省建成400MWp的光伏装机容量，其中屋顶发电260MWp，建筑一体化10MWp，地面电站130MWp。 ● 2009年实现装机容量80MWp，2010年新增150MWp，2011年新增光伏并网发电装机容量170MWp。
浙江	● 2009年5月7日，出台了《关于加快光伏等新能源推广应用与产业发展的意见》，决定实施“六个一百加一个基地”计划。 ● 针对光伏产业实施百万屋顶发电计划，在公共建筑、企业厂房、住宅小区等屋顶建筑光伏发电面积达100万平方米，形成50MWp以上的发电能力。 ● 实施百条道路太阳能照明计划，在省内建设100条太阳能照明示范道路。 ● 选择科研和教学能力强的大学，设立光伏等新能源专业，增加硕士、博士授予点和流动站，鼓励大学与企业联合培养光伏高级人才。
江西	● 2009年1月19日，下发了《江西省光伏产业发展规划》，计划到2012年，将光伏产业发展成为江西省重要的支柱产业。 ● 到2012年，全省光伏产业销售收入达到3500亿元，高纯硅料产量达到8万吨，生产多晶硅片和单晶硅片17000兆瓦，太阳能电池及组件16000兆瓦。 ● 将新余、上饶、南昌等经济开发区建设成光伏产业高度集聚的特色产业区。 ● 培育1家销售收入过千亿元企业，2家收入超500亿元企业，6-8家收入超100亿元企业。 ● 建立中职生、高职生、本科生、研究生相互配套的人才培养培训体系。
湖南	● 2009年8月，提出了推进1000MWp光伏垂直一体化产业链行动规划。 ● 重点推动长沙高新区光伏产业园建设；加快衡阳100MWp太阳能并网发电站等项目建设，争取国家“金太阳工程”的相关政策支持。
湖北	● 政府在规划中指出，要充分利用武汉“中国光谷”，建设光伏太阳能电池组件与应用产业基地。 ● 发挥湖北省的技术和人才优势，抢先在国内建立光伏太阳能电池器件与应用技术研发中心，占领技术制高点。
上海	● 制定了新能源3年行动方案，明确了含光伏产业是在内的九大重点扶持产业。 ● 目标是在2012年，新能源产值达1100亿元，其中光伏达300亿元。 ● 确定闵行区和浦东新区为太阳能产业的重点发展地区。
安徽	● 蚌埠市编制了《蚌埠市光伏产业发展规划(初稿)》，规划用10年时间将光伏产业培育成产值突破1000亿元的主导产业。

资料来源: 中国新能源网、国海证券研究所整理

3. 强势政策下重点电力集团的光伏投资，支撑国内需求

中国光伏支持政策与其他各国政策的最大不同在于，除收购、补贴、税收优惠等刺激政策外，还对国有大型发电企业有明确的强制要求。如《可再生能源并网配额管理办法》草案中提到，要通过可再生能源发电的配额指标约束电网企业，规定电力企业可再生能源发电的固定比例或者数量。《可再生能源中长期发展规划》则具体指出，针对大的发电企业可再生能源发电要求达到为1%-3%，对权益发电量超过500万千瓦的电厂，则要求达到3%-8%。国家对电力企业的新能源强制政策为中国的光伏产业提供了需求保障。应对国家政策要求，五大电力集团积极开展光伏业务。

表 23：五大电力集团的主要光伏投资

电力集团	主要光伏投资项目
华能集团	● 2008年12月，华能集团在昆明石林建设太阳能大型并网光伏试验示范电站。总装机容量166MWp，总投资91亿元，计划于2010年陆续投产。 ● 2010年3月，华能国际电力开发公司投资2亿元在格尔木市动土建设10MWp并网光伏电站。一期设计安装5MWp，工程年底建成后，年上网电量1675万千瓦时，年利用小时数1623小时。
国电集团	● 2008年10月，国电集团控股的国电科技环保集团全资投资宁夏多晶硅项目，规划年产5000吨多晶硅，总投资50亿元。项目一期2500吨/年工程计划于2010年6月机械竣工，2010年9月全线开通。 ● 2009年6月，国电电力拟投资25.3亿元在内蒙古合资建设总产能为1万吨的多晶硅项目。一期工程3000吨/年，建设两条生产线。工程计划2011年2月底第一条生产装置调试试车。 ● 2009年6月，国电集团的龙源格尔木新能源公司的在青海格尔木市挂牌并同时启动200MW的大型荒漠并网光伏电站项目，计划2011年投产发电。
中国电力投资集团	● 2008年，中国电力投资集团在西安投资50亿元建设年产能1000MWp的太阳能光伏电池项目。计划2011年一期200MWp试生产，2015年前完成总规模1000MWp太阳能电池片和250MWp电池组件的生产建设，预计年产值可达310亿元。
华电集团	● 2009年12月，华电集团在宁夏宁东投资总装机容量30MWp的光伏并网发电站。华电在宁夏还签署了海原50MWp和吴忠30MWp的太阳能发电协议。计划到“十二五”末，华电在宁夏区域太阳能项目规模将突破100MWp。 ● 2010年5月，华电集团在甘肃民勤红沙岗建设10MWp光伏发电项目，总投资2.32亿元，计划9月底建成投运，年均发电量205万千瓦时。 ● 华电集团在甘肃嘉峪关市将设计建设总共1000MWp光伏发电项目，总投资约260亿元，年发电约20亿千瓦时。2010年建成一期10MWp光伏示范电站项目后，后期每年将平均建成100MWp，在“十三五”末装机规模达到1000MWp。 ● 2010年7月，上海市发改委正式核准华电上海柘中太阳能光伏发电项目。该项目建设2MWp的并网型太阳能光伏发电系统及其相应配套设施。
大唐集团	● 2008年4月，大唐集团开工建设武威10MWp光伏电站工程，至2008年12月19日实现并网发电，该项目是中国首个在荒漠地区建设的并网光伏电站。 ● 2010年大唐德令哈西出口10MWp并网光伏发电项目通过评审。该工程远期规划装机容量为300MWp，一期建设规模10MWp，拟安装单机容量500千瓦的太阳能光伏发电系统20套。

资料来源：中国新能源网、电力公司网站、国海证券研究所整理

（二）国际需求扩张，关注各国政策动态

1. 全球装机猛增，中国太阳能电池出口市场扩张

2009年全球装机猛增，中国太阳能电池出口市场扩张。全球新增光伏装机容量7203MWp，与2008年的6090MWp增长了约20%。2010年全球新增装机容量预计将达到12.7GWp，同比增速超过77%。增长动力主要来源于德国、意大利、捷克、日本、美国、中国、法国等国家。

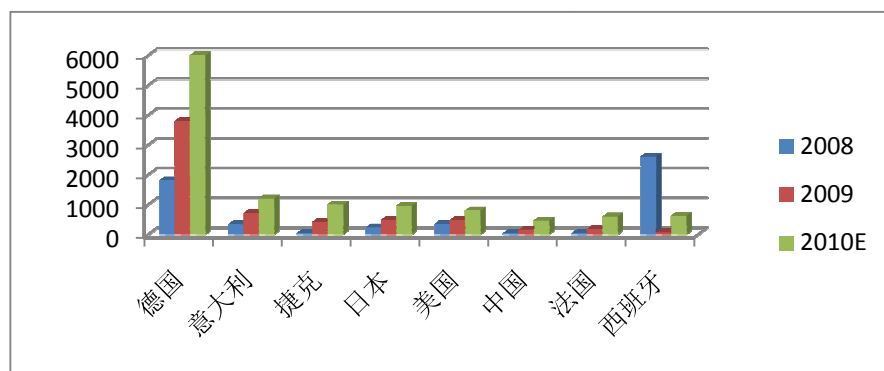
德国下调补贴的政策设计于2010年7月施行，引发了很多光伏企业在2009年投产。意大利、日本的零售电价较高，光伏技术发展使光伏发电成本已基本接近零售电价，产业已有自发生命力。虽然美国补贴较为保守，但经济复苏和光伏组件成本的下降，使光伏产业在加州等地区急剧升温。捷克和法国政府补贴慷慨，企业能够实现10%-15%的内部收益，吸引大量外国企业投产。预计未来两国政府将下调补贴政策，但在2010和2011年还会有显著的补贴末班车效应。在金太阳项目以及新招标项目推动下，中国也实现装机的250%的高速增长，今后两年的装机速度值得期待。同时，在政府的补贴下，印度、南韩、澳洲、加拿大等国家，2009年也出现了装机的高速增长，光伏市场正走向多元化。

表 24：主要光伏国家 2008~2010 年新增装机容量

地区	新增装机容量 (MWp)			增长率	
	2008	2009	2010E	2008-2009	2009-2010E
全球	6090	7203	12798	18.28%	77.68%
德国	1809	3806	6000	110.39%	57.65%
意大利	338	711	1200	110.36%	68.78%
捷克	51	411	1000	705.88%	143.31%
日本	230	484	950	110.43%	96.28%
美国	342	477	800	39.47%	67.71%
中国	45	160	600	255.56%	275.00%
法国	46	185	600	302.17%	224.32%
西班牙	2605	69	625	-97.35%	805.80%

资料来源：EPIA、国海证券研究所整理

图 9：全球主要国家新增装机容量变化趋势



资料来源：EPIA、国海证券研究所整理

自 2008 起, 世界各国都进入了光伏的高速发展时期。主要光伏国家装机增速都在 50% 以上, 不少国家增速超过 100%。中国已成为全球太阳能电池的第一生产国和最大出口国, 所产电池 90% 用于出口。全球光伏产业的迅猛扩张为我国太阳能电池和组件产业提供的巨大的出口市场和发展空间。

2. 各国刺激政策倾向扩大补贴范围, 减小补贴深度

目前中国光伏产业“两头在外”, 各国政策对我国光伏产业的稳定和发展有巨大的影响。以下是主要光伏国家的政策动向:

表 25: 主要光伏国家的产业政策动态

国家/地区	政策对比	
	旧政策	新政策
德国	● 2000 年, 可再生能源法 (FEG) 将上网电价对 1999 年水平提高 3 倍。 ● 2010 年的装机目标为 1.7GWp。 ● 2015 年 1 月 1 日后, 取消支付上网电价义务。 ● 私人光伏发电量无额外补贴。	● 2009 年, 上网电价降低 15%; 2010 年 7 月 1 日起, 地面电铲补贴下降 11%, 屋顶系统补贴降低 16%。 ● 2010 年的新装机目标为 3.5GWp。 ● 2015 年后向单纯以发电上网销售为目标的光伏电站继续提供上网电价。 ● 私人光伏发电量在额外享受每千瓦时 8 欧分补贴。
意大利	● 90 年代, 提供 70%~75% 系统成本补贴, 但富余定量以正常电价出售。 ● 2015 年装机目标 300MWp。 ● 2005 年, 规定每年 85MWp 新增容量上限。	● 2005 年, 启动上网电价补贴。 ● 2007 年, 指定 2015 年新装机目标 1000MWp, 到 2016 达到累计装机容量 3000MWp。 ● 2007 年, 取消每年 85MWp 的新增容量上限, 但规定上网电价在 2009、2010 年分别下降 2%。
捷克	● 2008 年, 上网电价为 0.47 Euro/KWh。	● 2010 年, 补贴降低 5%, 并通过了 2011 年继续消减上网电价的决议。
日本	● 2008 年计划到 2020 年达到 14GWp 的总容量, 2030 年大搞 53GWp。 ● 2005 年, 提供 80 日元每瓦的初装补贴。	● 2009 年, 计划 2020 年目标为 28GWp, 2030 年为 56GWp。 ● 2009 年, 提供 70 日元每瓦的初装补贴。对 2011 年 3 月 31 日前安装完毕的电站施行 48JPY/KWh, 和非居民系统 24JPY/KWh 的上网电价。4 月 1 日后制定新上网电价。
美国	● 2005 年前, 光伏发电初装抵税比例为 10%。 ● 2006 年对民用系统有 2000 美元的补贴上限。 ● 上网电价参考市场电价。	● 2006 年, 光伏系统初装抵税比例上升到 30%。 ● 2009 年, 取消民用系统的补贴上限。 ● 2010 年, 上网电价基于火发电成本 ● 2010 年 7 月通过“千万屋顶计划”, 2012~2021 年, 总装机容量将达 30~50GWp, 补贴不超净安装成本 50%。
法国	● 2005 年, 对家庭光伏系统 50% 的安装成本抵扣应计税款, 抵扣上限为 16000 欧元。 ● 2006 年上网电价为 0.3~0.4Euro/KWh, 建筑集成系统 (BIPV) 的上网电价为 0.55 Euro/KWh。	● 2008 年, 免去民用 3KWp 以下光伏系统并网取得的上网电价收入所得税。 ● 2010 年, 将 BIPV 的上网电价降为 0.42 Euro/KWh。
西班牙	● 2007 年, 小于 100KWp 的电价 0.46Euro/KWh, 100KWp~10MWp 的上网电价为 0.43 Euro/KWh。	● 2008 年上网电价削减至 0.32~0.34Euro/KWh, 并设置 500MWp 的补贴上限。

资料来源: 国海证券研究所整理

主要光伏国家的政策变化趋势:

- 装机目标提升，预示保持高速发展势头

在 08 和 09 年的装机容量急剧上升的影响下，世界各国纷纷上调其装机的目标。新目标为光伏的发展提出了更高的要求，展示了各国支持光伏产业在未来几年保持 50%~100% 甚至更高发展速度的规划。

- 削减上网电价，激发光伏发电自身生命力

不少国家对上网电价进行削减，但其主要是对多晶硅价格的大幅下跌和技术的成熟的导致的组件成本下降的合理调整。削减后，发电企业的内部收益从原来的 10%~15%，下降到 5%~10%，但仍有合理利润空间。削减上网电价幅度最大的国家是日本、意大利等光伏发电成本已基本接近零售电价，产业具有自身生命力的国家。削价是政府对新能源发电成本降低潜力的肯定，该措施能有效促进企业技术研发，控制成本。

- 提升或取消装机容量的补贴上限，鼓励规模效应

提升或取消装机容量的补贴上限是变相的增加补贴。同时，有利于企业投资更高容量的系统，通过规模效应，降低发电成本。

世界各国的光伏政策都倾向于增大补贴范围，但降低补贴深度。为我国太阳能电池、组件产业提供了巨大的出口扩张空间，也提出了更高的成本控制要求。光伏产业未来发展潜力巨大。

（三）把握产业调整和多元技术下的新兴需求

1. 产业链利润向下游移动，企业应注意全产业发展

随着国内多晶硅产能的扩大，世界多晶硅价格的下降。光伏产业链的利润分配正趋向均分。2009 年，各产业链环节都基本处于 10%~15% 的毛利润水平。光伏企业，尤其是新入门企业应该把握价值增值的变化，做好定位和产业链环节选择。一些专注于多晶硅提纯的大型企业也可发展产业下游业务，扩大公司业务范围，提高利润空间，防范产业链调整造成的单个环节的风险。投资应关注产业链垂直整合的公司。

2. 薄膜、聚光等新技术，带来新的发展方向

目前，新技术的市场份额在不断扩大。虽然薄膜技术在转换率上较晶硅电池仍然有差距，但其具有低成本和适合大规模生产的特性。如果非晶硅薄膜电池的转换效率提升到 12%-14%，薄膜市场将稳定增长。企业可以考虑涉足多元技术，把握先动者优势。

同时，晶硅电池最先进的技术仍被美国、日本等发达国家掌握。积

积极开展新技术研发，如 CIGS 电池技术，可以让我国企业掌握产业的核心价值，改变光伏发展的国际被动局面。

另一方面，多种技术也存在互补关系。多晶硅技术适用于光能充足地区，如新疆、甘肃等地区。聚光技术，采用高倍聚光可应用于大型发电站，薄膜电池则更适用于建筑一体化。薄膜发电、聚光发电等技术的发展，可拓宽光伏市场，带来了新兴的需求。

我们的投资建议是短期内市场仍以多晶硅技术公司为主导，但需时刻关注聚光、薄膜的技术研发，涉足多元技术的公司具有更佳的防风能力和上涨空间。

行业风险

光伏产业受到政策、技术、经济、汇率等因素影响，波动性大。充分认识到各潜在风险并提前做好的应对措施的企业，能稳定收入，提高利润质量，有望获得市场认可，享受较高的市盈率。

1. 政策风险:

上网电价收购和投资补贴是目前光伏需求的根本来源。各光伏发达国家的政策正倾向于增大补贴范围，降低补贴深度，在扩大需求市场的同时对企业的成本控制提出了更高的要求。另一方面，包括中国在内的光伏新发展国家刺激政策也在积极出台，新兴市场不断涌现。**企业应注意关注政策动向，控制成本，兼顾国内外市场，开拓新需求。**

2. 技术风险

多晶硅、薄膜、聚光技术的博弈在于转换效率和生产成本。一项技术突破可以根本改变各产品的相对竞争力，拓展市场需求。企业应时刻关注国内外技术研发成果，做好战略、产品、生产方式的应对。

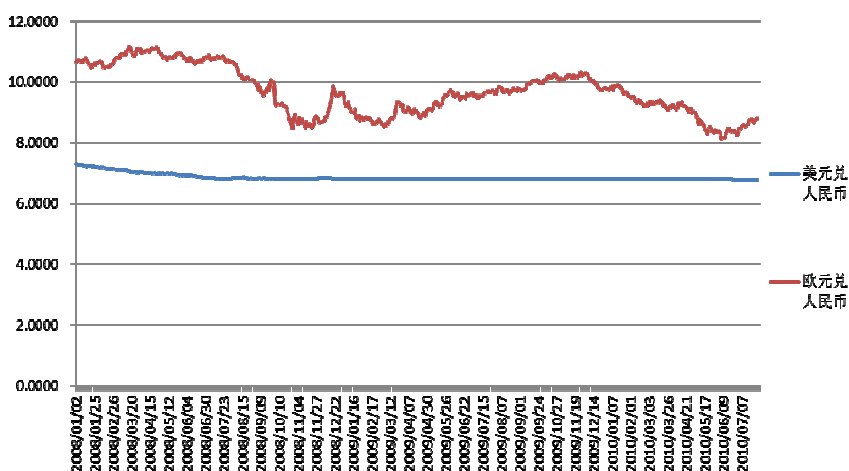
3. 经济风险

光伏产业以政府支持为发展动力，受到各国经济形势、财政状况的影响。欧洲陷入国债危机，政府需要消开支，有降低新能源补贴的可能。以西班牙为例，政府迫于财政压力削减补贴后，装机量从 2008 年的 2600MWp，直线下跌到 2009 年的 70MWp。目前，欧洲各国复苏仍然进度较慢，**企业应根据经济发展情况审慎估计各国装机目标的实现进度，预测政策消减的可能性。**

4. 汇率风险

金融、债务危机对光伏行业的另一冲击是汇率变动。债务危机期间欧元 5 个月内对人民币贬值近 20%。外币贬值的直接影响就是以欧元计价的出口收入的同比减少。同时，人民币升值对来年太阳能电池的出口也有很大影响，以目前太阳能电池仅 10%~15% 的毛利润来看，如欧元继续贬值，国产太阳能电池企业将失去大部分竞争力。应对外汇波动，企业除可采取远期结汇等措施外，还需努力发展国内市场，分散收入风险。

图 10: 2008~2010 欧元对人民币，美元对人民币走势



资料来源: 国海证券研究所

行业内重点公司介绍

(一) 行业内主要公司的指标和评级

表 26: 晶硅发电产业链的重点关注公司

简称	证券代码	参与产业链的环节					摊薄 EPS		P/E		评级
		晶硅 提纯	硅锭 \片	电池 制造	组件 封装	光伏 电站	2009	2010E	2009	2010E	
乐山电力	600644. SH	•					0.17	0.29	51.98	31.09	增持
江苏阳光	600220. SH	•					0.06	0.18	94.23	30.00	中性
川投能源	600674. SH	•	•				0.18	0.46	73.60	29.51	增持
ST 岷电	600131. SH	•				•	-0.11	0.57	-49.63	9.70	中性
特变电工	600089. SH	•				•	0.85	1.07	19.85	15.95	增持
南玻 A	000012. SZ	•	•	•	•		0.68	0.58	17.52	20.70	买入
天威保变	600550. SH	•	•	•	•		0.51	0.89	46.41	27.01	增持
银星能源	000862. SZ	•	•	•	•		0.15	0.36	80.41	34.48	买入
航天机电	600151. SH	•	•	•	•		0.10	0.32	115.63	38.00	增持
海通集团	600537. SH		•	•	•		0.01	0.18	2534.95	147.68	买入

资料来源: Wind 资讯、国海证券研究所

表 27：薄膜、聚光、配套设备的重点关注公司

简称	证券代码	光伏经营范围	主要产品和业务	稀释 EPS		市盈率 (PE)		评级
				2009	2010E	2009	2010E	
孚日股份	002083.SZ	CIGS 薄膜电池	纺织、针织品、床上用品、服装、工艺品；仪器仪表、机械设备零配件；薄膜电池	0.12	0.19	84.29	51.79	增持
安泰科技	000969.SZ	CIGS 薄膜电池	原辅材料、机械设备、仪器仪表；铁基非晶材料、纳米材料	0.39	0.38	43.34	43.68	增持
中航三鑫	002163.SZ	BIPV 承包商	玻璃深加工产品、光学玻璃、光控玻璃、电子平板玻璃和建筑幕墙，建筑门窗	0.18	0.23	77.87	62.79	增持
拓日新能	002218.SZ	非晶硅薄膜电池	太阳能电池芯片、组件、电源、应用产品、集热板及热水器系统、电池生产线设备、控制器逆变器、太阳能电站工程、热水器工程；风力发电设备、风力发电工程	0.12	0.22	181.78	97.27	中性
三安光电	600703.SH	聚光组件	超高亮度发光二极管 (LED)；太阳能聚光技术 (CPV) 的研发和聚光型模组	0.65	0.57	76.79	86.87	增持
新华光	600184.SH	聚光组件	磁盘微晶玻璃基板、光学加工磁盘微晶玻璃基板、微晶玻璃、玻璃微粉、微珠及光学玻璃、光电子材料、光学材料	0.09	0.45	219.47	44.09	增持
金晶科技	600586.SH	光伏玻璃	浮法玻璃、镀膜玻璃、超白玻璃	0.20	0.53	55.73	20.90	增持
南玻 A	000012.SZ	光伏玻璃	平板玻璃、工程玻璃，硅材料、光伏组件	0.68	0.58	17.52	20.70	买入
风帆股份	600482.SH	蓄电池	蓄电池、蓄电池零配件、塑料制品、玻璃、废旧电池回收、铅精矿产品。	0.10	0.13	136.55	103.62	中性
七星电子	002371.SZ	光伏装备	仪器仪表、机械设备、零配件及技术的进出口业务	1.02	1.02	52.12	52.59	增持
天龙光电	300029.SZ	光伏装备	单晶硅晶体生长炉、切割机床；多晶硅铸锭炉、单晶硅籽晶炉	0.34	0.55	73.10	45.15	中性
精功科技	002006.SZ	光伏装备	机电一体化产品、环保设备、能源设备、起重机械；多晶硅铸锭炉、多晶硅片	0.16	0.39	77.25	31.57	增持
中环股份	002129.SZ	光伏装备	半导体材料、电子元件；高压器件、功率器件、单晶硅片	-0.19	0.14	-69.97	95.05	增持

资料来源: Wind 资讯、国海证券研究

(二) 重点推荐公司简介

海通集团 (600537):

公司主营业务为果蔬加工, 2009 年, 与亿晶光电进行资产置换。亿晶光电主业为单晶硅棒、单晶硅(多晶硅)片、太阳能电池片及太阳能电池组件的生产及销售。注入亿晶光电, 公司在太阳能发电产业上实现纵向一体化整合, 产业链上下游贯通, 受外界供求关系影响小, 成本优势突出。2010 年全年组件产能由 200MW 扩至 400MW。200MW 的光伏组件生产线已于 7 月 1 日投入试生产。但市场需求旺盛, 下半年的生产已全部排满, 未来公司仍可能进一步增加产能。

南玻 A (000012):

我国玻璃行业龙头企业之一, 在浮法玻璃和工程玻璃领域有显著的竞争优势, 具有国内顶尖的镀膜技术。公司近几年着力打造的光伏产业, 已投资完整产业链, 其中在多晶硅提纯方面进行技术改造, 从产品品质、能耗物耗指标上都达到国内先进水平, 160MW 硅片切割项目一期 60MW 上半年顺利投产, 为公司增加新的盈利点。

天威保变 (600550):

公司是 750kV、500kV 及以下变压器、互感器、电抗器的国内龙头生产企业之一。公司已基本完成新能源领域的布局, 具备光伏切片、电池和组件 600MW 年生产能力, 投资国内首条千吨级多晶硅生产线已经达产, 在四川新津和乐山建设的两个 3000 吨多晶硅项目在 2009 年底投产, 合计形成 7260 吨多晶硅的生产能力。天威薄膜也在 2009 年已经投产; 天威风电二期已经建成, 产能达到年产 500 台 1.5MW 风电整机。

银星能源 (000862):

公司规划逐步实现光伏发电产业一体化。公司与日本川崎公司合作, 参股 40%, 采取低成本的物理提纯法, 投建多晶硅一期产能 1000 吨/年多晶硅项目。2009-2010 年, 公司总投资 1.6 亿元, 建成投产年产 100MWp 太阳能电池组件和 100MWp 太阳能发电跟踪装置。未来五年, 公司计划投资 4.1 亿元, 陆续建成 100MWp 太阳能多/单晶硅电池、太阳能多/单晶硅电池组件 200MWp、太阳能发电跟踪装置 200MWp 的年生产规模。项目达产后, 预计可实现销售收入 26 亿元。

航天机电 (600151):

公司预计到 2015 年打造 1GW 光伏垂直产业链。旗下有数家光伏企

业，包括从事多晶硅生产的神舟硅业，太阳能电池片生产的上海神舟新能源发展有限公司，硅片和硅棒的内蒙古中环光伏材料有限公司。其中神州神舟硅业一期1500吨/年多晶硅项目已进入试生产，二期3000吨/年多晶硅项目正在全面推进。大股东大力支持公司发展新能源产业。上海航天局将投入包括国内领先的新能源技术研发能力、不低于1000MWp的一体化光伏产业链支撑、优质光伏电站项目和专业的工程服务等资源。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

强于大市：相对沪深300指数涨幅10%以上；

中性：相对沪深300指数涨幅介于-10%~10%之间；

弱于大市：相对沪深300指数跌幅10%以上。

股票投资评级

买入：相对沪深300指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300指数涨幅介于10%~20%之间；

中性：相对沪深300指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深300指数跌幅10%以上。

免责声明

本报告中的信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或征价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归国海证券所有。