

**行业深度**
**光伏设备**
**降本放量促产业扩容，技术升级迎发展拐点**
**2022年12月27日**
**评级** **领先大市**

 评级变动: **维持**
**行业涨跌幅比较**


%	1M	3M	12M
光伏设备	-7.31	-16.00	-20.68
沪深300	4.16	-2.79	-22.50

**杨甫**
**分析师**

 执业证书编号:S0530517110001  
 yangfu@hnchasing.com

**相关报告**

- 1 光伏设备深度报告: 景气度持续, 关注估值相对低位环节 2022-10-12
- 2 光伏行业深度报告: 需求续增, 把握产业链价差增加环节 2022-07-04

重点股票	2021A		2022E		2023E		评级
	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	
欧晶科技	0.97	93.11	1.71	52.75	3.27	27.61	增持
石英股份	0.78	167.33	2.65	49.03	5.88	22.12	增持
阳光电源	1.07	100.75	2.06	52.14	3.72	28.85	买入
科士达	0.64	86.46	1.11	49.87	1.77	31.35	买入
高测股份	0.76	104.27	3.45	22.91	4.17	18.96	买入
迈为股份	3.69	112.10	5.38	77.00	8.76	47.25	增持
明志科技	1.00	35.37	0.52	67.96	1.43	24.60	买入
汉钟精机	0.91	26.73	1.12	21.73	1.37	17.78	买入

资料来源: iFinD, 财信证券

**投资要点:**

- **景气度+流动性决定市场表现, 估值调整至低位, 产业链利润启动再分配。**1至12月, 光伏指数收跌20.86%, 略好于市场主流指数。对于成长风格的光伏赛道, 外需景气度和市场流动性, 从分子端和分母端两方面影响市场表现。光伏设备指数市盈率为24.60倍, 处于历史10.94%区间, 市净率处于历史70.97%区间, 市盈率为历史低估值区间。今年前三季度sw光伏设备的整体ROE接近20%, 远高于市场主流指数和其他行业指数的整体ROE水平。2022年硅料高盈利表现贯穿全年, 头部企业毛利率水平达到80%, 处于历史高位区间。硅片环节盈利能力承压, 处于2016年以来的低位水平。电池片盈利迎来强劲修复, 预计年末毛利率可达到20%左右, 恢复至2019年水平。
- **下游需求启动, 供给瓶颈突破, 新技术发展拐点已至。**随着硅料价格下降趋势的启动, 预计2023年国内外光伏成本同步下降, 组件价格触及1.8元/w后启动全球光伏市场新需求。2023年国内新增装机量将接近100GW, 全球新增装机量有望超过300GW。预计2023年硅料、硅片、电池片和组件的产量分别400GW、480GW、450GW、420GW, 供给充分。金刚线环节受益硅片产出增长, 2023年需求量为2.63亿公里, 同比增幅50%, 钨丝母线产能2023年投放, 推动材料变革。逆变器及储能受益于地面电站装机量回暖, 组件降价后的经济空间扩容, 叠加充沛的项目招标量, 2023年将持续高增。N型电池技术路线迈入量产阶段, 建成产能40GW, 拟建产能达到300GW, 推动新设备新技术需求。N型电池银浆单耗高, 电镀铜金属化技术大幅降低银浆使用量, 打开降本新格局。
- **以价换量, 带动结构升级, 稳定经营预期。**按照1.95元/w的组件价格, 光伏产业链合计净利约0.6元/w, 具备以价换量的基础。在1.8元/w的组件价格下, 2023年全球组件终端市场规模预计超过7000亿, 并持续保持扩容态势。总量规模的增长蕴含结构性变化,

诸如材料的改进（钨丝线、碳碳热场、光转胶膜），商业模式的创新（切片代工），技术的革新（N型电池技术、先进金属化技术），以及应用场景的扩容（光伏储能，光伏制氢）。同时，产业链利润回归合理分配水平，有利于平滑资本开支周期和价格波动周期，从而稳定企业的经营预期。展望2023年，我们将关注重点从供需错配产生的价格弹性，更多地转向技术变革和竞争格局塑造的发展久期。

- **建议关注：**（1）石英坩埚内层高纯砂供给短缺，原料有保障，提纯能力强的企业。（2）组件降价放量，集中式电站需求启动，逆变器及储能产品受益。（3）硅片产量大幅提升，薄片化及细线化趋势推动钨丝金刚线发展。（4）N型电池技术大规模落地，国产厂商推动设备降本，电镀铜技术推动单耗降本，真空应用环节增加。（5）主产业链价格面临大幅调整，成本优势和布局合理的企业有望洗牌胜出。
- **风险提示：**无序竞争，价格大幅波动，需求下降，政策不及预期

## 内容目录

<b>1 复盘与回顾</b> .....	<b>5</b>
1.1 市场表现：景气度+流动性起决定因素，略好于主流指数.....	5
1.2 估值分析：市盈率估值调整至低位，居于历史底部区间.....	7
1.3 产业数据：需求持续景气，产业链价格进入调整期.....	11
<b>2 展望与分析</b> .....	<b>15</b>
2.1 需求分析：降本驱动需求，2023年迎来大规模增长.....	15
2.2 主产业链：硅料供给瓶颈突破，主链降价放量.....	18
2.3 辅料环节：受益供需扩张，推动结构升级.....	21
2.4 新技术发展：N型电池降本增效，新设备新技术正当其时.....	26
<b>3 投资建议</b> .....	<b>30</b>
<b>4 风险提示</b> .....	<b>33</b>

## 图表目录

图 1：2022 年光伏指数市场表现.....	5
图 2：流动性变化趋势.....	6
图 3：传统能源价格变化趋势.....	6
图 4：各行业指数市场表现.....	6
图 5：电力设备板块行业指数市场表现.....	6
图 6：与市场主要指数估值比较（市盈率）.....	7
图 7：与市场主要指数估值比较（市净率）.....	7
图 8：SW 光伏估值历史情况（市盈率）.....	8
图 9：SW 光伏估值历史情况（市净率）.....	8
图 10：相对全 A 估值溢价（市盈率）.....	8
图 11：相对沪深 300 估值溢价（市盈率）.....	8
图 12：相对全 A 估值溢价（市净率）.....	9
图 13：相对沪深 300 估值溢价（市净率）.....	9
图 14：估值历史分位数比较（市盈率）.....	10
图 15：估值历史分位数比较（市净率）.....	10
图 16：月度新增装机量.....	11
图 17：月度组件出口量.....	11
图 18：硅料及工业硅价格（万元/吨）.....	12
图 19：硅片价格（元/w）.....	12
图 20：电池片价格（元/w）.....	12
图 21：组件价格（元/w）.....	12
图 22：主链四大环节价值占比分布（单位：元/W）.....	13
图 23：主链四大环节价值量变化情况（单位：元/W）.....	13
图 24：硅料环节毛利率趋势.....	14
图 25：硅片环节毛利率趋势.....	14
图 26：电池片环节毛利率趋势.....	14
图 27：一体化企业毛利率趋势.....	14
图 28：全球光伏成本变化趋势.....	16

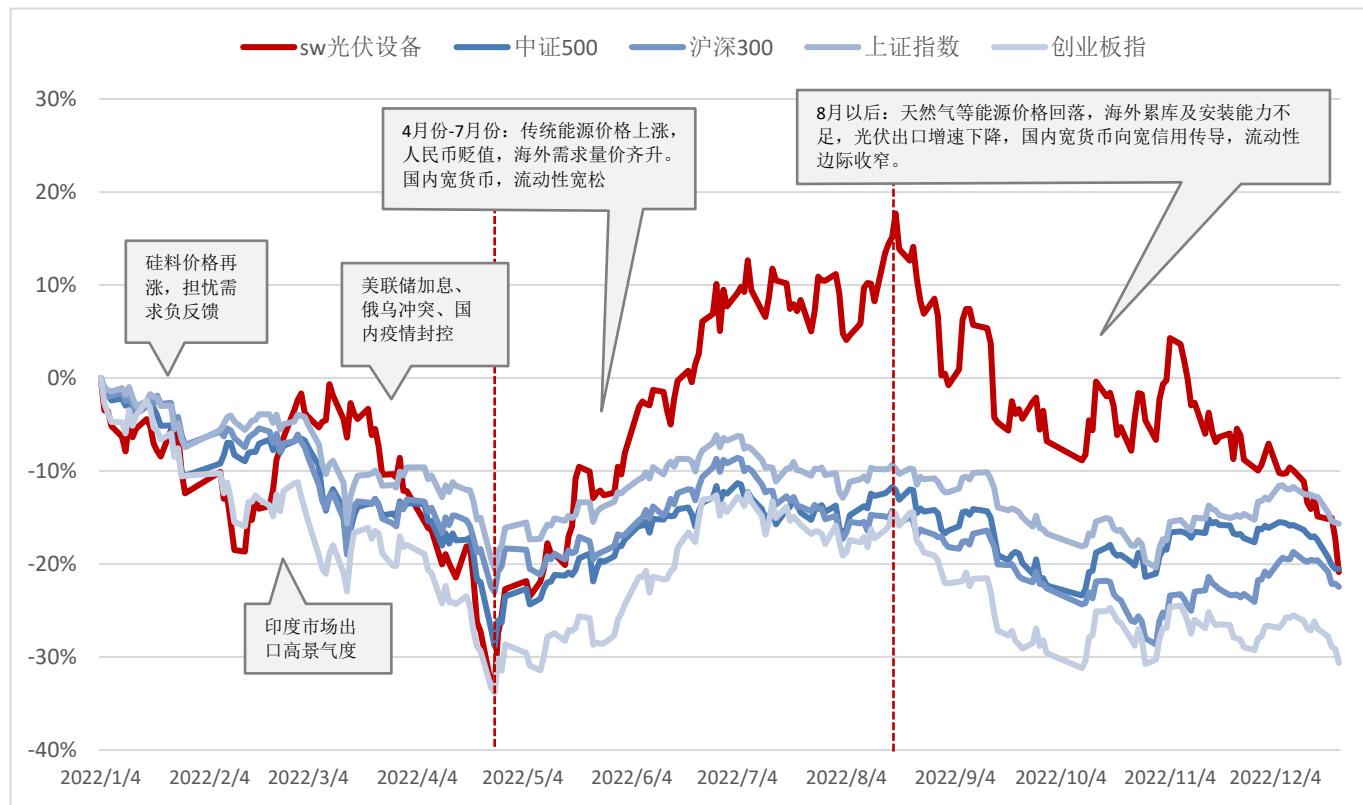
图 29: 国内光伏成本变化趋势.....	16
图 30: 1.8 元组件价格情况下全国光伏平价省份.....	16
图 31: 国内光伏新增装机量预期 (GW) .....	17
图 32: 各省 2022-2025 年预期新增光伏装机量.....	17
图 33: 全球光伏新增装机量预期 (GW) .....	17
图 34: 各国 2022-2026 年预期新增光伏装机量.....	17
图 35: 2022 年硅料产能投放时点.....	19
图 36: 2023 年硅料产能投放时点.....	19
图 37: 2022 年硅料产量增长情况.....	19
图 38: 2022 年硅片产量增长情况.....	19
图 39: 主产业链产能产量预估 (多晶硅) .....	20
图 40: 主产业链产能产量预估 (硅片) .....	20
图 41: 主产业链产能产量预估 (电池片) .....	21
图 42: 主产业链产能产量预估 (组件) .....	21
图 43: 硅片减薄趋势.....	21
图 44: 金刚线直径变化趋势.....	21
图 45: 金刚线直径与切片消耗量关系 .....	22
图 46: 硅片产量与金刚线需求量 .....	22
图 47: 各类光伏逆变器需求量预估 .....	23
图 48: 国内新增装机量结构预估 .....	23
图 49: 日内典型负载功率曲线与光伏功率曲线 .....	24
图 50: 月度电网负荷曲线与各类电源利用小时数 .....	24
图 51: 2021 年国产供应商海外储能系统出货量 (MW) .....	24
图 52: 2021 年国产供应商国内储能系统出货量 (MW) .....	24
图 53: 国内外新型储能装机规模 .....	25
图 54: 国内新型储能招标规模 .....	25
图 55: 国内热场需求量 .....	25
图 56: 头部企业热场供给量 .....	25
图 57: 热场价格变化趋势 .....	26
图 58: 热场头部企业毛利率变化趋势 (%) .....	26
图 59: 2022 年电池技术效率记录 .....	27
图 60: N 型电池技术产能预估 .....	27
图 61: TOPcon 已建及规划产能 .....	27
图 62: HJT 已建及规划建设产能 .....	27
图 63: 三种技术路线工序对比 .....	28
图 64: 三种技术电池片非硅成本对比 .....	28
图 65: 丝网印刷与电镀铜工序对比 .....	30
图 66: 电镀铜设备主要国产供应商 .....	30
 表 1: 光伏产业链各环节历史毛利率表现 (%) .....	14
表 2: 主要硅料生产企业预计产能 (万吨) .....	18
表 3: 主要硅片生产企业预计产能 (GW) .....	20
表 4: 主要金刚线/母线生产企业预计产能 (万公里) .....	22
表 5: TOPcon 设备主要上市企业 .....	29
表 6: HJT 设备主要上市企业 .....	29

## 1 复盘与回顾

### 1.1 市场表现：景气度+流动性起决定因素，略好于主流指数

光伏设备指数跌幅 20.86%，略好于市场主要指数。光伏设备指数收跌 20.86%，同期，市场主要指数表现分别为上证指数 (-15.7%)、沪深 300 (-22.5%)、中证 500 (-20.57%)、创业板指 (-30.7%)。光伏设备指数相对市场主要指数的超额收益分别为 -5.2pcts、1.6pcts、-0.30pcts、9.8pcts。

图 1：2022 年光伏指数市场表现



资料来源：财信证券，wind

**景气度+流动性是影响光伏指数市场变化的核心因素。**回顾 2022 年，光伏指数市场表现可以分为三个阶段：年初至 4 月的承压下探阶段、5 月至 8 月的强劲反弹阶段、9 月至年底的再度承压阶段。对于成长风格的光伏赛道，强劲的外需景气度和超额的市场流动性，从分子端和分母端两方面构成市场表现的主要驱动力，我们从这两方面观察上述三阶段：

**第一阶段**，硅料价格在 2021 年底阶段触底后，于今年年初再次走高，拉高组件价格，电站 IRR 承压，引发对光伏下游需求负反馈的担忧，分子端景气度预期走弱。同期，美联储开启加息进程、欧洲地缘冲突加剧、叠加上海疫情封控，国内外事件冲击压低了市场风险偏好，分母端提估值的能力减弱。

**第二阶段**，外需方向上给了光伏需求的量价驱动。价的方面，天然气等能源价格上漲叠加人民币贬值，对冲了高价组件的影响。量的方面，继一季度印度市场组件需求冲量后，欧洲市场对传统能源替代品需求增加，5月份出口欧洲组件数量增幅达到140%。高景气外需在分子端助力。同时国内流动性在4月份后加速投放，推动流动性溢价和风险偏好回升，给分母端支撑。

**第三阶段**，8月以后，组件月度出口增速下滑，这与前期海外市场库存增加以及安装人手不足有关，也与天然气等能源价格回落相关，分子端景气度波动。同期国内方面，地产“三支箭”政策陆续推出，宽货币向宽信用传导的预期升温，剩余流动性边际趋紧，光伏等成长风格资产分母端扩张能力承压。

图2：流动性变化趋势



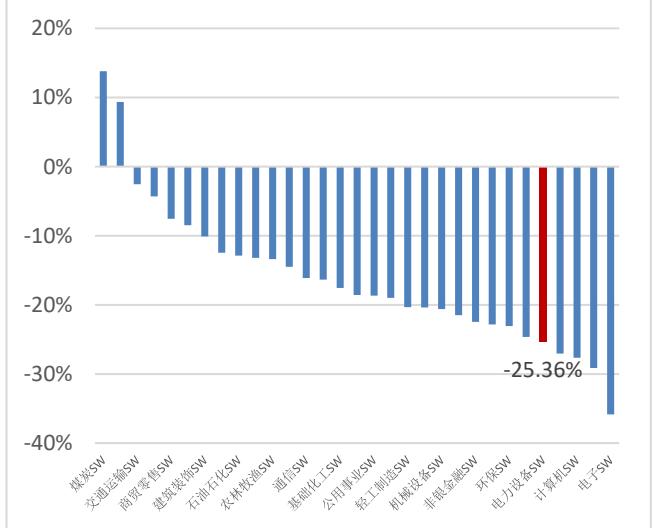
资料来源：财信证券，wind

图3：传统能源价格变化趋势



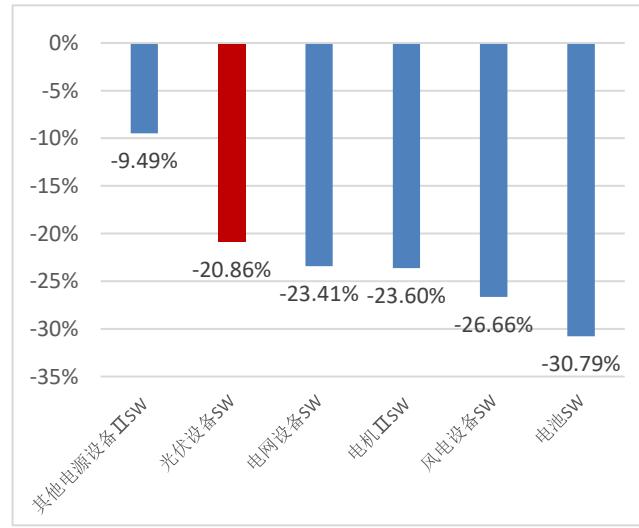
资料来源：财信证券，wind

图4：各行业指数市场表现



资料来源：财信证券，wind

图5：电力设备板块行业指数市场表现

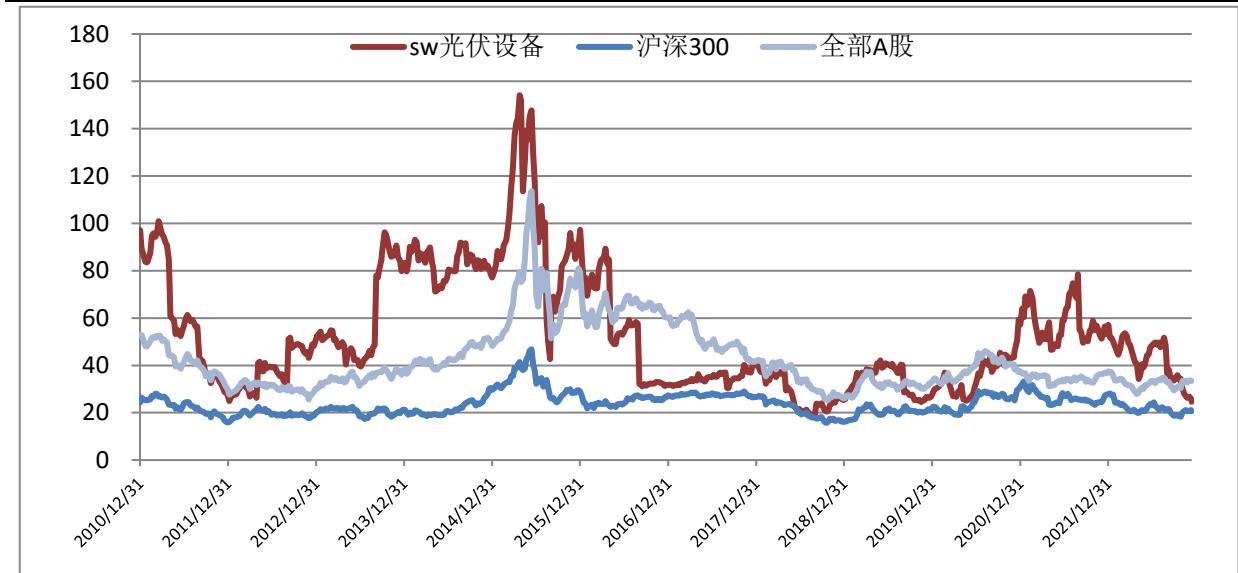


资料来源：财信证券，wind

## 1.2 估值分析：市盈率估值调整至低位，居于历史底部区间

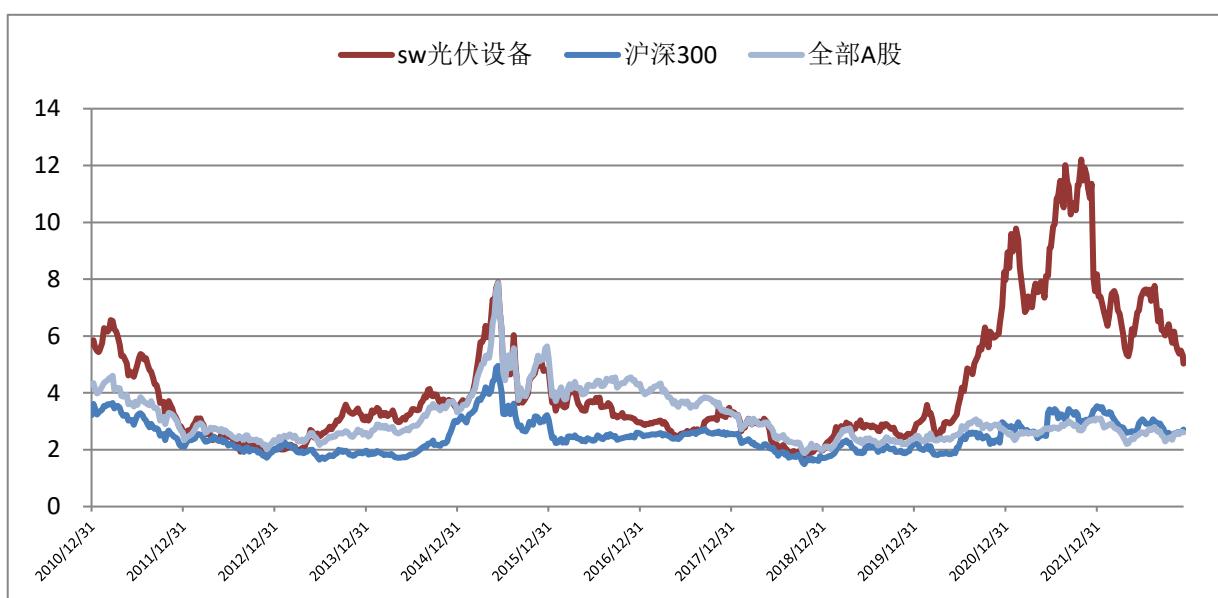
2022年光伏设备指数估值水平下降。sw光伏设备指数，市盈率ttm为24.60倍，当前市盈率估值水平高于历史10.94%的区间。市净率为5.03倍，当前市净率估值水平高于历史70.97%区间。过去的一年中，sw光伏指数市盈率（ttm）下降幅度为52.4%、市净率下降幅度为32.1%。引起估值变化的一部分原因是指数跌幅约20%，另外部分的原因为公司盈利水平增加、盈余积累增加以及股权募资等因素导致。

图 6：与市场主要指数估值比较（市盈率）

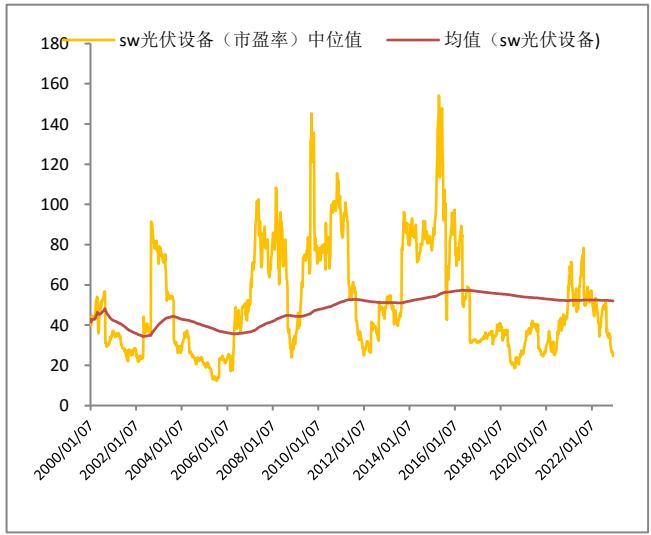


资料来源：财信证券，wind

图 7：与市场主要指数估值比较（市净率）



资料来源：财信证券，wind

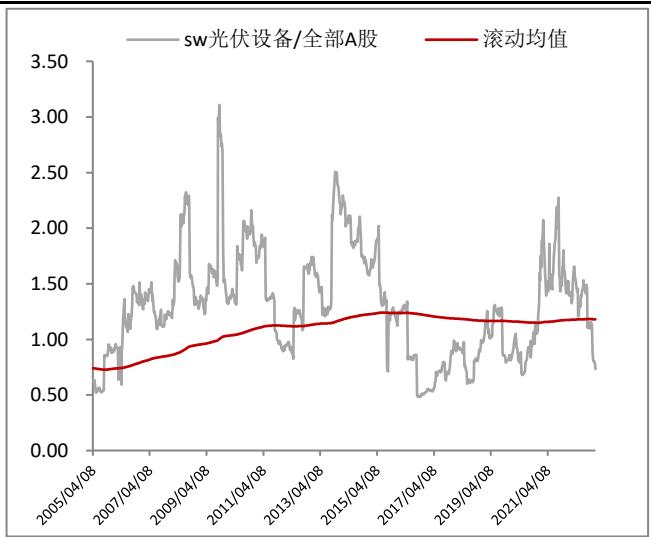
**图 8: sw 光伏估值历史情况 (市盈率)**


资料来源: 财信证券, wind

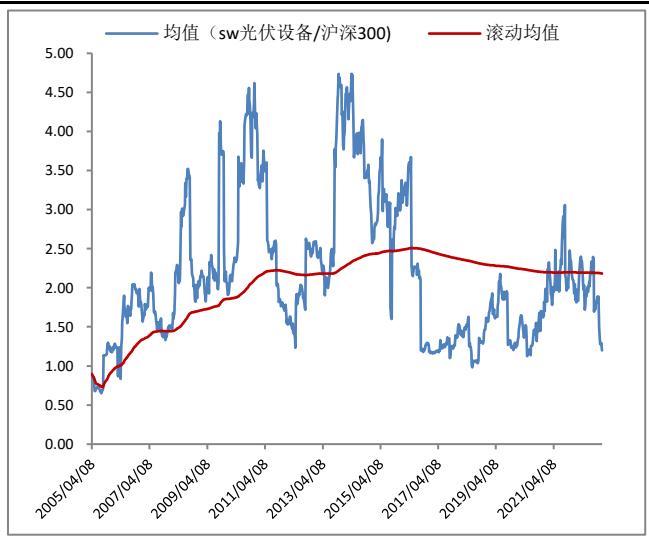
**图 9: sw 光伏估值历史情况 (市净率)**


资料来源: 财信证券, wind

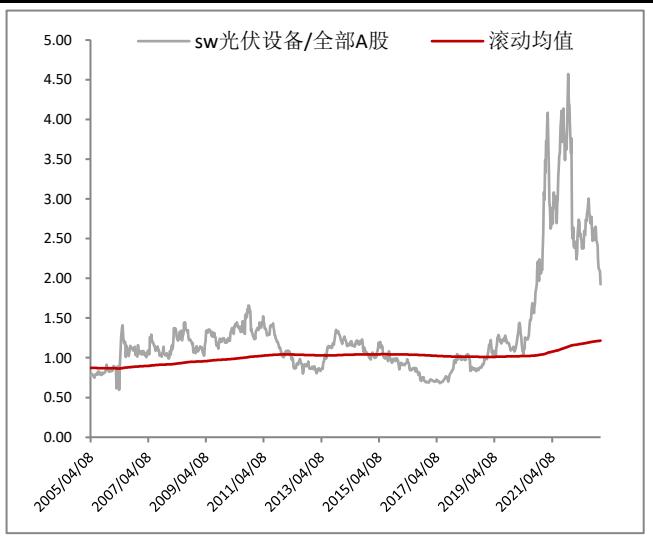
光伏指数市盈率相对溢价居于历史低位, 光伏指数市净率相对溢价居历史高位。sw 光伏指数相对全部 A 股呈现市盈率估值折价情况, 折价率 26.5%, 处于历史 10.88% 区间。相对沪深 300 市盈率估值溢价 19.7%, 该溢价水平处于历史 8.2% 区间。sw 光伏设备板块相对全部 A 股市净率估值溢价 92.5%, 相对沪深 300 市净率估值溢价 85.4%, 上述溢价水平处于历史 87% 和 85% 区间。光伏指数市盈率及市净率的溢价表现反差, 是由其高盈利水平所致, 今年前三季度 sw 光伏设备的整体 ROE 接近 20%, 远高于市场主流指数和其他行业指数的整体 ROE 水平。

**图 10: 相对全 A 估值溢价 (市盈率)**


资料来源: 财信证券, wind

**图 11: 相对沪深 300 估值溢价 (市盈率)**


资料来源: 财信证券, wind

**图 12：相对全 A 估值溢价（市净率）**


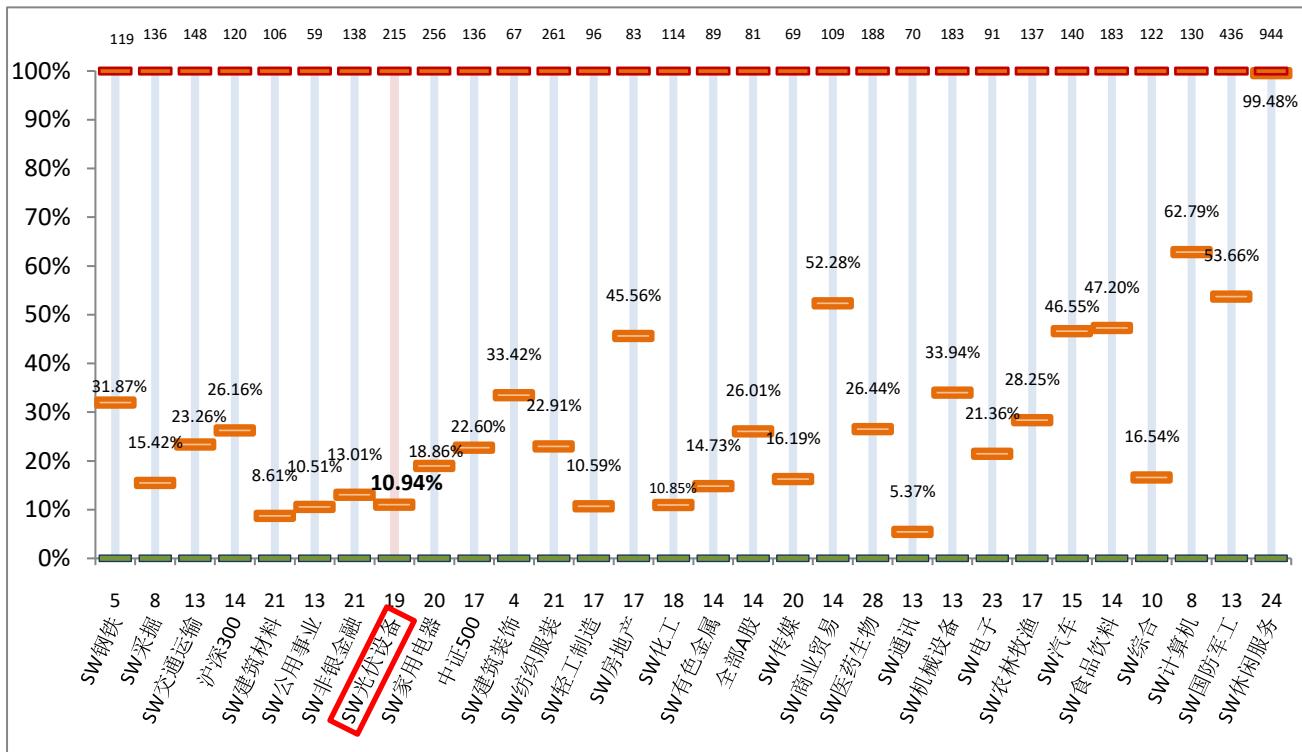
资料来源：财信证券，wind

**图 13：相对沪深 300 估值溢价（市净率）**

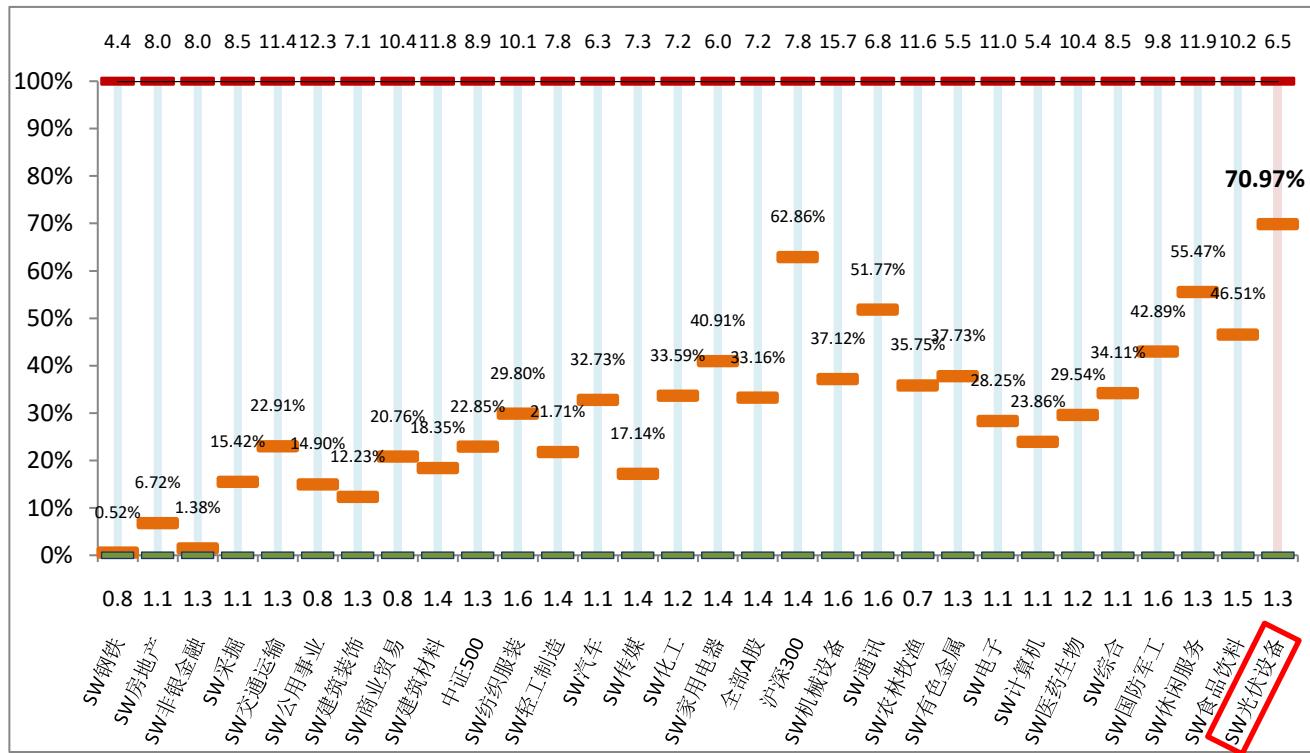

资料来源：财信证券，wind

主流指数市盈率估值处历史低估区间。目前全部 A 股的市盈率中位数 33.49，为历史 26.01% 分位，市净率中位数 2.61，为历史 33.16% 分位。主流指数方面，上证 50、沪深 300、中证 500 的市盈率历史分位分别为 42.9%、26.2%、22.6%，市净率分位数为 69.4%、62.9%、22.9%。行业方面，大部分指数的市盈率估值降至 30% 历史分位数及以下水平、市净率估值降至 40% 历史分位数以下水平。

行业估值下降主要受市场调整和利润增长所致，31 个行业中，过半的行业指数跌幅超过 18%，近半的行业整体利润同比下滑。今年前三季度 SW 光伏设备板块营收 4837 亿元，同比增长 76%，归属净利润 580 亿元，同比增长 107%，净资产收益率 19.7%，业绩表现处于行业靠前位置。

**图 14: 估值历史分位数比较 (市盈率)**


资料来源：财信证券，wind

**图 15: 估值历史分位数比较 (市净率)**


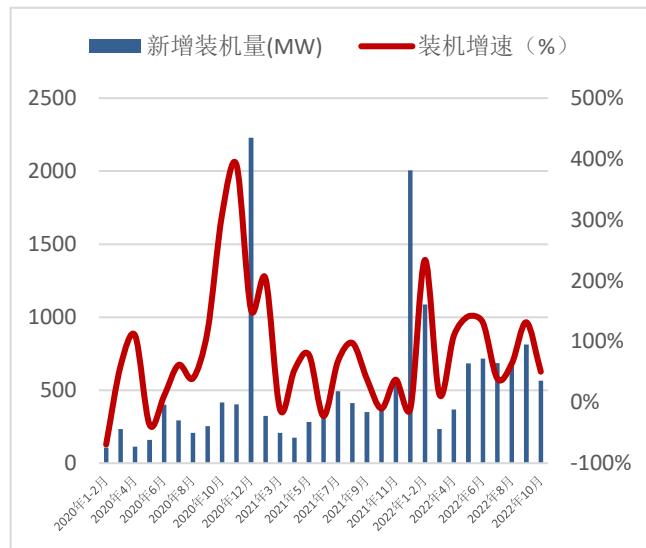
资料来源：财信证券，wind

### 1.3 产业数据：需求持续景气，产业链价格进入调整期

下游需求景气持续，增幅环比收窄。内需方面，国内前 11 个月光伏新增装机量 65.7GW，同比增幅 88.7%。外需方面，前 11 个月光伏组件出口量 137.7GW，同比增幅 66.16%。

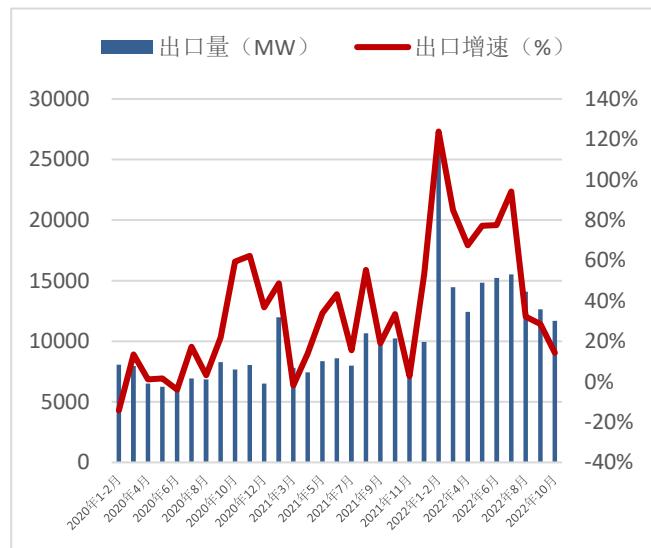
进入第四季度后，下游需求呈现阶段放缓情况。内需方面，组件价格高企引发观望情绪，同时能源局《关于积极推动新能源发电项目应并尽并、能并早并有关工作的通知》规定不将全容量建成作为新能源项目并网的必要条件，年底抢装抢购组件的强度有所降低。外需方面，前期渠道库存有积累，且安装工人数量有约束，组件单月出口量至 9 月份开始环比下降。

图 16：月度新增装机量



资料来源：财信证券，wind，能源局

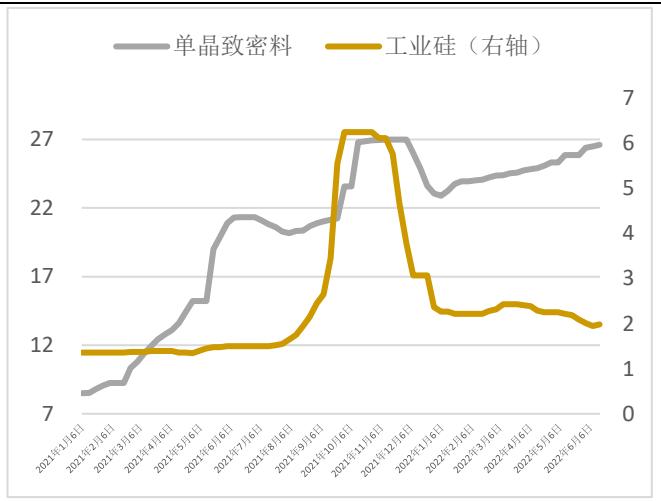
图 17：月度组件出口量



资料来源：财信证券，wind，ifind

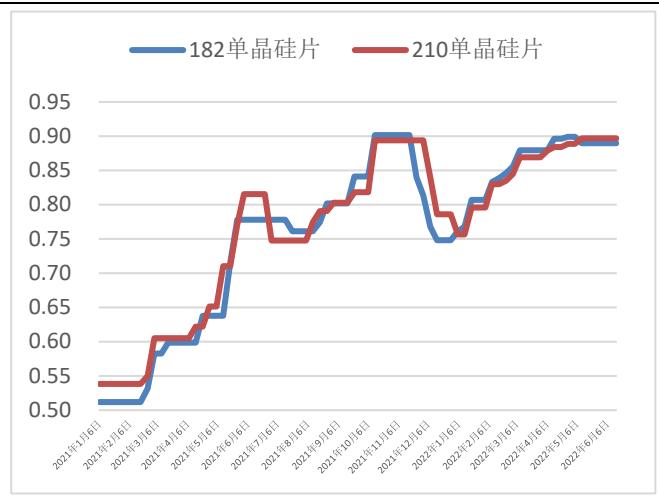
上游多晶硅价格高位盘整至年底，电池片价格逆势上涨。2022 年多晶硅致密料价格攀高盘整，从年初约 23 万元/吨上涨至 8 月份的 30 万元/吨，随后在高价格区间盘整持续到 11 月底，进入 12 月后价格开始松动，至 12 月中旬跌破 28 万元关口。中游硅片价格的调整早于硅料价格，从 9 月以来硅片价格开始连续下调。但同期电池片的价格呈现逆势走高的趋势。归结的主要原因是，硅片环节产能增幅较大，电池片环节正处 P 型和 N 型技术迭代，以及两种 N 型技术路线尚未明确等因素影响，新增产能存在一定制约，出现阶段性供给紧张。

图 18: 硅料及工业硅价格 (万元/吨)



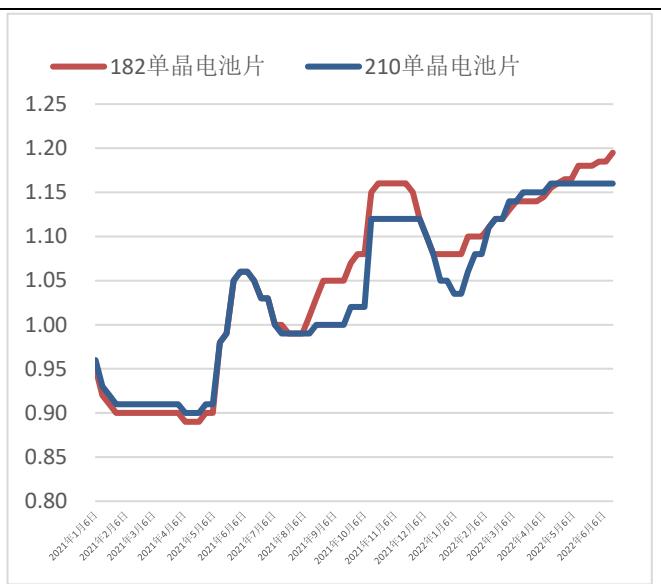
资料来源：财信证券，wind，硅业分会，pvinfolink

图 19: 硅片价格 (元/w)



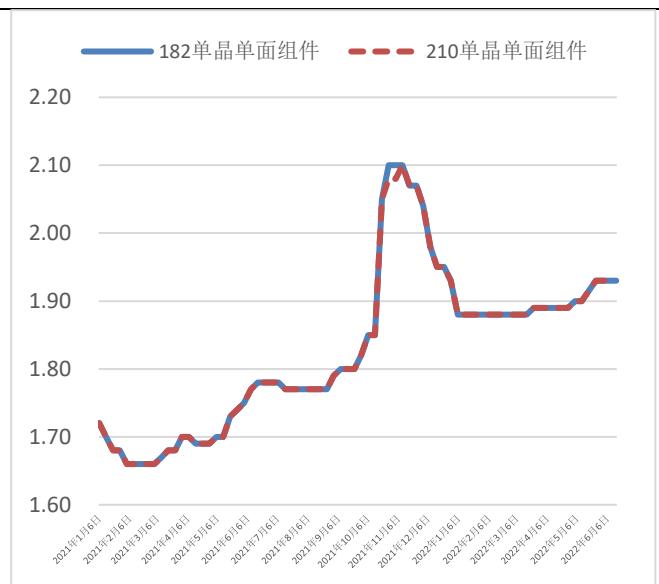
资料来源：财信证券，wind，ifind

图 20: 电池片价格 (元/w)



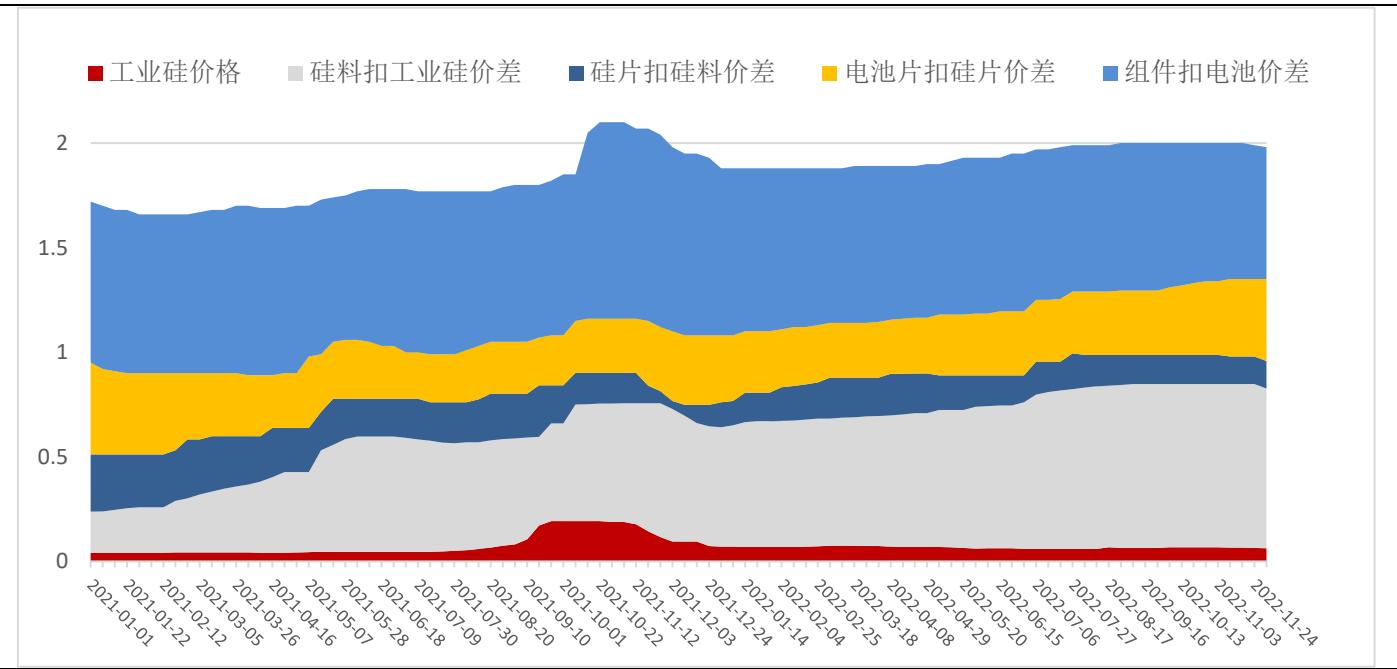
资料来源：财信证券，wind，能源局

图 21: 组件价格 (元/w)



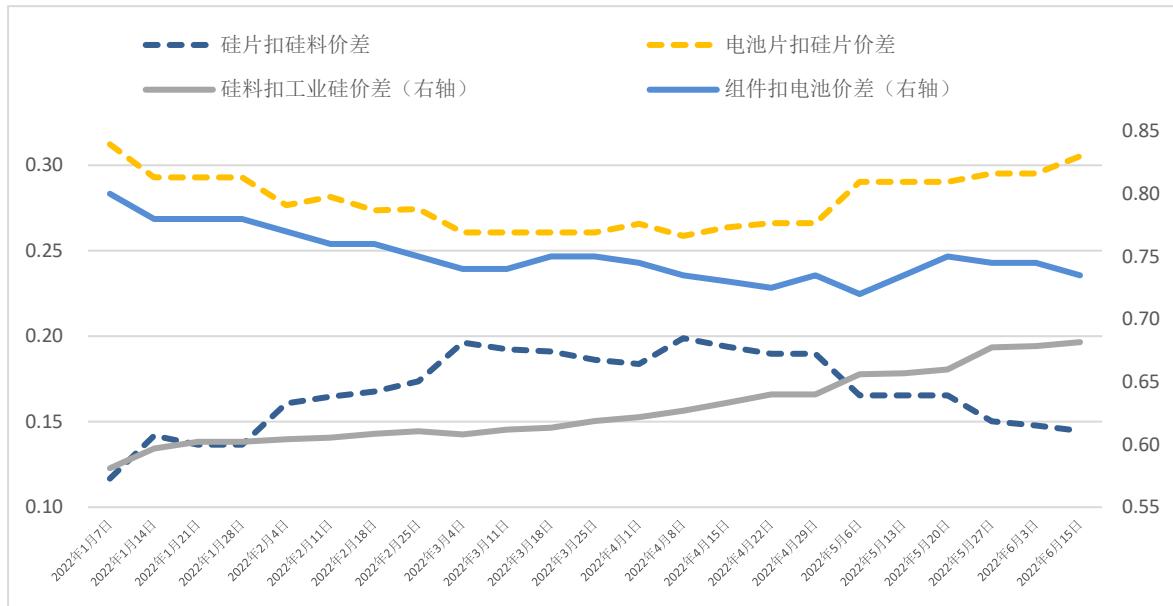
资料来源：财信证券，wind，ifind

硅料价值量占比最大，电池片价值量占比提升。按照单瓦价值，扣除主链上一环节原材料成本，用单瓦价差测算各环节价值量占比情况。以 2022 年 12 月初组件价格测算，1.98 元/瓦的组件价值中：硅料环节价值量约 0.76 元/w(占比 38.5%)，硅片环节约 0.13 元/w(占比 6.7%)、电池片环节价值量约 0.39 元/w(占比 19.8%)、组件环节约 0.63 元/w(占比 31.8%)。工业硅约 0.06 元/w(占比 3.2%)。硅料环节和电池片环节的价值量占比有加大幅度提升，组件环节价值量占比下降。

**图 22：主链四大环节价值占比分布（单位：元/W）**


资料来源：财信证券，wind，ifind，硅业分会，pvinfolink

**硅料及电池片环节价差提升明显。截止 2022 年 12 月：硅料环节（扣除工业硅价格）单瓦价差达到 0.76 元（较年初上涨 31%）、硅片环节（扣除硅料价格）单瓦价差达到 0.13 元（+13%）、电池片环节（扣除硅片价格）单瓦价差为 0.39 元（26%）、组件环节（扣除电池片价格）单瓦价差为 0.63 元（-21%）。**

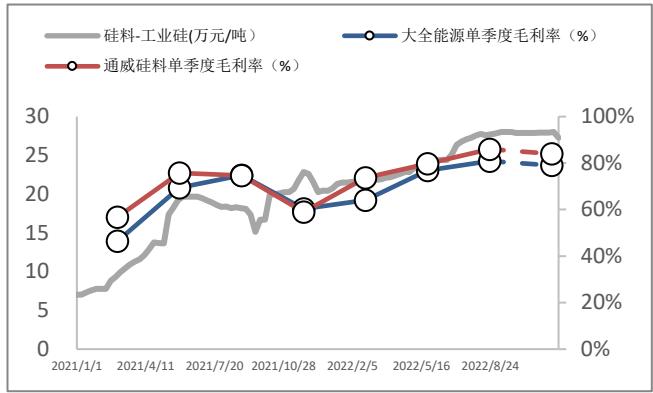
**图 23：主链四大环节价值量变化情况（单位：元/W）**


资料来源：财信证券，wind，ifind，硅业分会，pvinfolink

**硅料环节盈利能力达到峰值，电池片环节触底改善。2022 年硅料高盈利表现贯穿全年，头部企业毛利率水平达到 80%，处于历史高位区间。硅片环节盈利能力承压，逐季下滑至 15%-17% 区间，处于 2016 年以来的低位水平。电池片盈利迎来强劲修复，预计年末**

毛利率可达到20%左右，恢复至2019年水平。一体化企业的盈利也处于修复趋势，三季度头部企业毛利率水平约13-15%，预计四季度可以恢复至15%以上。

图24：硅料环节毛利率趋势

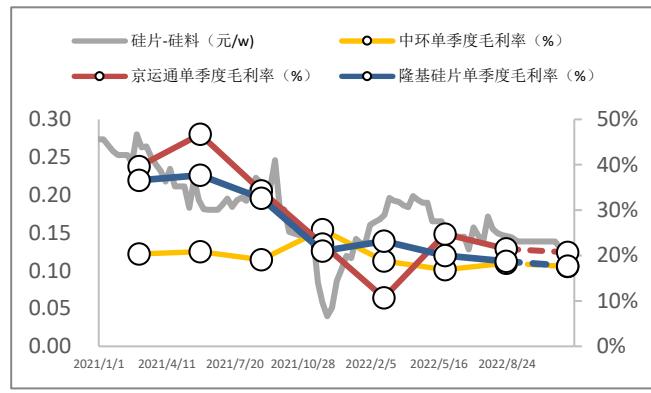


资料来源：财信证券，wind

注1：通威硅料毛利率为估算值

注2:2022Q4毛利率为估算值

图25：硅片环节毛利率趋势

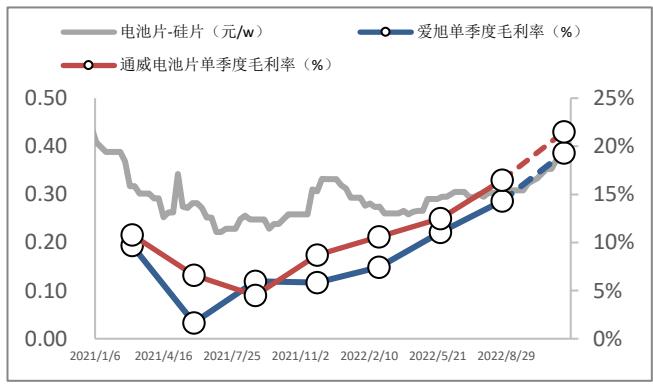


资料来源：财信证券，wind

注1：隆基硅片毛利率为估算值

注2:2022Q4毛利率为估算值

图26：电池片环节毛利率趋势

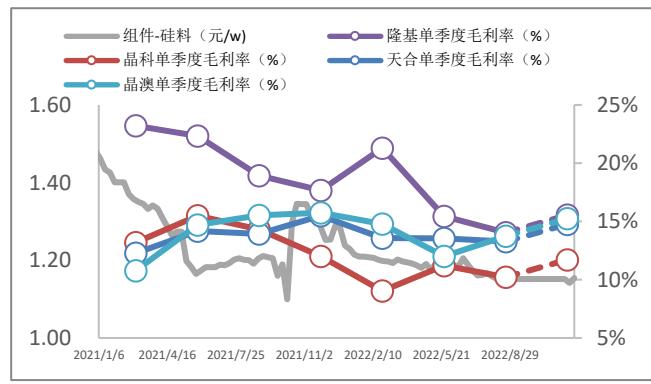


资料来源：财信证券，wind

注1：通威电池片毛利率为估算值

注2:2022Q4毛利率为估算值

图27：一体化企业毛利率趋势



资料来源：财信证券，wind

注2:2022Q4毛利率为估算值

表1：光伏产业链各环节历史毛利率表现（%）

所处环节	公司名称	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
一体化组件	隆基绿能	27.48	32.27	22.25	28.90	24.62	20.19
一体化组件	晶科能源	16.45	10.39	15.47	19.92	14.94	13.40
一体化组件	天合光能	19.06	17.13	15.29	17.39	15.97	14.14
一体化组件	晶澳科技	25.44	22.97	19.12	21.26	16.36	14.63
组件	东方日升	20.56	16.92	18.11	20.92	13.65	6.61
硅片	TCL 中环	13.88	19.89	17.35	19.49	18.85	21.69
硅片	京运通	34.11	34.75	45.13	34.46	32.58	34.44

硅片	上机数控	33.98	47.62	47.49	38.95	27.47	19.75
电池片	爱旭股份	54.41	10.02	51.92	18.06	14.90	5.59
电池片	通威电池	20.49	18.81	18.70	20.21	14.54	8.81
硅料	通威硅料	41.01	46.83	35.67	28.40	34.71	66.69
硅料	大全能源	40.07	45.66	32.74	22.28	33.63	65.65
光伏玻璃	福莱特	37.92	28.87	27.12	31.56	46.54	35.50
光伏玻璃	亚玛顿	14.63	14.59	10.60	13.98	15.96	8.31
光伏玻璃	洛阳玻璃	12.34	30.12	21.78	24.29	30.99	24.08
胶膜	福斯特	30.28	20.92	19.67	20.36	28.36	25.06
胶膜	赛伍技术	26.70	25.55	20.06	18.75	17.96	14.63
胶膜	海优新材	18.67	15.75	13.90	14.92	24.17	15.11
胶膜粒子	联泓新科	19.81	11.98	13.84	20.91	23.39	25.14
背板	中来股份	30.85	23.67	21.01	26.90	18.10	11.52
热场	金博股份	56.17	63.34	67.90	61.68	62.59	57.28
金刚线	美畅股份	70.25	71.12	63.56	55.46	56.54	55.16
金刚线	岱勒新材	45.56	48.56	37.31	17.82	21.20	13.82
银浆	帝科股份	22.89	21.12	19.89	16.99	13.33	10.06
银浆	苏州固锝	19.50	18.99	18.19	17.36	18.36	18.96
光伏支架	清源股份	28.02	24.75	25.75	25.19	25.07	24.41
光伏支架	中信博	25.26	17.26	20.54	24.18	20.83	11.74
接线盒	通灵股份	28.29	23.42	22.86	24.18	23.40	15.40
逆变器	阳光电源	24.59	27.26	24.86	23.81	23.07	22.25
逆变器	锦浪科技	35.35	32.82	34.12	34.57	31.82	28.71
逆变器	上能电气	30.52	32.63	28.75	29.81	25.74	24.61
逆变器	禾迈股份	—	24.32	33.03	42.01	42.11	42.75
逆变器	固德威	34.72	33.89	32.61	40.50	37.60	31.66

资料来源：财信证券，硅业分会，公司公告，CPIA

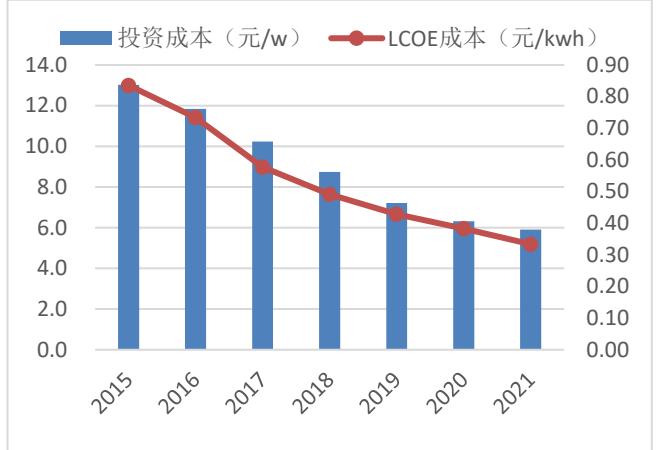
## 2 展望与分析

### 2.1 需求分析：降本驱动需求，2023年迎来大规模增长

成本是需求的核心驱动因素，2022年经历波折，2023年迎来成本下降拐点。进入全面平价时代后，光伏的需求量测算不再由补贴总额限制，而是由市场主体根据项目收益率对光伏产品的购买量决定，成本是影响需求的最大权重。过去十年间，全球光伏电站初始投资成本（CAPEX）持续下降，至2021年末约5.91元/W，即使在组件价格波动的2021年也保持了6%左右的成本降幅。期间，组件效率提升、开发商经验积累、安装过程人力成本节约等多个因素驱动了全球光伏成本下降。国内方面，整体CAPEX降本趋势在2021-2022年期间经历波折，供应链缺口导致的高价硅料（包括此前的高价玻璃），以及大宗原材料价格波动，都影响了降本趋势的连续性，估算2022年国内光伏电站CPAEX

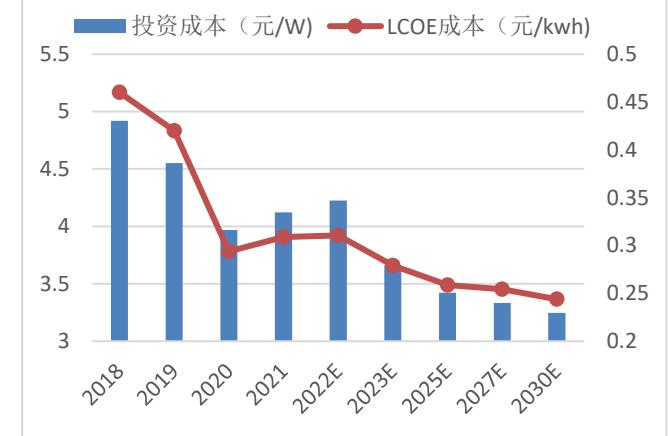
平均成本在 4.0-4.2 元区间，同比略增。随着硅料价格下降趋势的启动，预计 2023 年国内外光伏 CAPEX 成本同步下降，启动全球光伏市场新需求。

图 28：全球光伏成本变化趋势



资料来源：财信证券，IRENA

图 29：国内光伏成本变化趋势

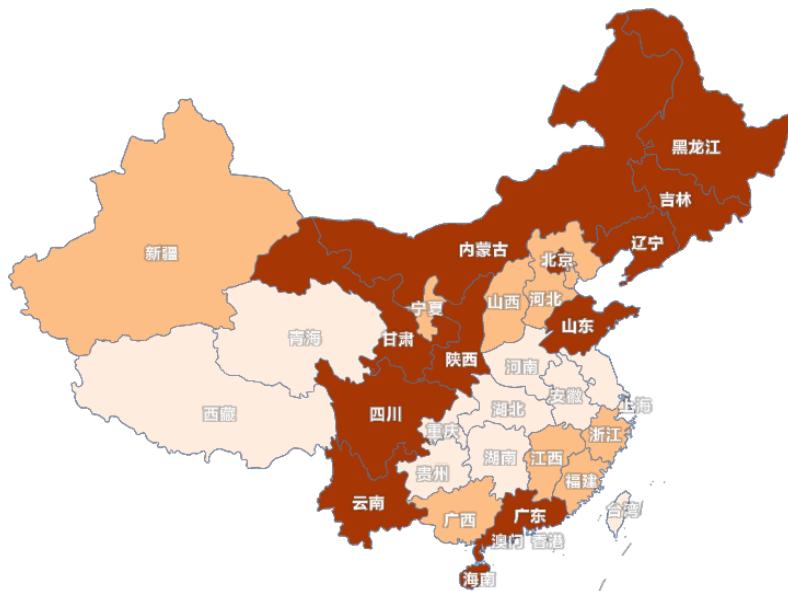


资料来源：财信证券，CPIA

备注：地面电站、利用小时数算 1200 小时

**1.8 元/W 以下的组件价格可以带动大范围集中式光伏需求。**根据西勘院数据，假设 IRR=7%，组件价格低于 1.8 元区间。无储能配置时，全国 21 个省区可满足集中式光伏平价上网条件，若配置 10%\*2 小时的储能，全国 12 个省区可满足平价上网条件。假设辅材价格及单瓦利润固定，则硅料价格下降至 16-17 万元/吨时，可带动组件价格下降至 1.75-1.80 元区间，实现大范围集中式光伏需求启动。

图 30：1.8 元组件价格情况下全国光伏平价省份

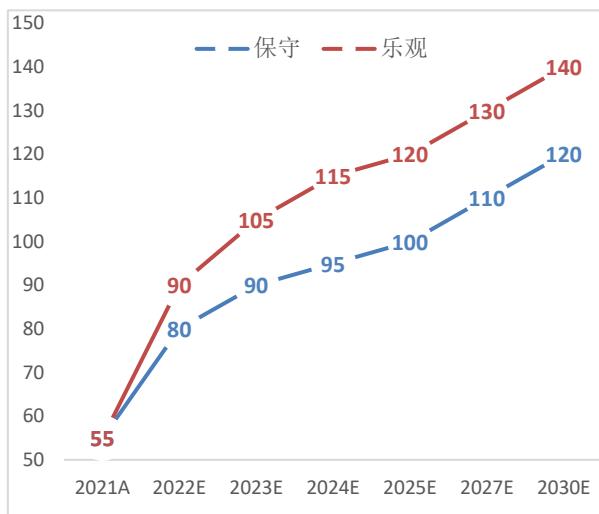


资料来源：财信证券，西勘院

**十四五期间国内新增装机量中枢上移至 100GW。**受成本、疫情等因素扰动，预计 2022 年全年国内新增装机量约 80GW 至 90GW，但今年全年组件招标规模超过 120GW。基于“降本放量”的逻辑，预计 2023 年国内新增装机量将接近 100GW。后续年份中，

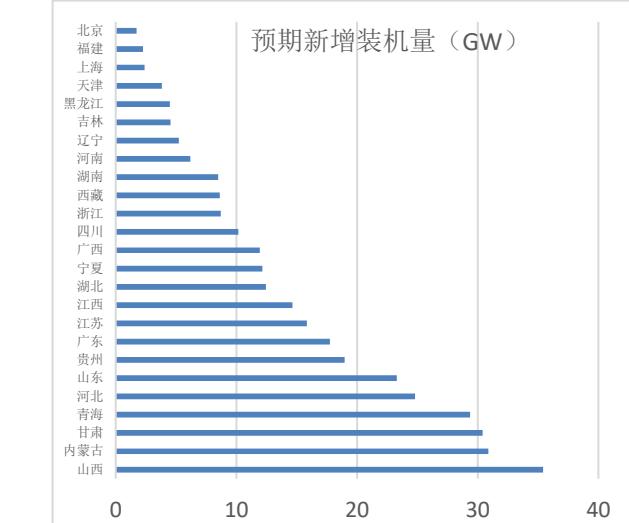
国内需求量有望持续高位运行，根据各省十四五规划测算，国内的年均新增装机量在 86GW 以上，结合户用及工商业等项目需求，可以估算后续年份国内新增装机需求量中枢约在 100GW 以上。

图 31：国内光伏新增装机量预期 (GW)



资料来源：财信证券，wind，CPIA，NEA

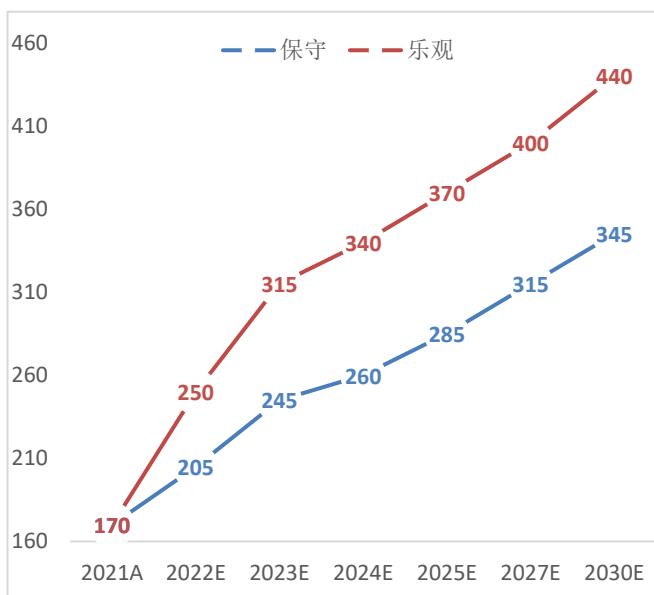
图 32：各省 2022-2025 年预期新增光伏装机量



资料来源：财信证券，CPIA，发改委

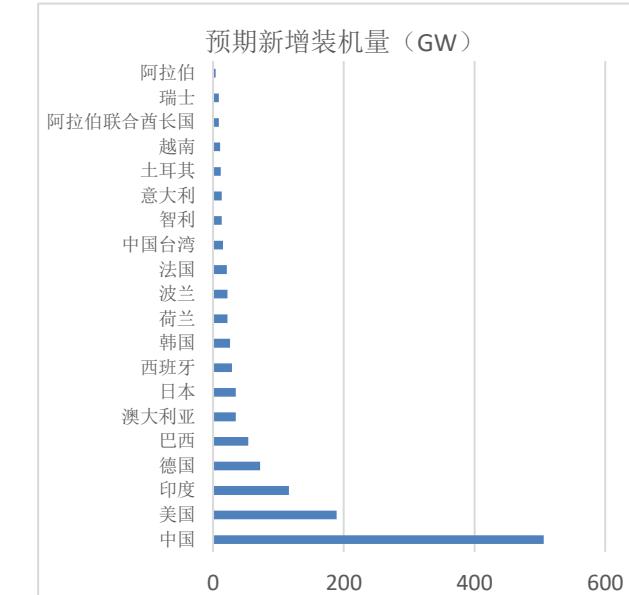
**全球新增装机量中枢在 300GW 以上。**2022 年，受能源价格影响，欧洲地区装机量有望实现翻倍增长，达到 60GW，印度市场也有不错增量，预计超过 14GW。美国市场在硅料溯源等政策影响下，组件供给受限，预计新增量在 20GW 左右，同比下滑。整体来看，2022 年全球新增装机量预计在 205GW-250GW 左右。展望 2023 年，在欧洲市场续增、中国和美国市场重回增长轨道的预期下，全球新增装机量有望超过 300GW。后续年份中，全球年均新增装机量中枢预计在 320GW 以上。

图 33：全球光伏新增装机量预期 (GW)



资料来源：财信证券，wind，CPIA，NEA

图 34：各国 2022-2026 年预期新增光伏装机量



资料来源：财信证券，CPIA，SolarPowerEurope

## 2.2 主产业链：硅料供给瓶颈突破，主链降价放量

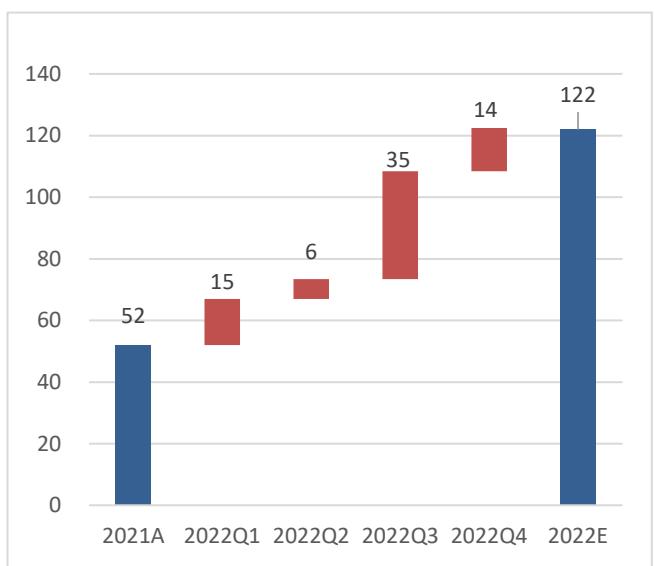
硅料产能大幅增长，主产业链供给的制约因素解除。2020 年我国首次提出碳中和政策目标后，光伏产业迎来大规模扩产，2021 年-2022 年四大主产业链环节产能年均增幅皆达到 50%，其中硅料环节因资产投入重、爬坡周期长等技术因素，以及疫情扰动、能耗管控等外部因素，实际产出增量落后于其他环节，成为最近 2 年光伏主产业链的供给瓶颈。各大硅料企业均有大规模在建产能，其中协鑫、通威、新特、大全、东方希望等 5 家头部企业预计在 2022 年新增 35 万吨以上产能，占到行业新增供给 70% 以上。预计上述企业在 2023 年保持扩产强度，新增产能达到 54 万吨以上，推动我国光伏硅料行业总产能达到 200 万吨以上，解除光伏产业的主要供给制约因素。

表 2：主要硅料生产企业预计产能（万吨）

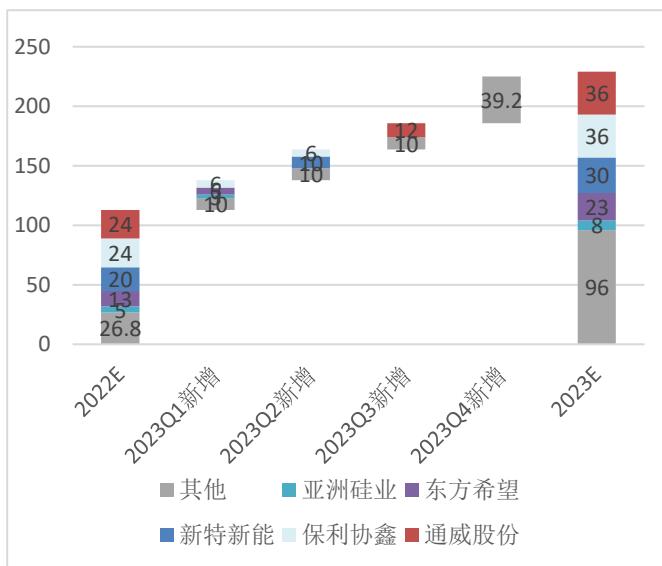
硅料厂商	2019	2020	2021	2022E	2023E
保利协鑫	8.4	8.5	13	24	36
新特新能	7.1	8	10	20	30
新疆大全	7	8	11	13	23
通威股份	8	8	18	24	36
亚洲硅业	2	2	2	5	8
东方希望	4	4	7	13	23
陕西天宏	1.4	1.4	1.4	1.4	2
鄂尔多斯	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
内蒙东立	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2
国内其他	3	3	3	10	70
——国内产能	43.3	45.2	67.8	112.8	230.4
——海外产能	18.6	10	10	10	11
全球总产能 (万吨)	61.9	55.2	77.8	122.8	241.4
全球产能可供装 机量 (GW)	177.9	158.6	223.6	350.9	689.7

资料来源：财信证券，硅业分会，公司公告，CPIA

硅料产量自 2022Q4 开始加速投放，2023 年达到 130 万吨产量，支撑 400GW 装机量。随着大量硅料产能在今年 Q3 投放，Q4 以来硅料产量加速增长。10 月份、11 月份硅料月度产量创历史新高，分别达到 8.7 万吨、9.0 万吨，同比增幅超过 100%。今年前 11 个月硅料累计产出达到 70 万吨，预计全年硅料产出约 80 万吨，同比增幅 58%。按照 2.7g/w 的硅耗测算，可供支撑 2022 年 247GW 新增装机量。预计硅料产出保持持续增长，2023 年可以达到 130 万吨以上产量，增幅超过 50%，支撑全年 400GW 的光伏装机量需求。

**图 35：2022 年硅料产能投放时点**


资料来源：财信证券，硅业分会，公司公告，发改委

**图 36：2023 年硅料产能投放时点**


资料来源：财信证券，硅业分会，公司公告，发改委

**图 37：2022 年硅料产量增长情况**


资料来源：财信证券，硅业分会

**图 38：2022 年硅片产量增长情况**


资料来源：财信证券，硅业分会

硅片产能产量持续增长，2023 年达到 480GW 产出，竞争格局趋于分散。据不完全统计，头部 12 家硅片企业 2022 年合计产能超过 500GW，同比增幅超过 40%。预计 2023 年硅片企业的产能扩张幅度将有所收窄，增幅低于 40%，但扩产的绝对值规模超过 200GW。2023 年的主要产能增量来自高景、双良、上机等非头部的厂商，从而导致行业集中度进一步降低。2022 年前 11 个月硅片产量达到 300GW，增幅 40%，全年总产量有望达到 340GW，同比增幅接近 50%。预计在上游硅料放量的情况下，2023 年硅片总产量达到 480GW，同比增幅 40%。

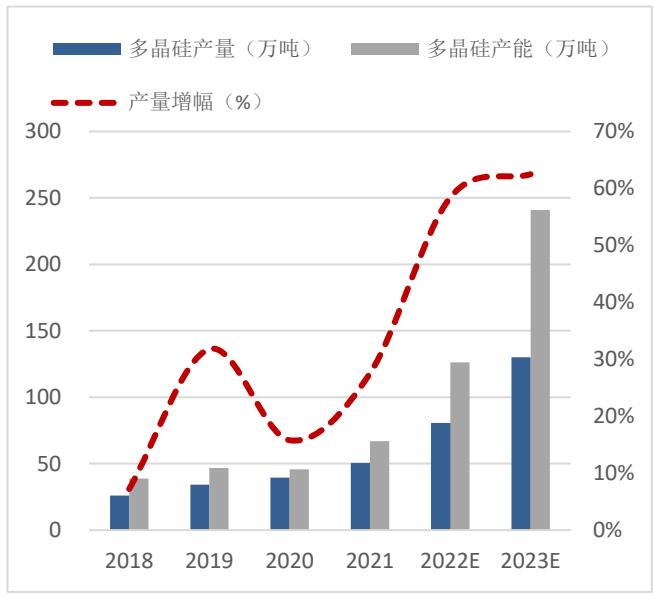
表 3：主要硅片生产企业预计产能 (GW)

硅片厂商	2019	2020	2021	2022E	2023E
隆基股份	42	85	105	125	145
中环股份	33	50	85	135	155
晶澳科技	11.5	18	33	45	60
晶科能源	15	22	32	45	60
上机数控	—	12	30	50	70
京运通	2.5	5.6	8	30	42
通威股份	—	—	7.5	15	15
双良节能	—	—	—	20	50
高景	—	—	8	30	55
环太集团	4.1	2.8	9	15	30
锦州阳光	3	4.5	8	8	20
阿特斯	—	3.2	11.5	11.5	11.5
头部企业合计 (GW)	111.1	199.9	337	529.5	713.5

资料来源：财信证券，硅业分会，公司公告，CPIA

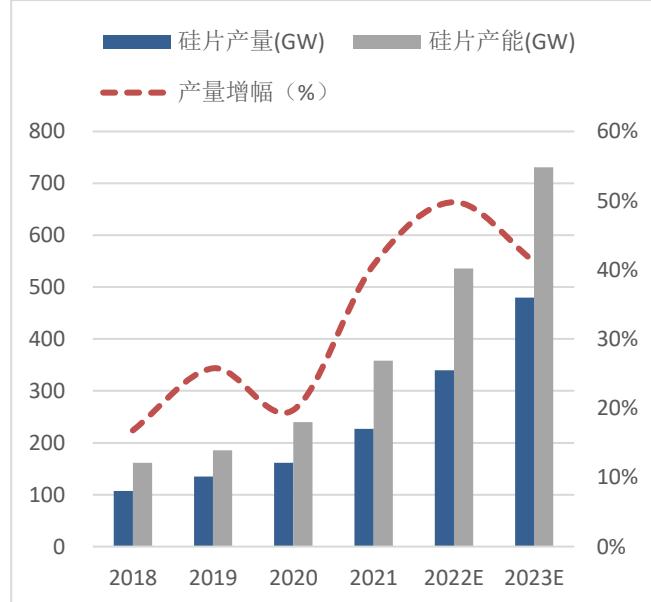
2022 年紧平衡状态，2023 年主产业链供需偏宽松。综合主产业链各环节产能产量情况，预计 2022 年硅料、硅片、电池片、组件的产出量分别为 296GW、340GW、300GW、280GW，增幅约 40%-50%。对比 2022 年约 260GW 的组件需求量，处于相对紧平衡状态。预计 2023 年主产业链硅料、硅片、电池片和组件的产量分别 400GW、480GW、450GW、420GW，同比增幅约 40%，对应全球约 340GW 的组件需求量，供需关系由紧转松。

图 39：主产业链产能产量预估（多晶硅）

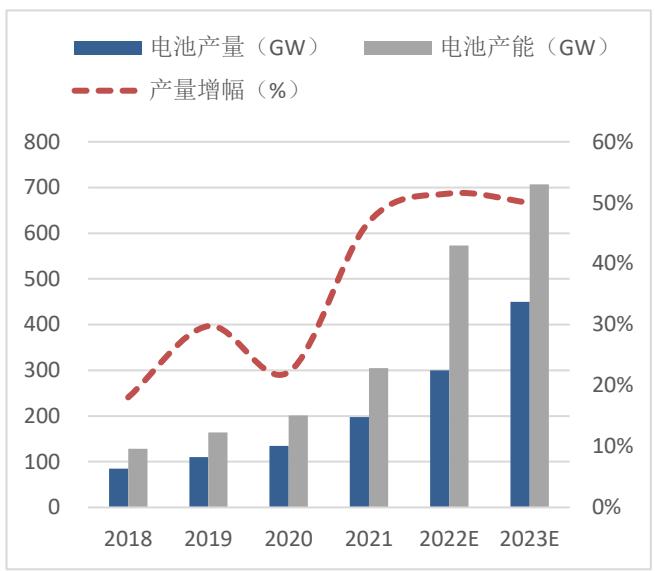


资料来源：财信证券，CPIA，wind

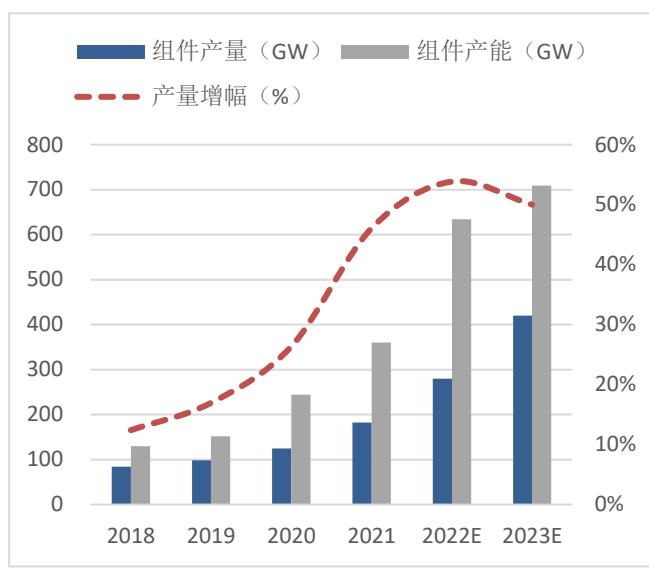
图 40：主产业链产能产量预估（硅片）



资料来源：财信证券，CPIA，wind

**图 41：主产业链产能产量预估（电池片）**


资料来源：财信证券，CPIA，wind

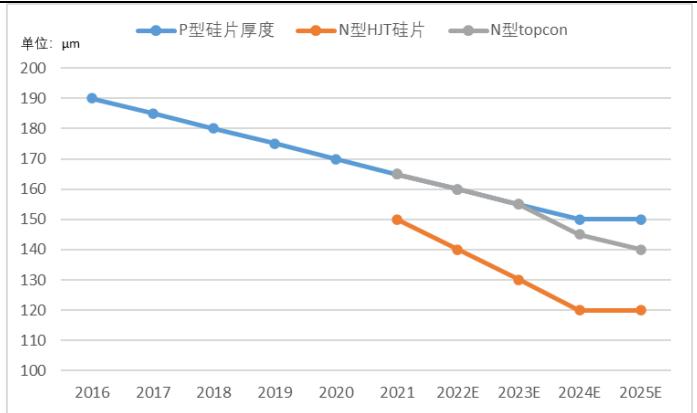
**图 42：主产业链产能产量预估（组件）**


资料来源：财信证券，CPIA，wind

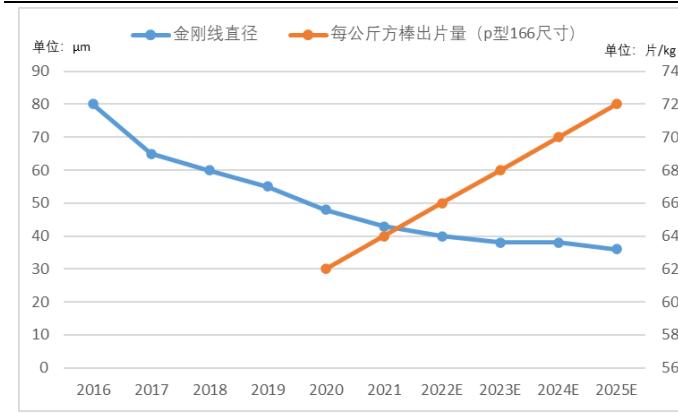
### 2.3 辅料环节：受益供需扩张，推动结构升级

#### （1）金刚线：细线化应用加速，钨丝母线产能落地在即

**薄片化进程加速，金刚线直径持续降低。**硅片的薄片化趋势由来已久，受益于设备和技术的进步，主流 P 型硅片厚度从 2016 年的 190um 降至 2021 年的 165um。今年来，由于硅料价格的上升，硅片的薄片化进程有加速迹象，以推升单公斤硅棒出片数量，降低硅片原材料成本。目前，单 kg 方棒的切片数量可达到 66 片以上，较往年提升 3%-4%。据测算，即使在硅片厚度不变的情况下，金刚线直径从 50um 到 40um 的降低，带来的硅料利用率提升，也可以增加出片量 3%。根据 CPIA 预测，P 型硅片主流厚度将降至 150um，同期 N 型 HJT 等硅片厚度降至 120um。

**图 43：硅片减薄趋势**


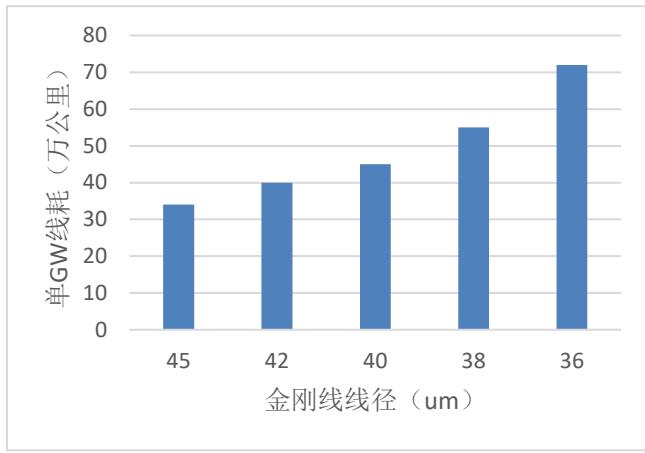
资料来源：财信证券，CPIA

**图 44：金刚线直径变化趋势**


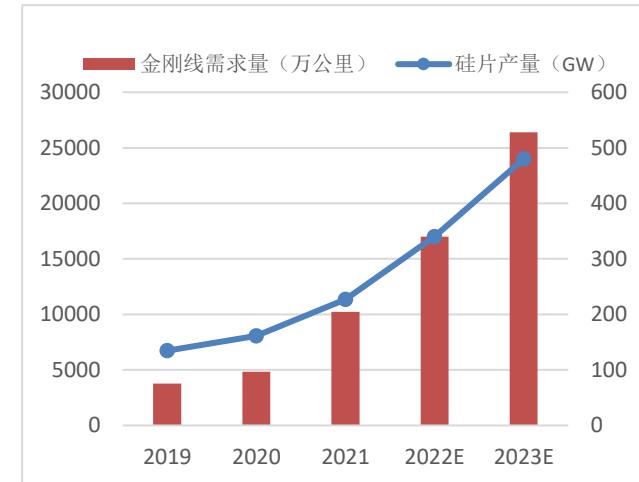
资料来源：财信证券，CPIA

**硅片产量增加以及硅片减薄趋势，共同提振金刚线需求。**在需求高景气及技术迭代的背景下，预计硅片产能及产量保持扩张趋势，由此带来金刚线需求量提升。期间，硅

片的厚度持续减薄，金刚线细线化进程加快，金刚线的单 GW 线耗量随着金刚线直径变小而增加。预计 2022 年需求量为 1.7 亿公里，至 2023 年需求量为 2.63 亿公里，按单公里价格 30-35 元计算，市场空间约 70-80 亿元，同比增幅 50%。

**图 45：金刚线直径与切片消耗量关系**


资料来源：财信证券，公司公告

**图 46：硅片产量与金刚线需求量**


资料来源：财信证券，CPIA, wind

**主要厂商扩产幅度明显，钨丝母线 2023 年有望放量。**截止 2022 年末，行业主要金刚线生产企业总产能估算超过 3 亿公里，美畅、岱勒等传统金刚线厂商均保持了 50% 以上的扩产幅度，高测等切片代工企业也有较大规模的扩产计划。预计 2023 年头部企业的扩产节奏持续，但对黄丝母线金刚线一体化的企业而言，母线产能的扩张幅度或低于金刚线产能。

碳钢丝线理论线径极限约 30um，钨丝线理论线径可低至 24um，具备更好的发展空间。目前，在同等的 38 或 35 线径下，钨丝金刚线破断力较碳钢丝线高出 8%-10% 左右，但成本是后者数倍，产量不足以及规模化效应的欠缺阻碍了降本趋势。预计 2023 年上半年，夏钨等钨丝母线新增产能将落地，将推动钨丝金刚线的批量化使用，从而较大范围的验证其可靠性和经济性。

**表 4：主要金刚线/母线生产企业预计产能 (万公里)**

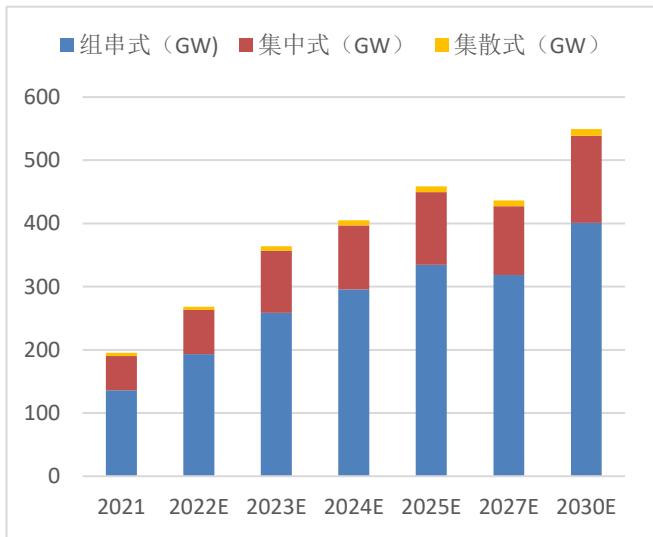
金刚线/母线厂商	2021	2022E	2023E
美畅股份	7000	15600	估算 18000
高测股份	1000	2500	6500
岱勒新材	1000	3600	6000
恒星科技	2400	4600	估算 4600
三超新材	700	1000	2600
原研新材	1800	5000	6000
宇晶股份		960	2160
福立旺（碳丝母线）	1200	2400	3600
厦门钨业（钨丝母线）	-	2450	8450
中钨高新（钨丝母线）	-	1000	1000

资料来源：财信证券，公司公告

## (2) 逆变器：国内光伏装机带动逆变器增长，储能项目动力充沛

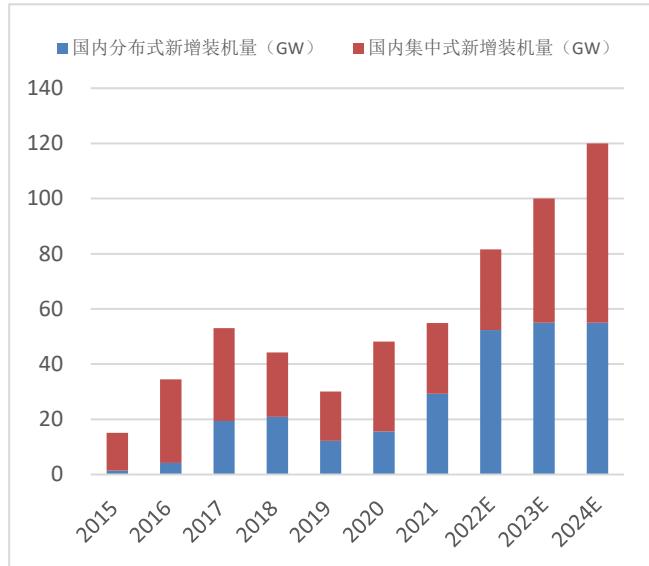
主产业链降价，逆变器需求放量增长，2023年国内集中式装机量大增。随着主产业链的全面降价，预计2023年全球光伏新增装机量达接近300GW，对应逆变器需求量达到360GW以上，其中集中式逆变器份额约26%、组串式逆变器份额约72%，估算总体光伏逆变器市场规模超过600亿元，同比增幅超过50%。国内方面，分布式市场对组件价格具备较高容忍度，2022年前三季度国内分布式新增装机量达到35GW，同期集中式新增装机量仅有17GW，预计国内全年装机量接近30GW，占到全部新增装机量的36%。展望2023年，随着组件价格下移以及风光大基地的全面建设，国内集中式地面电站有望放量增长，预计全年新增装机量达到45GW，同比增幅50%以上，并带动集中式逆变器以及大型储能需求量。

图47：各类光伏逆变器需求量预估



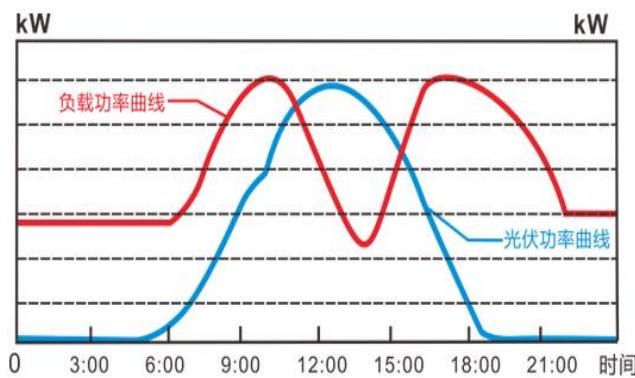
资料来源：财信证券，CPIA

图48：国内新增装机量结构预估

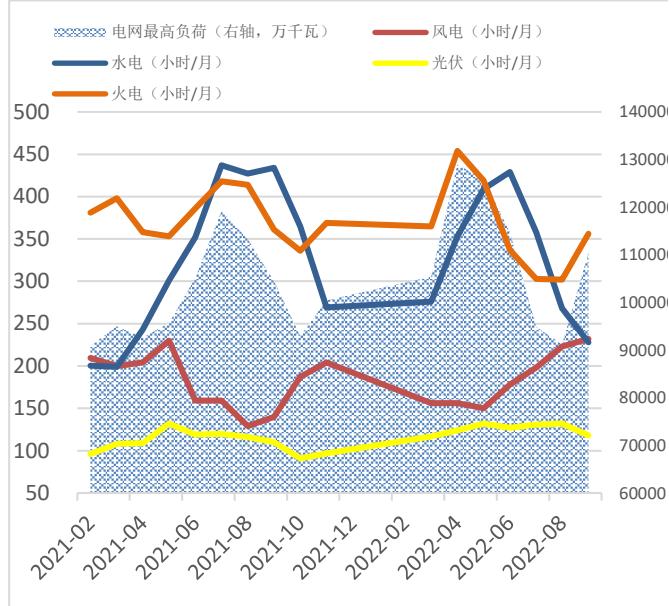


资料来源：财信证券，CPIA，能源局

新能源放量，政策端顺价，共同推动储能需求。伴随风光项目大规模并网的是功率曲线匹配的问题，从典型的日内情形观察，在光伏的午间出力高峰期往往对应负载端的低谷时段，从月度利用小时数观察，这一错配现象依然明显。政策从网侧、源侧、用户侧三方面发力解决这一问题。用户侧方面，2021年7月，发改委能源局颁发《关于进一步完善分时电价机制的通知》，要求：上年或当年预计最大系统峰谷差率超过40%的地方，峰谷电价价差原则上不低于4:1，其他地方原则上不低于3:1，尖峰电价在峰段电价基础上上浮比例原则上不低于20%。自2021年12月全面执行电网代理购电政策以来，各省峰谷价差整体扩大，今年10月份有14个地区的最大峰谷价差超过0.7元/kwh。电源侧方面，2021年8月份出台的《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》，鼓励保障性并网以外规模按照15%以上的功率配比储能。电网侧方面，今年6月出台的《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》规定，储能可作为独立主体参与电力市场，在电力运行中发挥顶峰、调峰、调频、爬坡、黑启动等多种作用。

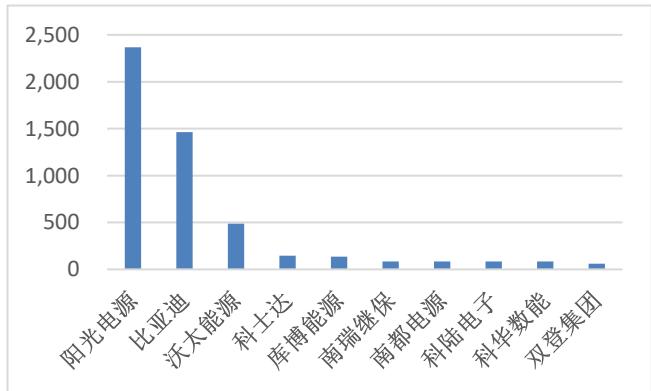
**图 49：日内典型负载功率曲线与光伏功率曲线**


资料来源：财信证券，晶福源 ofweek

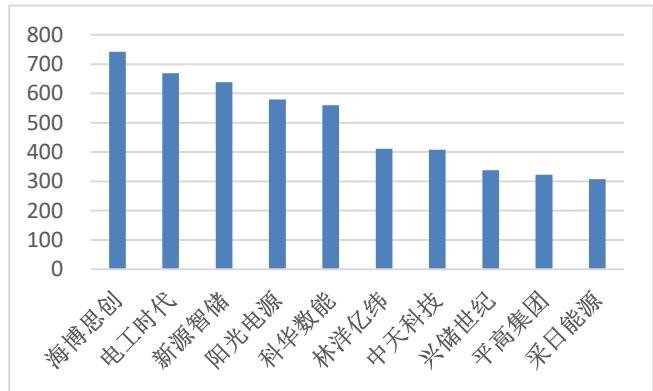
**图 50：月度电网负荷曲线与各类电源利用小时数**


资料来源：财信证券，能源局

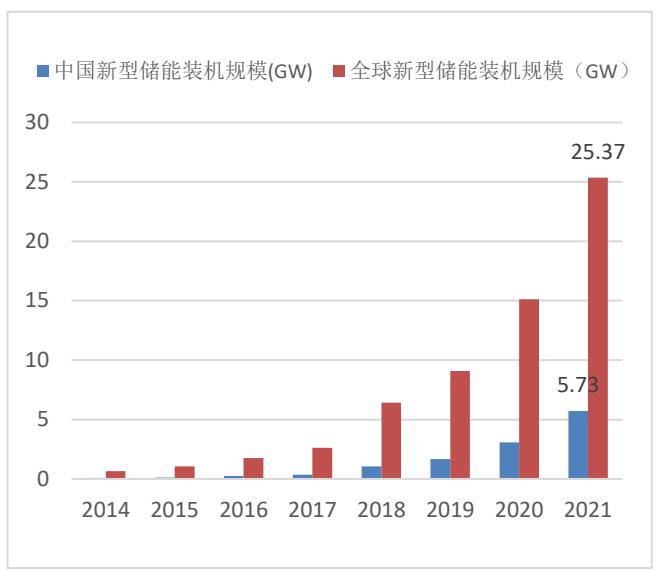
**国内外新型储能装机规模走量，国内招标规模见涨。**2021 年全球新型储能新装装机量超过 10GW，同比增幅接近 70%，国内新增装机量达到 2.7GW，增幅超过 80%，累计装机量超过 25GW。头部国产储能系统供应商 2021 年海外出货量超过 5GW，拥有逆变器、电芯及海外渠道优势的企业出货量靠前，如阳光电源和比亚迪，合计出货量接近 4GW。科士达等国产供应商，与海外品牌商合作开拓户用分布式市场，也有不俗表现。另据不完全统计，今年前 11 个月，我国储能新装招标量超过 25GW/50GWH，为 2023 年及以后的储能建设储备项目。

**图 51：2021 年国产供应商海外储能系统出货量 (MW)**


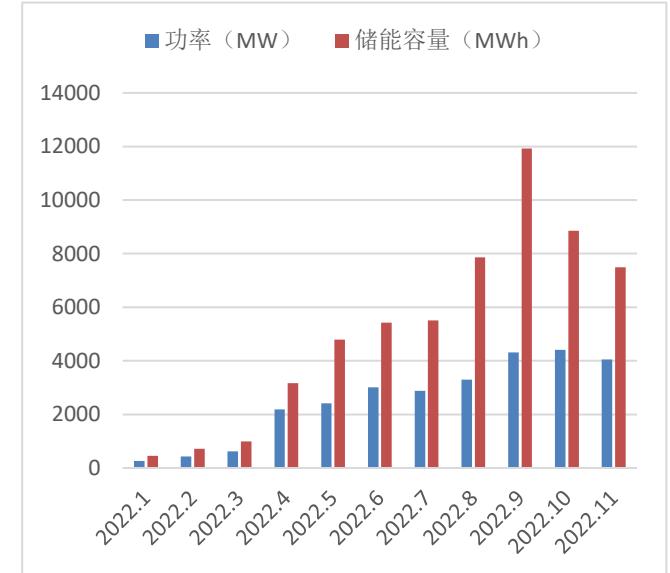
资料来源：财信证券，CNESA

**图 52：2021 年国产供应商国内储能系统出货量 (MW)**


资料来源：财信证券，CNESA

**图 53：国内外新型储能装机规模**


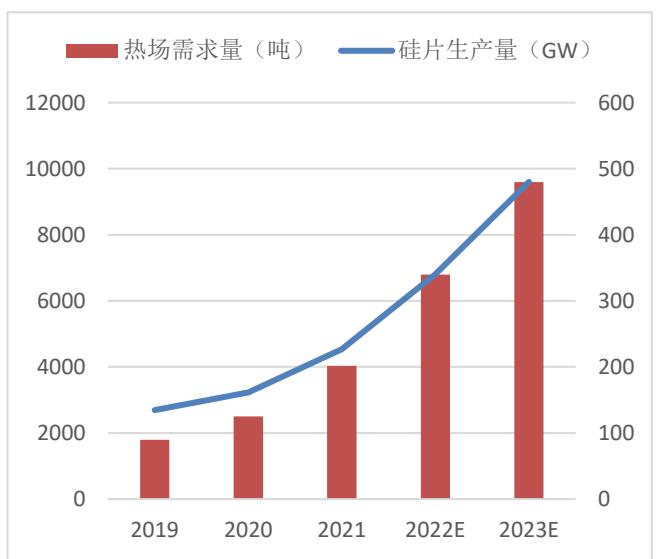
资料来源：财信证券，CNESA

**图 54：国内新型储能招标规模**


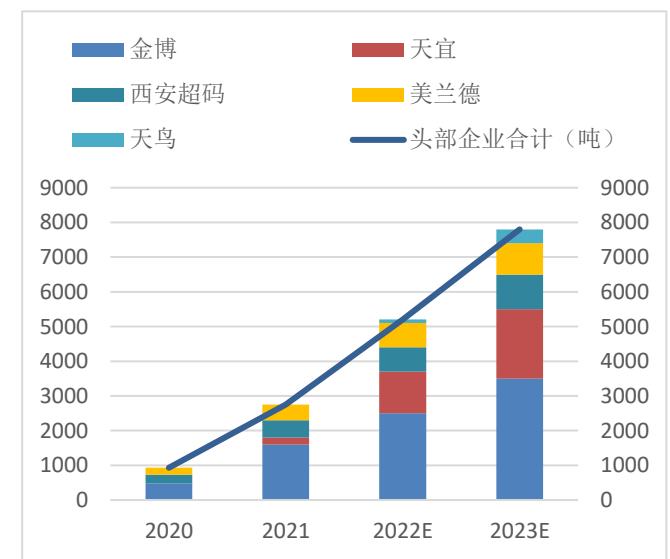
资料来源：财信证券，CNESA

### (3) 碳碳热场：龙头企业持续扩张，成本竞争体现毛利率差异

**硅片耗材，受益行业扩产。**近年来随着硅片尺寸的扩大，碳碳热场以其材料强度、材料纯度的优势，迅速取代等静压石墨热场，成为硅片扩产增量的最大受益耗材品种之一。2022 年碳碳热场在坩埚、导流筒、保温桶及加热器等热场材料中渗透率约 80%。预计 2022 年全行业碳碳热场需求量超过 6000 吨，至 2023 年需求量超过 9000 吨，增幅约 50%。供给方面，头部 5 家企业 2022 年产能合计超过 5000 吨，至 2023 年预计达到 7800 吨。

**图 55：国内热场需求量**


资料来源：财信证券，CPIA

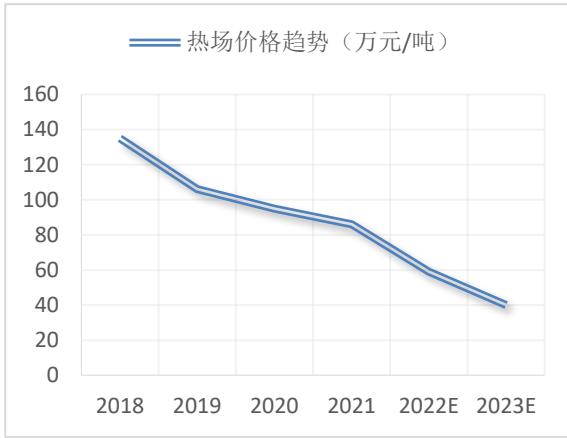
**图 56：头部企业热场供给量**


资料来源：财信证券，公司公告，CPIA

**技术革新，降本增效，龙头企业具备竞争优势。**碳碳热场以碳纤维制作预制体，并配合碳源气体沉积致密后，加工而成。近年来热场龙头企业积极开拓国产碳纤维供应，

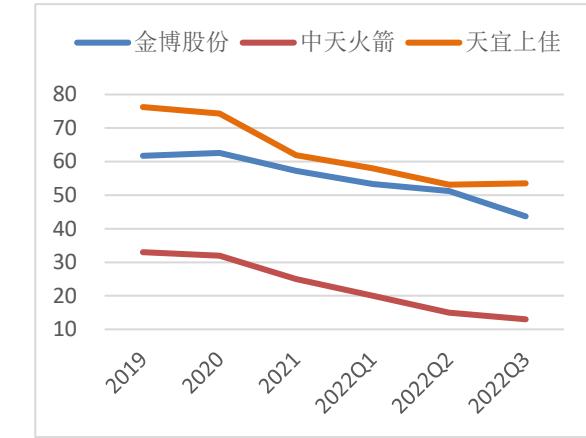
自制预制体并改进沉积和致密化工艺，推动持续降本。在碳碳热场产品之外，同样的工艺流程还可以兼容制造碳陶复合刹车盘等产品，发挥规模效应，进一步摊薄成本。在全行业一体化生产、降本、扩产的趋势下，碳碳热场价格从2021年约80万元/吨，下探至2022年的50万元/吨，考虑头部企业成本在30-40万元/吨，企业竞争有望走出降价放量重塑行业格局的方向。

图 57：热场价格变化趋势



资料来源：财信证券，公司公告

图 58：热场头部企业毛利率变化趋势 (%)



资料来源：财信证券，公司公告

备注：中天火箭 Q1/Q3 热场毛利率为估算值

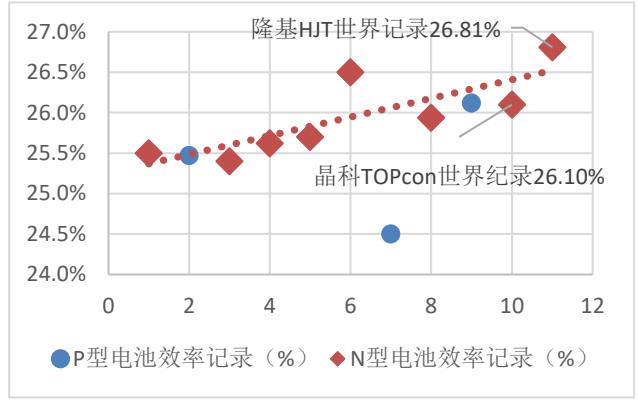
## 2.4 新技术发展：N型电池降本增效，新设备新技术正当其时

**N型电池技术时代已至。**提升光伏电池片效率的措施主要分为两大类：降低光学损失、降低电学损失。制绒、减反膜、栅线细化、双面电池等技术措施属于光学增效。采用N型硅片、降低表面复合、优化欧姆接触等属于电学增效。N型电池技术便是后者。N型电池片采用磷掺杂硅片，少数载流子为空穴，硅片中金属污染物等杂质对空穴的捕获能力更低，且避免了P型硅片中的硼氧对干扰，少子寿命高出P型硅片一个数量级以上，电学效能更优。目前主流的N型技术有TOPcon和HJT两大类：

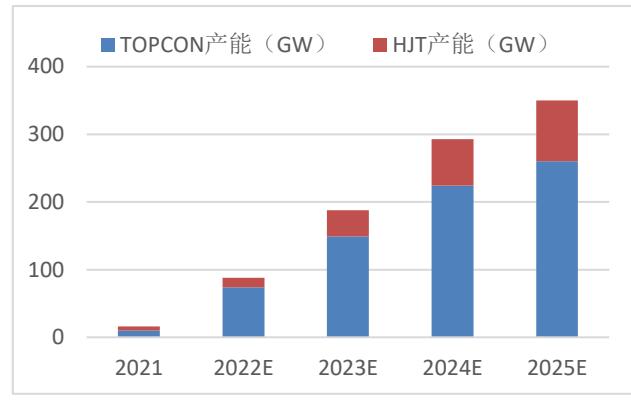
**TOPCon技术路线**，在电池背面生长超薄SiO<sub>2</sub>氧化层，再沉积掺磷非晶硅层（退火后形成多晶硅层），使得多子（电子）通过隧穿效应穿过氧化层，经多晶硅层传输后被金属电极收集，而少子（空穴）被阻挡。PERC结构中金属电极穿透钝化层与硅区域局部接触，而TOPCon结构的氧化层避免了这种接触，降低了载流子复合效应，提高少子寿命和开路电压。PERC和TOPCon电池片都采用晶体硅材料，为同质结电池，晶体硅材料掺杂硼和磷形成P型和N型半导体，通过两种半导体接触面形成PN结，差别在于硅片基底一个是P型另一个是N型。

**HJT（异质结）技术路线**，采用晶体硅、非晶硅两种晶体材料，硅片基底是N型晶体硅。HJT技术路线，电池结构是在N型硅片正面沉积P/i非晶硅薄膜、背面沉积i/N非晶硅薄膜，相当于单晶硅片夹在两层非晶硅薄膜之间，然后于正面和背面沉积TCO（透明氧化物导电薄膜），电极制造在TCO上。因非晶硅材料禁带宽度更高，PN结电荷区域的内建

电场强度也更高，并且电池片背电场电压极性与 PN 结电压极性相同，提高了开路电压。此外，HJT 电池的双面对称结构，且使用低温工艺，避免高温热应力等不良影响，使用的硅片厚度下降，降低少子在硅片晶体内部的复合效应，也有利提高开路电压。以上材料和结构的因素共同导致 HJT 电池的开路电压 (750mV) 高于 PERC 电池 (690mV)，赋予了 HJT 效率优势。

**图 59：2022 年电池技术效率记录**


资料来源：财信证券，CPIA

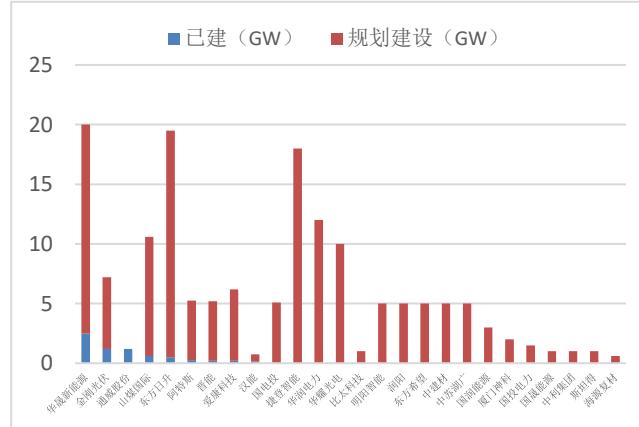
**图 60：N 型电池技术产能预估**


资料来源：财信证券，pvinfoLink

**更高的理论极限效率，即将进入产能扩张期。**单面 TOPcon 电池技术的理论极限效率为 27.1%，HJT 电池技术的理论极限效率为 28.5%，远高于 PERC 技术的 24.5% 理论极限。目前，PERC 的量产效率已经逼近 24%，需要下一代电池技术打开效率天花板。2022 年 10 月晶科能源在 TOPcon 技术路线上实现了 26.10% 的世界纪录，而后 2022 年 11 月隆基绿能在 HJT 技术路线上实现了 26.81% 的世纪纪录，这一纪录由可量产设备完成。目前 TOPcon 路线的产能规模大，晶科、中来、钧达等电池企业均有布局。HJT 路线的参与者众多，除传统的龙头企业华晟外，金刚玻璃等新进入者迅速上量。通威隆基等老牌龙头企业则两条技术路线均有产能布局。预计 2022 年行业内建成的 TOPcon+HJT 产能超过 40GW，计划投建的产能超过 300GW，以上产能预计将于 2023 年开始逐步落地，推动未来 1-2 年内实现行业 N 型电池技术产能翻倍增长。

**图 61：TOPcon 已建及规划建设产能**


资料来源：财信证券，CPIA，pvinfoLink

**图 62：HJT 已建及规划建设产能**


资料来源：财信证券，CPIA，pvinfoLink

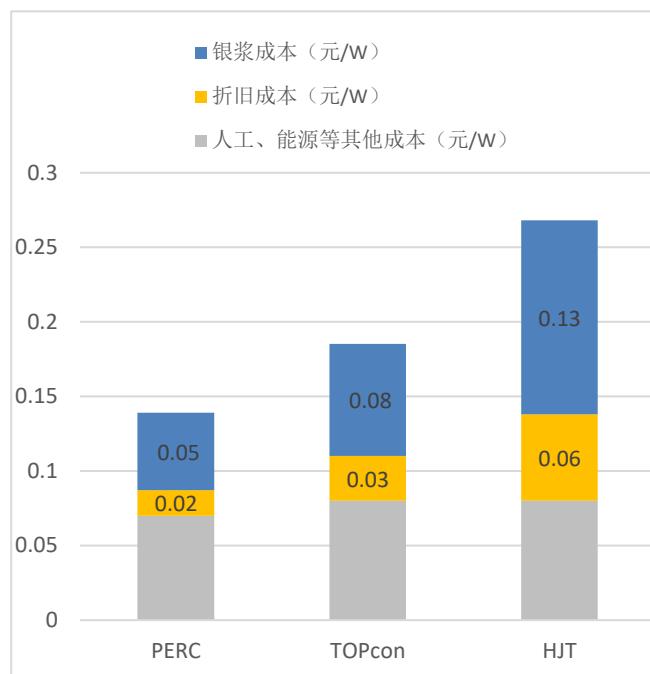
设备开支及银浆单耗决定成本差异, TOPcon 成本差异更小。TOPcon 基于现有 PERC 的技术延伸而来。两者产线兼容性更好, 可以看做 PERC 基础上, 增加掺杂非晶硅层等 2-3 道工序而成。HJT 技术路线不向前兼容, 需要重新布置产线, 但工序环节数量降至一半。设备开支方面, PERC 开支约 1.2 亿元/GW, TOPcon 为 1.7-1.9 亿元/GW, HJT 的设备开支超过 3.5 亿元/GW。单耗成本方面, 三种技术路线最大的成本差异项之一是银浆成本, PERC 单瓦银耗约 10mg, TOPcon 约 14mg, HJT 约 22mg, 且 HJT 采用双面低温银浆单价更高。对比三种路线的电池片非硅成本约合 0.12 元/w、0.16 元/w、0.26 元/w, 银浆成本占比在 40%-50%。

图 63: 三种技术路线工序对比



资料来源: 财信证券, CPIA, pvinfolink

图 64: 三种技术电池片非硅成本对比



资料来源: 财信证券, CPIA, pvinfolink

设备开支降本依赖国产化率提升, TOPcon 国产龙头占有率高, HJT 关键环节国产进程推进。目前 TOPcon 产线设备的国产化率较高, 清洗制绒、分选测试、丝网印刷等环节基本有国产厂占据主要份额, 龙头厂商有捷佳伟创、迈为等, 另有拉普拉斯和北方华创厂商在刻蚀设备和 PECVD 设备环节出货量靠前。HJT 产线设备的国产化进程正在提升中, 关键环节如非晶硅沉积的 PECVD 设备和薄膜沉积的 PVD 设备中, 主要供应商有新格拉斯、应用材料、日本真空、日本住友、冯阿登纳、梅耶博格 (转型自产), 国产供应商迈为、捷佳伟创、钧石、理想等积极推进。

**表 5: TOPcon 设备主要上市企业**

	清洗制绒 刻蚀设备	扩硼设备	激光 SE 设备	PECVD/LP CVD 设备	正面 AlOx 沉积钝化	背面 SiNx 沉积	丝网印刷、 光注、烧结	测试分选 自动化
价值量占比 (%)	12%	10%	12%	18%	7%	15%	16%	10%
捷佳伟创	√	√	√	√	√	√	√	√
金辰股份					√	√	√	√
北方华创		√		√	√	√		
海目星			√				√	
微导纳米				√				
帝尔激光			√					
迈为股份							√	√
奥特维								√
罗博特科								√
大族激光			√					√
京山轻机	√							

资料来源: 财信证券, 公司公告, taiyangnews, CPIA

**表 6: HJT 设备主要上市企业**

	清洗制绒刻蚀设备	非晶硅沉积设备	TCO 薄膜沉积设备	丝网印刷设备
价值量占比 (%)	8%	45%	30%	17%
捷佳伟创	√		√	√
迈为股份	√	√	√	√
金辰股份		√		
海目星				√

资料来源: 财信证券, 公司公告, taiyangnews, CPIA

**银耗降本有望依托电镀铜技术打开新局面。**作为最大的单耗成本项目之一, 降低银耗一直是 TOPcon 和 HJT 技术发展的主要着力点。目前银浆降耗措施有多主栅、激光转印、银包铜、电镀铜等, 总体思路是从减少银浆用量到完全替代银浆。以上措施中, 银包铜+栅线细化等组合, 可以降低 HJT 银耗 40% 以上。但银包铜技术只能用于低温工艺, 存在颗粒结合度不高以及 TCO 薄膜接触孔洞等问题, 增加接触电阻, 降低约 0.06% 的电池效率。电镀铜技术可以很好地处理以上问题, 形成更佳的欧姆接触, 提升电池效率约 0.03% 以上, 具备降本和增效两方面的效果。当然, 电镀铜技术本身也有栅线脱落、工序复杂、设备成本高、环保排污等正在解决的问题。

电镀铜的工序包括: **图形化工序** (镀种子层、制作掩膜/喷涂感光胶、曝光显影), 以及**金属化工序** (电镀铜、掩膜/感光胶剥离、多于种子层剥离、 PVD 镀焊接层)。涉及的设备有: PVD 设备 (种子层/焊接层), 浸涂机/滚涂机/丝印机/喷涂机 (制作喷涂掩膜/感光材料), 激光设备 (无掩膜激光直写), LDI 曝光机 (曝光)、光刻设备、电镀设备、去膜设备等。电镀铜的设备工序更加复杂, 单 GW 设备投资金额超过 1.5 亿元, 对比目前

丝网印刷约 0.3 亿元的单 GW 投资规模，存在降本空间。

图 65：丝网印刷与电镀铜工序对比



资料来源：财信证券，CPIA，迈为股份官网

图 66：电镀铜设备主要国产供应商

工序	种子层制备	曝光显影	电镀设备
设备	PVD 设备	LDI 设备	电镀设备
价值量	27%	22%	33%
太阳井	√	√	√
捷得宝		√	√
东威科技			√
芯基微装		√	
罗博特科			√
迈为股份	√	√	

资料来源：财信证券，CPIA，公司公告

### 3 投资建议

提升空间大，降本是核心驱动因素。截止今年第三季度，我国光伏和风电的装机量约合 6.8 亿千瓦，占全国发电机组比重约 15.3%，发电量约合 8727 亿千瓦时，约占全社会用电量 13.4%。截止 2021 年，全球风光装机量 16.73 亿千瓦，占全球发电机组比重约 22.4%，全球风光发电量约合 2.89 万亿千瓦时，约占全球发电量比重 10.3%。在碳中和以及能源自给的两方面背景下，风光发电量仍然有显著的提升空间。根据 iea 测算，2030 年前全球光伏/风电年均新增量需要达到 630GW/390GW。

实现这一提升空间的动力来自两方面因素。政策端，诸如我国非水可再生能源消纳责任权重以及欧盟碳税等制度，提供了保底性需求。市场端，则依赖于度电成本的持续下降。2021 年全球陆上风电 LCOE 成本约 0.23 元/kwh，光伏 LCOE 成本约合 0.33 元/kwh，低于煤电 LCOE 成本，发电侧平价为风光新能源建立起内生增长的基础需求。预计随着进一步降本，使得摊销配储成本后，光储实现电网侧平价，从而激发更大的需求空间。估算在光伏电站项目造价降至 3.5 元/w 以下，储能项目造价降至 1.3 元/w 以下，可实现光储平价目标。

**以价换量，带动结构升级，稳定经营预期。**按照 1.95 元/w 的组件价格（12 月初价格），光伏产业链合计净利约 0.6 元/w，具备以价换量的基础。在 1.8 元/w 的组件价格下，2023 年全球组件出货量有望达到 400GW，终端市场规模预计超过 7000 亿，并持续保持扩容态势。总量规模的增长蕴含结构性变化，诸如材料的改进（钨丝线、碳碳热场、光转胶膜），商业模式的创新（切片代工），技术的革新（N 型电池技术、先进金属化技术），以及应用场景的扩容（光伏储能，光伏制氢）。同时，产业链利润回归合理分配水平，有利于平滑资本开支周期和价格波动周期，从而稳定企业的经营预期。展望 2023 年，我们将关注重点从供需错配产生的价格弹性，更多地转向技术变革和竞争格局塑造的发展久期。

建议关注以下环节：

**（1）石英坩埚及高纯石英砂。**石英坩埚用于硅棒拉晶环节，每 GW 的硅棒生产大约需要消耗约 200 吨，随着硅料产量释放和硅片产能扩张，估算 2023 年国内硅片生产量达到 400GW，预计光伏用石英坩埚需求量超过 8 万吨。石英坩埚由高纯度石英砂制得，坩埚分为内层/中层/外层，其中内层砂重量占比约 40%，需要使用纯度更高的进口料制备，需求量预计超过 3 万吨。而进口料主要来自美国北卡罗莱纳州的矿脉，供应商为矽比科及 TQC，两者合计供给不足 3 万吨，存在供给缺口。

目前，国内材料加工商石英股份，拥有进口石英砂货源，且具备低品位石英砂的加工提纯能力，产品有望在内层砂领域部分实现进口替代。国内材料厂商凯盛科技，开发化学合成法生产高纯二氧化硅技术路线，产品可应用于坩埚内层材料，具备替代进口内层砂的潜力。石英坩埚制造商欧晶科技，与上游矽比科、石英股份有稳定的供应协议，与下游硅片厂商中环形成深度合作，有望扩大市场份额。建议关注：欧晶科技（001269.SZ）、石英股份（603688.SH）、凯盛科技（600552.SH）。

**（2）逆变器及储能。**国内市场方面，2021-2022 年组价价格高企，地面电站新增装机量占比较小。随着 2023 年主产业链价格下调，预计组价价格降至 1.8 元/w 以下，激活地面电站装机需求。国内有近 20 个省区出台了地面电站配储政策，配置功率约为装机功率的 10%-15%，地面电站的装机将带动大型储能及逆变器出货量。

海外市场方面，美国市场占全球比重约 15%，是重要的光伏新增装机来源。2022 年经历屡次反规避关税调查以及组件原材料溯源争端，美国市场供需不畅，预计调查落地后，2023 年大型电站需求启动，带动我国大储出口需求。此外，欧洲地区经历地缘冲突和电价高涨，户用光储需求高景气，全年新增户储装机量约 3.9GWh，增幅 70%，累计装机量达到 9.3GWh。据 SolarPowerEurope 预估，2026 年欧洲户储装机量将接近 40GWh，保持高增长。且海外户储的价格接受度高，可以达到 6-8 元/w，数倍于国内储能价格，有望延续量价齐增的市场趋势。

阳光电源作为逆变器龙头，全球逆变器出货量占比约 20%，仅次于华为，在大功率逆变器领域及集中式市场的竞争优势明显。科士达携手宁德时代的电芯供应，积极布局海外户用储能方向，与 solaredge 等品牌渠道商合作开拓欧洲市场，新签合同超过 14 亿

元，订单饱满。建议关注：阳光电源（300274.SZ）、科士达（002518.SZ）。

**(3) 金刚线及钨丝母线。**2022年是硅片扩产的大年，产能超过500GW，将推升2023年硅片产量达到400GW-500GW水平。期间，硅片厚度持续下降，金刚线直径从42-40um向38-36um发展，单GW线耗从40万公里向50万公里以上增长。受益于硅片放量、硅片减薄以及硅片格局分散，预计2023年硅片切割用线的增幅达到55%，达到2.6亿公里以上。同时，细线化需要将加速钨丝母线的应用，金刚线厂商进行一体化扩张时，母线和金刚线的扩产幅度可能产生差异，对于碳钢母线和钨丝母线的供需格局均有提升。

高测股份从硅片切割设备起家，技术积累深厚，与硅片企业合作关系深远，在切片设备、金刚线耗材、切片代工领域均有优势。厦门钨业在钨丝产线的产能建设投入大，已建产能超过2000万公里，在建产能6000万公里预计2023年落地，成为钨丝母线头部供应商。建议关注：高测股份（688556.SH）、厦门钨业（600549.SH）。

**(4) N型电池技术设备。**2023年有望见证TOPcon规模化生产以及HJT量产化落地，预计有超过100GW的产能会在2023年投建。以TOPCon和HJT为代表的N型电池技术，具备更高的理论效率上限，同时设备资本开支和银浆单耗也更高，是主要的降本方向。

**设备降本方面，TOPcon设备国产化进程领先，捷佳伟创等头部企业主要受益于总量提升，海目星等新锐企业有望在激光SE和丝网印刷等环节获得结构性增量。HJT设备关键环节国产化厂商仍在推进，迈为作为少数可提供整线设备的国产企业，已经获得华晟、爱康、金刚玻璃等多家电池企业订单，技术认可度高，业绩储备充裕。单耗降本方面，以电镀铜为代表无银金属化技术，具备降本和增效两方面作用，被寄予厚望。目前迈为与澳大利亚sunDrive合作优化电镀铜工艺，技术领先。东威科技在PCB电镀领域技术积累已久，现切入光伏HJT电镀铜应用，已有样机交付使用，设备效率高，潜力十足。芯碁微装作为半导体领域直写光刻设备头部国产厂商，切入光伏电镀铜图形化工序的关键环节，掌握技术核心和产业先发优势。N型技术路线需要使用更多真空设备。与PERC相比，TOPcon和HJT，乃至未来的钙钛矿等技术路线，包含有更多的薄膜叠层工序，需要增量配置PECVD\PVD等工艺，这类工艺均要求使用真空作为反应环境。明志科技的砂型铸造真空腔体，相比传统的型材加工真空腔体，成本低，交付周期短，已与迈为等设备厂商合作，有望实现进口替代和设备降本。汉钟精机的干式真空泵，在硅片拉晶环节市占率达到80%，目前正扩大在电池片PECVD\PVD\电镀铜等领域的应用，有望受益于HJT/TOPcon设备的国产化进程。建议关注：迈为股份（300751.SZ）、东威科技（688700.SH）、明志科技（688355.SH）、汉钟精机（002158.SZ）。**

**(5) 成本领先和产业布局合理的环节。**2022-2023年主产业链及部分辅料价格面临大幅调整，产品利润或回归合理水平。对于发展空间大、景气度持续性好的光伏产业，部分环节的适度价格调整有利于优化竞争格局，经营能力和成本控制能力强的企业有望获得更稳定的发展预期。适合在估值底部区间，把握格局稳固后的投资机会。建议关注硅料环节具备成本优势和产能规模优势的通威股份（600438.SH），碳碳热场成本技术领先的平台型企业金博股份（688598.SH），产业链一体化布局完善且下游新应用领域矩阵

齐备的隆基绿能 (601012.SH)。

## 4 风险提示

- (1) 产业链企业产能建设开支大幅增长，供需错配严重，价格无序竞争。
- (2) 全球碳中和政策推进力度和进度，不及预期。
- (3) 原材料价格大幅波动，经营预期不稳定。
- (4) 全球贸易争端加剧，贸易壁垒影响海外市场开拓。
- (5) 利率上升，传统能源价格回落，电站内部收益率承压。
- (6) 新技术开发进度不及预期。

## 投资评级系统说明

以报告发布日后的 6—12 个月内，所评股票/行业涨跌幅相对于同期市场指数的涨跌幅度为基准。

类别	投资评级	评级说明
股票投资评级	买入	投资收益率超越沪深 300 指数 15% 以上
	增持	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为 5%—15%
	持有	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为 -10%—5%
	卖出	投资收益率落后沪深 300 指数 10% 以上
行业投资评级	领先大市	行业指数涨跌幅超越沪深 300 指数 5% 以上
	同步大市	行业指数涨跌幅相对沪深 300 指数变动幅度为 -5%—5%
	落后大市	行业指数涨跌幅落后沪深 300 指数 5% 以上

## 免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格，作者具有中国证券业协会注册分析师执业资格或相当的专业胜任能力。

本报告仅供财信证券股份有限公司客户及员工使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发送，概不构成任何广告。

本报告信息来源于公开资料，本公司对该信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本公司对已发报告无更新义务，若报告中所含信息发生变化，本公司可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司及本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此作出的任何投资决策与本公司及本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人（包括本公司客户及员工）不得以任何形式复制、发表、引用或传播。

本报告由财信证券研究发展中心对许可范围内人员统一发送，任何人不得在公众媒体或其它渠道对外公开发布。任何机构和个人（包括本公司内部客户及员工）对外散发本报告的，则该机构和个人独自为此发送行为负责，本公司保留对该机构和个人追究相应法律责任的权利。

## 财信证券研究发展中心

网址: [stock.hnchasing.com](http://stock.hnchasing.com)

地址: 湖南省长沙市芙蓉中路二段 80 号顺天国际财富中心 28 层

邮编: 410005

电话: 0731-84403360

传真: 0731-84403438