

供求关系逐步平衡，长期消费高峰值得期待

——多晶硅行业研究

研究员：程鹏
 执业证书编号：S0570510120044
 电话：025-82390936
 E-mail：ShiJayJi@gmail.com
 地址：南京市中山东路 90 号

行业评级：增持

新能源行业

市场走势图

相关研究

投资要点：

● 技术进步带来的相对成本下降为多晶硅行业的发展核心。对于多晶硅行业来说，无论是行业间的竞争还是行业内厂商的竞争，未来的竞争都将是成本和规模的竞争，而成本和规模都需要依托技术进步作为最有力的支撑。

● 多晶硅长期均衡价格将夹在上网电价和生产成本间以周期剧烈波动的形式呈现长期下降的趋势，直至光伏发电实现平价上网。上网电价形成多晶硅价格的天花板，制造成本构成多晶硅价格的支撑，多晶硅供求弹性间的巨大差异导致多晶硅价格呈现周期性波动，传统能源的价格影响多晶硅使用的相对经济性，因此供求特征、上网电价、生产成本和传统能源价格共同决定多晶硅价格。

● 2011 年多晶硅需求增速回落，产能逐步释放，多晶硅价格将回落。由于欧洲主要光伏国家上网电价补贴加速下调，预计 2011 年需求增速将回落至 30%-40%。供给方面，国内外大厂商扩张明显，2011 年下半年开始产能将逐步释放。因此，我们预计 2011 年多晶硅供求关系将逐步扭转，多晶硅价格也会稳步回落。

● 在长期看好太阳能利用前景的基础上，我们看好未来多晶硅消费量的大幅增长。多晶硅为光伏产业的关键原材料，未来在光伏发电和太阳能屋顶上的应用存在极其广阔的空间。据我们预测，到 2015 年一些发达国家将可以实现光伏发电平价上网，届时将迎来多晶硅消费的高峰。推荐保利协鑫和南玻 A。

重点公司

股票名称	收盘价(元)	投资评级	EPS(元)				P/E			
			10A	11E	12E	13E	10A	11E	12E	13E
南玻 A	20.55	推荐	0.70	0.79	1.12	1.6	29.36	26.01	18.35	12.84
航天机电	15.00	推荐	0.16 (E)	0.22	0.36	0.41	93.75	68.18	41.67	36.59
天威保变	24.14	推荐	0.53	0.6	0.74	1.02	45.55	40.23	32.62	23.67
乐山电力	17.25	推荐	0.19	0.46	0.61	0.77	90.79	37.50	28.28	22.40

目录

1 多晶硅为光伏产业的关键原材料	3
2 技术进步带来的相对成本下降为多晶硅行业的发展核心	4
3 供求特征、上网电价、制造成本和常规能源共同决定多晶硅价格.....	6
4 2011 年多晶硅需求增速回落，产能逐步释放，价格将稳步回落.....	8
4.1 2011 年预计需求增速将回落至 30%-40%之间	8
4.2 国内外大厂商扩产明显，2011 年后多晶硅产能将逐步释放	12
4.3 预计 2011 年多晶硅价格将呈现下降趋势	14
5 长期多晶硅行业的发展值得期待	15
6 投资策略	18
7 风险提示	19

图表目录

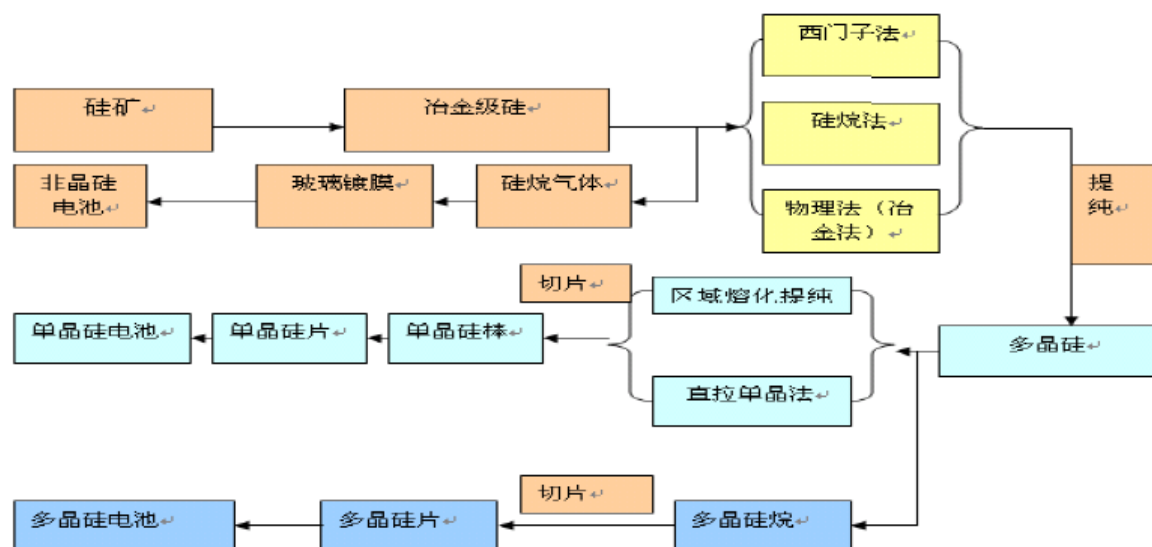
图 1： 硅系电池制作工艺.....	3
图 2： 多晶硅为光伏产业链上游环节.....	4
图 3： 改良西门子法生产工艺图.....	5
图 4： 多晶硅价格形成机制.....	6
图 5： 全球光伏市场装机容量增长.....	8
图 6： 2010 年各国新增光伏装机容量占比.....	9
图 7： 2010 年各国累计光伏装机容量占比.....	9
图 8： 太阳能与传统能源发电成本比较.....	16
表 1： 太阳能电池比较.....	5
表 2： 多晶硅供求弹性比较.....	7
表 3： 主要国家光伏相关政策动向	9
表 4： 德国 2010 年中期光伏上网电价调整.....	10
表 5： 意大利《能源鼓励基金》规定的鼓励扶持标准	11
表 6： 全球新增光伏装机容量预测	12
表 7： 国外厂商多晶硅产能预测.....	13
表 8： 国内厂商多晶硅产能预测.....	14
表 9： 全球多晶硅供求平衡表.....	15
表 10： 2011 年光伏系统每瓦投资成本	16
表 11： 经合组织国家电价	17
表 12： 10MWp 并网光伏电站上网电价测算.....	18

1 多晶硅为光伏产业的关键原材料

太阳能光电转换电池主要分为两类，一类是晶体硅电池，包括单晶硅（sc-Si）、多晶硅（mc-Si）电池两种；另一类是薄膜电池，主要包括非晶硅电池（a-Si）、化合物电池（砷化镓 GaAs、硫化镉 CdS、硒铜铜 CuInSe、碲化镉 CdTe、铜铟镓硒 CIGS），有机半导体电池等。目前，晶体硅电池占据 80% 左右的市场份额为市场主流产品，而高纯度的多晶硅硅料为晶体硅太阳能电池的关键原材料。

多晶硅的原材料硅矿在自然界中分布极广，关键在于高纯度硅的提纯。硅矿先通过初步的化学反应形成纯度为 97%~98% 的冶金级硅，然后通过西门子法、硅烷法或冶金法等方法提纯得到纯度为 6N~9N 的太阳能级多晶硅硅料。多晶硅硅料通过铸锭形成多晶硅锭，或者通过拉晶形成单晶硅棒，然后切片制作成硅片，硅片再通过制备 PN 结等工序制作成晶硅太阳能电池。

图 1： 硅系电池制作工艺



资料来源：华泰证券研究所

多晶硅有价值的产业链由“多晶硅-硅片-电池-组件-系统”五个环节组成，多晶硅为上游原材料环节，硅片、电池和组件为中游制造环节，系统为下游应用环节主要为光伏电站或光伏建筑做系统集成。多晶硅为光伏产业链中毛利率最高的环节，国内进入厂商最少，相对技术含量最高的环节。中国的光伏产业链一直存在“两头小，中间大”的问题，相对硅片组件的快速发展，多晶硅已经成为我国光伏产业链的瓶颈环节，高质量低成本的多晶硅一直受到市场的青睐，2010 年我国有近一半的多晶硅来自于国外进口。

图 2：多晶硅为光伏产业链上游环节

产业链	多晶硅	硅锭/硅片	电池	组件	系统
成本结构	资源：30-40%	晶硅：30-50%	硅片：60-70%	电池：60-70%	组件：50-60%
	电力：40-50%	电力：20-60%	其他材料：20%	玻璃：5-10%	逆变器：8-10%
	设备：15-20%	设备：10-30%	人力/设备：10-15%	其他材料：10-20%	BOS：40%-45%
毛利率	20-40%	15-25%	10-20%	5-10%	5-15%
国内厂商数量	20 多家	70 多家	150 多家	组件及系统家数合计 200 多家	

资料来源：华泰证券研究所

2 技术进步带来的相对成本下降为多晶硅行业的发展核心

随着传统能源的逐步枯竭和使用成本的不断上升，长远来看太阳能作为取之不竭的清洁能源其发展前景不容质疑，但短期内光伏发电成本的居高不下阻碍了太阳能的大规模应用，只有长期技术进步带来的成本下降才能使光伏发电具有相对的经济性，大规模的应用才能成为可能。

对于多晶硅行业来说，不管行业间竞争还是行业内厂商的竞争，其实质都是成本的竞争（多晶硅为成本驱动性行业），成本的竞争就是技术和规模的竞争，规模也是依靠技术作为支撑的，所以归根结底是技术的竞争。多晶硅作为光伏产业的一个子行业，要保持自身的竞争优势并充分享受行业的长期增长，技术进步为其发展核心。

多晶硅作为光伏电池的原材料虽然占据着 80% 的绝对市场份额，但和薄膜电池的技术路线之争远未结束，新的 III-V 族化合物半导体电池材料不断出现，特别是三结砷化镓电池在 CPV（聚光太阳能技术）中的应用，给未来的技术路线带来了不确定性。对于多晶硅行业来说，提高光电转换效率和发展低成本的多晶硅提纯技术至关重要。

目前三结砷化镓电池的光电转换效率达到 35%-40%，CPV 光伏电站系统成本降到每瓦 3 美元左右，对比晶体硅电池平均 15%-17% 的转化效率以及每瓦 3.2 美元（多晶硅价格为 60 美元时）的系统成本，已经成本方面有了一定程度的超越。但是 CPV 光伏电站的技术难度高，需要聚光系统、追日系统及冷却系统等多系统的配合，国内很多环节还存在技术瓶颈，更为重要的是三结砷化镓电池的关键原材料锗和镓存在长期的供给短缺，据测算每年的锗供给只能支撑约 4GW 的 CPV 安装量，而锗作为铅锌矿中伴生的稀有金属，含量极其稀少，无法有效放大产能。目前来看，三结砷化镓电池受制于原材料供应和技术瓶颈还

不具备大规模应用的条件。

表 1：太阳能电池比较

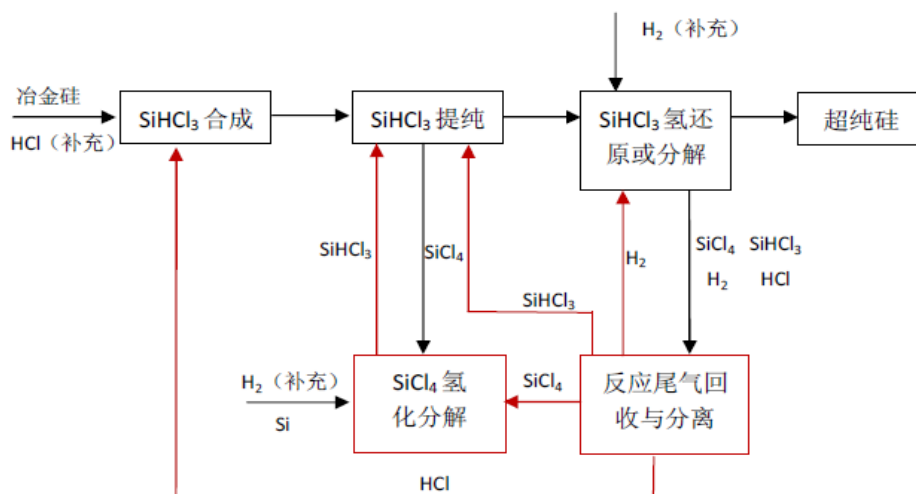
电池种类		光电转换效率	制造能耗	制造成本	主要障碍	材料丰度
晶体硅电池	单晶硅电池	16%–17%	高	高	硅提存工艺	丰富
	多晶硅电池	14%–15%	较高	较高	硅提存工艺	丰富
薄膜电池	非晶硅电池	6%–7%	低	低	衰减特性	丰富
	碲化镉	8%–10%	低	中	制造工艺难以控制	In、Ga 属于稀缺资源
	铜铟镓硒	10%–11%	低	中	有毒性材料	Te 极其稀缺
	三结砷化镓	35%–40%	高	很高	成本高，技术复杂	镓、锗稀缺，砷有毒

资料来源：华泰证券研究所

相对而言，硅在地球中的含量极其丰富，这是发展晶硅电池的最大优势。目前晶体硅电池的光电转换效率理论上限为 29%，实验室已实现的最高效率为 24.7%，大规模产业化的效率平均为 14%-17%，也有先进厂商能做到 19.5% 的转换效率。目前晶体硅电池光电转换效率每提高一个百分点，整个光伏系统能节约大约 5% 的成本，对整个光伏产业是极大地推进。

相对于提高晶硅电池的光电转换效率，发展低成本高效率的多晶硅提纯技术也是多晶硅行业的主要技术发展方向。目前主流的多晶硅提纯方法有改良西门子法、硅烷法和物理法（冶金法）。

图 3：改良西门子法生产工艺图



资料来源：华泰证券研究所

传统西门子法分为三个重要的环节：一是中间化合物三氯氢硅的合成，二是三氯氢硅的提纯，三是用氢还原三氯氢硅获得高纯多晶硅。改良西门子法在原有基础上增加了还原

尾气干法回收系统和 SiCl_4 氢化工艺，实现了闭路循环。改良西门子法是目前最为成熟的多晶硅生产方法，约 80% 的厂商采用该方法，生产成本大约在 30-50 美元/千克之间。保利协鑫在改良西门子法的基础上改进了冷氢化和全闭环工艺，加大了系统中副产物 HCl 的回收利用，实现了成本的节约，生产成本降低到 30 美元/千克，达到世界领先水平。

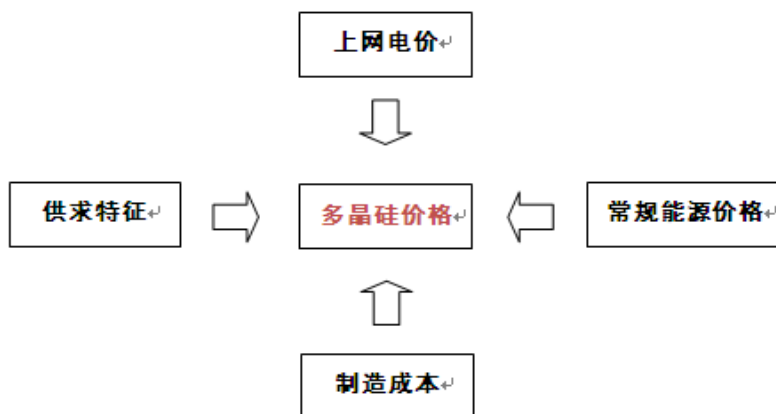
物理法（冶金法）目前也是研发的重点，物理法将冶金硅单方向凝固去除金属杂质，用等离子溶解炉去除硼元素，电子束溶解炉去除磷和碳元素后生成太阳能级多晶硅。物理法在制造多晶硅过程中不使用昂贵的化学分解方法，因此成本只有改良西门子法的 50% 左右，单位成本在 20 美元/千克以下。但是，物理法目前技术还不成熟，提炼纯度以 5N 为主难以提高到 6N，且光电转换效率衰减比较快。

综合来看，多晶硅行业要保持自身的竞争优势，需要在光电转换效率和多晶硅提纯技术两个方面不断改进。

3 供求特征、上网电价、制造成本和常规能源共同决定多晶硅价格

多晶硅价格的形成机制比较复杂，综合来看主要有以下四个主导因素：供求特征、上网电价、制造成本和常规能源价格。

图 4：多晶硅价格形成机制



资料来源：华泰证券研究所

多晶硅供给弹性明显弱于需求弹性的特征导致多晶硅价格呈现周期性波动。多晶硅建设周期长、产能释放期长、投资量大和技术壁垒高，而多晶硅下游需求的硅片和组件的建设期短、产能释放快、投资量相对小和技术壁垒相对低，造成多晶硅供给的释放总是滞后

于需求的增长。同时，各国大都采用补贴上网电价的方式扶植本国光伏产业，在固定上网电价下调前各国电站投资商会出现抢装的情形，又导致多晶硅需求出现脉冲式上涨。由于供求弹性的巨大差异，多晶硅的需求周期和供给周期的产生了一致性，每当需求爆发增长时多晶硅产能无法跟上导致供不应求，每当需求大幅回落时多晶硅产能又大量释放导致供大于求，与此同时多晶硅价格就呈现大起大落的周期性波动特征。

表 2：多晶硅供求弹性比较

	多晶硅	下游光伏电池
项目大小	3000 吨以上	硅片、电池和组件可分开投资，25MW 一条线
资本支出	投资很大，20-27 亿/3000 吨	10 亿/200MW，最低投资额在 1 亿以内
建设周期	1-2 年	6-12 个月
产能释放周期	1-2 年，第一年产能利用率 50%，第二年 80%	2 个月即可满产，产能利用率可能大于 100%
技术壁垒	较高	较低
弹性	较小	很大

资料来源：华泰证券研究所

上网电价形成多晶硅价格的天花板。在上网电价补贴长期下调的背景下，多晶硅作为光伏电站的关键原材料，其价格的暴涨将导致装机成本的大幅上升，使光伏电站投资收益率下降至无利可图，必然抑制下游需求甚至挫伤整个光伏产业。所以，上网电价的约束使得多晶硅价格不可能长时间非理性上涨。长期来看，光伏上网电价补贴长期下调至平价上网水平是必然趋势，同样多晶硅价格的长期下降也是必然趋势。

制造成本构成多晶硅价格的支撑。目前，国际多晶硅厂商的生产成本平均为 25~30 美元/千克，国内多晶硅的生产成本平均为 40~50 美元/千克。当多晶硅价格下跌到高成本厂商成本附近时，高成本厂商的产能将无法释放，有效供给将下降，供求关系逐步改善，短期价格也将得到有效支撑。长期来看，技术进步将使多晶硅的制造成本不断下降，未来 5 年多晶硅的生产成本有望降到 20 美元以下，这给多晶硅价格的长期下降提供了有利的条件。

传统能源的价格涨跌影响多晶硅使用的相对经济性。由于石油、煤炭等传统能源的不断枯竭和使用成本的不断提高，传统能源发电成本长期趋于上涨，光伏发电相对于传统能源的经济性不断提升，上网电价也能更快地实现平价上网。也就是说，传统能源价格的长期上涨将促使光伏平价上网电价的上移，对多晶硅的价格形成正面的支撑作用，使多晶硅在一个较原先更高的位置上形成长期的均衡价格。

综合以上四个主导因素，我们认为长期多晶硅均衡价格将夹在上网电价和生产成本间以周期剧烈波动的形式呈现长期下降的趋势，直至光伏发电实现平价上网。而传统能源价

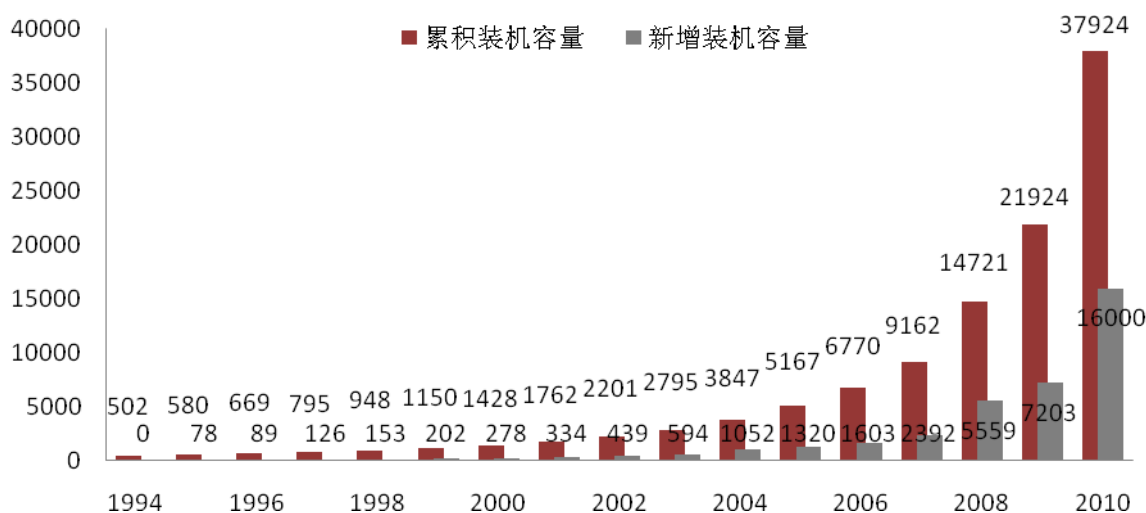
格的上涨有利于缩短光伏发电实现平价上网的进程，对多晶硅价格有正面支撑。多晶硅短期价格由于供求弹性的巨大差异和相关因素的影响将呈现剧烈的上涨和下跌走势，甚至也不排除各国光伏装机容量超预期的增长导致多晶硅价格短期出现巨大的涨幅。

4 2011 年多晶硅需求增速回落，产能逐步释放，价格将稳步回落

4.1 2011 年预计需求增速将回落至 30%-40%之间

过去 10 年，光伏市场获得了高速的增长，从 2000 年到 2010 年全球光伏累计装机容量年均复合增长 38.81%，新增装机容量年均复合增长 49.97%，到 2010 年底全球累计装机容量已达到 37.9GW。2010 年是全球光伏市场爆发性增长的一年，全球新增装机容量达到 16GW，比 2009 年增长了 122%，这主要由于 2009 年多晶硅价格大幅跳水至每公斤 40~50 美元左右促使光伏组件价格大幅回落，再加上欧洲主要国家优惠的上网电价补贴政策，使光伏电站的投资收益率不断攀升，吸引电站投资商蜂拥建设而致。

图 5：全球光伏市场装机容量增长（MW）



资料来源：EPIA，华泰证券研究所

从各国累积光伏装机容量看，德国占比 45%，意大利占比 12%，西班牙占比 12%，捷克占比 6%，欧洲各国的累积光伏装机容量几乎占到全球的 80%。从 2010 年各国新增光伏装机容量看，德国 44%排第一，意大利 19%排第二，捷克 8%排第三。可见目前欧洲仍是

全球光伏产业的中心，特别是德国、意大利的变动将直接关系到短期全球光伏产业的表现，值得注意的是以中国、美国为代表的能耗大国将是未来光伏产业的潜在增长动力。

图 6：2010 年各国新增光伏装机容量占比

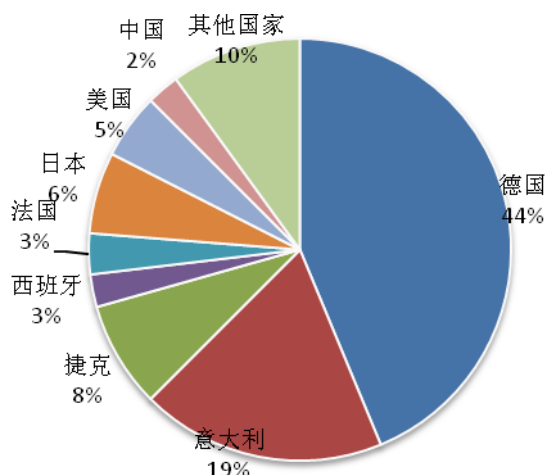
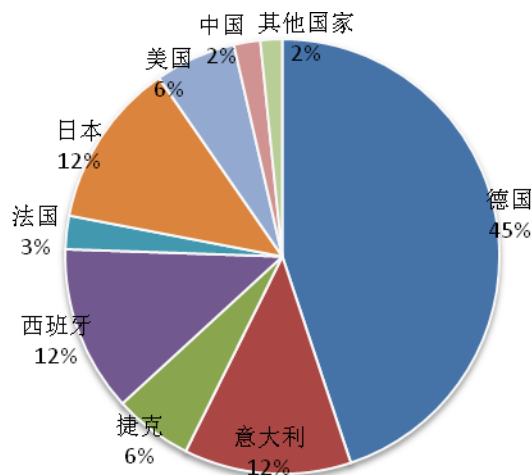


图 7：2010 年各国累计光伏装机容量占比



资料来源：EPIA，华泰证券研究所

资料来源：EPIA，华泰证券研究所

表 3：主要国家光伏相关政策动向

国家	主要政策	近期政策动向
德国	上网电价补贴	●2011 年 1 月 1 日开始将所有规格项目上网电价水平下调 13%，下调后的上网电价水平为 22-28 欧分/千瓦时。 ●2011 年中期价格下调幅度将依据 3-5 月份年华装机容量确定，最高下调幅度 15%。
意大利	上网电价补贴	●根据意大利《能源鼓励基金》法案，2011 年将 3 次下调上网电价水平，下调后的电价水平分别为 29-36、27-35、25-33 欧分/千瓦时。
捷克	上网电价补贴	●2011 年将限制补贴规模或大幅消减上网电价 50%，同时在未来三年对现有太阳能电厂征税 26%。
美国	联邦补贴+州政府各自政策	●《2009 年复苏和再投资法案》规定将划拨 140 亿美元用于可再生能源项目，对安装和投入使用的商用太阳能系统实施 30%的税收优惠。 ●《美国清洁能源法案》规定到 2020 年发电量的 20%来自于可再生能源，碳排放额度下降 17%。 ●“千万太阳能屋顶计划”计划 2013 年开始每年投入 5 亿美元用于补贴建筑上安装太阳能系统，目标到 2020 年安装 1000 万个系统。
中国	招标电站+金太阳示范工程	●继续采用运营特许招标的方式发展大型光伏电站； ●扩大和加快推进金太阳示范工程

资料来源：华泰证券研究所

目前光伏需求仍由政策驱动。多晶硅的需求取决于下游光伏装机容量的需求，而光伏装机容量取决于安装光伏电站的成本收益关系。目前，世界范围内太阳能发电尚不具备大

规模的经济性，需要各个国家出台政策扶植本国的光伏产业，包括设备补贴、上网电价补贴和税收优惠等政策。因此，在光伏发电还不具备经济性时，多晶硅的需求还主要取决于各国光伏政策的支持力度。短期来看，德国、意大利等欧洲国家的政策变动将对多晶硅的需求产生重大影响，同时以中国、美国为代表的能耗大国的政策也值得重点关注。

德国上网电价下调符合预期，光伏需求短期将趋于平稳。2011年1月1日，德国根据 EEG 法案 (Renewable Energy Sources Act) 将所有项目光伏上网电价下调 13%，达到 22-28 欧分/千瓦时。之后，德国就 2011 年中期上网电价下调方案正式达成一致，电价下调幅度将依据 2011 年 3 月到 5 月的年化装机规模（总计装机容量乘以 4）来确定。即 2011 年 3 月到 5 月的装机规模乘以 4 若超过 3.5GW/4.5GW/5.5GW/6.5GW/7.5GW，则上网电价下调幅度分别为 3%/6%/9%/12%/15%。此外，联邦太阳能协会还提出了到 2020 年德国太阳能产业的发展目标是将太阳能发电量占总发电量的比例从目前的 2% 提高到至少 10%，同时将成本至少削减一半。

该调整方法虽然对德国光伏产业有所打击，但整体方案好于前期市场预期，只是把 EEG 法案规定的 2012 年初下调的浮动部分提前到 2011 年中期执行，没有增加新的下调，德国各方面对此反应也比较中性。由于中期调整法案将 2011 年 7 月 1 日执行，短期内引起了国内各电站投资商赶在电价调整前进行抢装的现象，多晶硅出现暂时的供不应求。

我们认为 2011 年 3 月到 5 月的年化装机规模可能落在 6-7.5GW 的区间，基本与 2010 年装机容量 7GW 持平，因此 2011 年中期电价下调的幅度可能在 9%-12%。

表 4：德国 2010 年中期光伏上网电价调整

2011 年 3~5 月的装机容量 乘以 4	太阳能上网电价 (FiT) 调整幅度	FiT (欧分/千瓦时)
3.5GWp-4.5GWp	电价下调 3%	21.34~27.16
4.5GWp-5.5GWp	电价下调 6%	20.68~26.32
5.5GWp-6.5GWp	电价下调 9%	20.02~25.48
6.5GWp-7.5GWp	电价下调 12%	19.36~24.64
>7.5GWp	电价下调 15%	18.7~23.8

资料来源：华泰证券研究所

意大利光伏需求强劲，但政策存在不确定性。根据 2010 年 8 月颁布的第三版《能源鼓励基金》规定的鼓励扶持标准，意大利 2011 年将 3 次下调上网电价水平，每次下调幅度在

6%左右，时间分别在 2011 年 4 月底、8 月底和 12 月底，下调后的电价水平分别为 29-36、27-35、25-33 欧分/千瓦时。意大利光伏上网电价补贴优于德国，电站投资商的内部收益率也高于其他国家，所以意大利光伏需求比较强劲，特别是在上网电价下调前也出现大幅的抢装现象。但由于意大利 2010 年光伏装机容量大幅度超出预期，政府财政压力大增，是否会出台政策增加新的电价下调还具有不确定性。

表 5：意大利《能源鼓励基金》规定的鼓励扶持标准（2011-2012 年）

装机容量级别 (KW)	2011 年 1-4 月份装机运 行光伏系统	2011 年 5-8 月份装机运 行光伏系统	2011 年 9-12 月份装机 运行光伏系统
	(EUR/KWH)		
1-3KW	0.362	0.347	0.333
3-20KW	0.339	0.322	0.304
20-200KW	0.321	0.309	0.285
200-1000KW	0.314	0.303	0.266
1000-5000KW	0.313	0.289	0.264
5000KW 以上	0.297	0.275	0.251

资料来源：意大利经济发展部网站，华泰证券研究所

捷克政策转向，光伏发展陷入停滞。2010 年捷克由于上网电价补贴过于优惠，国内光伏装机容量增长大幅超出预期，政府财政压力不堪重负。2010 年底捷克政府提出的一系列针对国内泡沫式光伏电站投资的惩罚方案，方案包括对光伏电站销售电力的所得征收 26% 的“太阳能税”，以及追溯性的征收之前已免去的税收等措施。2011 年，预计捷克政府还将出台政策限制补贴规模或大幅削减上网电价。政策的转向使过热中的捷克光伏产业瞬间陷入停滞。

奥巴马政府大力支持，美国有可能成为光伏需求的新驱动力。奥巴马上台后，美国政府把可再生能源发展放到了战略位置。2009 年 1 月的《复苏和再投资法案》规定将划拨 140 亿美元用于可再生能源项目，同时对安装和投入使用的商用太阳能系统实施 30% 的税收优惠。2009 年 6 月美国通过《美国清洁能源安全法案》，法案规定截止 2012 年和 2020 年，公用事业公司必须满足发电量的 6% 和 20% 来自可再生能源，计划到 2020 年美国主要排放源的碳排放额度下降 17%。2010 年 7 月美国参议院能源委员会通过了“千万太阳能屋顶提案”，该提案计划每年投转型资金（2012 投入 2.5 亿美元，2013~2020 每年投入规模将提高到 5 亿美元）用于补贴在建筑上安装太阳能系统，目标在 2020 年之前安装 1000 万个太阳能系统。

美国作为世界第一大能源使用大国，其光伏政策将直接关系到世界光伏产业的发展。

截止 2010 年底，美国累计光伏装机容量只占到世界的 6%，明显与第一大能耗大国的地位不匹配。奥巴马政府上台后对太阳能的大力扶植使我们有理由对美国光伏市场的大规模启动保持乐观。

中国光伏装机基数小增长快，但大规模启动尚需时日。中国的政策主要围绕在“金太阳”示范工程补贴和光伏电站特许项目招标，项目主要都是示范性质的，设备补贴的范围也比较小。中国的国情决定中国近期不太可能出台像欧洲一样的上网电价法案。首先，我国煤炭资源及其丰富，火电发电成本极低，光伏发电 1 元以上的成本离火电 0.2-0.3 元的成本还有很大的距离；其次，中国市场太广阔，放开上网电价补贴对政府财政是巨大的压力。

表 6：全球新增光伏装机容量预测（MW）

	2007	2008	2009	2010	2011E	2012E
德国	1327	1860	3800	7000	7500	8000
意大利	87	240	550	3000	4000	4500
捷克	3	51	100	1300	1000	1000
美国	220	360	500	800	2100	3660
中国	24	29	160	400	1500	2500
日本	230	230	230	1000	1200	1700
西班牙	328	2260	560	400	600	700
法国	16	33	225	600	1000	1400
加拿大	4	9	75	300	554	776
韩国	42	280	100	200	400	700
印度	17	31	50	300	800	1000
其他国家	94	176	953	700	1066	1416
全球新增	2392	5559	7203	16000	21720	27352
增长率	49.22%	132.40%	29.57%	122.13%	35.75%	25.93%

资料来源：EPIA，华泰证券研究所

综合主要国家的光伏政策和需求情况，我们认为在经历 2010 年新增装机容量 100% 以上的爆发性增长以后，2011 年全球新增装机增速将有所下滑，预计回落至 30%~40% 的需求增速。我们预计 2011 年全球新增光伏装机容量在 20GW 左右。

4.2 国内外大厂商扩产明显，2011 年后多晶硅产能将逐步释放

国内外大厂商纷纷扩产，多晶硅供给呈现新的寡头垄断局面。2011 年 2 月保利协鑫宣布两年内投资 177 亿港元扩产多晶硅及硅片产能，计划到 2011 年底多晶硅产能 25000 吨，2012 年中期产能达到 65000 吨，产能达到原来的 3 倍多，排名世界第一。韩国 OCI 2010 年底宣布将在 2012

年达到65000吨多晶硅的产能，排名第二。原龙头厂商Hemlock、Wacker也宣布将产能提到近40000吨左右，排名第三、第四。产能建成后，预计未来这四家厂商将占到全球多晶硅供给的60%的市场份额，形成新的寡头垄断局面。成本方面，保利协鑫在25美元/千克左右，OCI（韩国）、Hemlock、Wacker 预计也均在30 美元/公斤以下。

表 7：国外厂商多晶硅产能预测（吨）

	2007	2008	2009	2010	2011E	2012E
Hemlock	10250	14500	16500	19000	27500	36000
Wacher	8000	10000	20500	26000	31000	35000
MEMC	4875	6675	10000	12500	13500	14500
REC	5633	6400	10500	13450	13450	22000
Tokuyama	5300	5500	5500	8400	8400	8400
Mitsubishi	2850	2850	2850	4000	4000	4000
Sumitomo	955	1155	1225	1250	1250	1250
七大传统厂商产能	37863	47080	67075	84600	99100	121150
OCI	0	2500	12500	26500	42000	62000
Silicium Becancour	1050	2700	3600	3600	3600	3600
Prime Solar	0	0	0	5000	5000	5000
Hoku	0	0	0	3000	4000	4000
DC CHEMICAL	0	1000	3000	4000	4000	4000
M. SETEK	200	2800	5525	5850	5850	5850
SolarWorld	250	1500	4000	4000	4000	4000
Nitol	0	500	1250	3000	3000	3000
国外新进大厂商产能	1500	11000	29875	54950	71450	91450
国外其他厂商产能	0	0	4450	14750	23750	26250
国外产能总计（吨）	39363	58080	101400	154300	194300	238850

资料来源：华泰证券研究所

《多晶硅行业准入条件》出台，中国多晶硅产业步入成本和规模化竞争时代。2011 年 3 月 2 日《多晶硅行业准入条件》正式出台，在多晶硅生产规模、能耗和资源回收方面都做出了要求：生产规模方面，要求太阳能级多晶硅项目每期规模大于 3000 吨/年；能耗和资源回收方面，规定太阳能级多晶硅还原电耗小于 80kwh/kg，到 2011 年底前小于 60kwh/kg，资源还原尾气中四氯化硅、氯化氢、氢气回收利用率不低于 98.5%、99%、99%。

准入标准出台后，国内多晶硅产业将迎来整合。目前国内的多晶硅厂商中 80%都是小企业，普遍在几百吨规模左右，成本上都普遍偏高，随着准入标准的出台，这些较小的、技术水平较低的多晶硅产能将加速淘汰。而具有成本、规模和技术优势的产能将整合市场，并迅速做大做强，行业格局上将向寡头垄断靠近，企业间的竞争也将进入更高的级别，未来竞争将是大厂商间规模和成本的竞争。

表 8：国内厂商多晶硅产能预测（吨）

	2006	2007	2008	2009	2010	2011E	2012E
保利协鑫	0	165	2000	7454	16500	25000	65000
LDK	0	0	0	1500	5000	7000	10000
宜昌南玻	0	0	0	1000	1500	2000	2000
天威硅业	0	0	0	200	1268	2000	2500
乐电天威	0	0	0	0	2200	2400	2800
新光硅业	0	0	1000	1000	1000	1000	1000
峨眉山半导体	200	200	200	400	700	900	1500
洛阳中硅	200	223	812	951	1000	1200	1500
江苏顺大	0	0	200	500	800	1000	1300
鄂尔多斯	0	0	0	0	800	1000	1200
神州硅业	0	0	0	500	1000	1500	1500
重庆大全	0	0	1500	1500	1980	3040	4000
焦作煤业	0	0	0	300	1000	1800	1800
其他产能	0	0	0	1450	3600	5400	7600
国内产能合计	400	588	5712	16755	38348	55240	103700

资料来源：华泰证券研究所

2011 年下半年开始产能将逐步释放。OCI 和保利协鑫两大厂商的巨幅扩张，对多晶硅行业的供给格局产生了重要的影响，根据两大巨头的产能计划，2011 年下半年开始及 2012 年将是产能大幅扩张的年份。许多高成本的中小产能经历了 2010 年多晶硅价格上涨特别是现货价格的大涨后也开始复苏，2011 年也将进入放量阶段，产能利用率已明显提高。根据国内外厂商的扩张计划，2011 年国外多晶硅厂商的产能扩张幅度将达到 25%左右，国内多晶硅厂商的扩产幅度将达到 40%左右，预计产能利用率也将进一步提高到 80%以上。

4.3 预计 2011 年多晶硅价格将呈现下降趋势

多晶硅 80%的供给价格由长协价确定，因此长协价比现货价格更有参考意义。2011 年以来虽然现货价格一度上涨到 100 美元/千克以上，但各大厂商的长协价都比较稳定，维持在 50~60 美元/千克之间。2011 年 1 季度现货价格的上涨更多的是由于欧洲国家上网电价即将下调引发的“抢装”所致，不具有可持续性。

我们认为，在全球光伏需求增速回落至 30%-40%的背景下，随着 2011 年下半年多晶硅产能的逐步释放，多晶硅供求关系将出现一定程度的逆转，预计 2011 年多晶硅的供求关系将从 2010 年的基本平衡转型供给过剩，长协价应出现稳步的回落。同时，据了解国内各大厂商纷纷改进制造工艺，2011 年多晶硅制造成本较 2010 年普遍有 5%-10%的下降，这也给

多晶硅价格的进一步下降创造了有力条件。

表 9：全球多晶硅供求平衡表

项目	2007	2008	2009	2010	2011E	2012E
名义产能（吨）	39951	63792	118155	192648	249540	342550
实际产量（吨）	36154	60778	97927	140351	200000	270000
半导体级硅用量（吨）	24000	26000	23000	26000	28000	30000
太阳能级硅供应量（吨）	12154	34778	74927	114351	172000	240000
多晶硅供给增速		186%	115%	53%	50%	40%
转化系统（吨/MW）	9	8	7.5	7	6.8	6.6
可生产电池量（MW）	1350	4347	9990	16336	25294	36364
全球光伏装机容量（MW）	2392	5559	7203	16000	21720	27352
供应/需求	0.56	0.78	1.39	1.02	1.16	1.33

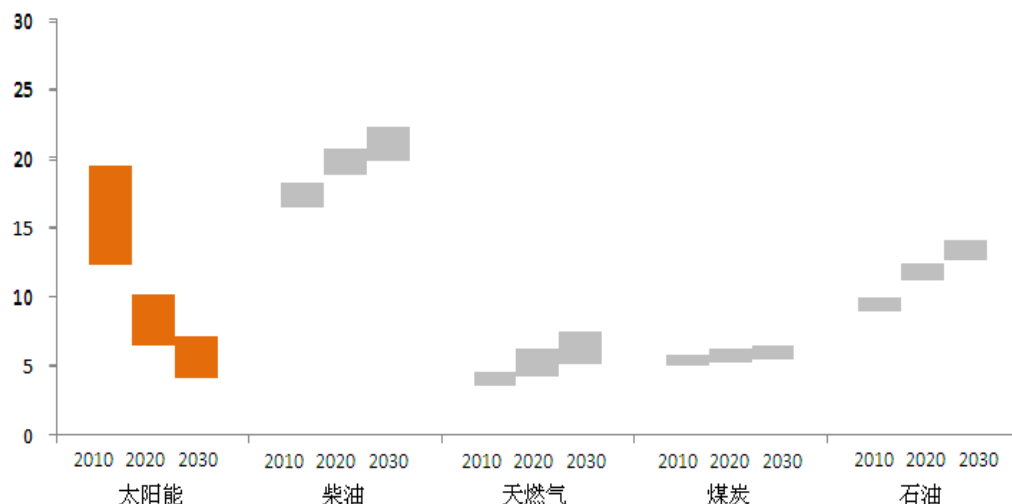
资料来源：华泰证券研究所

5 长期多晶硅行业的发展值得期待

多晶硅作为光伏产业的关键原材料，未来在光伏发电和太阳能屋顶应用领域存在广阔的空间。随着传统能源的不断枯竭和使用成本的不断上升，太阳能作为取之不竭的清洁能源，其发展前景非常乐观。根据欧洲光伏产业协会的预测，最晚到 2030 年太阳能使用成本将会全面低于传统能源。

多晶硅作为光伏产业的关键原材料，在太阳能应用的各个领域都存在着很大的市场空间。首先，光伏发电在各个国家的能源结构中都只占据极小的比例，未来还有非常大的提升空间。全球装机容量最大的德国 2010 年太阳能发电量也只占到全国总发电量的 2%，其他国家基本都刚起步，保守估计未来世界的能源结构中将有 15%-20% 的能源将由太阳能提供，可见太阳能发电应用的广阔空间。再次，太阳能屋顶的运用为我们长期看好。太阳能屋顶作为建筑能源的解决方案具有诸多的优势，为其他能源方式所不能替代，这主要体现在太阳能屋顶能充分利用小规模的建筑空间，能有效节约地面的土地成本，能减少由于长距离输送造成的电力损耗，起到就地发电就地使用、聚少成多节约能源的效果。这一块的市场空间同样值得看好。

图 8： 太阳能与传统能源发电成本比较（欧分/Kwh）



资料来源：EPIA，华泰证券研究所

全球光伏发电的经济性正在逐步体现，我们认为到 2015 年光伏发电将在一些发达国家实现平价上网，届时将迎来多晶硅的消费高峰。

我们将对未来几年光伏电站的投资收益率进行测算，关键假设如下：

1) 假设 2011 年多晶硅均衡价格为 50 美元/千克，则 10MWps 光伏电站的初始投资额为 20726 万元。2011 年至今多晶硅的长协价一直稳定 50~60 美元/千克之间，80%的多晶硅供给由长协价确定，因此长协价被认为是短期均衡价格。我们预计下半年多晶硅将逐步转向供给过剩，多晶硅均衡价格将下降到 50 美元左右。

表 10： 2011 年光伏系统每瓦投资成本

多晶硅价格（\$/kg）	50	55	60
每瓦电池消耗硅料（g/w）	7.00	7.00	7.00
多晶硅成本（\$/w）	0.44	0.48	0.53
硅锭制作成本（\$/w）	0.18	0.18	0.18
硅片制作成本（\$/w）	0.23	0.23	0.23
电池制作成本（\$/w）	0.32	0.32	0.32
组件制作成本（\$/w）	0.41	0.41	0.41
组件总成本（\$/w）	1.58	1.62	1.67
逆变器（\$/w）	0.27	0.27	0.27
BOS（\$/w）	1.30	1.40	1.40
系统总成本（\$/w）	3.15	3.29	3.34
10MWp 初始投资额（万元）	20726	21673	21961

资料来源：华泰证券研究所

- 2) 假设 2011~2015 年光伏电站投资成本每年以 10% 的速度下降。根据欧洲光伏协会 (EPIA) 的估计, 未来每年系统成本下降幅度有望在 7% 左右。我们认为考虑到目前产业链各个环节扩产情况以及欧洲国家上网电价下调速度, 成本降幅将可能达到每年 10% 以上。
- 3) 假设没有任何补贴和优惠政策, 项目要求收益率为 8%
- 4) 假设项目自有资金 30%, 银行贷款 70%, 年利率 6%, 贷款期限为 20 年。
- 5) 设备分 20 年计提折旧, 残值为 10%。
- 6) 运行和维护费率为 0.5%。
- 7) 增值税率为 17%, 附加税为增值税的 8%, 所得税率为 25%。

根据上述假设条件, 按世界平均日照年均可利用小时数 1500 小时测算, 2011~2015 年实现含税含收益的上网电价分别为 1.82、1.64、1.47、1.33 和 1.19 元/度 (在日照丰富的地区这一价格将更低)。对比世界经合组织国家 2009 年平均 1.31 元/度 (已折合成人民币) 的零售电价, 到 2015 年光伏发电已经具有很强的经济性, 在一些电价偏高的国家, 光伏发电已经能实现平价上网。同时, 传统能源价格长期上涨趋势不可避免, 若各个国家上调零售电价将进一步缩短光伏发电应用经济性的进程。届时, 多晶硅将迎来真正的消费高峰, 而多晶硅行业的黄金发展期也将到来。

表 11: 经合组织国家电价 (单位: 折合成人民币元/度)

国家	2008 年电价	2009 年电价	电价变化率
美国	0.75	0.77	1.76%
挪威	1.09	0.91	-16.23%
新西兰	1.09	1.01	-7.60
法国	1.12	1.06	-5.80%
捷克	1.27	1.28	0.31%
英国	1.54	1.37	-10.94%
葡萄牙	1.46	1.43	-2.05%
日本	1.37	1.51	10.49%
荷兰	1.61	1.72	6.35%
意大利	2.03	1.89	-6.91%
22 国平均	1.35	1.31	-2.82%

资料来源: 世界能源报告, 华泰证券研究所

表 12：10MWp 并网光伏电站上网电价测算

	2011	2012	2013	2014	2015	
10MWp 初始投资额（万元）	20726	18653	16788	15109	13598	
资本金（30%）	6218	5596	5036	4533	4079	
银行贷款（70%）	14508	13057	11752	10576	9519	
偿还贷款本金（20 年）	725	653	588	529	476	
年偿还贷款利息（6%）	457	411	370	333	300	
年设备折旧（20 年期）	933	839	755	680	612	
折旧计提偿还贷款本息	-653	-588	-529	-476	-428	
运行和维护（0.5%）	104	93	84	76	68	
年资本金收益（8%）	497	448	403	363	326	
10MWp 含税含收益年发电成本	2730	2457	2212	1990	1791	
含税含收益上网电价（元/度）						
发 电 小 时 数	1000	2.73	2.46	2.21	1.99	1.79
	1100	2.48	2.23	2.01	1.81	1.63
	1200	2.28	2.05	1.84	1.66	1.49
	1300	2.10	1.89	1.70	1.53	1.38
	1400	1.95	1.76	1.58	1.42	1.28
	1500	1.82	1.64	1.47	1.33	1.19
	1600	1.71	1.54	1.38	1.24	1.12
	1700	1.61	1.45	1.30	1.17	1.05
	1800	1.52	1.37	1.23	1.11	1.00

资料来源：华泰证券研究所

6 投资策略

2011 年，多晶硅供求关系将逐步改变，由之前的供求基本平衡逐步转向基本平衡，价格将逐步下降。但近期由于日本地震引发的核泄漏导致各国核电发展陷入僵局，太阳能作为安全且具备大规模的应用空间的清洁能源又受到各国政策的高度重视，因此我们短期给予多晶硅行业“增持”的行业投资评级。

投资策略方面，我们认为在多晶硅价格长期保持下降趋势的背景下，具有技术优势并能将技术优势转化为成本和规模优势的厂商将具有长期的竞争能力，只有具有成本优势的厂商才能在未来多晶硅的低价时代取得自身的稳定的市场份额和毛利率，而多晶硅行业也将逐步进入强者恒强的寡头垄断时代。按照报告的投资逻辑我们选择具有成本和规模优势的多晶硅厂商作为投资标的，推荐保利协鑫和南玻 A。

A 股上市公司关注南玻 A，宜昌南玻的冷氢化技术改造项目将降低能耗和成本，其成本将从每公斤 38 美元左右降低到 30 美元左右，再考虑其一体化的光伏产业链，南玻 A 的成本优势将进

一步体现。

7 风险提示

补贴政策力度低于预期的风险。欧洲等主要光伏消费国家今年普遍削减光伏上网电价补贴，对光伏需求及产品价格形成压力。美国“千万屋顶计划”2012年开始实施，其刺激效果存在不确定性。国内光伏上网电价政策短期内难以出台。

新电池材料替代的风险。长期来看太阳能电池的技术路线还具有不确定性，可能存在新的低成本高效率的太阳能电池材料大规模替代现有多晶硅材料的风险。

华泰证券行业投资价值等级评判标准

一报告发布日后的6个月内的行业的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

增持：超越大盘；

中性：基本与大盘持平；

减持：明显弱于大盘。

华泰证券上市公司投资价值等级评判标准

一报告发布日后的 6 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

买入：相对强于市场表现20%以上；

推荐：相对强于市场表现5%~20%；

观望：市场表现在-5%~+5%之间波动；

卖出：相对弱于市场表现5%以下。

免责条款：

本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的正确性和完整性不作保证。报告中的信息或所表达的意见并不构成证券买卖的出价或征价。我公司及其所属关联机构可能会持有报告中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投资银行业务服务。本报告的版权仅为我公司所有，未经书面许可任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、发表或引用。