

2011年09月05日

光伏行业

证券研究报告--行业评级报告

光伏产业链成本下降之路

光伏行业系列深度报告之三

行业评级：强于大市(持续)

新能源组：陈亮

执业证书编号：S0890510120003

电话：021-50122150

邮箱：chenliang@cnhbstock.com

联系人：王慧

电话：021-50122202

行业走势图



相关研究报告

1《晶硅技术 主导地位难以撼动，光伏行业系列深度报告之二》，2010.08.21

2《潜力无限的未来之光，光伏行业系列深度报告之一》，2010.08.19

◎投资要点：

◆多晶硅是太阳能光伏发电产业的基础原材料。从目前多晶硅生产来看，中国领先多晶硅厂如保利协鑫生产成本已降至22美元/公斤，已经和国际大厂的成本接近，多晶硅价格下降的趋势势不可挡，为下游产品的价格下降提供前提，最终实现光伏发电成本与传统发电成本距离拉近。

◆多晶硅片是光伏产业的核心主力。目前光伏市场中有约60%的晶硅太阳能电池以多晶硅片作为基底的。面对未来上游多晶硅价格的逐步下降，硅片价格也会继续降低，而且随着质量和控制要求的提高，硅片制造商正努力实行严格且可持续的成本削减战略，以满足客户的需求。

◆电池片是太阳能的发电单元。硅片的成本在电池片总成本构成中占比很大，高达80%以上，而上游硅片价格的下降将直接导致电池片成本的下降。其他成本中，银浆、铝浆所占比重较高，将近10%，规模效应会使得这部分成本有下降的趋势，但是随着银价、铝价的上涨，这部分成本最终会小幅上扬。

◆光伏组件主要由太阳能电池片组成。利用EVA胶膜与封装玻璃粘合，安装背板与太阳能边框来实现稳定，通过下游太阳能支架的固定来发电。膜材料是这一部分的重要材料，随着国产化的进程，对国外的依赖程度正在逐步降低，进一步压缩成本。

◆光伏电站：上网电价政策的出台为光伏电站提供了机会。太阳能逆变系统的国产化及容量的不断增大为电站成本的降低提供空间，而规模化效应进一步降低了建筑安装费用成本。上网电价的出台，调动了电站安装的积极性，收益率有望提高。

◎风险提示：

◆国家政策的不确定性带来的系统性风险。

◆生产技术的发展不可预测性带来的风险。

重点公司

股票代码	股票名称	收盘价(元)	投资评级	EPS(元)				P/E			
				2010A	2011E	2012E	2013E	2010A	2011E	2012E	2013E
600537	海通集团	33.210	买入	-0.17	1.75	2.45	3.38	-193.15	18.98	13.56	9.83
300029	天龙光电	23.970	持有	0.43	0.83	1.14	1.48	56.15	28.88	21.03	16.20
002056	横店东磁	26.600	持有	0.85	0.71	1.55	2.91	31.24	37.46	17.16	9.14
300118	东方日升	19.510	买入	0.79	1.13	1.93	2.82	24.82	17.27	10.11	6.92
300080	新大新材	22.200	买入	0.53	1.01	1.72	2.36	41.83	21.98	12.91	9.41
002132	恒星科技	10.390	买入	0.17	0.52	0.77	0.96	62.61	19.98	13.49	10.82
600644	乐山电力	13.200	持有	0.19	0.55	1.07	1.32	68.77	24.00	12.34	10.00

正文目录

1. 多晶硅环节生产成本分析	4
2. 硅片环节生产成本分析	7
3. 电池片环节生产成本分析	9
4. 组件环节生产成本分析	12
5. 光伏电站生产成本分析	14
6. 近期光伏行业状况及利好政策	17
7. 成本下降、政策利好影响下的光伏行业机会	17

图表目录

图 1	多晶硅价格走势(美元/公斤)	4
图 2	改良西门子生产多晶硅流程	5
图 3	2010 典型企业多晶硅各项生产成本占比	6
图 4	多晶硅各项生产成本走势(美元/公斤)	7
图 5	多晶硅生产成本及价格走势(美元/公斤)	7
图 6	硅片加工流程图示	7
图 7	多晶硅片价格走势(元/W)	8
图 8	2010 代表性企业多晶硅片各项生产成本占比	8
图 9	多晶硅片辅料等生产成本走势(元/W)	9
图 10	多晶硅片主要生产成本、总成本及价格走势(元/W)	9
图 11	多晶太阳能电池片价格走势(元/W)	10
图 12	2010 国内代表性企业多晶硅电池片各项生产成本占比	10
图 13	国际现货白银价格走势(美元/盎司)	11
图 14	LME 铝价格走势(美元/吨)	11
图 15	多晶电池片银浆等生产成本走势(元/W)	11
图 16	电池片主要生产成本、总成本及价格走势(元/W)	11
图 17	光伏组件价格走势(元/W)	12
图 18	国内代表性企业光伏组件生产成本占比	12
图 19	组件铝边框、膜材料等生产成本走势(元/W)	13
图 20	组件主要成本、总成本及价格走势(元/W)	13
图 21	2010 年国内某 10MW 光伏电站建设成本占比	14
图 22	LME 铜价格走势(美元/吨)	15
表 1	多晶硅生产原料、价格及单位成本	5
表 2	多晶硅主要生产成本、价格逐年走势(美元/公斤)	6
表 3	多晶硅片主要生产成本、价格逐年走势(元/W)	9
表 4	多晶太阳能电池片主要生产成本、价格逐年走势(元/W)	11
表 5	太阳能电池组件各项生产成本逐年走势(元/W)	13
表 6	2010 年国内某 10MW 光伏电站建设成本	14
表 7	光伏电站各项成本逐年走势情况(元/W)	15
表 8	10MW 光伏电站投入成本、盈利及上网电价情况	16

(本报告共有图 23 张, 表 7 张)

晶硅太阳能电池产业链主要包括多晶硅、硅片、太阳能电池片、组件以及光伏电站五个环节。制造环节中上游为多晶硅，中游为硅片环节，下游为太阳能电池片和组件环节。光伏电站为终端应用系统环节。

目前在整个光伏产业链中多晶硅的毛利率最高，高达 50%，其次为硅片、电池片，毛利基本在 15-20% 左右，组件的毛利率最低，仅为 5-10% 左右。而随着多晶硅价格的逐步下降，整个产业链的各个环节产品价格将最终趋于稳定，各环节产品能否将制造成本压至最低，最低成本是否与传统发电成本拉近距离，这决定了未来是否能够实现平价上网，这是整个光伏行业最关心的问题。

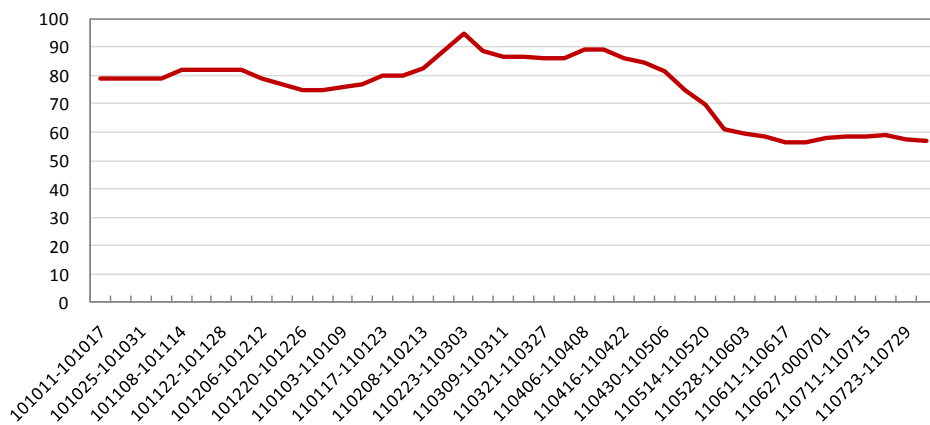
1. 多晶硅环节生产成本分析

多晶硅是光伏行业的最主要原材料，中国光伏产品产量居世界第一，但是多晶硅有 50% 需要从美国、韩国、德国等光伏大国进口。据国家海关总署数据显示，2011 年 6 月份我国进口多晶硅 4692 吨，同比增长 23.9%，1-6 月累计进口 30389 吨，而去年同期仅为 19330 吨，同比增长 50%。多晶硅进口量持续高涨，一方面与组件厂商需求增长有关，另一方面也显示出国内多晶硅厂商产能提高步伐相对缓慢有关。

目前国内多晶硅龙头保利协鑫的单位成本已经降至 20 美元/公斤左右，即便是相比今年市价最低的 50 美元/公斤，也仍然有极高的利润。但是目前国内其他多晶硅厂商的单位成本还高达 40-50 美元/公斤，即使以 60 美元/公斤售价计算，几无实际盈利空间，与保利协鑫存在很大差距。

从 2010 年开始，保利协鑫、赛维 LDK 等企业多晶硅产能已逐步释放，随着光伏行业的回暖，多晶硅价格的下降，国内的多晶硅厂商只有进一步改进生产技术，降低生产成本，才能在光伏行业的竞争中立于不败之地。

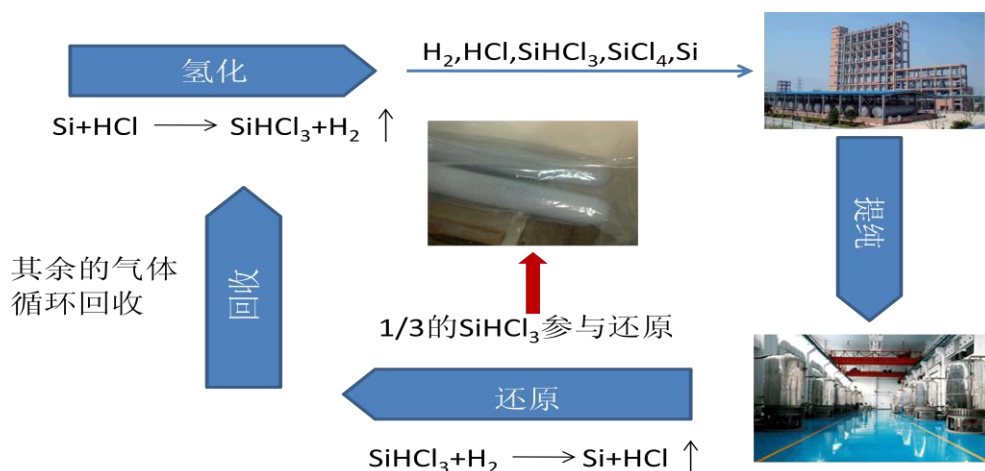
图 1 多晶硅价格走势(美元/公斤)



资料来源：solarzoom 网站，华宝证券研究所

多晶硅的生产工艺包括改良西门子法、硅烷法、冶金法。其中改良西门子法是目前生产多晶硅的主流工艺，国内的多晶硅厂商绝大多数都采用此方法。

图2 改良西门子生产多晶硅流程



资料来源：华宝证券研究所

多晶硅生产成本因各公司的情况不同差异巨大，国内某大型的多晶硅生产企业生产成本在2010年已降至约27700美元/吨，在国内多晶硅企业甚至全球同类企业中保持相对领先地位。

多晶硅的成本主要包括以下几个部分：第一部分是电力成本，2010年先进企业生产每公斤多晶硅电耗约为105kW左右，所购工业电价为0.6元/kWh，所以电力成本约为9780美元/吨；第二部分为折旧成本，2010年生产企业的每吨平均折旧成本为约在8300美元左右；第三部分为原材料成本，生产多晶硅主要原材料是硅粉、氢气、氯气（TCS合成）等，这部分成本约为4853美元/吨；第四部分为人工成本，我们估算2010年行业人工平均成本为每吨为2100美元左右水平。

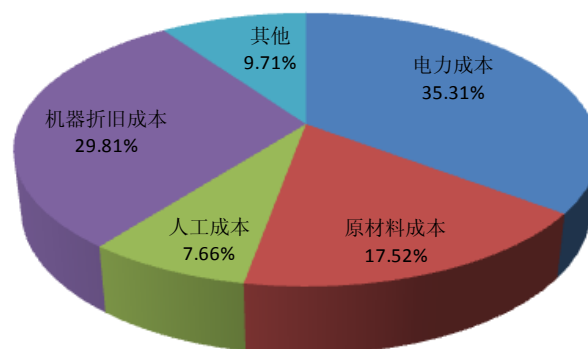
表1 多晶硅生产原料、价格及单位成本

名称	每1000吨多晶硅用量（吨）		价格（元/吨）	费用（美元/吨）
金属硅粉	1330	$\text{Si} \geq 99.5\text{wt}\%$	15000	3106
氢气	360	$\text{H}_2 > 99.999\text{wt}\%$	6000	340
氯气	1220	$\text{Cl}_2 > 99.99\text{v}\%$	2000	207
氮气	3867	$\text{N}_2 > 99.998\%$	2000	1200
总计				4853

资料来源：华宝证券研究所

这几部分成本中，电力成本下降空间最大，目前国内千吨级多晶硅生产企业还原能耗在80kWh/kg左右的水平，而国际先进企业的还原能耗已经控制在50kWh以下。预计未来5年能耗将降至70kWh/kg，实现电耗成本进一步下降。电耗下降主要依赖于冷氢化技术的广泛应用，目前国内的冷氢化设备实际运行率在60%以下，与国际平均水平90%还存在一定的差距，新光硅业部分传统企业均采用热氢化工艺。热氢化工艺简单，但是能耗非常高。而冷氢化过程同时存在吸热反应和放热反应，可以降低能耗，国内的保利协鑫、洛阳中硅已经应用冷氢化技术大规模生产，南玻、神舟硅业等企业也正在进行冷氢化技术的改造。另一方面，当还原能耗降至50kWh/kg以后进一步下降空间不大，这时流化床还原法可能会更进一步提供新的电耗下降空间。

图 3 2010 典型企业多晶硅各项生产成本占比



资料来源：华宝证券研究所

材料成本中硅粉的价格会略有提升，而其他主要气体的价格基本保持不变。但是随着改良西门子法过程中冷氢化技术的提高， SiHCl_3 的自给率和回收利用率也会越来越高，对应的原材料成本会减少。例如保利协鑫 2010 年冷氢化产能大幅提高，由 30 万吨提升到 50 万吨，降低能耗的同时，提高了 SiHCl_3 的自给率，直接降低了主要原材料的成本。热氢化技术的 SiHCl_3 一次转换效率为 20% 左右，而冷氢化技术的转换效率可达 25%，随着冷氢化技术的逐步推进，材料成本和氢化电耗均逐年下降。

表 2 多晶硅主要生产成本、价格逐年走势（美元/公斤）

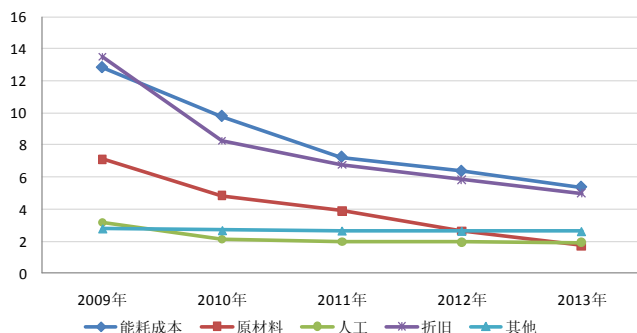
年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
能耗成本	12.81	9.78	7.24	6.36	5.37
原材料	7.11	4.85	3.89	2.65	1.73
人工	3.18	2.12	1.98	1.95	1.92
折旧	13.5	8.26	6.76	5.83	4.99
其他	2.80	2.69	2.67	2.65	2.63
总成本	39.4	27.7	22.54	19.44	16.64
价格	87	54	50	36	27.7
对应毛利率	55%	48.7%	55%	45%	40%

资料来源：华宝证券研究所

平均折旧成本会随着技术进步、机器设备国产化及产能扩张有逐年降低的趋势。2011 年每千吨多晶硅项目设备投资（2013 年投产）只相当于 2007 年的 1/3 左右。

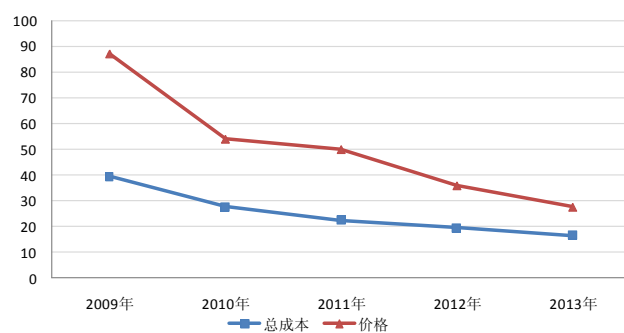
人工成本有两方面的影响，一方面单位人员工资会随着时间的推移有增加的趋势，另一方面又会随着产能扩张和自动化程度提高存在一个小幅的下降趋势。

图4 多晶硅各项生产成本走势（美元/公斤）



资料来源：华宝证券研究所

图5 多晶硅生产成本及价格走势（美元/公斤）



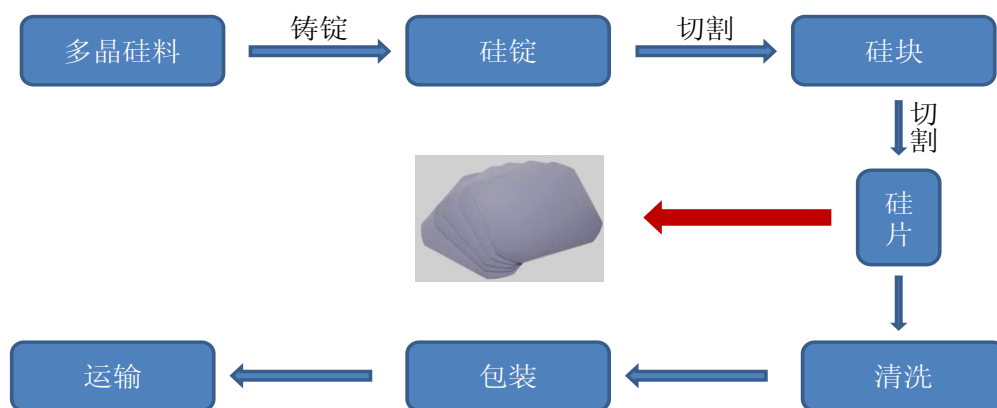
资料来源：华宝证券研究所

从目前多晶硅生产来看,中国领先多晶硅厂如保利协鑫生产成本已降至 22 美元/公斤,已和国际大厂的成本接近。即使《多晶硅行业准入申请报告》已经发布,使中国多晶硅审核开闸,我们相信短期内仍难有新企业可与之匹敌。但同时以目前的技术体系,我们也相信具备优秀成本控制能力之新进入者的生产成本也都很能控制在 35 美元以下,因此对保利协鑫等龙头厂商而言,未来也将只能获取合理利润,现有毛利率水平将不复见。多晶硅价格下降的趋势势不可挡,为下游产品的价格下降提供前提,最终实现光伏发电成本与传统发电成本距离拉近。

2. 硅片环节生产成本分析

硅片制造是太阳能电池的第二个环节,将上游的多晶硅料加工成尺寸规则的片状以备。首先是将多晶硅料置于单晶硅生长炉或者多晶硅铸锭炉形成硅棒或者硅锭。然后是切割流程,该工艺用于处理单晶硅或者多晶硅的固体硅棒、硅锭,切割线首先把硅锭切成方块,然后再切成很薄的硅片,这些硅片就是制造光伏电池的基板。尽管单晶硅相比多晶硅有更高的电导率,从而有更高的转换效率,但是铸造同等尺寸单晶硅的制造成本比多晶硅要高出不少,所以多晶硅片仍然是当今电池片的主流基底。

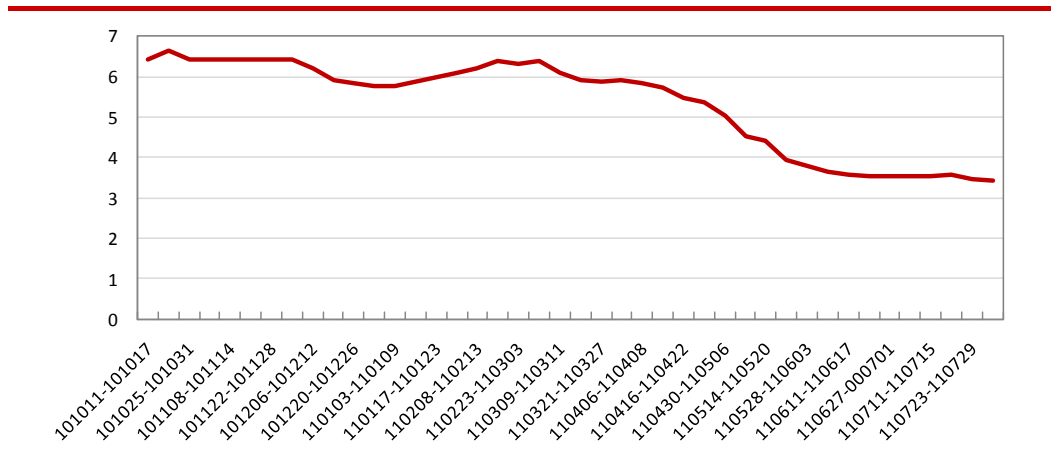
图6 硅片加工流程图示



资料来源：华宝证券研究所

随着上游多晶硅价格的逐渐走低,多晶硅片的价格也会持续下降,进一步为光伏实现平价上网创造空间。在多晶硅片成本中上游多晶硅占比最重,其它主要成本有:切割线、刃料、切割液及电力和折旧成本。

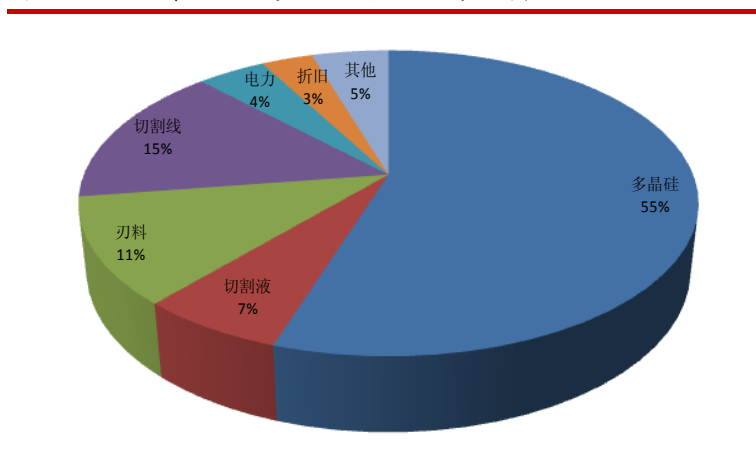
图 7 多晶硅片价格走势（元/W）



资料来源：solarzoom 网站，华宝证券研究所

2010 年国内大规模生产硅片的企业硅片成本约为 4.63 元/W。按照经验值每瓦硅片约需要 7g 上游的多晶硅，多晶硅成本占比约为 55%，切割线、切割液和刃料总占比为 33%，电力、折旧及其他占 12%。在未来 5 年内，多晶硅片价格随着成本的降低进一步下降。

图 8 2010 代表性企业多晶硅片各项生产成本占比



资料来源：华宝证券研究所

随着生产技术的不断改进，切割线的价格会逐年降低，切割线 10 年价格超过 10 万元/吨，今年及未来两年我们预计价格分别为 6、5、4 万元/吨。切割线成本的下降来自于国产化及规模化的不断扩大。另外需要提及的是金刚石线目前虽然在成本及技术方面存在一些问题，但是它切割速度快且无需使用 PEG 切割液利于环保的优势使它成为切割线发展的方向，同时也为进一步降低成本提供可能。

切割液中使用旧液的比例会越来越多，10 年新旧液比例约为 7:3，未来三年我们按照下列比例来计算：6:4，5:5，4:6。太阳能硅片切割液废砂浆中的切割液可以经过离心和沉降两种技术进行回收，返回到太阳能切割过程中重新使用。我国回收利用切割液起步比较晚，技术参差不齐，但是随着工艺的不断成熟，太阳能硅片切割液回收利用成为辅料市场的重要组成部分。旧液使用的占比增加及回收效率的增大都有益于硅片成本进一步降低。

表3 多晶硅片主要生产成本、价格逐年走势（元/W）

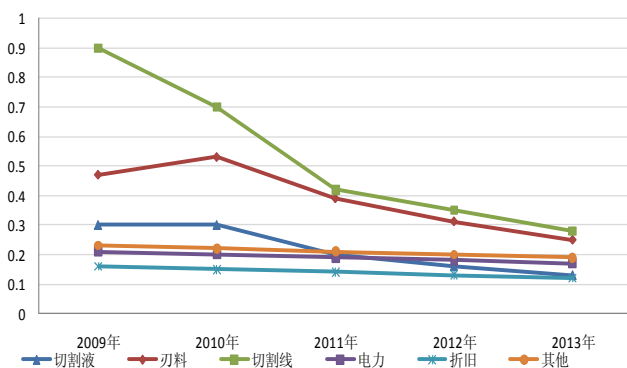
年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
多晶硅	4.44	2.53	2.08	1.43	1.06
切割液	0.30	0.30	0.20	0.16	0.13
刀料	0.47	0.53	0.39	0.31	0.25
切割线	0.90	0.70	0.42	0.35	0.28
电力	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17
折旧	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
其他	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19
总成本	6.71	4.63	3.63	2.76	2.20
价格	7.45	5.94	3.90	3.07	2.45
对应毛利率	10%	22%	7%	10%	10%

资料来源：华宝证券研究所

刀料的成本也会随着国产化的进程以及切割过程中利用效率的提高而大幅下降。寡头垄断的局面被国产化打破，2005 年之前刀料的国际巨头集中在日本、法国和德国等光伏大国，占有全球绝大部分的市场份额，而我国仅能生产刀料初级产品。近年来，我国不断引进技术、自主研发、设备自备，逐步掌握了切割刀料生产的关键技术。目前我国刀料市场主要被国内公司占有，如新大新材、平顶山煤业易成碳化硅制品有限公司等。

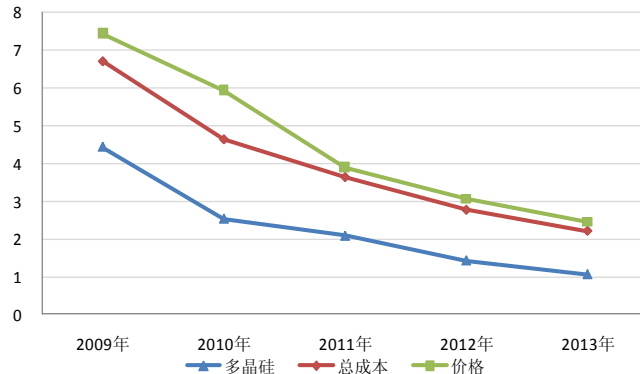
电力、其他方面基本维持不变。随着规模效应及技术的改进以及国产化的进程，折旧成本有下降的趋势，这样多晶硅片的成本逐年降低，售价随之下降。

图9 多晶硅片辅料等生产成本走势（元/W）



资料来源：华宝证券研究所

图10 多晶硅片主要生产成本、总成本及价格走势（元/W）



资料来源：华宝证券研究所

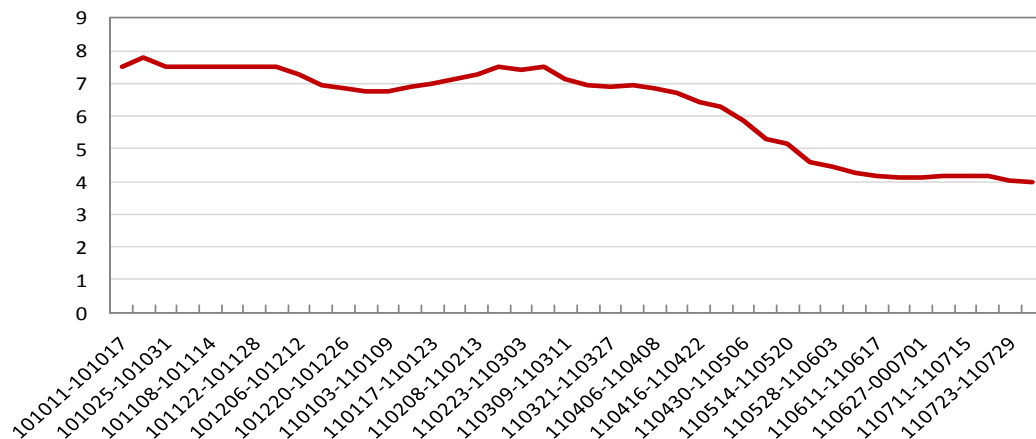
目前光伏市场中有约60%的晶硅太阳能电池以多晶硅片作为基底的。多晶硅片在价格上占足了优势，并且这一优势还将随着电池技术发展而继续持续下去。今年以来光伏市场需求的大幅下降和产能过度扩张，对硅片的价格造成了冲击。面对未来上游多晶硅价格的逐步下降，硅片价格也会继续降低，而且随着质量和控制要求的提高，硅片制造商正努力实行严格且可持续的成本削减战略，以满足客户的需求。

3. 电池片环节生产成本分析

太阳能电池包括晶硅电池和薄膜电池。晶硅电池因转换效率、运行可靠性等综合性能指标较优，成为目前光伏市场的主流。近年来随着晶体硅电池转换效率的提高和硅片切割厚度的下降，单位耗硅量逐年下降，同时多晶硅价格自2008年下半年以来出现大幅下降，使得晶体硅电池的成本下降，使之优势将更加明显。

太阳能电池片是太阳能的发电单元,通过在硅片上生长各种薄膜,形成半导体 P-N 结,把太阳光能转换为电能的单元,是下游光伏组件生产的基础。电池片成本包括以下几块:材料成本,主要有硅片、化学试剂、银浆、铝浆等电极材料;人力成本,电力资源成本以及建筑和运输折旧成本等。

图 11 多晶太阳能电池片价格走势 (元/W)

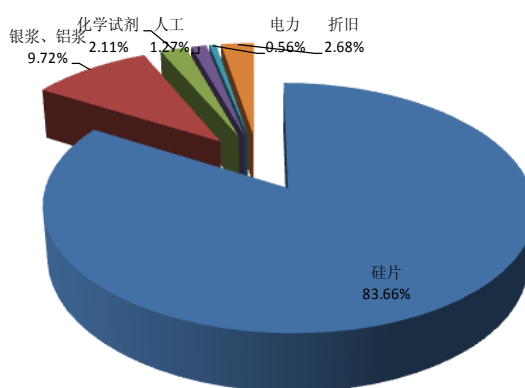


资料来源: solarzoom 网站, 华宝证券研究所

2010 年国内大规模生产太阳能电池片企业的多晶硅片原材料成本约为 5.94 元/W。化学试剂主要用于对硅片进行清洗和制绒,以增加电池片的吸收效率,我们估测 300MW 生产线每年消耗化学试剂约 200 万升,每瓦多晶电池片的成本约为 0.15 元。第三部分主要原材料为正银浆、背银浆及背铝浆,每瓦成本约为 0.69 元。在原材料成本中主要成本为硅片成本,其次是银浆等,化学试剂占比比较低。

国内大规模生产太阳能电池片企业的其他成本中,人工成本为 0.09 元/W,电力成本为 0.04 元/W。在折旧部分,机器折旧成本为 0.17 元/W,另外还有建筑折旧成本、电子设备及运输设备折旧,折旧成本共 0.02 元/W,折旧成本总共为 0.19 元/W。

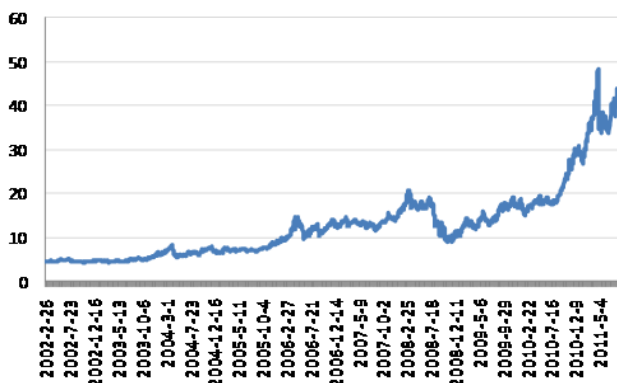
图 12 2010 国内代表性企业多晶硅电池片各项生产成本占比



资料来源: 华宝证券研究所

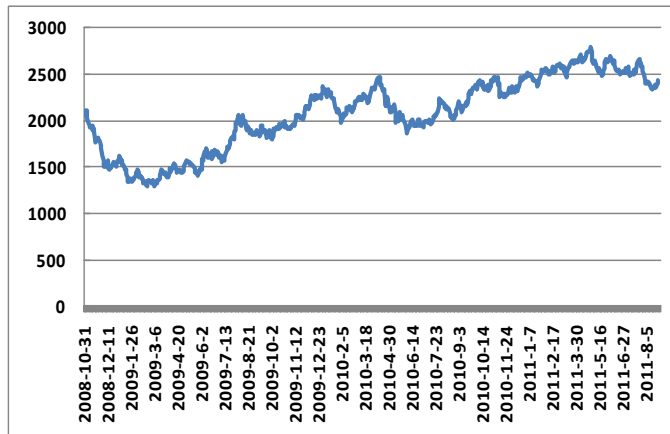
硅片的成本在电池片总成本构成中占比很大,高达 80%以上,而上游硅片价格的下降将直接导致电池片成本的下降。其他成本中,银浆、铝浆所占比重较高,将近 10%,同时银浆等用量很大,10MW 电池片需要将近 10 吨银浆,铝浆更是高达银浆的 5 倍之多。规模效应会使得这部分成本有下降的趋势,但是随着银价、铝价的上涨,这部分成本会小幅上扬。

图 13 国际现货白银价格走势（美元/盎司）



资料来源：wind，华宝证券研究所

图 14 LME 铝价格走势（美元/吨）



资料来源：wind，华宝证券研究所

化学试剂与电力成本基本维持不变，随着生产技术的进步，平均人工成本和折旧成本会规模效应以及设备国产化有下降的趋势。

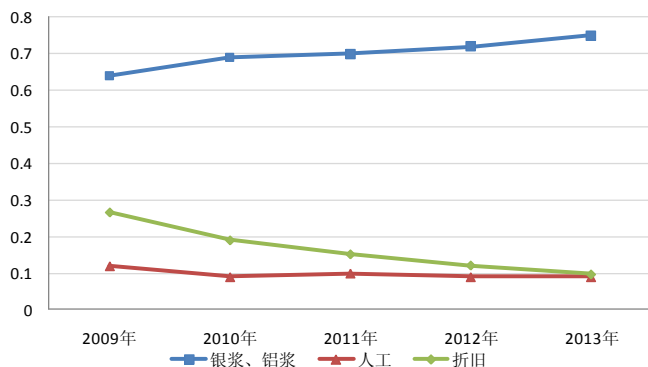
表 4 多晶太阳能电池片主要生产成本、价格逐年走势（元/W）

年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
硅片	7.45	5.94	3.90	3.07	2.45
银浆、铝浆	0.64	0.69	0.70	0.72	0.75
化学试剂	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
人工	0.12	0.09	0.10	0.09	0.09
电力	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04
折旧	0.27	0.19	0.15	0.12	0.10
总成本	8.69	7.10	5.05	4.19	3.58
价格	9.87	8.76	5.55	4.68	3.98
对应毛利率	12%	19%	9%	10.5%	10%

资料来源：华宝证券研究所

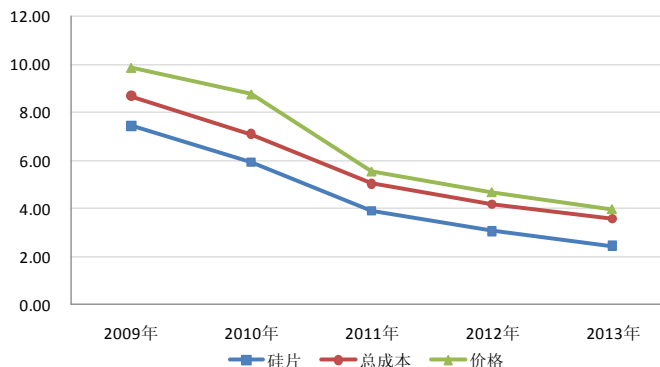
另外一方面，随着生产技术的不断进步，电池片的转换效率不断刷新纪录，现在市场上销售的多晶硅太阳能电池的光电转化效率一般在 16.5% 的水平，每年大约可以提高 0.5 个百分点。而最新消息称，日本京都大学和东北大学的研究小组开发出一项新技术，可将太阳能电池的转换效率提高 2%，并且不会增加生产成本，有望将转换效率大幅向前推进。

图 15 多晶电池片银浆等生产成本走势（元/W）



资料来源：华宝证券研究所

图 16 电池片主要生产成本、总成本及价格走势（元/W）



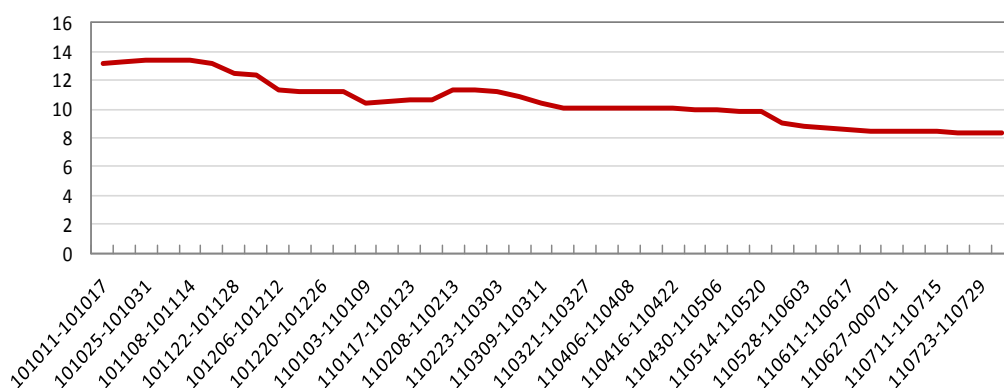
资料来源：华宝证券研究所

同时单晶的电池片由于可以实现更高的转换效率，也是晶硅太阳能电池未来的应用方向之一，如果生产成本能够足够低，将会节省更多的硅料成本。薄膜的发展是另一个节省原料的方向，这些都会进一步会压缩电池片的生产成本，进一步为平价上网的实现提供空间。

4. 组件环节生产成本分析

光伏组件主要由太阳能电池片组成，利用 EVA 胶膜与封装玻璃粘合，安装背板与太阳能边框来实现稳定，通过下游太阳能支架的固定来发电。电池组件环节主要的成本是原材料成本，包括上游电池片，膜材料，电池接线盒，铝边框及钢化玻璃等。其他成本有人力成本，电力成本和折旧成本。

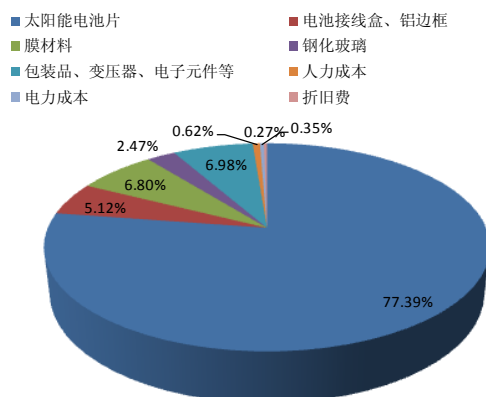
图 17 光伏组件价格走势（元/W）



资料来源：solarzoom 网站，华宝证券研究所

国内大型组件生产企业 2010 年多晶电池片成本为 8.76 元/W。电池接线盒、铝边框成本为 0.58 元/W。EVA 胶膜、BBF 背膜、TPT 背膜等膜材料成本为 0.77 元/W。用于塑封的钢化玻璃成本为 0.28 元/W。包装品、变压器、电子元件等其他材料成本约为 0.79 元/W。人力成本、电力成本按照该企业情况分别为 0.07 元/W，0.04 元/W。建筑及机器设备等折旧费为 0.03 元/W。

图 18 国内代表性企业光伏组件生产成本占比



资料来源：华宝证券研究所

在这一环节中，上游的电池片成本占比总成本将近 80%，这部分成本仍然是组件成本降低的主要因素。占比较大的铝边框和接线盒可能随着铝价的上扬小幅增长，按行业惯例，180W 太阳能电池组件面积约为 1.3 平方米，配套一套太阳能边框，随着太阳能电池组件功率不断提高，近年来单位功率新增装机容量所需太阳能边框的配套比例逐步下降。另一方

面，工业塑料边框也是近年来行业内关注的一种新产品，工业塑料型材成本比铝材价格更低，在未来这些因素将更进一步压低边框的成本。

膜材料是光伏组件封装的重要材料，在组件成本中也占有比较大的比重，技术主要被日本、美国等发达国家垄断。随着国内多家胶膜厂商的不断发展，胶膜长期依赖进口的局面得到了一定改观，随着国产化的不断推进，单位膜材料的成本将逐步下降。

用于封装晶硅太阳能电池组件的玻璃主要是超白压花玻璃，2008年前，国内只有金晶科技可以批量生产，而目前国内已有多家玻璃制造企业大规模投入超白玻璃产能建设，未来供应面将大幅度改善。随着我国深加工玻璃需求量的不断扩大，国内深加工设备行业也在快速发展，国内已经有技术一流的深加工玻璃设备制造商来提供生产设备。制造设备的进一步国产化将组件总成本下降提供前提。

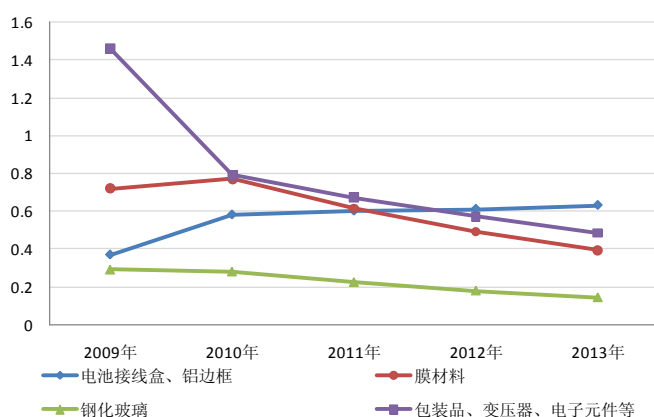
表 5 太阳能电池组件各项生产成本逐年走势（元/W）

年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
太阳能电池片	9.87	8.76	5.55	4.68	3.98
电池接线盒、铝边框	0.37	0.58	0.60	0.61	0.63
膜材料	0.72	0.77	0.62	0.49	0.39
钢化玻璃	0.29	0.28	0.22	0.18	0.14
包装品、变压器、电子元件等	1.46	0.79	0.67	0.57	0.49
人力成本	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
电力成本	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04
折旧成本	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
总成本	12.89	11.32	7.79	6.66	5.76
价格	14.82	12.72	8.66	7.32	6.26
对应毛利率	13%	11%	10%	9%	8%

资料来源：华宝证券研究所

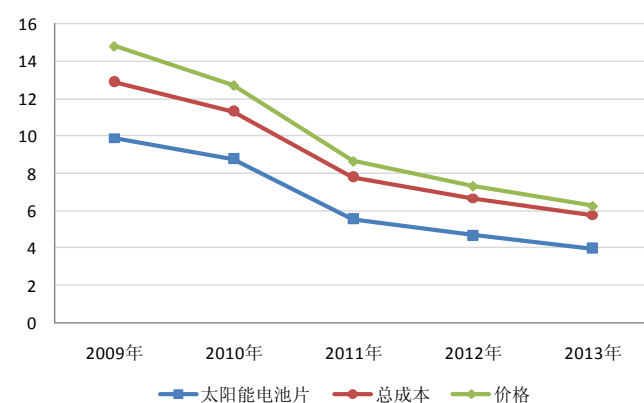
电力成本基本维持不变，人力成本和折旧成本随着技术进步及规模效应逐步下降，而包装品、变压器、电子元件等成本都随着国产化的进程大幅度下降，组件环节成本下降趋势明显。

图 19 组件铝边框、膜材料等生产成本走势（元/W）



资料来源：华宝证券研究所

图 20 组件主要成本、总成本及价格走势（元/W）



资料来源：华宝证券研究所

整条光伏产品产业链中，从上游的多晶硅、硅片，中游的电池片和组件生产，每一个环节中都为下游电站的建设提供成本压缩空间。其中多晶硅生产成本的下跌是整条链价格下挫的重要动力，而随着硅片切割过程中辅料的日益国产化，硅片成本会逐步走低，中游

的电池片和组件随着转换效率的提高，以及其他配件成本的降低，成本会大幅度下滑，最终保证安装成本的下降。

5. 光伏电站生产成本分析

光伏发电系统主要由太阳能电池组件、光伏逆变器、支架及升压系统三大部分组成。太阳能电池组件和光伏逆变系统主要成本分别为上游的电池组件和逆变器设备，升压系统中主要是主变压器及电缆成本，另外电站的建筑工程和安装工程（包括安装支架）也占有很大比重。

以 2010 年某 10MW 光伏电站项目作为参考，上游太阳能电池组件占比最多，约占 60%，建筑安装费用和光伏逆变系统也占有较大比重。未来随着上游产业链成本的下跌，主要成本会越来越低。

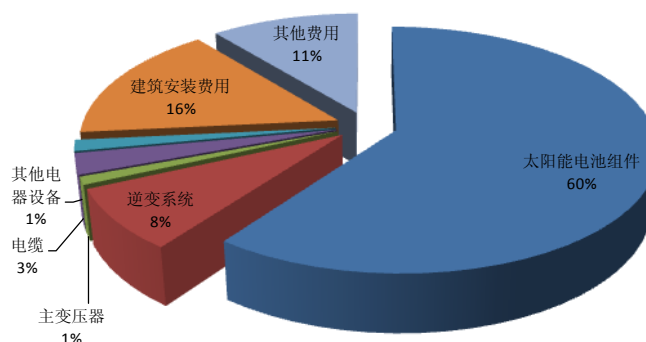
表 6 2010 年国内某 10MW 光伏电站建设成本

项目	费用（万元）	每瓦费用	占比
太阳能电池组件	12720	12.72	60.14%
逆变系统	1700	1.70	8.04%
主变压器	220	0.22	1.04%
电缆	580	0.58	2.74%
其他电器设备	310	0.31	1.47%
建筑安装费用	3320	3.32	15.70%
其他费用	2296.6	2.30	10.87%
总计	21146.6	21.15	100.00%

资料来源：华宝证券研究所

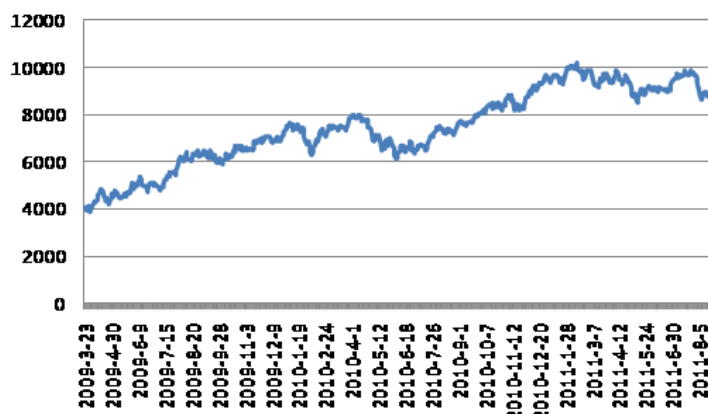
光伏逆变系统随着进一步国产化以及技术进步带来容量的提升，将使得成本越来越低，目前国内的光伏逆变系统已经能够做到 500kW 的容量，目前已经有一些电站使用 1000kW 容量的光伏逆变系统。逆变器的国产化以及容量的提升进一步降低光伏电站的安装费用。

图 21 2010 年国内某 10MW 光伏电站建设成本占比



资料来源：华宝证券研究所

图 22 LME 铜价格走势（美元/吨）



资料来源：wind，华宝证券研究所

主变压器和其他电器设备方面随着国产化及规模效应逐年降低。电缆方面同时受到铜价上涨及规模效应的双重影响，基本维持稳定。而建筑安装费用及其他费用同样会受规模效应的摊薄而有所降低。

表 7 光伏电站各项成本逐年走势情况（元/W）

年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
太阳能电池组件	14.82	12.72	8.66	7.32	6.26
逆变系统	2.00	1.70	1.28	1.02	0.82
主变压器	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14
电缆	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59
其他电器设备	0.31	0.31	0.26	0.22	0.19
建筑安装费用	4.50	3.32	2.66	2.12	1.70
其他费用	2.30	2.30	1.95	1.66	1.41
总成本	24.76	21.15	15.58	13.10	11.10

资料来源：华宝证券研究所

我们以安装 10MW 电站的情况为例，估算电站的盈利情况及上网电价等，在国内代表性的区域能否实现光伏上网电价与传统用电有利竞争是我们关注的重点。

表 8 10MW 光伏电站投入成本、盈利及上网电价情况

年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
10MW 电站成本（百万）	247.6	211.50	155.80	131	111
资本金（20%）	49.51	42.30	31.16	26.19	22.19
银行贷款（80%）	198.05	169.20	124.64	104.77	88.78
年资本金收益	3.96	3.38	2.49	2.10	1.78
利息	20.66	17.65	13.00	10.93	9.26
设备折旧	12.38	10.58	7.79	6.55	5.55
工资支出	1	1	1	1	1
设备更新	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
运行维护	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
优惠增值税率	6%	6%	6%	6%	6%
光伏发电成本	14.98	13.18	10.39	9.15	8.15
光伏发电销售收入预期	28.30	24.55	18.77	16.19	14.12
10%优惠利率下的光伏发电销售预期	26.23	22.79	17.47	15.10	13.19
无优惠利率情况下的预期电价：					
西藏（2200 小时）	1.29	1.12	0.85	0.74	0.64
青海（1800 小时）	1.57	1.36	1.04	0.90	0.78
北京（1200 小时）	2.36	2.05	1.56	1.35	1.18
上海（1000 小时）	2.83	2.46	1.88	1.62	1.41
有 10%优惠利率下的预期电价：					
西藏（2200 小时）	1.19	1.04	0.79	0.69	0.60
青海（1800 小时）	1.46	1.27	0.97	0.84	0.73
北京（1200 小时）	2.19	1.90	1.46	1.26	1.10
上海（1000 小时）	2.62	2.28	1.75	1.51	1.32
光伏电站的发电成本预期：					
西藏（2200 小时）	0.68	0.60	0.47	0.42	0.37
青海（1800 小时）	0.83	0.73	0.58	0.51	0.45
北京（1200 小时）	1.25	1.10	0.87	0.76	0.68
上海（1000 小时）	1.50	1.32	1.04	0.91	0.81

资料来源：华宝证券研究所

8 月 1 日国家发改委颁布了《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》，使得 7 月 1 日成为我国光伏项目的分水岭：2011 年 7 月 1 日以前核准建设、12 月 31 日建成投产的，上网电价统一核定为 1.15 元/千瓦时，7 月 1 日及以后核准的太阳能光伏项目，以及 7 月 1 日之前核准，但 12 月 31 日前未建成投产的项目，除西藏仍执行 1.15 元/千瓦时外，其他地区按照 1 元/千瓦时执行。这一政策标志着国内的光伏市场正式开启。

“五年内使太阳能发一块钱一度”，这是世界光伏企业前茅——无锡尚德董事长施正荣 2008 年做出的预判，两年多过去了，施正荣的这个估计显然有些保守，中国的光伏发电一定会更早实现平价上网，这绝对不是空穴来风。实现平价上网，光伏行业将不再依托于政策的补助而生存，而且只有实现了平价上网，才能赋予太阳能比其他形式的可再生能源更大的优势，光伏行业才会有爆发性的膨胀，投资者也将获得更大的收益。

6. 近期光伏行业状况及利好政策

2011年3月11日，日本发生了9.0级大地震，核泄漏引发的担忧刺激了光伏行业敏感的神经，各国纷纷对未来新能源的发展方向进行反思，一些列光伏利好政策纷纷出炉。

5月30日，德国宣布2022年前关闭所有核电站，2011年上半年，德国可再生能源发电打破了一个新纪录，占德国电力需求的28%，远远超过了2010年的18.3%。光伏行业同样稳定发展，上半年光伏发电量首次超过水电位居第二，同时7月份临时取消了光伏补贴削减计划，许多在二季度保持观望态度的厂商暂时松了一口气。

日本在受核辐射重创的情况下，对新能源重新给予了高度重视，8月26日下午国会众议院全体会议表决通过了“可再生能源特别措施法案”，此法案规定电价补贴机制，要求公共事业公司以高于市场的价格购买可再生电力，并允许将成本转嫁给消费者，这一法案将提升日本对太阳能电池的需求，有望为日本的光伏行业揭开新的篇章。

美国自奥巴马上任以来，一直致力于包括太阳能、风能在内的新能源技术，2011年美国光伏市场的政策支持力度依然不减，能源部为多个光伏电站项目提供贷款担保，光伏行业龙头公司在美国的销售收入占比不断创新高，美国光伏市场正在逐步开启繁荣。

国内方面，近日来未来五年的可再生能源发展目标再次明确，虽然发展目标还没有最终定论，但是受日本核事件影响，核电发展有可能会放慢发展的步伐，而整体新能源需求的提高，为光伏行业的发展提供广阔的市场空间。

7. 成本下降、政策利好影响下的光伏行业机会

太阳能业今年是相对较为艰难的一年，主要系去年形势乐观，厂商大幅扩产，导致今年产能过剩，供过于求，今年的上半年欧美出现一些列的经济问题等负面因素又使得光伏行业雪上加霜。但同时，随着竞争的加剧以及技术方面发展带来的成本、价格下降又为光伏市场开拓了新的机遇，预计多晶硅的成本进一步降低，下半年价格将由现时的每公斤逾50美元左右水平振荡回落，每公斤保持在约45美元左右甚至更低水平。下游市场随着竞争的加剧逐步使得价格进一步向下，并反向拉动上游成本下降，拉近与传统电力之间的距离。

随着《多晶硅行业准入申请报告》的实施，中国多晶硅行业面临紧缩，同时又面临着多晶硅价格不断下挫，迫于生存压力，只有提高技术水平，将成本降低到合理空间才能得以营利。而我国对多晶硅的需求缺口非常大，海关最新数据显示，7月份我国多晶硅进口5191吨，同比增长41%，环比上升10.6%，今年累计进口35581吨，出口仅有910吨。这又推动国内各大多晶硅生产厂商积极应对形势，寻求成本下降的道路，国内很多企业，如保利协鑫、洛阳中硅等企业，都在不断地开拓新的技术，降低成本，保证盈利。十二五规划中对能源的重视程度加大，我国多晶硅的需求量还将有很大的上升空间，新一轮的多晶硅投资热潮再次掀起。我们较为看好的公司有南玻、横店东磁等。

硅片方面，来自产能过剩的压力，发展在短期内严重受阻，我们认为迫于企业生存压力，多晶硅片厂商将拓展下游的电池片及组件业务以保证盈利。而目前的电池片及组件厂商也为了进一步压缩生产成本，向上游的硅片业务延伸。辅料市场随着国产化的开启，以及电池片组件厂商向硅片环节的延伸发展迅速，自产多晶硅片以提供给下游是未来中下游产业链的一大趋势。我们看好新大新材等辅料公司。

应用系统的光伏电站环节，是光伏市场的终端端，是对能源政策及形势最为敏感的环节，随着近期上网电价政策的出台，无疑重新电站安装信心。业内认为，光伏电价政策令我国光伏行业发展步入正轨，投资回报率可望提高到8%以上。我国规划，至2015年光伏

装机容量将至少达 10GW，平均每年新增容量达 2GW，预计未来很多上游的厂商会介入电站安装项目，来保证公司的长久盈利。我们看好的公司有东方日升、超日太阳及海通集团等。

由于利好政策的长期推动，加之与传统发电具有价格竞争力的优势，光伏行业的爆发性时代正在蓄势待发，对政策补贴的依赖程度也逐步地减弱，已经进入了相对成熟的时期，随着传统电价的增长而光伏上网电价的逐年降低，我们对光伏行业积极看好，相信光伏行业的爆发期离我们已经不远。

投资评级的说明

- 行业评级标准

报告发布日后3个月内，以行业股票指数相对同期中证800指数收益率为基准，区分为以下四级：

强于大市 A--：行业指数收益率强于相对市场基准指数收益率5%以上；

同步大市 B--：行业指数收益率相对市场基准指数收益率在-5%~5%之间波动；

弱于大市 C--：行业指数收益率相对市场基准指数收益率在-5%以下；

未评级 N--：不作为行业报告评级单独使用，但在公司评级报告中，作为随附行业评级的选择项之一。

- 公司评级标准

报告发布日后3个月内，以股票相对同期行业指数收益率为基准，区分为以下五级：

买入：相对于行业指数的涨幅在15%以上；

持有：相对于行业指数的涨幅在5%-15%；

中性：相对于行业指数的涨幅在-5%-5%；

卖出：相对于行业指数的跌幅在-5%以上；

未评级：研究员基于覆盖或公司停牌等其他原因不能对该公司做出股票评级的情况。

机构业务部咨询经理

上海

宋歌

021-5012 2086

138 1882 8414

北京

程楠

010 -6708 5220

159 0139 1234

深圳

袁月

0755-3665 9385

158 1689 6912

风险提示及免责声明：

★ 市场有风险，投资须谨慎。

★ 本报告所载的信息均来源于已公开信息，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。

★ 本报告所载的任何建议、意见及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断。本公司不保证本报告所载的信息于本报告发布后不会发生任何更新，也不保证本公司做出的任何建议、意见及推测不会发生变化。

★ 在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，本公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。

★ 本报告版权归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何组织或个人不得对本报告进行任何形式的发布、转载、复制。如合法引用、刊发，须注明本公司出处，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。