

证券研究报告|行业投资策略

电力设备与新能源

行业评级 强于大市（维持评级）

2024年01月08日



新技术星辰大海，破局者涅槃重生

——2024年光伏年度策略报告

证券分析师：

邓伟 执业证书编号：S0210522050005

研究助理：**李乐群**

请务必阅读报告末页的重要声明

- **行业：中美欧市场三重发力，新兴市场起量在即。全球：**预计23/24年全球新增光伏装机为380/470GW，24年同比增速达24%，需求仍有韧性。**中国：**上游原材料成本大幅下降，刺激终端需求带动光伏装机超预期，预计23/24年中国光伏新增装机达180/210GW，24年同增17%，需求增长基调不变。**美国：**IRA法案刺激+PPA电价上行+降息周期开启共同提振光伏装机需求，预计24年新增装机达38GW。**欧洲：**多国上调装机目标彰显碳中和实现决心，能源政策及绿色转型继续推动欧洲光伏需求增长，预计23/24年新增光伏装机为65/90GW。**新兴市场：**中东及非洲市场能源转型速度加快叠加区域优势明显，预计23/24年新增光伏装机为12/16GW。
- **主链：盈利见底可期，新技术进展推动头部企业受益。硅料：**产能过剩为共识，预计至23年底全球多晶硅产能超240万吨，支撑组件需求超900GW，24/25年维持过剩格局，预计24年硅料出清现金成本为5万元/吨；头部企业具有成本优势，重点关注NP硅料价差及颗粒硅技术进步。**硅片：**23年主要厂商硅片产能为826GW，隆基绿能及TCL中环硅片双寡头地位稳固；预计23/24年内层砂供应缺口分别为0.9/0.2万吨，伴随矽比科扩产产能释放内层砂供应紧缺相对缓解。**电池：**TOPcon技术仍有提升空间，激光SE及双面poly叠加可使量产效率由目前25.3%提升至26%+；HJT产业化及降本进程加速，XBC高转换效率或为远期晶硅电池技术主流。**组件：**头部厂商占比持续提升，前十家组件厂商23年出货量约223GW；我们预计目前当硅料价格为65元/kg的情况下，PERC、TOPCon、异质结（低温银浆）及异质结（银包铜+0BB）成本分别为0.93/0.98/1.08/1.05元/W，组件价格或将在成本线附近形成支撑。
- **辅材：关注产能或库存有望出清、新技术放量结构升级环节。逆变器：**海外尤其是欧洲户储&微逆库存高企，渠道去库压力压制逆变器出货，23年逆变器出口表现不佳；受欧洲光伏经济性较高叠加能源自主可控需求不变影响，24年光储终端高增速助力欧洲逆变器库存出清。**碳碳热场：**需求端考虑新增/替换/改造三类需求，预计25年需求将达14733吨，22-25CAGR为43%；供给端预计23-25年行业供给分别为9771/11671/14971吨，25年CR4产能有望达84%，行业产能向头部集中；热场价格实现探涨，叠加头部企业降本持续，24年盈利有望触底反弹。**银浆：**TOPCon银浆加工费较PERC正银有300+元/kg溢价，头部银浆企业有望充分受益TOPCon出货占比提升；头部银浆企业布局上游银粉&银粉国产化比例提升，叠加LECO专用银浆加工费提升，24年头部银浆企业单位盈利或能提升。**胶膜：**截至23年底行业名义产能约70亿平，较24年组件需求处于过剩状态；胶膜毛利率受上游粒子价格影响大幅波动，24年预计随粒子价格处低位水平实现改善；伴随N型电池技术百花齐放，重点关注胶膜封装方案多品类变化。**玻璃：**扩产及融资政策收紧，光伏玻璃产能投放明显减缓，23年10月我国光伏玻璃在产产能95280t/d，同比已降至36%；23Q1-24Q4光伏玻璃过剩产能比例分别为22%/19%/3%/1%/6%/5%/4%/3%，叠加上半年玻璃盈利性压力测试下落后产能出清实际供给更少，光伏玻璃供需结构已逐渐趋于平衡。**焊带：**光伏焊带从扁形焊带向MBB圆形焊带、SMBB焊带、低温焊带、XBC焊带方向发展，细线化成为焊带未来发展重点趋势；0BB开启降银新思路，HJT有望催生低温焊带需求；BC发展助推圆焊带替代需求，龙头企业在扁型焊带领域积累深厚。
- **投资建议：**1) 竞争优势显著、具备高纯石英砂保供的硅片龙头：建议关注TCL中环；2) 量利齐升的一体化组件：建议关注隆基绿能、晶澳科技、晶科能源、阿特斯、天合光能、东方日升；3) 盈利修复、有望享受新技术溢价的电池环节：建议关注爱旭股份、钧达股份、仕净科技、甦升科技等；4) 受益于需求爆发、量增利稳的逆变器及辅材环节：建议关注阳光电源、德业股份、固德威、禾迈股份、上能电气、锦浪科技、昱能科技、宇邦新材、帝科股份、聚和材料、福斯特、福莱特、中信博、金博股份、天宜上佳、通灵股份、海优新材、赛伍技术、意华股份、石英股份、欧晶科技等；5) 电站开发运营环节：建议关注晶科科技、能辉科技、林洋能源等；6) 具备成本优势的硅料龙头企业：建议关注通威股份、协鑫科技、大全能源。
- **风险提示：**全球光储需求不及预期、产业链价格下降超预期、海外利率下降不及预期。

一、行业：中美欧市场三重发力，新兴市场起量在即

- 装机：需求仍有韧性，新兴市场有望起量
- 中国：产业链价格见底，需求增长基调不改
- 美国：多因素共振，驱动装机需求
- 欧洲：多国上调装机目标，终端需求有望修复
- 新兴市场：能源转型提速，需求增长可期

二、主链：盈利见底可期，新技术进展推动头部企业受益

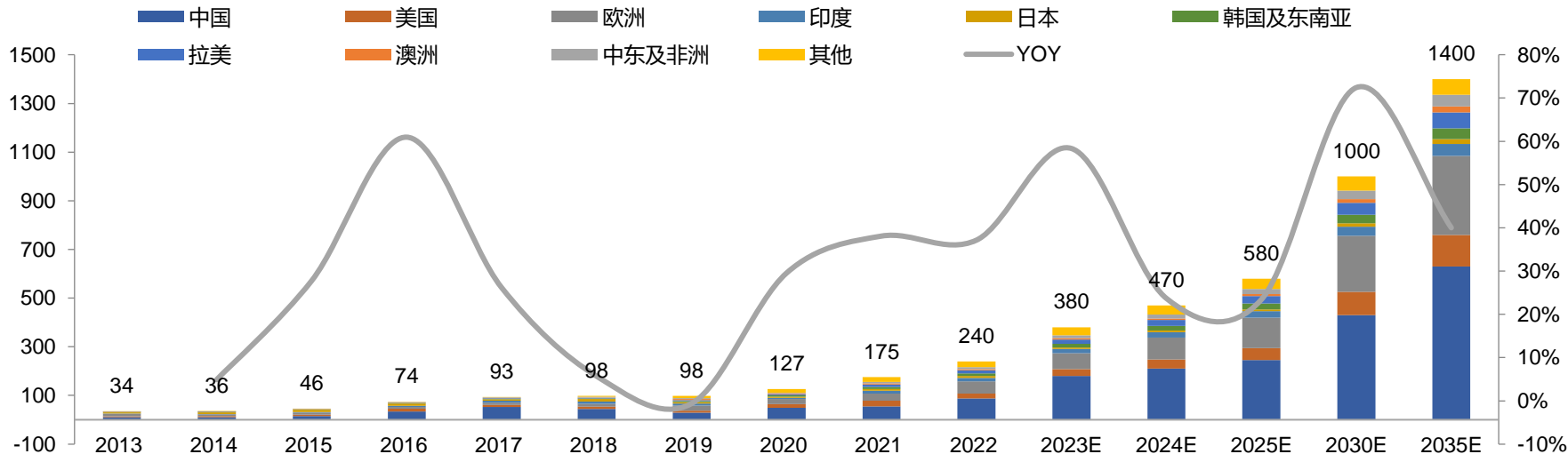
三、辅材：关注产能或库存有望出清、新技术放量结构升级环节

四、投资建议及风险提示

装机：需求仍有韧性，新兴市场有望起量

- 我们预计，2023年全球新增光伏装机380GW，2024年将达470GW，同比仍有24%增速
- 中国：上游成本大幅降低，需求持续超预期，2023年1-10月我国光伏新增装机142.56GW，同比增长144.8%，我们预计23年全年国内装机预期180GW，24年随大基地项目等继续起量，需求仍有较大上行空间，我们预计24年新增210GW，仍有17%增速。
- 美国：随IRA法案落地，以及PPA电价延续上行，刺激美国装机需求不断增长，23年Q2美国新增装机5.6GW，同比+20%，同时24年美国有望进入降息周期，据我们测算，若贷款利率从最高点8.5%降至7%，且考虑IRA新增补贴政策，地面电站IRR将从7.9%提升至8.9%，有望显著提振美国装机需求，我们预计2024年新增装机有望达到38GW。
- 中东&非洲：中东和北非地区是全球太阳辐照度最高的地区之一，沙特、阿联酋等中东国家正加速向新能源转型，并且在“一带一路”政策支持下，国内光伏企业加速中东等地投资建厂布局，我们认为中东、非洲等新兴市场有望起量，预计24年新增装机16GW。

图表：全球光伏新增装机及预测（GW）



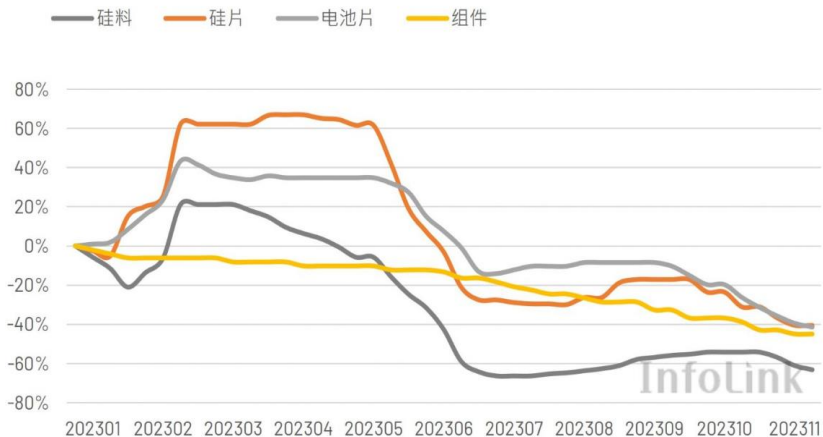
➤ 光伏产业链价格下降，降本刺激装机容量超预期

- 2023年以来，由于上游原材料供应过剩问题开始显现，主产业链价格不同程度走低，截至2023年11月，硅料较年初降幅达60%，硅片、电池、组件则降幅40%左右，均近乎腰斩。在上游原材料成本大幅降低下，刺激终端需求释放，持续推动今年光伏装机超预期。

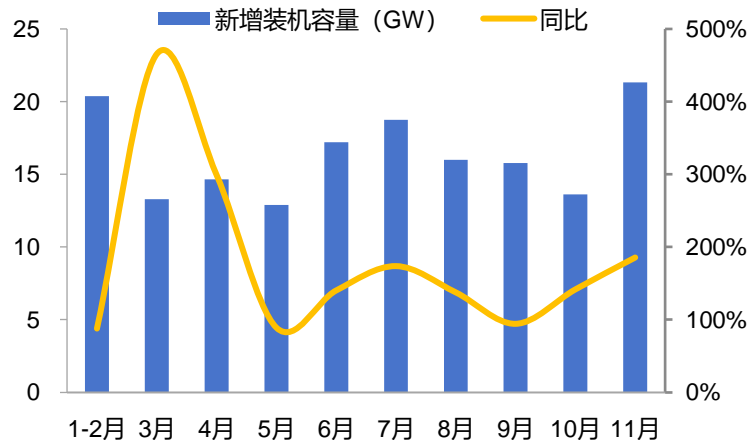
➤ 需求仍有增长空间，增长基调维持不变

- 据国家能源局数据，2023年1-11月我国光伏新增装机163.88GW，同比增长149.4%，且四季度组件中标价仍在下行，预计Q4装机仍有支撑，我们预计23年全年国内装机预期180GW，24年随大基地项目等继续起量，需求仍有增长空间，我们预计24年新增210GW，仍有17%增速，增长基调不改。

图表：光伏供应链价格变动百分比



图表：2023年1-11月中国光伏新增装机容量 (GW)



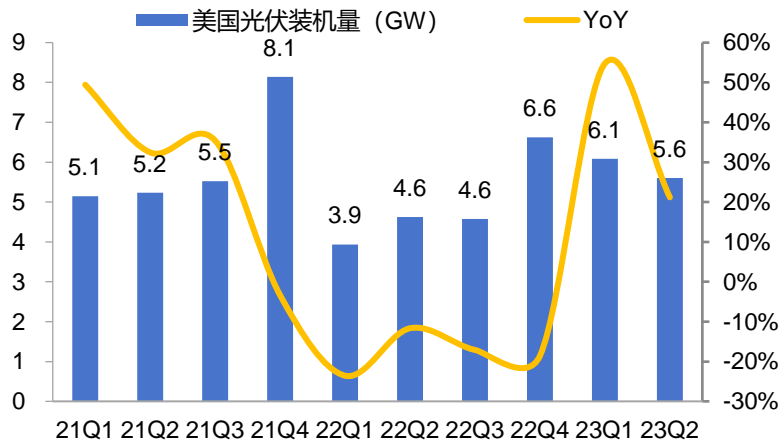
➤ IRA法案出台，刺激可再生能源装机需求

- 自2022年8月16日IRA法案正式签署以来，美国多次更新IRA政策细则，并于今年5月12日新增本土制造激励细则，鼓励美国本土可再生能源产业链发展，IRA建立在两项核心税收激励措施的基础上：生产税收抵免和投资税收抵免(PTC/ITC)。ITC允许纳税人和公司申请返还开发可再生能源项目的部分成本，而PTC允许可再生能源发电商根据其清洁电力发电量申请抵免。IRA法案将这些抵免额度延长至至少2033年。IRA法案发布以来，美国光伏装机修复明显，2023年H1美国新增光伏装机近12GW，同比约增40%。

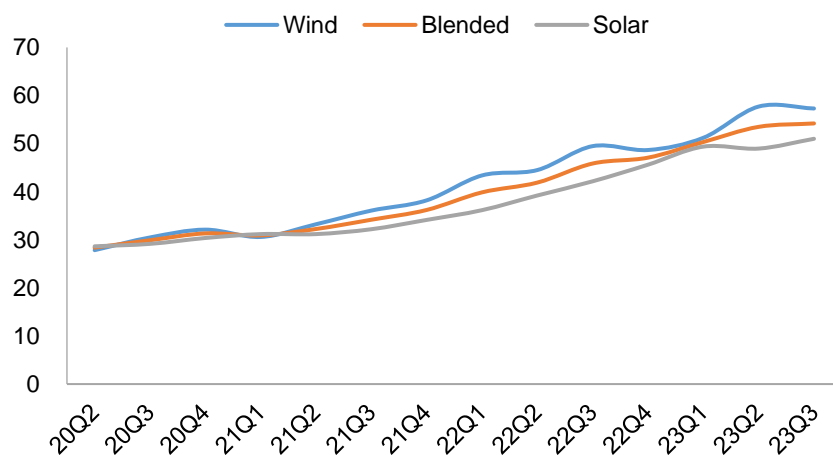
➤ PPA电价持续上行，可再生能源供不应求

- 据LevelTen Energy，2021-2022年美国PPA电价由于产业链价格不断上行等原因而持续上涨，而在2023年光伏产业链价格大幅下降情况下，美国PPA电价仍维持温和上行趋势，这表明IRA政策出台后，美国可再生能源需求维持供不应求状态，有力支撑光伏装机预期。

图表：美国光伏季度装机量 (GW)



图表：美国PPA电价 (\$/MWh)



美国：多因素共振，驱动装机需求

➤ 美国有望进入降息周期，有望提振光伏装机需求

- 为缓解通胀等因素，美联储在本轮自2022年3月开始的加息周期中，已进行11次加息，然而随着多项数据反映美国经济目前持续降温，于12月14日凌晨，美联储公布12月利率决议，宣布本月暂停加息。目前，美国联邦基金利率目标区间维持在5.25%~5.50%，我们预计美国有望在2024年步入降息周期。
- 以美国100MW地面电站为例，假设度电收益保持23Q3的PPA电价0.05美元/kwh，贷款比例为80%，据我们测算，若贷款利率从最高点8.5%降至7%，且考虑IRA新增补贴政策，地面电站IRR将从7.9%提升至8.9%，有望显著提振美国装机需求，我们预计2024年新增装机有望达到38GW。

图表：美国不同贷款利率及单位投资成本下光伏电站IRR敏感性测算

假设条件		单位投资成本 (美元/Wdc)				
		1.00	0.95	0.90	0.85	
发电收益相关假设						
装机规模 (MW)		100.00				
度电收益 (美元/kwh)		0.05				
其中：PPA电价		0.05				
线损率		0.00%				
过网费 (元/度)		0.00				
组件光衰：首年		1.00%				
	每年	0.40%				
利用小时数 (h)		2000				
经营期		25				
发电成本相关假设						
增值税率		0%				
运维费用 (美元/W/年)		0.009				
所得税		25%				
融资成本假设						
贷款比例		80.00%				
贷款偿还期 (年)		8.00				
偿还方式		等额本息				
		贷款利率=8.5%	9.09%	10.50%	12.15%	
		贷款利率=8.0%	9.47%	10.92%	12.60%	
		贷款利率=7.5%	9.85%	11.34%	13.07%	
		贷款利率=7.0%	10.25%	11.77%	13.54%	
		贷款利率=6.5%	10.66%	12.21%	14.03%	

欧洲：多国上调装机目标，终端需求有望修复

➤ 欧洲多国上调装机目标，彰显碳中和实现决心

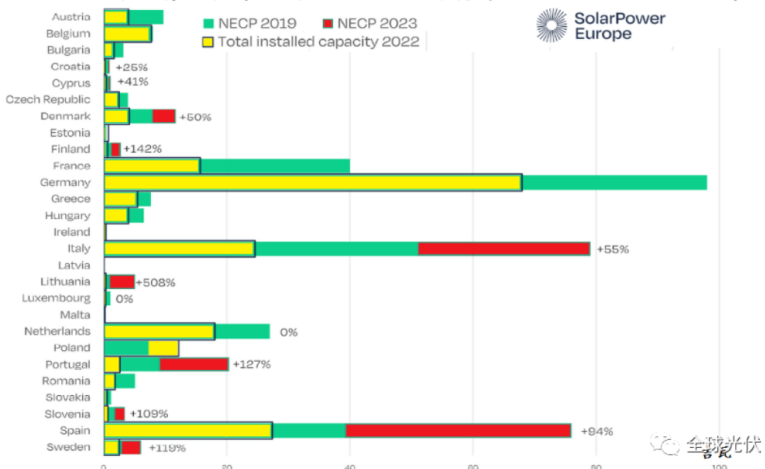
- 2030年是全球各国制定碳减排目标的一个重要时间节点。2019年欧盟各国在各自的NECP（国家能源和气候计划草案）中，都提出了相应的光伏装机计划。而自更严格的2.5°C气候温升目标提出以来，欧盟各国便开始修正其NECP。SolarPower Europe 的最新分析显示，在新提交的近一半NECP 计划草案中，2030年前新增光伏装机将比原计划增加一倍以上。欧盟国家已提交的12个提案中，对照2019版NECP发现，截止2022年末，波兰、比利时等4个欧盟国家已经实现了2019版的2030光伏装机目标；而德国、西班牙、意大利、荷兰等19个国家很可能在未来5年内提前实现其目标

➤ 能源政策和绿色转型将继续推动欧洲光伏需求的增长

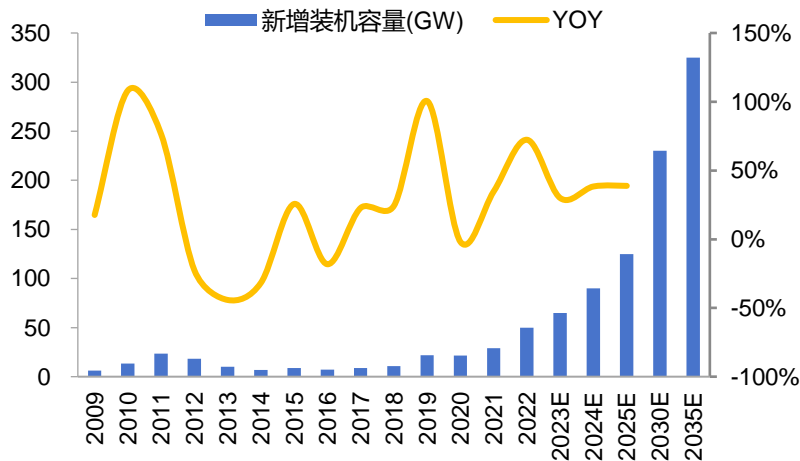
- 由于劳动力短缺影响装机速度及电价下行等因素，23年欧洲光伏装机需求增幅受限，然而22年来绿色协议工业计划（GDIP）、REPowerEU和净零工业法案都制定了较远大光伏目标，彰显了欧盟发展光伏决心，能源政策和绿色转型仍将继续推动欧洲光伏需求的增长，我们预计2023-2024年欧洲新增光伏装机容量为65/90GW。

图表：欧盟多国上调2030年装机目标

欧盟27国现有光伏装机容量VS2030目标下的NECP2019&2023雄心



图表：欧洲历史装机及预期



资料来源：全球光伏，BP，IEA，IRENA，CEA，CPIA，华福证券研究所

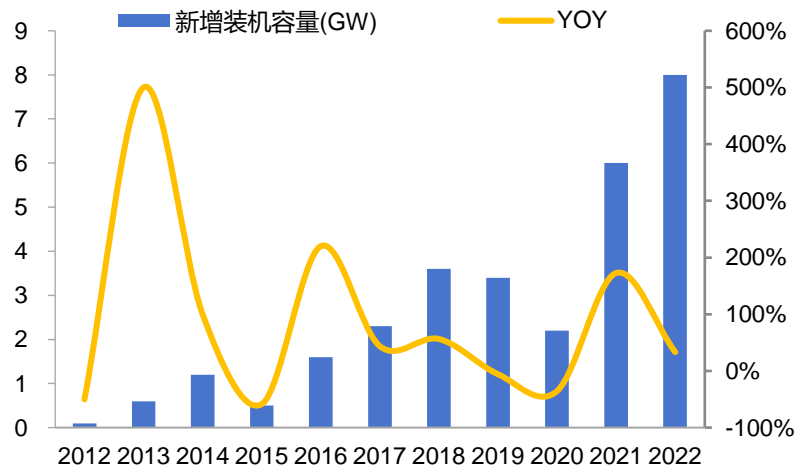
➤ 能源转型速度加快，中东及非洲市场愈加重视光伏布局

- 随着净零碳排、能源安全的口号兴起，世界各国日益重视能源多元化的议题，其中中东及非洲地区因阳光充足、地广人稀的优势，不少国家纷纷布局光伏，尤以土耳其、沙特、阿联酋的市场需求最大，尽管起步缓慢，但随着各国承诺实现脱碳目标，中东和北非的光伏发展正在加快步伐。

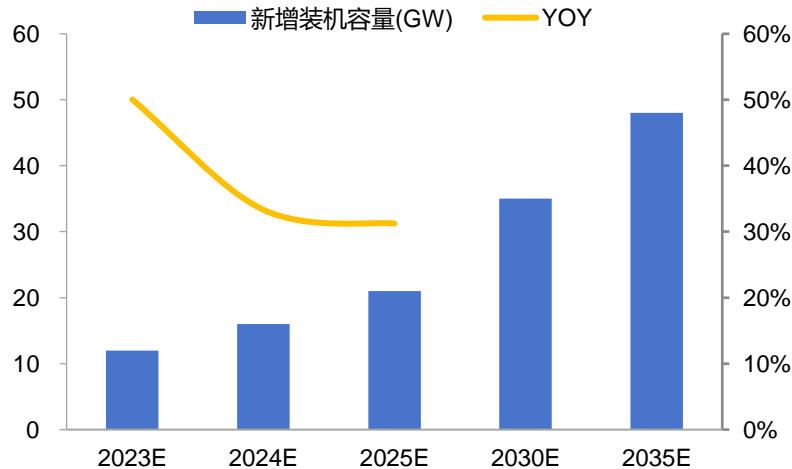
➤ 区域优势明显，需求增长可期

- 尽管短期内，以色列及其他受战争波及地区的光伏需求将因以巴冲突影响而趋缓，然而我们认为长期来看，能源转型仍为主旋律，且在“一带一路”政策支持下，国内光伏企业加速投资建厂布局，拉低当地产业链价格，我们认为中东及非洲光伏需求仍然可期。据我们测算，2023-2024年中东&非洲新增光伏装机容量预期为12/16GW。

图表：中东&非洲装机及增速



图表：中东&非洲装机预期



一、行业：中美欧市场三重发力，新兴市场起量在即

二、主链：盈利见底可期，新技术进展推动头部企业受益

- 行情复盘：23年光伏板块股价震荡下行
- 供需情况：供需比略有缩小，落后产能逐步出清
- 价格及盈利走势：价格持续走低，各环节盈利承压
- 硅料：产能过剩已成共识，关注具备成本优势龙头企业
- 硅片：双寡头地位稳固，24年高纯石英砂紧缺有望缓解
- 电池片：TOPCon技术不断迭代，HJT/XBC产业化进程加速
- 组件：头部厂商占比持续提升，价格或在成本线附近形成支撑

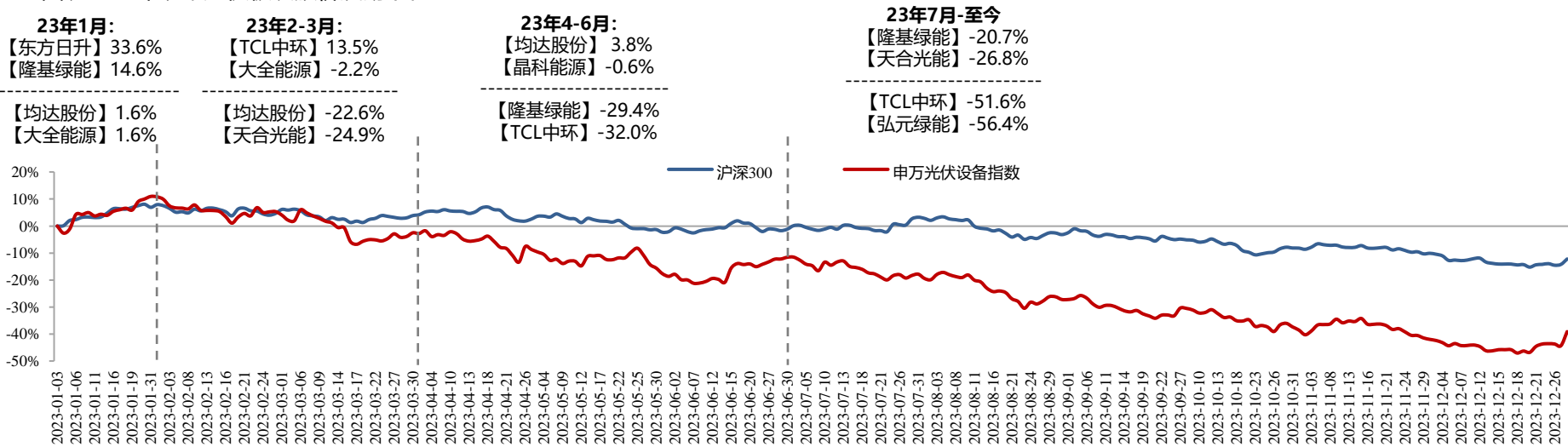
三、辅材：关注产能或库存有望出清、新技术放量结构升级环节

四、投资建议及风险提示

行情复盘：23年光伏板块股价震荡下行

- **23年1月：**硅料价格快速下降，同时光伏排产及装机数据亮眼，上游降价带动光伏产业链价格中枢下降从而刺激终端装机逻辑得验证，光伏板块取得超额收益；
- **23年2-3月：**硅料价格反弹，市场对硅料以及下游电池组件等环节盈利能力产生担忧普跌，而硅片环节价格调整速度慢于硅料盈利空间扩大带动股价提升；
- **23年4-6月：**光伏产业链各环节价格普跌，N型电池终端认可度得到认证产能紧张带动电池片环节涨幅领先；
- **23年7月-至今：**硅料价格持续下降逼近成本线，带动产业链各环节价格下降，市场对光伏盈利承压以及终端装机需求增速下降产生悲观预期，光伏板块股价相对低迷；
- **24年：**主产业链价格有望探底企稳，终端盈利能力改善有望促进装机释放，头部企业有望受益新技术进展超预期及产能出清下竞争格局改善。

图表：23年以来光伏板块股价震荡下行

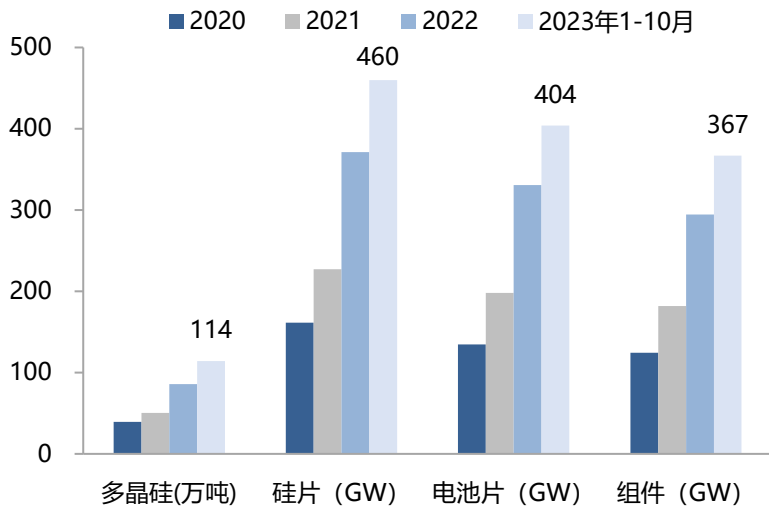


供需情况：供需比略有缩小，落后产能逐步出清

光伏制造端产量创历史新高，供需比略有缩小，落后产能逐步出清

- 根据CPIA，23年1-10月多晶硅/硅片/电池/组件产量分别为114万吨/460GW/404GW/367GW，制造端产量创历史新高。23年1-10月光伏装机需求合计143GW，假设容配比为1.2:1，对应组件终端需求为171GW，则23年1-10月多晶硅/硅片/电池片/组件的供需比分别为267%/269%/236%/215%，较22年略有收窄。未来产能过剩情况下，行业竞争趋于激烈，头部企业有望依靠较强的制造能力、研发能力、供应链管理能力和渠道及客户优势保持领先，而落后产能因技术及资金问题将逐步出清。

图表：光伏制造端产量创历史新高



图表：主链环节供需比略有缩小

		2020	2021	2022	2023年1-10月
光伏装机	需求	48	55	87	143
	终端需求	58	66	105	171
多晶硅	供给产量	140	187	330	456
	供需比	242%	284%	314%	267%
硅片	供给产量	161	227	371	460
	供需比	279%	345%	354%	269%
电池片	供给产量	135	198	331	404
	供需比	233%	301%	315%	236%
组件	供给产量	125	182	295	367
	供需比	215%	276%	281%	215%

注：1) 假设容配比为1.2: 1；2) 假设20/21/22/23年单瓦硅耗分别为2.8/2.7/2.6/2.5g/W。

价格及盈利走势：价格持续走低，各环节盈利承压

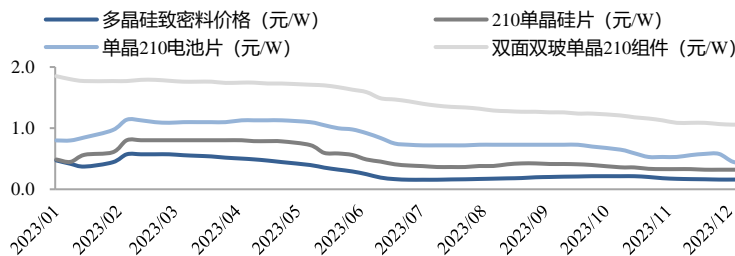
光伏各环节价格持续走低

23年上游原材料产能充分释放，硅料降价带动产业链其他环节价格下降，截至23年12月27日，硅料/硅片/电池片/组件价格分别为65元/kg（0.16元/W）/3.0元/片（0.29元/W）/0.37元/W及1.00元/W，较年初降幅分别为66%/40%/54%/46%，光伏产业链价格已进入底部区间。

各环节盈利承压，头部电池组件企业盈利表现优异

根据Solarzoom，23年10月硅料/硅片/电池片/组件/一体化（不含硅料）/一体化（含硅料）净利分别为0.06/0.01/0.04/-0.07/-0.05/0.01元/W，较8月分别变动0.02/-0.03/-0.06/0.01/-0.11/-0.1元/W，各环节盈利均承压（硅料环节因夏季检修价格略有反弹，10月末硅料价格继续下跌）。头部电池及一体化组件厂商受益于技术领先及产业链中话语权较强，盈利能力有所提升。

图表：光伏主产业链价格持续走低



图表：光伏主产业链各环节单瓦净利承压 (单位: 元/W)

	3月	8月	10月
硅料环节	0.26	0.04	0.06
硅片环节	0.14	0.04	0.01
电池片环节	0.01	0.1	0.04
组件环节	-0.07	-0.08	-0.07
一体化（不含硅料）	0.08	0.06	-0.05
一体化（含硅料）	0.36	0.11	0.01

图表：光伏主产业链主要公司盈利走势

	2023Q1	2023Q2	2023Q3	趋势
硅料	57.66%	45.90%	37.60%	↓
通威股份	43.15%	34.14%	29.32%	↓
大全能源	72.17%	57.67%	45.88%	↓
硅片	24.76%	22.59%	23.06%	—
TCL中环	23.01%	23.21%	23.12%	—
弘元绿能	26.51%	21.97%	22.99%	—
电池	16.12%	17.38%	18.74%	↑
均达股份	14.14%	16.84%	17.76%	↑
爱旭股份	18.11%	17.92%	19.72%	↑
一体化组件	16.18%	16.42%	16.97%	↑
隆基绿能	17.91%	19.08%	19.61%	↑
天合光能	17.95%	16.92%	16.83%	—
晶科能源	13.79%	15.18%	15.77%	↑
晶澳科技	19.11%	19.35%	19.89%	↑
东方日升	12.39%	13.45%	14.93%	↑
阿特斯	15.91%	14.53%	14.78%	—

硅料：产能过剩已成共识，关注具备成本优势龙头企业

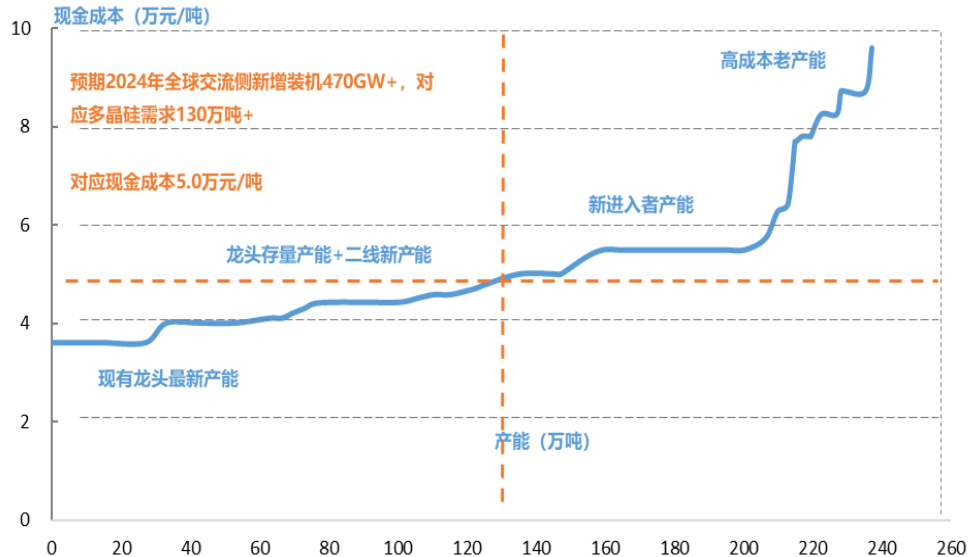
多晶硅产能过剩是共识，核心关注具备成本优势龙头企业

- 截至2023年底全球多晶硅产能超240万吨，按硅耗2.5g/w测算，可支撑组件需求超900GW；根据头部多晶硅企业未来产能规划，预计24/25年仍将维持硅料产能过剩的格局。
- 根据最新多晶硅企业产能成本曲线，在24年全球交流侧光伏装机规模470GW预期下，对应多晶硅需求130万吨+，落在现有龙头存量产能+二线新产能成本区间，对应现金成本约5.0万元/吨。

图表：全球多晶硅企业产能投放情况（单位：万吨）

企业	2021A	2022A	2023E
通威股份	18.0	23.0	42.0
大全能源	10.5	10.5	20.5
协鑫科技	13.5	18.5	26.0
新特新能	7.6	20.0	30.0
东方希望	9.0	13.0	25.5
亚洲硅业	1.9	9.0	9.0
青海丽豪	-	5.0	10.0
天宏瑞科	1.8	1.8	1.8
东立光伏	1.2	1.2	6.0
鄂尔多斯	1.2	1.2	1.2
聚光硅业(东方日升)	1.2	1.2	1.2
宜昌南坡	0.0	0.9	0.9
洛阳中硅	2.0	0.3	0.3
黄河水电	0.3	0.3	0.3
吉利硅谷	-	1.2	5.2
其他	-	1.4	48.6
国内产能合计(万吨)	68.2	108.5	228.4
瓦克(德国)	8.0	8.0	8.0
REC(挪威)	1.8	1.8	1.8
OCI(马来)	4.0	4.0	4.0
Hemlock	1.8	1.8	1.8
海外产能合计(万吨)	15.6	15.6	15.6
硅料产能合计(万吨)	83.8	124.1	244.0
单瓦硅耗(g/W)	2.7	2.6	2.5
名义产能供给估算(GW)	310	477	976

图表：2023年底多晶硅企业产能成本曲线预测



硅料：产能过剩已成共识，关注具备成本优势龙头企业

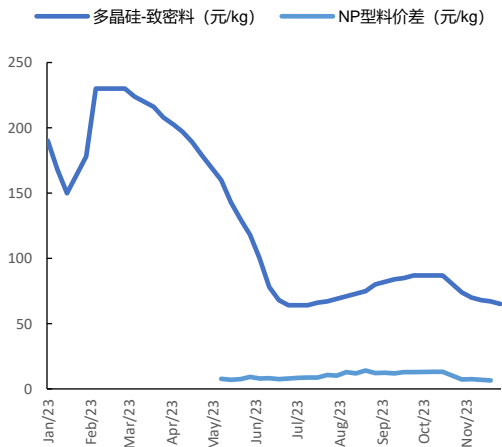
头部硅料企业成本优势显著，关注NP硅料价差&颗粒硅技术进步

- **预计24年多晶硅价格及单位盈利仍维持低位：**23年以来多晶硅价格呈现快速下降趋势，多晶硅企业单位盈利随之下降，预计24年多晶硅产能仍过剩格局下单位盈利仍维持低位，具备成本优势的龙头企业有望穿越此轮周期。
- **N型料单位盈利优于P型料：**24年N型硅片占比预期快速提升，N型料需求预期提升，NP型料价差有望出现阶段性拉大，具备大比例生产N型料的头部企业有望受益。
- **颗粒硅具备成本优势，关注技术进步红利：**根据协鑫23H1披露，公司颗粒硅生产成本呈现不断下降趋势，乐山基地颗粒硅单7月生产成本35.68元/kg，成本下降空间可期；同时公司颗粒硅产品品质不断提升，总金属杂质<0.5ppbw产品占比显著提高，颗粒硅技术进步不断验证，市占率有望进一步提升。

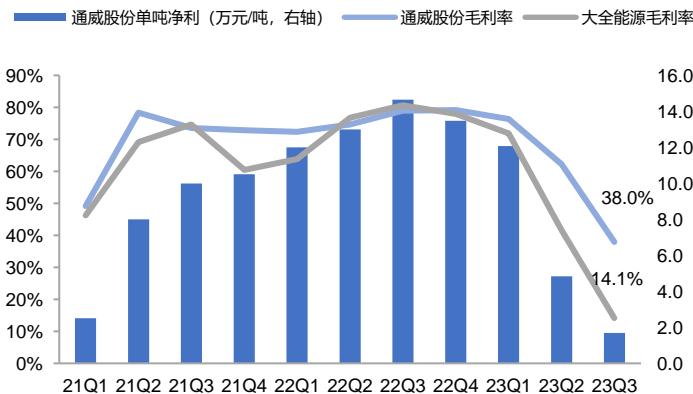
图表：颗粒硅生产成本呈现下降趋势



图表：23年以来多晶硅价格呈现快速下降趋势



图表：硅料价格下行趋势下多晶硅企业盈利下降



图表：颗粒硅品质不断进步



硅片：双寡头地位稳固，24年高纯石英砂供应仍然偏紧

➤ 硅片产能加速释放，双寡头地位稳固

• 我们预计23年主要厂商硅片产能为826GW，较22年的539GW同比增长53%，产能加速释放。隆基绿能及TCL中环23年预计实现产能190及180GW，硅片产能远超同业，硅片双寡头地位稳固。

➤ **23年内层砂存在紧缺，外层砂可满足需求，24年内层砂仍然偏紧缺。** 根据我们测算，23年内/外层砂需求分别为3.4/5.1万吨，供给分别为2.5/6.3万吨，内层砂存在0.9万吨的供应缺口，而外层砂供给可满足需求。23年4月矽比科宣布2亿美元高纯石英砂扩产规划，扩产完成后预计24年产能达4.0万吨，我们预计24年内层砂需求为4.2万吨，内层砂供应短期仍然偏紧。23年11月矽比科宣布增投5亿元扩建高纯石英砂，海外高纯石英砂紧缺问题有望解决。

图表：2023年多晶硅产能加速释放，双寡头地位稳固

硅片产能 (单位: GW)	2021	2022	2023E
隆基绿能	105	133	190
TCL中环	88	140	180
晶科能源	32.5	65	75
晶澳科技	32	40	72
天合光能	0	0	50
京运通	15	20.5	42.5
弘元绿能	16	35	55
高景太阳能	15	30	75
双良节能	20	40	50
阿特斯	11.5	20	21
通威股份	0	15	15
合计	335	539	826

图表：高纯石英砂供给23年紧缺严重，24年有望缓解

全球需求测算	2022	2023E	2024E
全球光伏装机量 (GW)	240	380	470
容配比	1.2	1.2	1.2
单晶占比	98%	98%	98%
单晶硅片需求 (GW)	281	445	550
1GW硅片所需单晶炉 (台)	80	80	80
单晶炉数量 (台)	22464	35568	43992
每年更换坩埚数量(个)	24	24	24
单个坩埚重量 (kg)	100	100	100
全球光伏用高纯石英砂需求量 (万吨)	5.39	8.54	10.56
中内层砂需求量 (万吨)	2.16	3.41	4.22
外层砂需求量 (万吨)	3.23	5.12	6.33
全球供给测算			
内层砂供给 (万吨)	2.5	2.5	4.0
矽比科&TQC (万吨)	2.5	2.5	4.0
外层砂供给 (万吨)	3.2	6.3	8.7
石英股份 (万吨)	2.5	5.6	8
其他 (万吨)	0.7	0.7	0.7
供需缺口测算			
内层砂供给缺口 (需求-供给, 万吨)	-0.34	0.91	0.22
外层砂供给缺口 (需求-供给, 万吨)	0.03	-1.18	-2.37

电池片-HJT：提效降本思路明确，23年量产产能约为33GW

➤ GW级扩产开启，23年量产产能约为33GW

截至2023年末，国内量产HJT电池产线合计约55条，产能规模约32.8GW。其中，安徽华晟已投产产能约为12.3GW，占比约38%，为HJT电池组件龙头企业；此外，东方日升、瓊升光伏、金刚光伏、中建材、爱康科技、润海新能源产能规模均大于1.5GW，GW级量产开启。

➤ HJT降本增效路径清晰

- 1) **提效方面**：在短期，双面微晶技术已于23年导入量产，目前已有的中试线最高效率已达26.49%，通威/华晟/东方日升等厂家均有布局；在中期，铜电镀提效预期已经从原来的0.3%-0.5%提升至0.6%，多数量产难点已经得到解决；在长期，钙钛矿叠层可以提供3%-5%的增量效益，目前尚未落地；
- 2) **降本方面**：OBB（即浆料降本）方面，通过取消主栅降银实现降本，目前东方日升浆料成本为0.08元/W，预计24H1降低至0.05元/W，24年底降至更低；靶材降本方面，可以通过设备+叠层膜+钢回收助力降本，目前行业平均为0.03元/W，预计24年下降至0.015-0.02元/W。

图表：截至2023年末国内HJT电池企业产能约为33GW

图表：HJT提效降本方法和进程

序号	企业	省份及城市	产能 (GW)	产线数量	首条出片时间
1	安徽华晟	安徽宣城、云南大理、安徽合肥	12.3	22	2021/03
2	东方日升	苏州常州金坛、浙江宁海	4.4	7	2023/05
3	瓊升光伏	四川眉山	4.2	5	2023/08
4	金刚光伏	江苏苏州吴江，甘肃酒泉	3.0	5	2023/03
5	中建材	江阴	2.4	3	2023/10
6	爱康科技	浙江湖州	1.8	3	2022/11
7	润海新能源	浙江舟山	1.8	3	2023/08
8	明阳智能	江苏盐城	1.0	2	2023/01
9	通威股份	四川成都金堂	0.8	3	2021/07
10	国电投	浙江温州	0.6	1	2023/10
11	国晟能源	江苏徐州	0.3	1	2023/09
合计			32.8	55	

提效方法	具体原理	效率提升比例	进度
双面微晶	通过把异质结正面的N型非晶硅和背面的P型非晶硅微晶化，以提高电池的导电性和透光率	1%	1) 通威HJT产线完成双面纳米晶开发，中试线最高效率为26.5%；2) 华晟双面微晶25.2%；3) 日升双面微晶25.3%（吸杂设备还可优化，优化后到25.5%左右）
电镀铜	采用金属铜完全代替银浆作为栅线电极，可实现降本提效	0.60%	1) 太阳井可实现0.3%的效率提升；2) 海源复材实现0.5%的效率提升；3) 迈为股份实现0.6%的效率提升
钙钛矿叠层	异质结双面对称结构适合做叠层，通过形成异质结-钙钛矿叠层突破效率上限	3%-5%	目前尚未落地，难点在于钙钛矿层镀膜
降本方法	具体原理	降本空间	进度
OBB（浆料降本）	电池片环节取消主栅，组件环节用焊带导出电流，可以降低+降低遮光从而降本增效	0.03元/W+	东方日升目前为0.08元/W，预计24H1降至0.05元/W，24年年底更低
靶材降本	可通过设备优化/叠层膜的方式降低靶材耗量	0.01元/W	当前行业平均0.03元/W，预计24年0.015-0.02元/W。

电池片-XBC：光伏电池未来技术方向，高效率上限打造竞争优势

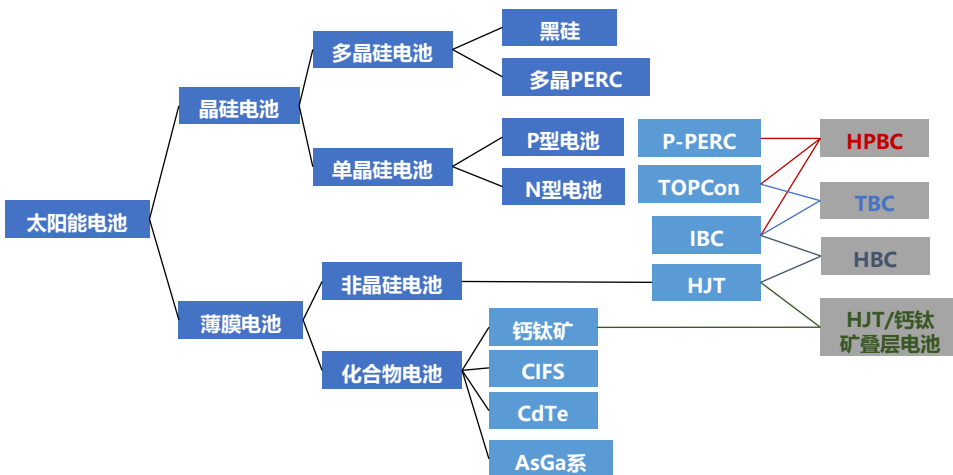
➤ BC类电池转换效率高，叠层可继续提升效率上限

- 目前主流BC类电池分为IBC/TBC/HBC/HPBC四种：其中IBC电池具有正面无遮挡特性，转换效率更高，目前Sunpower研制的IBC电池实验室量产效率达25.2%，量产平均效率为23.5%-24.5%；同时IBC电池可与其他电池技术相结合，将PERC/HJT非晶钝化技术及TOPCon钝化技术与IBC电池技术相结合可分别研发出HPBC、HBC及TBC电池，目前量产平均效率分别为25%-25.3%、25%-26.5%、24.5%-25.5%，IBC叠层技术有利于进一步拉高电池效率上限。

➤ 隆基聚焦BC技术路线，明确BC为未来绝对主流技术

- 23年9月5日，隆基在23H1业绩交流会中表示公司目前已经明确聚焦BC技术路线，且扩产节奏会显著提速，公司未来产品都将采用BC类技术路线。隆基认为在未来5-6年，BC电池将成为晶硅电池中的绝对主流。公司作为“光伏茅”企业，在经过多种技术路线储备研发后选择押注BC技术，明确了光伏电池未来技术方向，为新技术电池大规模量产奠定新趋势。

图表：电池技术路线演变



图表：BC类电池技术对比

	IBC	TBC	HBC	HPBC
实验室效率	25.2% (Sunpower)	26.1% (Fraunhofer)	26.63% (Kaneka)	28% (隆基)
量产平均效率	23.5-24.5%	24.5-25.5%	25-26.5%	25-25.3%
量产难度	工序多：难度中高	工序多：难度中高	工序多：难度高	工序多：难度中高
生产成本	约1.0-2.0元/W	约1.0-2.0元/W	约1.2-2.2元/W	约0.24元/W
银浆耗量	低于双面PERC	低于双面TOPCon	低于HJT	与单面PERC相当
薄片化	130-150μm	130-150μm	90-140μm	—
产线兼容性	兼容部分PERC	兼容TOPCon	兼容HJT	兼容PERC
设备投资	3亿元/GW	3亿元/GW	5亿元/GW	1.95亿元/GW
量产成熟度	已成熟	即将成熟	即将成熟	已成熟
最佳应用场景	分布式电站	分布式电站	分布式电站、消费产品、军工、航天航空	分布式屋顶

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/307104103103006026>