

光伏逆变器—等待太阳升起

行业深度研究

◆行业特征:

虽然国内光伏逆变器行业起步晚于国外同行,但是近两年国内整个行业发展迅猛,竞争激烈;据 CGC(鉴衡认证中心)与 CQC(国家质量认证中心)统计,通过 CGC(金太阳)认证的公司有约 41 家,通过 CQC 认证的有约 53 家。相比国外公司,国内大部分公司光伏逆变器的规模较小,能够提供完整的产品线和成熟产品的公司较少。预计已获得先发优势的公司的市场占有率未来还会长期维持。国内厂商相比国外厂商在成本制造方面有明显的优势,未来发展空间较大。

◆供需关系:

光伏逆变器是光伏系统的重要组成部分,其需求增速和光伏系统基本一致,即短期看平,长期增速确定,其中短期需求增速国内显著高于国外。光伏逆变器的主要市场也是在海外,我们预测即使到 2012 年国内市场与全球市场的占比也不超过 10%;随着国内光伏装机容量的快速上升,到 2015 年国内光伏逆变器的市场预计可以超过 50 亿,但国内市场占全球市场的比例可能依然不会超过 10%。我们认为目前光伏逆变器的产能远高于需求,未来 2 年全球光伏逆变器产能利用率将保持在 40%左右,到 2015 年随着一些竞争者的退出以及行业需求的增长,光伏逆变器的产能利用率将上升到 60%。我们认为目前国内优秀企业的产能利用率应高于 60%。

◆发展趋势:

根据我们对光伏逆变器行业商业模式的研究,未来 2-3 年,行业有可能会发生明显的分化,只有拥有研发与规模成本优势以及多元化销售渠道的企业才能成为行业的佼佼者。专注于光伏逆变器且此项业务收入超过 10 亿元的公司应该会有 3-5 家,只有此类公司有机会分享大部分光伏逆变器市场的利润。

◆投资建议:

应投资具备一定规模且国际业务开展较好的公司。近期我们认为有海外销售渠道且有一定产能的公司如阳光电源、正泰电器、科士达等值得关注。长期我们看好有产能扩张能力、研发创新能力较强、国际化程度较高的专业公司。

◆风险分析:

世界宏观经济下滑会给太阳能行业发展带来系统性风险。国际市场贸易壁垒会带来国际市场拓展的风险;未来汇率变动的风险会显著影响国内产品的国际竞争力。

增持 (首次)

分析师

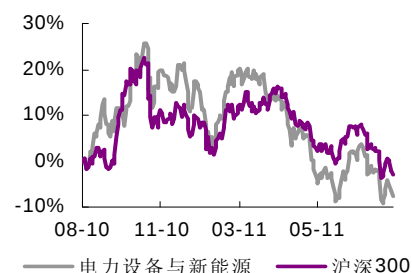
周励谦 (执业证书编号: S0930510120024)
021-22169175
zhouliqian@ebsecn.com

联系人

封化
021-22169326
fengh@ebsecn.com

彭翀
021-22169313
pengchong@ebsecn.com

行业与上证指数对比图



相关研报

证券代码	公司名称	股价	EPS			PE			投资评级
			10A	11E	12E	10A	11E	12E	
300274	阳光电源	-	0.74	1.01	1.50	-	-	-	-
601877	正泰电器	16.01	0.64	0.74	0.94	25.01	21.63	17.03	增持
002518	科士达	26.46	0.69	0.83	1.16	38.35	31.88	22.81	增持

目录

一、行业综述.....	3
1.1 行业特性.....	3
1.2 行业现状与发展.....	3
1.3 行业产业链分析.....	4
二、需求短期看平，长期增速确定.....	6
2.1 主要市场在海外.....	6
2.2 寿命对需求的影响并不显著.....	6
2.3 光伏逆变器 2010 年的市场.....	6
2.4 光伏逆变器未来市场预测.....	7
三、供给过剩将长期存在.....	9
3.1 光伏逆变器的产能.....	9
3.2 未来的供需及毛利率预测.....	9
3.3 主要客户分析.....	10
四、国内制造成本有显著优势.....	11
4.1 光伏系统中的光伏逆变器成本.....	11
4.2 光伏逆变器制造成本.....	11
4.3 供货商.....	12
五、降低成本、提高质量、拓展海外是胜者的法宝.....	13
5.1 进入壁垒对竞争格局的影响.....	13
5.2 市场份额与商业模式.....	14
5.3 国内外公司分类概览.....	15
5.4 国内外主要上市公司毛利、成本及研发水平.....	16
5.5 行业比较——电力二次行业.....	18
5.6 影响行业发展的主要因素分析.....	18
六、国内重点上市公司及投资建议.....	18
6.1 阳光电源.....	18
6.2 正泰电气.....	19
6.3 科士达.....	19
七、风险分析.....	19
八、附录：光伏逆变器的主要技术和生产工艺.....	20
8.1 光伏逆变器的分类.....	20
8.2 光伏逆变器的主要技术和指标.....	20
8.3 制造工艺与实际使用寿命.....	22
8.4 逆变器报价.....	23
8.5 未来的技术发展趋势.....	24
8.6 制造工艺.....	24

一、行业综述

1.1 行业特性

光伏逆变器行业是近年来伴随着光伏行业发展起来的新兴高科技行业，光伏逆变器的作用是将光伏系统产生的直流电转化成日常生活所需的交流电；涉及的核心技术是电力电子、继电保护、现代控制等技术。

逆变器一直以来广泛应用在交直流混合电源-负载系统中，充当把直流电转换成交流电或者交流电转换成直流电的桥梁。（如汽车中的蓄电池供电系统、通信机房中的 UPS 系统等）光伏逆变器的原理和技术与一般电源所使用的电力电子技术并无本质差别。

由于光伏并网系统对安全稳定的需要以及光伏电池的伏安特性，光伏逆变器需使用各类电气控制技术以及特殊的电路设计来达到高转换效率，以此来提升光伏发电系统的经济水平。

（有关光伏逆变器的技术和指标等资料请参看附录）

1.2 行业现状与发展

光伏逆变器行业近年来发展迅猛，总体来看行业竞争十分激烈，规模较大的厂商主要是 SMA、POWER-ONE、KACO、FRONIUS 等厂商。

图表 1：全球光伏逆变器厂商



资料来源：IMS Research、光大证券

国内光伏逆变器行业起步晚于国外同行，但是目前国内整个行业发展迅猛，进入行业的企业也很多。据不完全统计仅通过 CGC 金太阳认证的公司有 41 家，通过 CQC（国家质量认证中心）认证的有约 53 家，但规模相对国际龙头公司普遍偏小，能够提供完整的产品线和成熟产品的公司较少。

长期来看，光伏逆变器行业内已获得先发优势的公司（国际如 SMA 等；

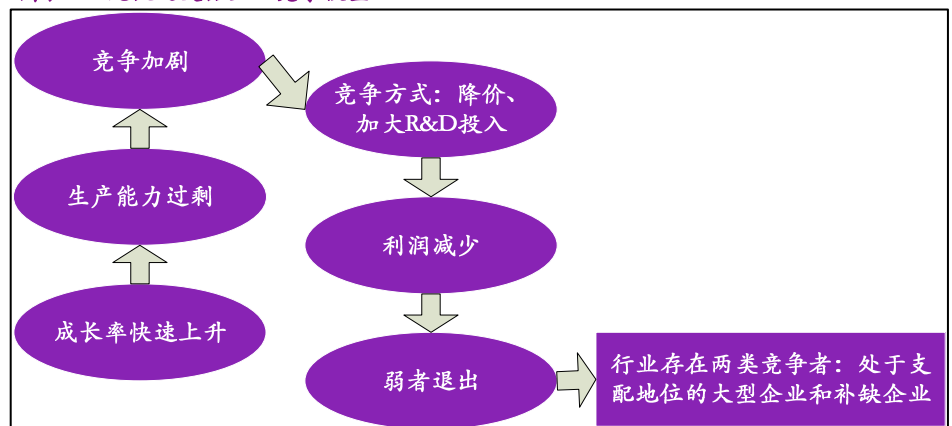
国内如阳光电源等)的市场占有率未来还会长期维持。并且受益于国内外光伏装机长期的增长及国内制造成本低廉的优势,国内的公司潜力巨大;行业年均增速有望超过 40%。

根据我们对光伏逆变器行业商业模式的研究,我们认为未来 1-2 年,国内光伏逆变器行业有可能会发生明显的分化,业务收入超过 10 亿元的公司应该会有 3-5 家,成功者的因素主要是以下几点:

- 1) 拥有自主研发并不断投入(提升产品的稳定性、转换效率、可安装维护性);
- 2) 拥有多元化销售渠道和方式和灵活的产品售后服务;
- 3) 拥有一定的规模形成成本优势。

只有这样的公司才能成为行业的龙头并在未来残酷的价格战中生存壮大。

图表 2: 光伏逆变器企业竞争模型

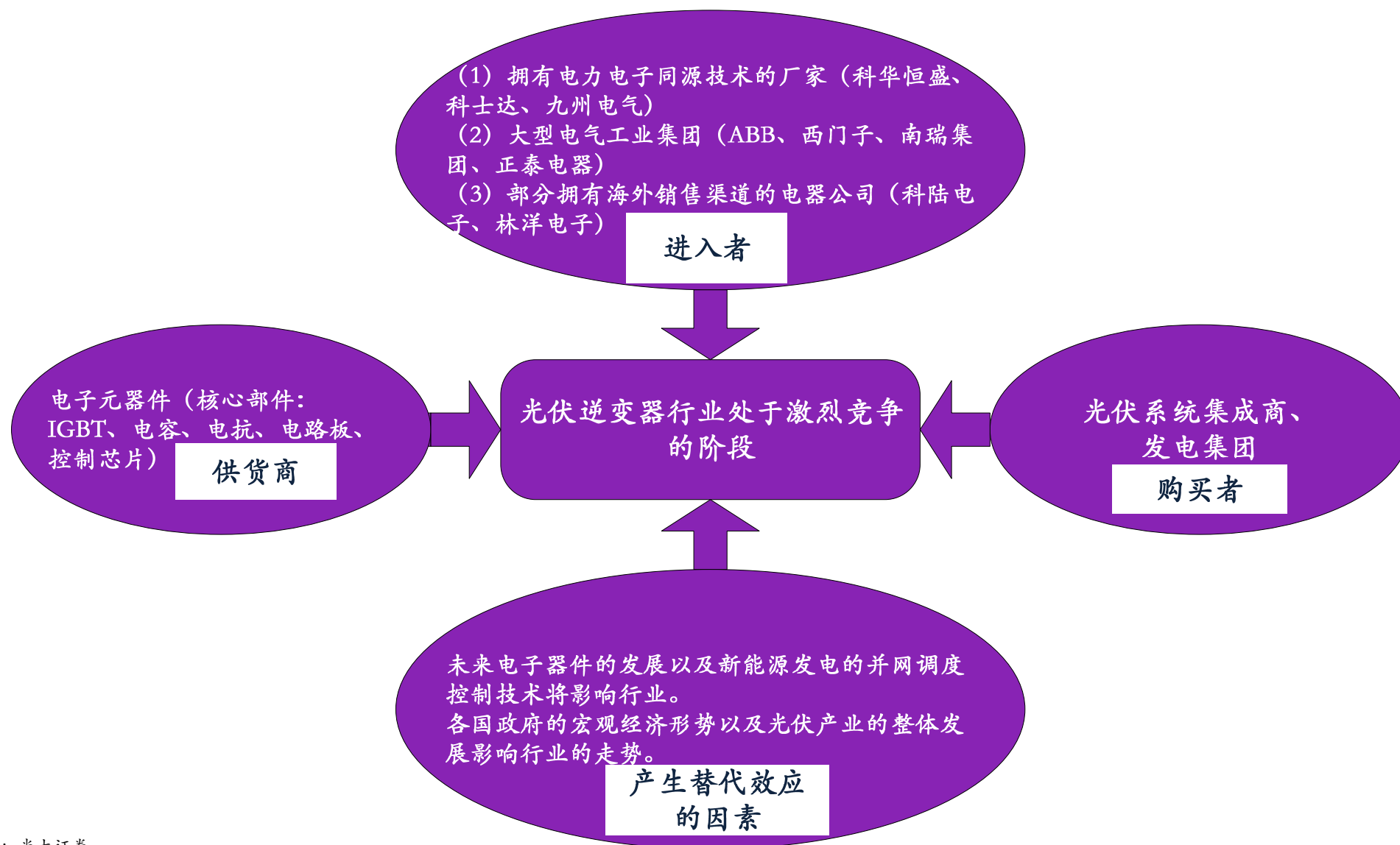


资料来源：光大证券

1.3 行业产业链分析

光伏逆变器的上游是电子器件(电容、电抗、变压器、集成电路、IGBT等电力电子器件),下游是光伏电站、屋顶光伏系统等。逆变器是光伏系统连接电网或负载的必须部件。逆变器的成本随着单台功率递增而递减,目前500kW以上的大型逆变器约0.9元/W,500-100kW的约1.5元,10kW以下的约2-2.5元/W。国内光伏逆变器售价相比国外有较明显的价格优势。

图表 3: 光伏逆变器五力模型



资料来源: 光大证券

二、需求短期看平，长期增速确定

2.1 主要市场在海外

光伏逆变器是光伏系统的重要组成部分，其需求和光伏系统的需求基本一致。光伏逆变器的主要市场也是在海外，我们预测即使到 2012 年国内市场与全球市场的占比也不超过 10%（国内约 2GW/国外约 20GW），但是随着国内光伏装机容量的快速上升，到 2015 年国内光伏逆变器的市场预计可以超过 50 亿，但是国内市场占全球市场的比例可能依然不会超过 10%。

2.2 寿命对需求的影响并不显著

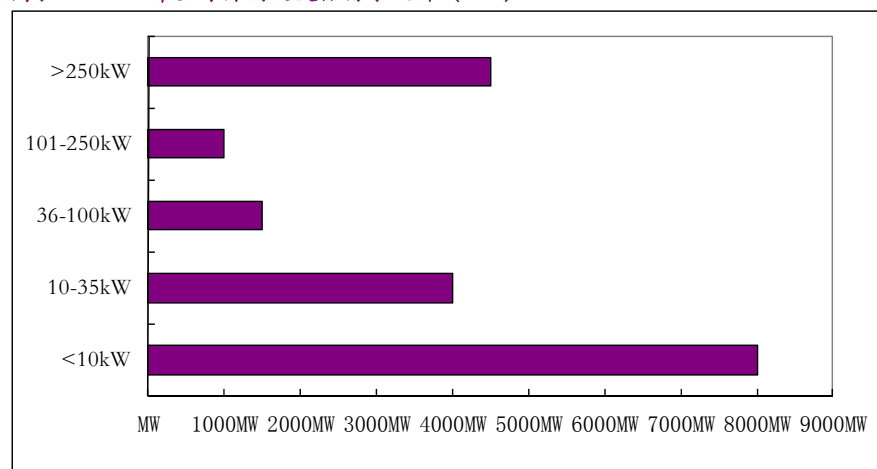
光伏逆变器的使用寿命主要受制于电容器的寿命。目前一般电容器的实际寿命为 10 年，超过 10 年电容器会老化，性能下降将影响光伏逆变器的效率。据 SMA 介绍他们的光伏逆变器寿命可以达到 12 年，我们根据国内电力电子目前使用的情况认为国内的光伏逆变器即使在可靠性上有所下降但是正常使用的寿命最短也应超过 8 年，随着电子元件耐用性的进步光伏逆变器的使用寿命在 3-5 年内有望和光伏电池的寿命（20 年）相匹配。

2.3 光伏逆变器 2010 年的市场

2010 年光伏逆变器需求受益于光伏装机的大幅增加，同比增加近 200%。根据 IMS Research 的统计,据统计 2010 年共售出约 21.8GW 的光伏逆变器,收入超过了 48 亿欧元，折合人民币约 408 亿元。

并网逆变器供销售约 19GW,其中 10kW 以下的约 8GW，10kW-100kW 约 5.5GW，100kW 以上的约 5.5GW；离网逆变器供销售约 2GW，占整个光伏逆变器销售的约 9.1%，可见光伏并网是个大趋势。所有售出的逆变器共安装了约 18GW，物流环节的存货约 3GW。

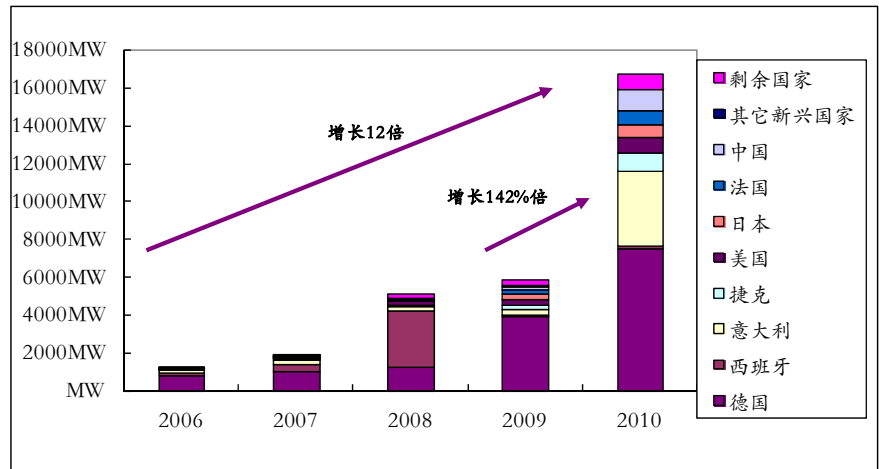
图表 4：2010 年全球并网逆变器需求统计（MW）



资料来源：IMS Research、光大证券

和光伏市场一样，光伏逆变器的最大市场是依次是德国、意大利、捷克、美国、法国、日本。

图表 5：全球并网逆变器需求



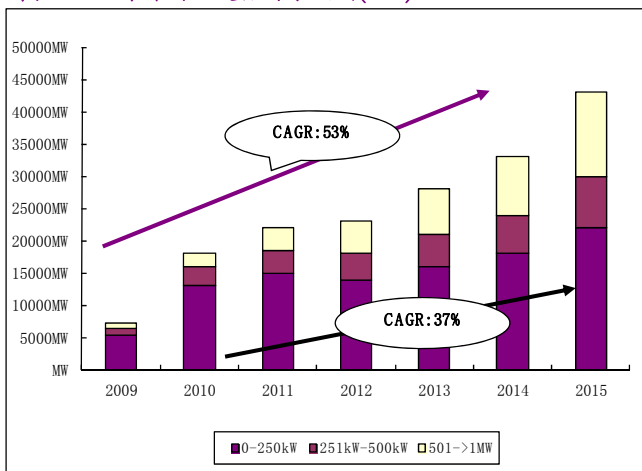
资料来源：IMS Research

2.4 光伏逆变器未来市场预测

根据 IMS Research 的推测，2011 年光伏逆变器销售收将达到 20.6GW，行业收入约 39 亿欧元，折合人名币约 340 亿元，比 2010 年略有下降。

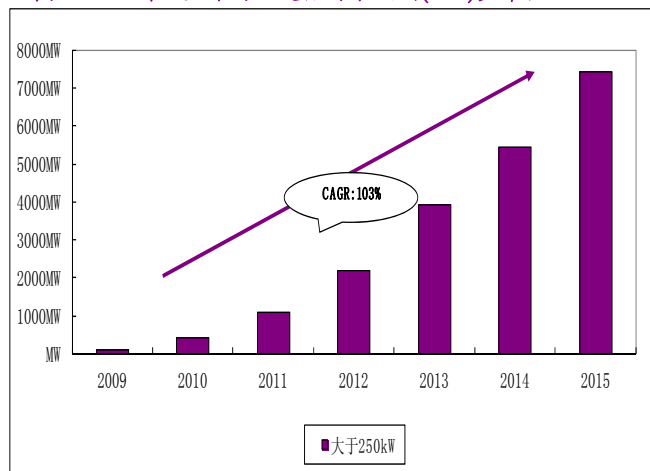
到 2015 年全球光伏逆变器的市场规模 40GW，收入将超过到 680 亿人民币。全球对并网逆变器的需求的复合增长率超过 25%，其中欧洲的复合增长率约 26%，北美的 76%，亚洲的 103%。尤其是国内光伏市场处于快速成长的时期。

图表 6：全球并网逆变器需求预测(MW)



资料来源：IMS Research

图表 7：亚洲大型并网逆变器需求预测(MW)少单位

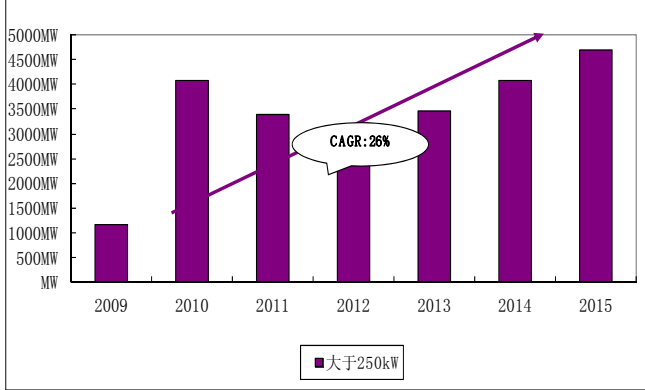


资料来源：IMS Research

从全球光伏逆变器需求预测来看，大容量的（250kW 以上）的逆变器曾增长速度高于平均水平达到 53%。

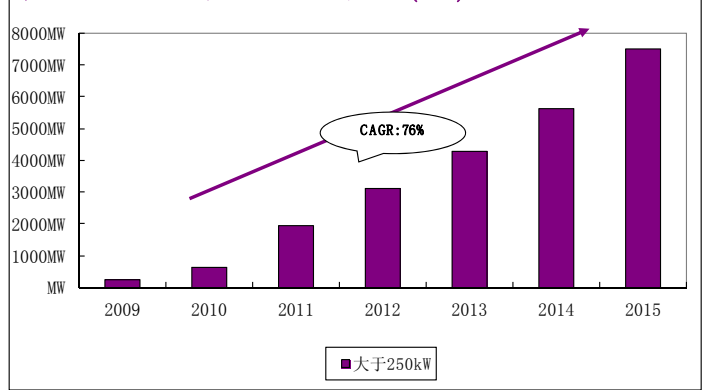
亚洲的光伏逆变器需求是所有地区增长最快的。复合增长率超过 103%。

图表 8: 欧洲并网逆变器需求预测(MW)



资料来源: IMS Research

图表 9: 北美大型并网逆变器需求预测(MW)

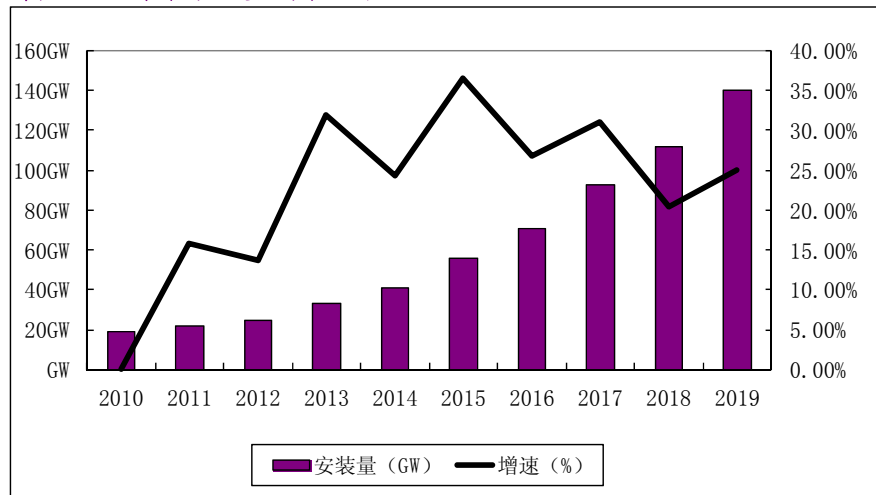


资料来源: IMS Research

北美逆变器市场 2015 年将超过 7.4GW。复合增长率超过 76%。欧洲市场到 2015 年将超过 4.7GW/年、复合增长率超过 26%。

根据 IMS Research 的数据,随着技术进步,到 2019 年光伏逆变器的价格

图表 10: 全球并网逆变器需求预测



资料来源: IMS Research

有望下降 40-50%, 乐观估计市场容量有望达到 120GW, 行业年收入超过 1500 亿元人民币。

三、供给过剩将长期存在

3.1 光伏逆变器的产能

根据我们的统计国内的光伏逆变器产能占全球产能比重较小，主要的产能还是集中在欧洲，随着北美光伏市场的启动，北美一些公司也在积极扩张自己的产能。国内很多公司也在扩张产能。我们预计产能的扩张将持续到2015年。下表是经过我们更新的最新产能统计。

图表 11：2011 年光伏逆变器产能统计(光大证券)

国内	阳光	南京冠亚	山亿新 能源	科华 恒盛	颐和	科陆电子	科士达	九州电 气	广电电 气	其他	合计
产能 (GW)	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	1.5	3.3
全球	SMA	Power-one	Fronius	Kaco	Satcon	AdvancedEnergy	Danfoss	Sputnik	施耐德	其他	合计
产能 (GW)	11.5	6.4	4	4	3	2.67	2.5	2	1.6	17.6	55.27

资料来源：SMA、POWER-ONE、SATCON、KACO、光大证券

下表是 IMS Research 统计的产能情况，我们看到 09 年到 11 年很多工厂都走过了快速扩张的过程，大部分主流的工厂的生产能力都达到了 1GW。

因此我们判断 1GW 是一个产能达到规模化的边界条件。

图表 12：光伏逆变器产能统计 (IMS Research)

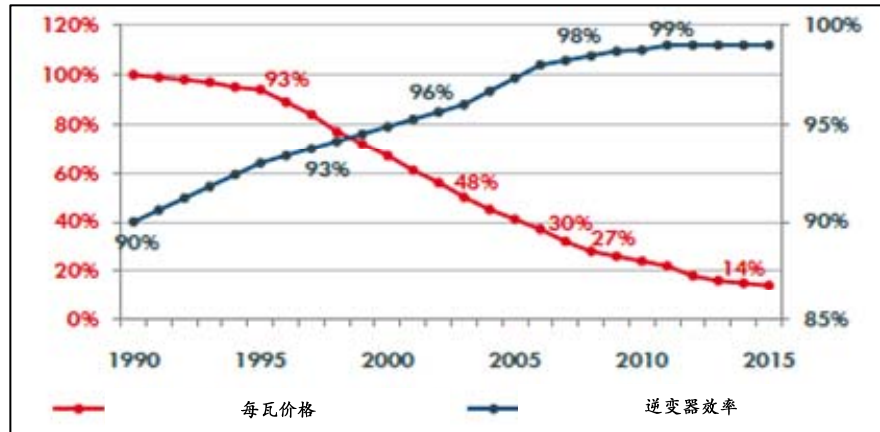
厂商	2009 年 (MW)	2010 年 (MW)	2011 年 (MW)	09-11 增幅
SMA Solar	4250	9600	10000	135%
Technolog				
Power-One	570	3400	6400	1023%
Fronius	1000	1950	3100	210%
Advanced Energy	248	755	2675	979%
Danfoss Solar	400	1050	2525	531%
Inverte				
Kaco	1450	2200	2525	74%
Sputnik	800	1260	2000	150%
Betronica Santerno	332	1300	2000	502%
Satcon	620	1125	2000	223%
Schneider Bectric	500	1400	1600	220%
Ingeteam	400	800	1200	200%
Mastervolt	200	650	1000	400%
Others	4675	9194	13413	187%

资料来源：IMS Research、光大证券

3.2 未来的供需及毛利率预测

我们预测 2012 年-2013 将是整个行业洗牌的窗口，随着行业竞争的白热化，2011 年以后将进入这个行业的企业将逐步减少，2012 年-2013 年很多规模较小的公司将逐步退出这个行业。产能利用率在 2013 年以后将有显著上升。

图表 13: SMA 统计的价格和逆变器效率变化曲线



资料来源: SMA、光大证券

从 SMA 统计的价格和逆变器效率变化曲线我们看到逆变器效率的进一步提升的空间非常小, 并且价格已经过了大幅下探的过程, **未来的重要研究方向就是是降低成本。**

我们认为随着电力电子技术及光伏系统技术的进步以及行业集中度的提高, 光伏逆变器的制造成本还将进一步降低, 使得光伏逆变器的价格更加低廉, 毛利率将稳中有降, 但应该稳定在 25%-30% 的水平。否则很多公司将退出这一行业。

图表 14: 未来产能、供需、及毛利率

预测	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
需求	20GW	23GW	26GW	32GW	40GW
产能	55GW	60GW	65GW	68GW	70GW
产能利用率	36.4%	38.3%	40.0%	47.1%	57.1%
行业毛利率	29%	28%	27%	27%	27%
价格(元/人民币)	1.70	1.66	1.62	1.58	1.56
收入(亿元/人民币)	340	381.8	421.2	505.6	624

资料来源: 光大证券

3.3 主要客户分析

从下表可以看出用户主要以专业从事新能源发电的发电集团或系统集成商为主, 在逆变器的效率和可靠性等性能基础上更关心逆变器的价格。

在安装维护环节, 便捷的本地化服务和设备安装易于操作会使用户产生粘性。

由于光伏逆变器生产的专业性, 发电集团直接从事光伏逆变器行业可能性较小, 部分有技术积累的系统集成商可能在行业发展初期由于行业的高毛利率愿意从事这一行业, **但是除非能在成本规模上取得突破否则很难成功。**

图表 15: 客户分类

序号	厂商	厂商性质	备注
1	中国国电集团	发电集团	阳光电源客户
2	国投华靖电力控股股份有限公司	发电集团	阳光电源客户
3	中国广东核电集团	发电集团	阳光电源客户
4	Enlight Renewable	发电集团	SMA
5	PHOTON	发电&系统集成	SMA
6	Premier Power RE	系统集成商	SMA
7	Real Goods Sol-a	系统集成商	SATCON
8	ENEL Green Power	发电集团	SATCON
9	Q-CELL	系统集成商	SATCON
10	保利协鑫	系统集成商	SATCON

资料来源：阳光电源、SMA、SATCON、光大证券

四、国内制造成本有显著优势

4.1 光伏系统中的光伏逆变器成本

根据下表可以测算光伏逆变器在太阳能电站（多晶硅）中建设成本的比例，即占设备成本的 6.25%；占整个建设成本的约 5.31%。

图表 16: 光伏系统单位制造成本比较

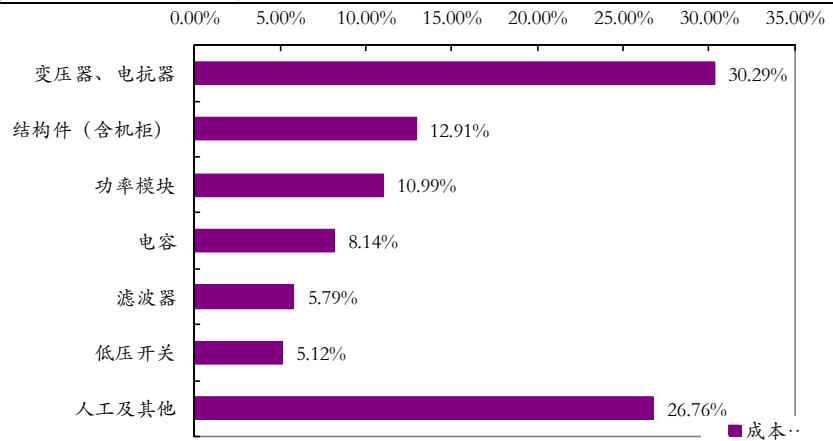
序号	项目	成本（元）	成本比例
1	晶硅组件	10.32	54.86%
2	逆变器	1	5.32%
3	系统集成	3.17	16.85%
4	固定支架	0.8	4.25%
5	电气设备	0.7	3.72%
6	土建工程	0.64	3.40%
7	安装工程	1.03	5.48%
8	其他费用	0.14	0.74%
9	接入系统	0.72	3.83%
10	基本预备费用	0.29	1.54%

资料来源：中电电气、中环光伏、光大证券

4.2 光伏逆变器制造成本

在光伏逆变器的成本构成中核心器件变压器和电抗器分别占 15%左右、功率模块占 10.99%、电容占 8.14%、芯片成本不到 5%。

图表 17: 光伏逆变器成本组成



资料来源：阳光电源招股说明书

图表 18: 国内国外价格比较

型号	国内平均价格	国外价格	国内/国外%
1-10kW	\$0.29	\$0.71	40.67%
10-100kW	\$0.20	\$0.53	37.74%
100-500kW	\$0.16	\$0.38	42.11%

资料来源：光大研究所

从光伏逆变器的目前报价来看,随着功率的增大逆变器的单位报价是逐渐降低的。

国内的光伏逆变器的价格比国外低近 60%，从毛利率水平来看，无疑在成本制造上国内光伏逆变器的具有相当的优势。

图表 19: 国内国外单位制造成本比较

生产商	毛利率	单位成本 元/kW	材料费用	人工费用	其他费用	研发费用 万元 (2011H)
阳光电源	46.63%	789.73	94.10%	1.62%	4.23%	2,011
SMA	29.10%	1403.77	75.80%	16.30%	7.90%	34,785
阳光电源 SMA	1.6 倍	56.26%	124.14%	9.94%	53.54%	5.78%

资料来源：光大研究所、SMA、阳光电源招股说明书

通过以上的数据分析可以初步了解光伏逆变器的成本，并且通过阳光电源与 SMA 的成本和毛利率比较我们可以清楚的发现以阳光电源为代表的国内光伏逆变器在成本上显著领先于国外生产商。但是但从研发费用来看国内的研发投入弱于国外。据我们了解国内产品的系列化水平和耐用性方面和国外有差距。

4.3 供货商

根据光伏逆变器的制造工艺和使用的材料我们可以看到一般光伏逆变器的生产商自己完成电路板的制作，只采购变压器、柜体、外壳材料和 IGBT

等电子元件。除了 IGBT 以外的材料基本上是随行就市，国内供应十分充足。而 IGBT 主要由德国英飞凌、日本三菱、富士等半导体厂商生产，受国内政策的驱动中环股份等国内公司也在从事 IGBT 的生产。并且由于 IGBT 的成本占整个原材料的成本的 10% 左右，所以在供应充足的情况下，不会对销售价格产生重大影响。并且行业公司对供货商的议价能力将逐步提高。

五、降低成本、提高质量、拓展海外是胜者的法宝

光伏逆变器行业的进入门槛相对较低，竞争对手数量较多，这一行业想做好并不容易，国内光伏逆变器的市场相对较小，预计即便到 2015 年也不会超过 50 亿，2012 年的市场约 20 亿。所以国内此行业的公司是否有国际化的战略将影响到企业未来发展的空间。

5.1 进入壁垒对竞争格局的影响

在分析行业壁垒之前我们回顾下光伏行业的市场发展、投资回收期、人才需求和产品的生命周期。

图表 20：光伏全行业进入因素统计

序号	分类	项目	硅料	硅锭/硅棒/硅片	电池片	组件	光伏逆变器及控制系统
1	市场情况	市场容量	巨大	大	较大	大	一般
2		供需状况	供过于求	基本平衡	供过于求	基本平衡	国产设备供不应求
3		竞争程度	小	一般	高	较高	较高
4		市场风险	高	高	中	低	中
5	投资建设情况	建设期(月)	24	12	18	12	12
6		投资回收期(年)	8	9	7	6	3
7		投资规模	11 亿/1500 吨	0.5 亿/20MW	1.8 亿/30MW	300 万/20MW	3000 万/20MW
8	人才技术方面	技术含量	高	较高	高	低	较高
9		设备要求	高	较高	高	较低	较低
10		人才招聘	较难	较难	较难	较易	较难
11		技术门槛	高	中	中	低	中
12	盈利情况	利润率	25%	20%	15%	8%	34%
13		占产业链的利润比例	16%	14%	13%	7%	50%
14	生命周期	产品生命周期	高速成长期	高速成长期	高速成长期	高速成长期	高速成长期

资料来源：光大证券

通过对全产业链的对比，我们综合归纳光伏系统逆变器及控制集成环节的特点是投入资金少，回收周期快，毛利率相对较高。正因为如此才造成这个行业的竞争相对来说较为激烈。国内众多储备了一定技术的公司跃跃欲试。然而在浅池里游泳一样需要技术，如果想游得快就更加具备专业的素质。

我们认为这个行业的隐性壁垒主要有以下几条：

(1) **国际化的市场布局。**太阳能光伏主要的市场还是在国外，中国的系统集成商走出国门较难，国内的企业走出国门光靠低成本竞争很难得到用户的信任，要在主要的海外市场布局，并有本地化的服务才能与国外企业竞争。

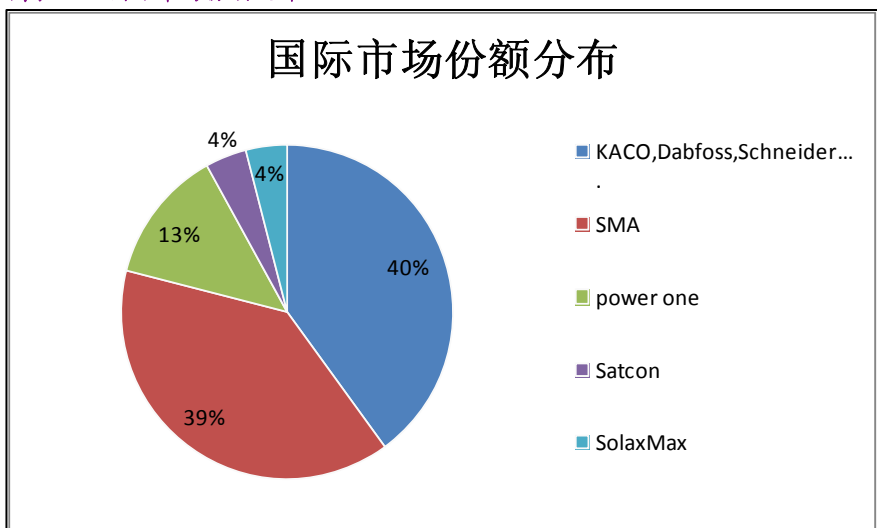
(2) **产能（规模）。**我们注意到国际上主要厂家的产能都突破了1GW，没有足够的产能，产品的可靠性和售后服务水平很难和国际竞争对手达到同一水平。

(3) **研发投入。**我们在此前的分析中看到阳光电源在研发费用的投入方面仅是SMA的5.78%，虽然这一数字从另一侧面说明国内研发成本的低廉，但是如此巨大的差距表明这一行业是科技密集型的，没有高研发的投入低成本很难保证产品性能的稳定和可靠。

5.2 市场份额与商业模式

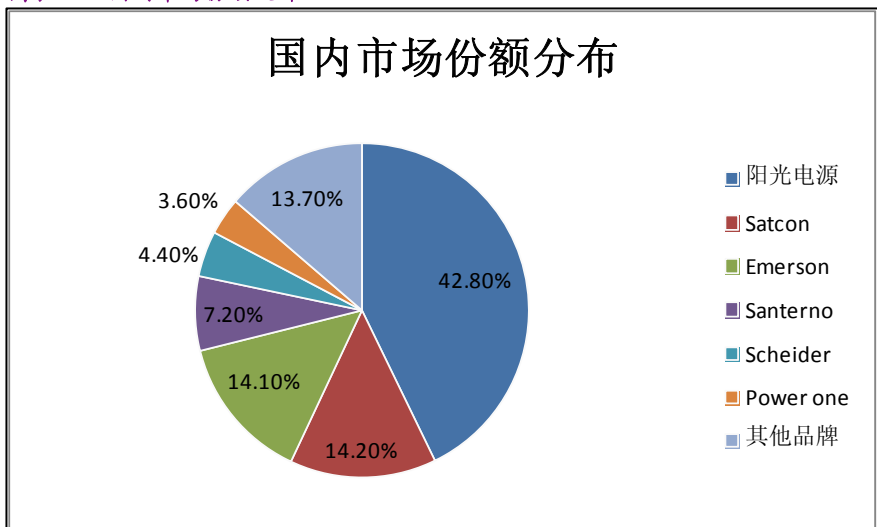
国际及国内光伏逆变器厂商目前的市场份额如下所示，国内主要的厂商是阳光电源，国外主要的厂商是SMA：

图表 21：国际市场份额统计



资料来源：SMA、光大证券

图表 22：国内市场份额统计



资料来源：阳光电源、光大证券

光伏逆变器的销售主要有三种途径：

- 一、直接依靠自有销售渠道
- 二、通过帮别的厂代工销售（OEM）
- 三、通过工程总包的方式销售（EPC）

目前国际上实力较强的厂商由于销售渠道在国际上布点充分且市场认知程度较高，所以销售以第一种方式销售为主。也有一些厂商因销售渠道建立的不够以 OEM 的形式进行销售。还有一些厂商依靠与发电集团建立的良好关系进行工程的项目总承包搭售光伏逆变器。国内一些厂商由于在成本上有明显的优势常常以 OEM 的方式将产品销售到国外。但是长期来看，OEM 的方式难以脱离仿制和低成本低毛利率的商业模式，光伏逆变器的关键在与研发设计出可靠的便于用户使用和维护的产品，仅靠低价格难以获得更多的市场份额。我们看到阳光电源已逐步在世界范围内布点销售，这一举措为中国的其他企业带了个好头。

毛利率情况：阳光电源的招股说明书中光伏逆变器的整体毛利率较为稳定，但是根据 SMA 披露的情况 EBIT 已经开始开始下滑，2011 年上半年下滑到 17.5%（Q1-Q2 2010：21.8%）。

5.3 国内外公司分类概览

国际厂商主要以 SMA 等专业厂商为主，研发时间相对国内的厂商时间较长，规模及市场份额相对较大，国内的厂商普遍处于起步阶段，规模较小，但是未来发展潜力很大。从国外逆变器厂商发展的模式与经验来看，专业公司占据主导地位商业模式应适合于国内的厂商。

图表 23：国外光伏逆变器厂商分类及比较

分类	公司名称	目前主营业务方向	进入光伏逆变器行业时间	规模
专业公司	SMA	光伏逆变器	1990s	≥10GW
	Power-One	光伏逆变器、风电变流器	1990s	≥2GW
	Fronius	充电、光伏逆变器	1990s	≥2GW
	Satcon	光伏逆变器	1990s	≥2GW
	Kaco	光伏逆变器	1990s	≥2GW
混合电工 电器集团	Simens	发电、T&D、其他	1990s	1GW
	ABB	发电、T&D、其他	1990s	1GW
	施耐德	配用电	1990s	1GW
	艾默生	电源	1990s	1GW

资料来源：光大证券

图表 24：国内光伏逆变器厂商分类及比较

分类	公司名称	目前主营业务方向	进入光伏逆变器行业时间	规模
上市公司	阳光电源	光伏逆变器、风电	2000s	0.4GW
	科华恒盛	电源和光伏逆变器	2010s	≤0.2GW
	正泰电器	配电及其他	2010s	≤0.2GW
	荣信股份	电力电子 SVC、SVG	2010s	≤0.2GW
	科陆电子	用电系统及光伏逆变器	2010s	≤0.2GW
	科士达	电源和光伏逆变器	2010s	≤0.2GW
	九州电气	变频	2010s	≤0.2GW
	广电电气	配电及其他	2010s	≤0.2GW
未上市公司	志成冠军	电源和光伏逆变器	2010s	≤0.2GW
	南京冠亚	光伏逆变器	2000s	≤0.2GW
	合肥颐和	光伏逆变器	2000s	≤0.2GW
	科诺伟业	光伏逆变器	2000s	≤0.2GW

资料来源：光大证券

5.4 国内外主要上市公司毛利、成本及研发水平

(1) 在主营业务收入和毛利方面：

行业领先的几家公司毛利水平变动并不显著，基本在 25%-35% 之间。中国的公司由于制造成本较低在毛利方面有显著的优势。但是主营业务收入规模较小。

(2) 在销售和管理费用方面：

在绝对投入上 SMA 是最多的，合肥阳光最少约是 SMA 的 20%；在费用水平上，SMA 最少，合肥阳光最多约是 SMA 的 5 倍。这说明 SMA 在销售和管理上更加有效率，具体反映在人均销售上，SMA 差不多是合肥阳光的 3 倍。

(3) 在研发投入方面：

通过后面的财务分析我们看到行业领先的公司 SMA 在销售与研发绝对投入上都是最多，在销售和研发的相对投入上反而使是最少，这样就和其他公司拉开了差距。合肥阳光在绝对投入上比 SMA 相差 17 倍，但是在费用水平上只相差 1.7%。这相对说明国内的研发水平（效率）并不比国际先进差太远。

图表 25: 主营业务收入、毛利及营业利润对比

主营业务收入 (USD/M)	2008 年	2009 年	2010 年	2010H	毛利率(USD/M)	2008 年	2009 年	2010 年	2011H	营业利润率 (USD/M)	2008 年	2009 年	2010 年	2011H
SMA	1002.5	1302.9	2547.3	1083.5	SMA	37.2%	36.5%	36.1%	29.2%	SMA	24.4%	24.3%	26.9%	27.3%
POWER-ONE	537.5	431.6	1047.1	504.8	POWER-ONE	20.6%	22.3%	38.5%	33.9%	POWER-ONE	-2.3%	1.6%	27.7%	20.9%
SATCON	54.3	52.5	173.3	107.0	SATCON	15.6%	6.1%	25.4%	17.3%	SATCON	-20.6%	-44.5%	-3.6%	-19.1%
ADV	328.9	161.8	459.4	275.8	ADV	37.9%	30.8%	43.4%	43.7%	ADV	5.1%	-18.2%	14.2%	15.1%
阳光	15.7	28.2	93.6	45.6	阳光电源	47.7%	49.5%	49.8%	46.7%	阳光电源	4.1%	13.3%	25.8%	22.0%

资料来源: SMA、POWER-ONE、SATCON、ADV、阳光电源、光大证券

图表 26: 销售费用情况及人均销售情况

销售及管 理费用(USD/M)	2008 年	2009 年	2010 年	2010H	销售及管 理费用/ 主营业收入(USD/M)	2008 年	2009 年	2010 年	2011H	人均销 售额 (USD)	2008 年	2009 年	2010 年	2010H
SMA	84.2	90.8	140.9	85.8	SMA	8.4%	7.0%	5.5%	7.9%	SMA	370080	307931	461543	171953
POWER-ONE	75.1	57.7	74.6	42.0	POWER-ONE	14.0%	13.4%	7.1%	8.3%	POWER-ONE	118357	129136	301769	/N
SATCON	14.6	18.2	34.6	23.1	SATCON	26.8%	34.6%	19.9%	21.6%	SATCON	254898	232459	509712	/N
ADV	52.3	38.0	74.5	40.9	ADV	15.9%	23.5%	16.2%	14.8%	ADV	195901	122983	256943	/N
阳光	3.8	6.3	31.8	18.0	阳光	24.5%	22.3%	34.0%	39.4%	阳光	52321	62596	155946	/N

资料来源: SMA、POWER-ONE、SATCON、ADV、阳光电源、光大证券

图表 27: 研发开支情况

研发开 支(USD/M)	2008 年	2009 年	2010 年	2010H	研发开 支/主营业收入(USD/M)	2008 年	2009 年	2010 年	2010H
SMA	48.6	68.4	95.5	56.0	SMA	4.8%	5.3%	3.7%	5.2%
POWER-ONE	45.5	30.3	36.4	24.2	POWER-ONE	8.5%	7.0%	3.5%	4.8%
SATCON	5.1	8.4	15.7	15.9	SATCON	9.3%	16.0%	9.0%	14.8%
ADV	55.0	41.1	56.6	33.0	ADV	16.7%	25.4%	12.3%	12.0%
阳光	2.1	3.0	5.6	3.1	阳光	13.4%	10.7%	6.0%	6.9%

资料来源: SMA、POWER-ONE、SATCON、ADV、阳光电源、光大证券

5.5 行业比较——电力二次行业

电力二次设备行业在 1990s, 是如 ABB、西门子、GE 等国外厂商占主导地位, 国内的公司也处于快速成长时期, 各类大小公司层出不穷, 在行业发展的初期毛利率维持在较高水平 (60-70%), 在经历过价格恶性竞争后一批公司逐渐被淘汰, 毛利率现在稳定维持在 (30-40%) 的水平。国外的公司也彻底退出中国市场, 而国内的一些优秀企业如南瑞继保已经逐渐开始占领海外市场。主要原因是国外产品的价格较高以及本地化服务相比国内厂商较弱。

图表 28: 商业模式类比

要素	模式	相似程度
商业模式	招标采购	完全一致
制造模式	基本一致, 除了少部分电子元件不一样	基本一致
技术水平和发展方向	替代进口	完全一致
国际化水平	比继电保护有优势 (光伏电池已走出国门), 国内容易了解国外市场的特点	不同

资料来源: 光大证券

我们判断国内部分公司经过努力应可以在此领域 1-2 年内取得超过 10 亿元的年营业收入, 即达到 1GW 的产销规模。

5.6 影响行业发展的主要因素分析

我们认为国内光伏逆变器行业未来发展的最重要影响因素是国际化的问题, 显然国内的市场还是非常有限的。但是光伏逆变器的销售与电池组件的销售存在不同, 主要原因是光伏逆变器是需要进行现场售后服务的, 而电池组件的现场售后服务明显少得多。因此国际化的道路只有两条:

(1) 在国外设点 (初期成本较大, 面临众多本地厂商的竞争, 但是可以进行长期的竞争)。

(2) 利用国内低廉的成本进行 OEM (利润率较低)。

六、国内重点上市公司及投资建议

如单以光伏逆变器的业务为投资方向, 应投资具备一定规模且国际业务开展较好的公司。短期我们认为有海外销售渠道且有一定产能的公司如即将上市的阳光电源、正泰电器、科士达等值得关注。长期我们看好有产能扩张能力、研发创新能力较强、国际化程度较高的专业公司。

6.1 阳光电源

公司作为国内光伏逆变器的龙头企业, 光伏逆变器收入占主营业务收入比重超过 90%。2008 年至 2010 年公司主营业务收入复合增长率 144.69%, 净利润的年复合增长率 324.6%。公司在国内市场占据主导地位, 目前正在着力开拓海外市场。公司募投项目达产后, 规模将达到 1.5GW, 在国内名列前三。收益于未来国内装机超过 62% 的复合增长率以及海外市场的不断拓展, 公司

未来三年净利润的增长有望继续维持 40% 以上水平。

6.2 正泰电气

正泰电器是国内低压电器的龙头，募投项目进展顺利，诺亚克品牌产能开始释放。海外出口上半年同比增长 50%，显示公司海外市场渠道建设取得突破。

公司可以自主生产大量逆变器生产所需的上游器件，因此采购成本比其他生产商更加低廉，产品在成本上更加有优势。

公司在上海的生产基地拟投资超过 1 亿元建设光伏逆变器的研发和生产基地，经了解公司未来一年还将追加投资 1 亿元左右。我们估算公司光伏逆变器的产能 2012 年有望超过 1GW，产能利用率在 60% 以上，按照 1.3 元每瓦（外销内销平均价格）计算，光伏逆变器的收入有望超过 8 亿元，光伏逆变器收入将占主营业务收入比重超过 8%。新增净利润有望超过 1 亿元。

6.3 科士达

公司是国内 UPS 电源龙头企业之一。UPS 业务未来三年在分项行业整体增长的还将逐年提高市场占有率，获得较为稳定的增长。

公司产品线拓展至光伏逆变器行业具备研发、成本、规模、渠道等多元化优势。光伏逆变器项目总投资 9000 万，预计产能将超过 300MW，按照 60% 的产能利用率，每瓦 1.3 元每瓦计算，光伏逆变器收入有望超过 2.3 亿元，光伏逆变器收入占主营业务收入比重将超过 15%，新增净利润有望超过 3000 万元。

公司已披露的信息显示：科士达上半年实现光伏并网逆变器 406.81 万元，且有 45MW 的逆变器产品订单（将形成约 5400 万元左右的主营收入），预计年内会完成交货。我们认为今年科士达光伏逆变器的订单有望超过 1 亿元，年内光伏逆变器的主营业务收入有望超过 4000 万元，新增净利润约 500 万元。

七、风险分析

- （1）国内、国际太阳能行业的发展将会影响整个行业的增速；
- （2）国际化市场的风险以及国际贸易壁垒都会带来风险；
- （3）未来汇率变动的风险会显著影响国内产品的国际竞争力。

八、附录：光伏逆变器的主要技术和生产工艺

8.1 光伏逆变器的分类

光伏逆变器分类主要有以下几种方法：

根据是否并网分为并网逆变器和离网逆变器；根据是否带变压器分为变压器型和非变压器（无隔离或高频隔离，）；根据逆变器的功率大小一般分为小型（0.3kW-10kW）、中型（10kW-100kW）、大型（100kW-1MW）。

中小型光伏逆变器主要用于居民和商业，如欧洲和北美的屋顶光伏系统；大型变压器主要用作光伏电站的并网发电。

8.2 光伏逆变器的主要技术和指标

光伏逆变器的主要技术概念和指标主要有：

（一）最大功率点跟踪技术

最大功率点跟踪（Maximum Power Point Tracking, MPPT）控制就是实时检测太阳能电池的电压、电流等输出特性，采用一定的控制策略来检测当前工况下太阳能电池可能的最大功率输出，通过改变当前的阻抗情况来满足最大功率输出的要求。这样即使在光照不良，太阳能输出功率减少的时候，系统仍然可以运行在当前工况下的最佳状态。

（二）拓扑结构

图表 29：各种光伏并网逆变器拓扑比较

拓扑类型	单级式	两级式	多级式
变换级数	1	2	3 或以上
效率	高	较高	较高
变换器成本	较高	较高	高
控制算法复杂程度	高	较低	低
系统设计灵活性	低	高	高

资料来源：光大证券研究所

单级式无工频变压器结构和两级式升压逆变结构是相对较好的拓扑设计。

（三）光伏并网发电中的孤岛效应、检测及反孤岛策略

孤岛效应——当电力公司的供电，因故障事故或停电维修而跳脱时，各个用户端的太阳能并网发电系统未能即时检测出停电状态而将自身脱离市电网路，而形成由太阳能并网发电系统和周围的负载形成的一个电力公司无法掌握的自给供电孤岛。

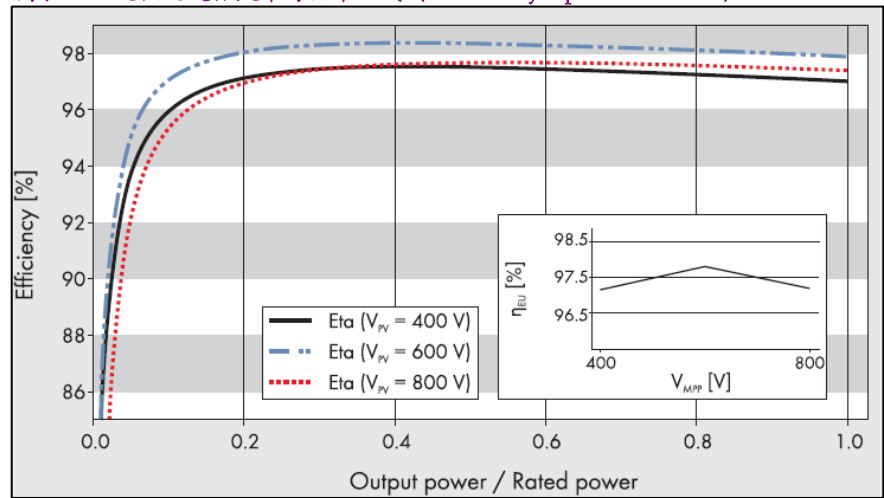
（四）热斑效应

光伏组件中的太阳能热斑现象是指光伏组件在太阳光照射下，部分组件或组件中的部分太阳能电池受到了遮蔽而形成一个无光斑块或者自身的缺陷，这些无光斑块或有缺陷的太阳能电池导致电池无法正常运作，造成太阳能电池温度急剧升高，从而导致太阳能电池出现烧坏的暗斑，进而损坏组件的性能并影响这个光伏系统的发电效果，这种无光斑块或缺陷电池的升温所造成的结果就成为太阳能电池的热斑效应。无论是位于偏远开阔地区的光伏系统或应用于城市中高层建筑密集的 BIPV 建筑，都可能由于外界的原因而出现光伏组件受遮蔽的情况，如飞鸟的鸟屎、树的落叶等。（详见附件：光伏逆变器的主要概念）

（五）效率参数

在光伏系统中，能量的转换效率至关重要，光伏逆变器本身的效率是用户最为关注的指标，由于光伏逆变器的运行也需要消耗能量（一般小于 30W），所以能量转换效率不可能达到 100%。

图表 30：光伏逆变器效率与功率曲线（SMA Sunny TipPower17000TL）



资料来源：SMA

下面介绍几个常用的效率指标。（详见附件：光伏逆变器的主要概念）

1. 峰值效率： η_{peak}
2. 欧洲效率： $\eta_{\text{euro}} = 0.03\eta_{5\%} + 0.06\eta_{10\%} + 0.13\eta_{20\%} + 0.1\eta_{30\%} + 0.48\eta_{50\%} + 0.2\eta_{100\%}$
3. 加州能源协会（California Energy Commission）加权效率（北美专用）：
 $\eta_{\text{CEC}} = 0.04\eta_{5\%} + 0.06\eta_{10\%} + 0.13\eta_{20\%} + 0.1\eta_{30\%} + 0.48\eta_{50\%} + 0.2\eta_{100\%}$
4. 最大功率点跟踪效率： η_{MPPT}
5. 综合效率： $\eta_{\text{Total}} = \eta_{\text{conversion}} \times \eta_{\text{MPPT}}$

一般峰值效率要大于其他的效率参数，目前转换效率最高的光伏逆变器（无变压器型）的峰值效率可以做到 98% 以上；光伏逆变器系统中含有变压器则由于变压器的损耗的原因效率会比无变压器的逆变器系统低约 2-3%。

从下表可以看出国内厂商在效率方面已达到国际先进厂商的水平。

图表 31：国外及国内主要厂商集中式无变压器型光伏逆变器（500kW）效率对比表：

厂商	SMA	合肥阳光	科华恒盛	荣信股份
峰值效率/欧洲效率	98.6%/98.4%	98.7%/98.5%	98.1%/97.6%	98.5%/98.2%

资料来源：SMA、合肥阳光、科华恒盛、荣信股份

图表 32：逆变器效率对光伏发电经济性的影响：

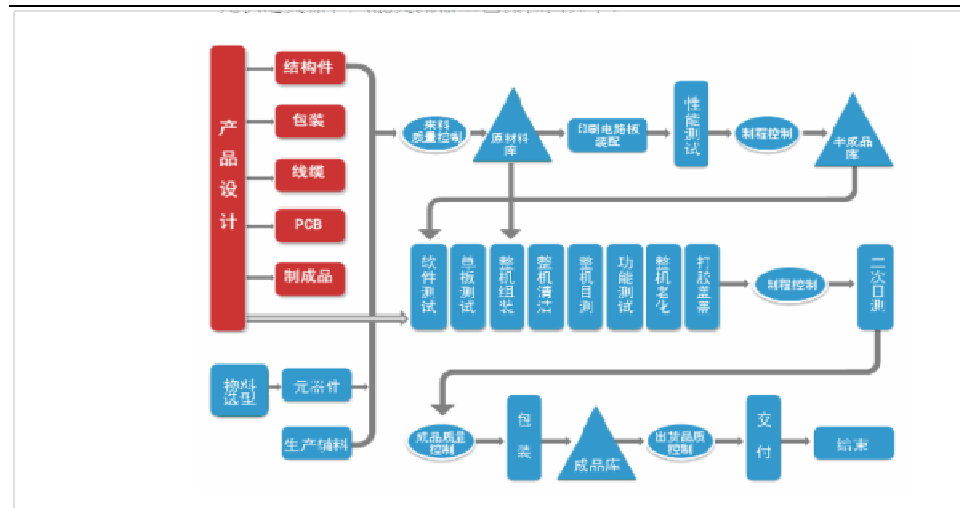
一台Δ Eta Euro = 2.0%的 7kW 光伏逆 变器	能量增益/ 年	最大再生能源 发电补助/kWH	效率提高带来 的增益/年	效率提高带来 的增益/10 年
弗莱堡/德国	140kWh	0.45EUR	63EUR	630EUR
阿尔梅亚/西班牙	275kWh	0.44EUR	121EUR	1210EUR
马赛/法国	250kWh	0.55EUR	137EUR	1370EUR

资料来源：Frauhofer 太阳能系统协会、光大证券

8.3 制造工艺与实际使用寿命

光伏逆变器的制造工艺基本和电力二次设备保护控制设备相同，都需要经过 SMT、测试、THT 焊接、检验、组装等环节。

图表 33：光伏逆变器制造程序



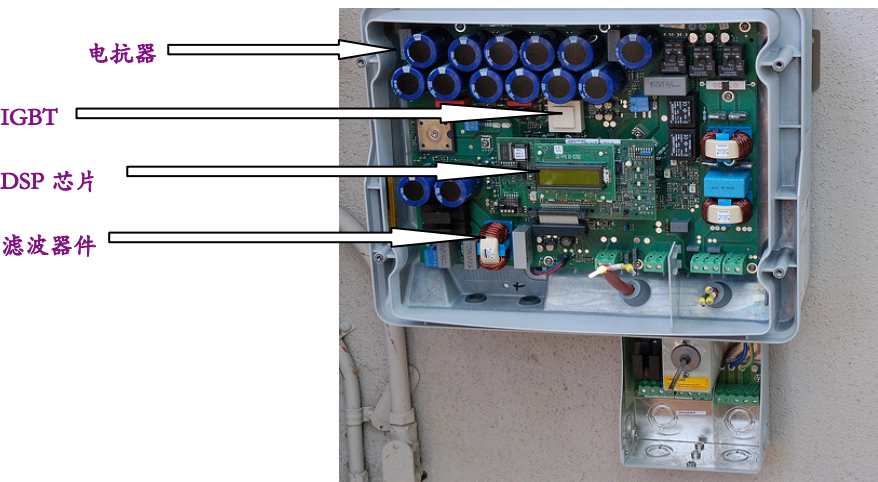
资料来源：阳光电源招股说明书

光伏逆变器的使用寿命主要受制于电容器的寿命。目前一般电容器的实际寿命为 10 年，超过 10 年电容器会老化，性能下降将影响光伏逆变器的效率。据 SMA 介绍他们的光伏逆变器寿命可以达到 12 年，我们根据国内电力电子目前使用的情况认为国内的光伏逆变器即使在可靠性上有所下降但是正常使用的寿命应该超过 8 年，随着电子元件耐用性的进步光伏逆变器的使用寿命在 3-5 年内有望和光伏电池的寿命（20 年）相匹配。

2.3 光伏逆变器的价格与成本

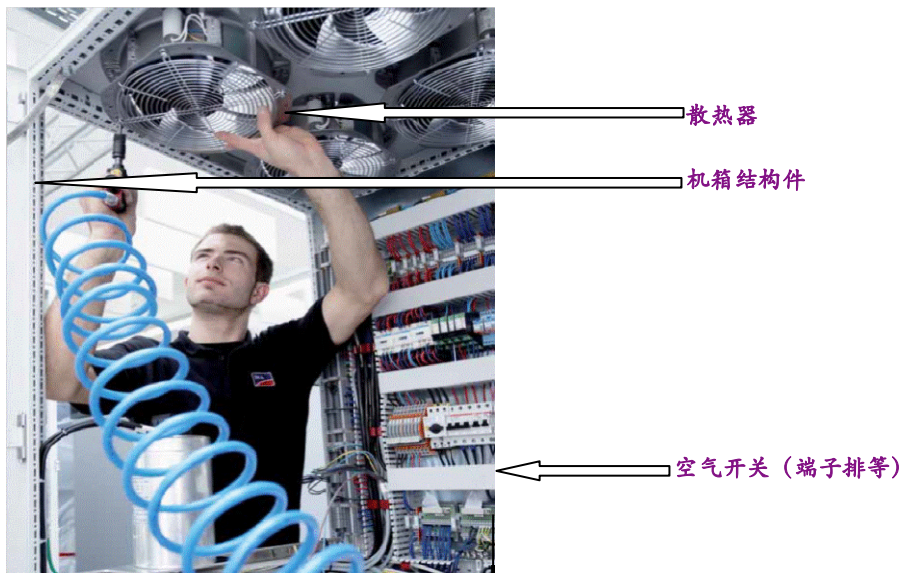
光伏逆变器主要由功率器件、电容器、电抗器、DSP 控制芯片、结构件组成。大型逆变器需要独立的机柜，因此需要配套的端子、散热器、空气开关等附件；根据需要还要配套变压器、开关柜等。

图表 34：中小型光伏逆变器图例



资料来源：光大研究所、SMA

图表 35：大型逆变器机柜内部图例



资料来源：光大研究所、SMA

8.4 逆变器报价

图表 36:国内逆变器报价（无隔离、不含变压器）

序号	名称	元/瓦	美元/瓦
1	1.5 逆变器	¥2.73	\$0.43
2	2.0kW 逆变器	¥2.14	\$0.33
3	2.8kW 逆变器	¥1.89	\$0.30
4	3.3kW 逆变器	¥1.76	\$0.28
5	4.4kW 逆变器	¥1.55	\$0.24
6	5kW 逆变器	¥1.50	\$0.24
7	10kW 逆变器	¥1.45	\$0.23
8	12kW 逆变器	¥1.36	\$0.21
9	15kW 逆变器	¥1.27	\$0.20
10	17kW 逆变器	¥1.14	\$0.18

11	20-50kW 逆变器	¥1.15	\$0.18
11	500kW 逆变器	¥1.00	\$0.16

资料来源：SMA、合肥阳光、科华恒盛

图表 37: 欧洲及北美光伏逆变器价格(美元/瓦)

品牌	高压 ($\geq 100\text{kW}$)	中压 (10-100kW)	低压 ($\leq 10\text{kW}$)
SMA	\$0.713	\$0.525	\$0.386

资料来源：SMA、合肥阳光、科华恒盛

8.5 未来的技术发展趋势

光伏逆变器行业的核心技术是电力电子技术，随着器件技术的发展光伏逆变器的电路拓扑结构以及器件的效率还存在着改进的空间。比如近年发展起来的 SiC 电子器件技术；比如应用无变压器结构的电力电子技术来提升效率降低成本等。

图表 38: 电子器件的进步

功率半导体器件质的飞跃

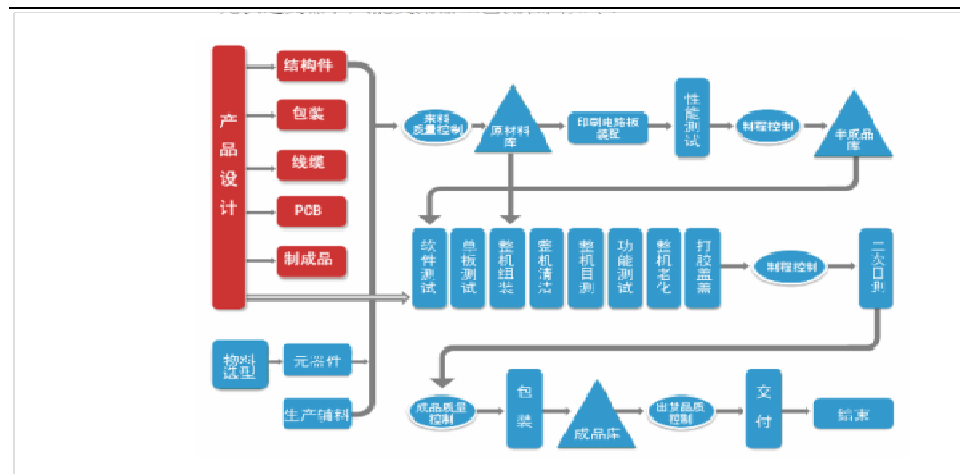


资料来源：SMA

8.6 制造工艺

光伏逆变器的制造工艺基本和电力二次设备保护控制设备相同，都需要经过 SMT、测试、THT 焊接、检验、组装等环节。

图表 39: 光伏逆变器制造程序



资料来源：阳光电源招股说明书

行业重点上市公司评级与估值指标

证券 代码	公司 名称	流通 A (百万)	当前 股价	目标价	EPS(元)			P/E(x)			P/B(x)			投资评级	
					10A	11E	12E	10A	11E	12E	10A	11E	12E	上次	本次
300274	阳光电源	-	-	-	0.74	1.01	1.50	-	-	-				-	无
601877	正泰电器	291	16.01	18.4	0.64	0.74	0.94	25.01	21.63	17.03	4	4	3	-	增持
002518	科士达	29	26.46	30	0.69	0.83	1.16	38.35	31.88	22.81	3	2	2	-	增持

资料来源：光大证券研究所

分析师声明

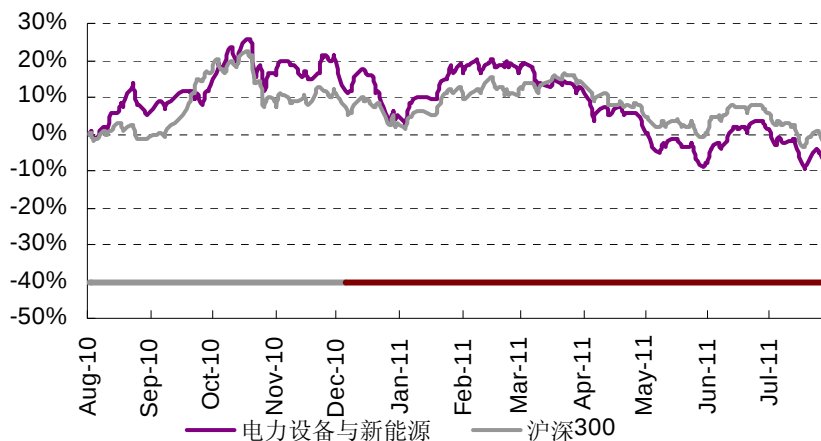
负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

分析师介绍

周励谦，2007 年加入光大证券研究所，现任研究所所长助理。带领团队开展 TMT、电力设备及新能源、汽车及机械等行业研究。2010 年获新财富最佳分析师第一名，2009 年同时获新财富及水晶球最佳分析师第一名，2008 年分别获新财富及水晶球最佳分析师第三名、第一名。2010 年带领团队荣获首届中国证券分析师金牛奖 TMT 第二名。

投资建议历史表现图

电力设备与新能源



资料来源：光大证券研究所

行业及公司评级体系

买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上。
 市场基准指数为沪深 300 指数。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于1996年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。公司经营业务许可证编号：z22831000。

本公司已获业务资格：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；证券资产管理；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。

本证券研究报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅供本公司的客户使用。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整。报告中的信息或所表达的意见不构成任何投资、法律、会计或税务方面的最终操作建议，本公司不就任何人依据报告中的内容而最终操作建议作出任何形式的保证和承诺。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，不应视本报告为作出投资决策的唯一参考因素。

在任何情况下，本报告中的信息或所表达的建议并不构成对任何投资人的投资建议，本公司及其附属机构（包括光大证券研究所）不对投资者买卖有关公司股份而产生的盈亏承担责任。

本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理部和投资业务部可能会作出与本报告的推荐不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在作出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

本报告的版权仅归本公司所有，任何机构和个人未经书面许可不得以任何形式翻版、复制、刊登、发表、篡改或者引用。

光大证券股份有限公司研究所

上海市新闸路1508号静安国际广场3楼 邮编 200040

总机：021-22169999 传真：021-22169114

销售小组	姓名	办公电话	手机	电子邮件
北京	王汗青	0755-83024403	13501136670	wanghq@ebscn.com
	郝辉	010-68561722	13511017986	haohui@ebscn.com
	黄怡	010-68567231	13699271001	huangyi@ebscn.com
企业客户	孙威	010-68567231	13701026120	sunwei@ebscn.com
	吴江	010-68561595	13718402651	wujiang@ebscn.com
	杨月		18910037319	yangyue1@ebscn.com
上海	李大志	021-22169128	13810794466	lidz@ebscn.com
	严非	021-22169086	13127948482	yanfei@ebscn.com
	王宇	021-22169131	13918264889	wangyu1@ebscn.com
	周薇薇	021-22169087	13671735383	zhouww1@ebscn.com
	徐又丰	021-22169082	13917191862	xuyf@ebscn.com
	韩佳	021-22169491	13761273612	hanjia@ebscn.com
	冯诚	021-22169083	18616830416	fengcheng@ebscn.com
	黎晓宇	0755-83024434	13823771340	lixyl@ebscn.com
深圳	黄鹂华	0755-83024396	13802266623	huanglh@ebscn.com
	张晓峰	0755-83024431	13926576680	zhangxf@ebscn.com
	江虹	0755-83024029	13810482013	jianghong1@ebscn.com
富尊财富中心	濮维娜	021-62152373	13301619955	puwn@ebscn.com
	陶奕	021-62152393	13788947019	taoyi@ebscn.com
	戚德文	021-22169152	15821755866	qidw@ebscn.com
	郑锐	021-22169080	13761361968	zh Rui@ebscn.com