

晶硅电池的核心，产业链强势环节

光伏行业研报三（硅片）

2024.02

版权所有©2022深圳市亿渡数据科技有限公司。本文件提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系亿渡数据独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经亿渡数据事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，亿渡数据公司保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。

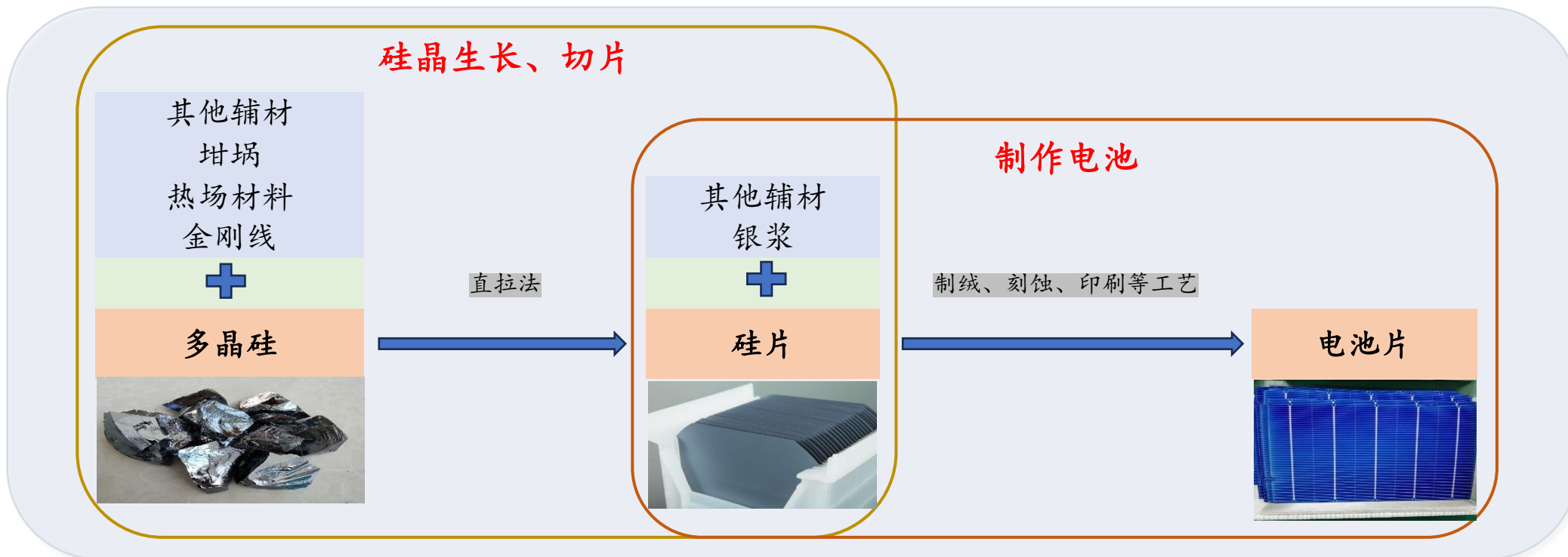
- 1、上游.....4、 5
- 2、中游.....6
- 3、下游.....7
- 4、供给端.....8
- 5、需求端.....9
- 6、供需关系.....10
- 7、行业趋势.....11、 12

引言

硅片是一种半导体材料，广泛应用于电子、光伏、计算机、汽车等领域，硅片按照硅片纯度分类为半导体硅片与光伏硅片，主要应用于芯片以及光伏电池片，本篇章主要为光伏硅片赛道的研究。

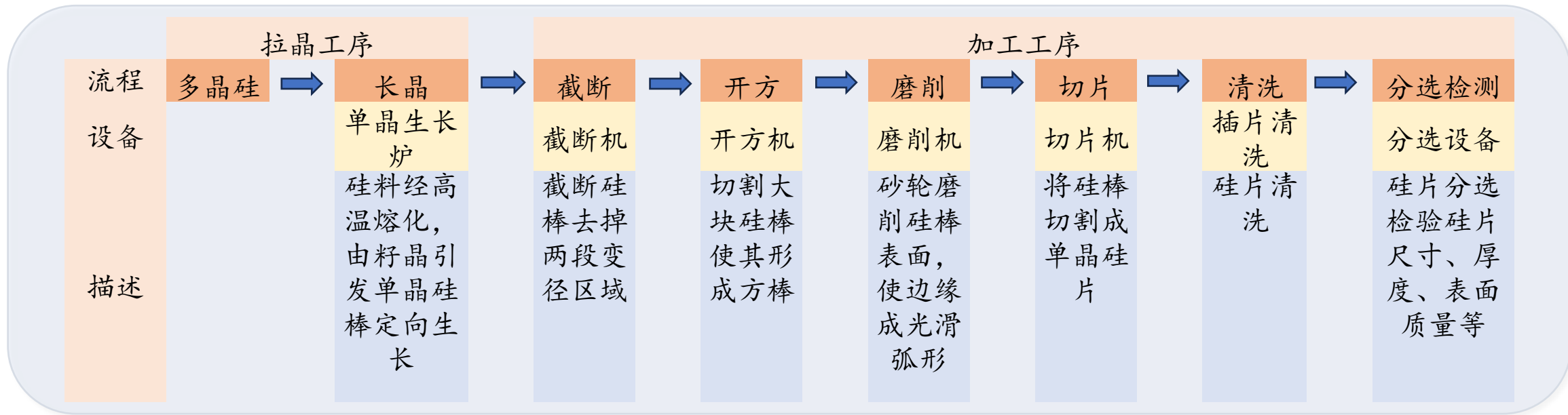
2010年至2022年，中国光伏硅片产量迅速增长，2022年中国光伏硅片产量达357GW，同比+57%。光伏硅片产量占全球总产量97.5%，连续7年保持全球占比在80%以上，是全球最重要的光伏硅片生产国。

硅片环节行业集中度高，2023年硅片价格大幅下滑，硅片市场盈利能力逐步下降，产能出清逐步加速。同时大尺寸、薄片化、N型硅片及CCZ技术，都会对现有的格局产生冲击。



1、上游

多晶硅仍是成本大头，硅片薄片化趋势不变



拉晶环节——直拉法为主流制备工艺；目前N型硅片对含氧量要求较高，促进设备的升级迭代，到2023年国内单晶生长炉设备已经到第五代，部分企业引入半导体级磁场技术，进一步降低硅片含氧量，也进一步提高了投资门槛。

加工环节——切片为核心加工工艺；金刚线细线化可以有效降低切割过程中硅的损耗，提升单位硅料出片量，是产业链降本的重要方法之一，2022年以前金刚线母线线径约为120um，至2022年，金刚线母线线径约为38um，业内钨丝金刚线线径已降至20um以下，未来依然存在继续细化的空间。

1、上游

多晶硅仍是成本大头，硅片薄片化趋势不变

多晶硅仍是成本大头，薄片化实现降本增效；目前成本占比中硅料、坩埚、热场、金刚线分别约为81%、5%、1%、2%。据东吴证券数据，同一条件下150um、140um、130um的TOPCon硅片单W硅耗分别为2.05g/W、1.95g/W、1.87g/W，硅片薄片化降本明显，而2022年行业主流硅片平均厚度为P型155um，n型TOPCon140um、HJT130um，目前热门的N型硅片的厚度正向着更低的120 μm推进。

设备以及辅材迭代，有效推动能耗改善；2022年单晶拉棒平均电耗为24.4kWh/kg-Si、切片平均电耗为8.3万kWh/百万片，预计随着热场保温性能的改善、单晶炉的迭代，以及棒长增加、切速增加、细线化以及薄片化带来单次出片量的增加，至2025年单晶拉棒平均电耗有望下降至21.5kWh/kg-Si；切片平均电耗有望下降到7.9万kWh/百万片。

不同类型硅片参数	PERC	TOPCon	HJT
硅片类型	P型-掺杂元素（镓）	N型-掺杂元素（磷）	N型-掺杂元素（磷）
电阻率（Ω.cm）	0.4-1.1	0.4-1.6	0.3-2.1
少子寿命（μs）	≥70	≥800	≥800
间隙氧含量（ppma）	≤16	≤11.7	≤14
2022年硅片平均厚度（um）	155	140	130

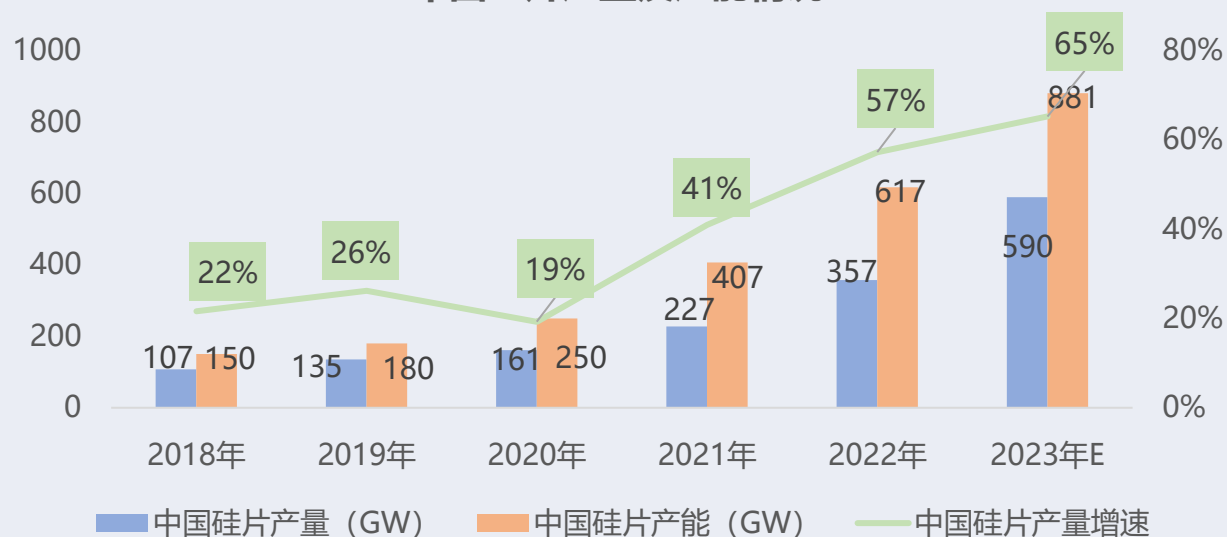
2、中游

硅片产量增速不减，行业竞争格局稳定

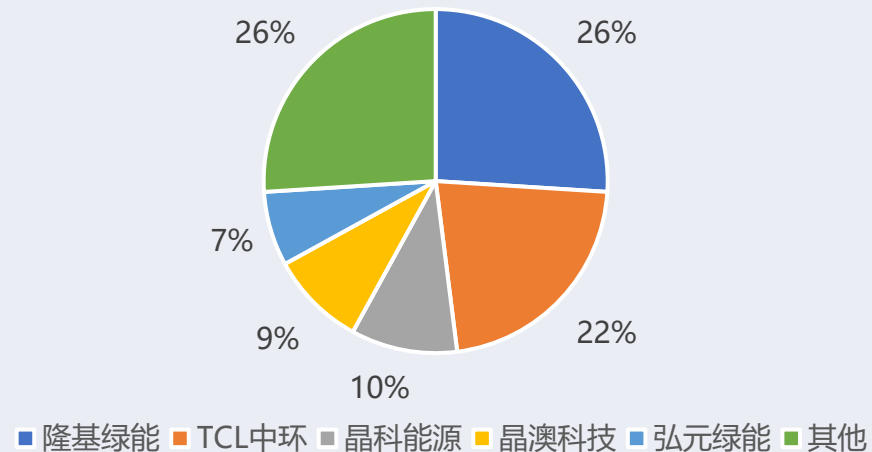
规模增速不减，主导全球市场；2010年至2022年，光伏行业发展迅速，而光伏硅片作为光伏产业链中游同样获得较快的增速，2023年中国硅片产量预计达590GW，增速达到最高的65%。截至2022年底，全球硅片总产能约为664GW，2022年底位于中国大陆企业硅片产能约为650GW，占全球的97.9%，占据绝对领先地位。

行业集中度较高，双寡头格局清晰；我国光伏硅片市场集中度高，前五企业产量占比超70%。光伏硅片市场呈现以隆基绿能和TCL中环为龙头的竞争格局，两者2022年产量分别占26%和22%。其次分别为晶科能源、晶澳科技、弘元绿能，占比分别为10%、9%、7%。

中国硅片产量及产能情况



2022年全球光伏硅片竞争格局



3、下游

电池片多技术路线，核心辅材银浆降本在望

工序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PERC	清洗制绒	磷扩散	激光SE	热氧	去磷硅玻璃(PSG)	碱抛	退火	AlOx钝化	减反膜	丝网印刷	烧结	光注入	测试分选	
TOPCon	清洗制绒	硼扩散	激光SE	去硼硅玻璃(BSG)	隧穿+本征非晶硅	磷扩散	去磷硅玻璃(PSG)去绕镀	AlOx钝化	减反膜	丝网印刷	烧结	光注入	测试分选	
HJT	清洗制绒	非晶硅沉积	TCO膜制备	丝网印刷	银浆固化	光注入	测试分选							
IBC	清洗制绒	背面磷扩散	去磷硅玻璃(PSG)	掩膜	激光开槽	刻蚀	背面硼扩	去硼硅玻璃(BSG)	双面热氧	减反膜	丝网印刷	烧结	光注入	测试分选

金属成本占比较高，多种技术实现降本；电池片目前成本占比中，硅片、银浆占比分别约为63%、16%，核心辅材银浆主要作用就是形成银电极（丝网印刷工序），金属化成本是硅片成本之外的最大成本项，目前降低金属化成本的方式包括：银包铜技术、电镀铜技术等，其中银包铜+OBB技术已经推上量产，有望在2024年获得较快发展。

受益于技术迭代，核心辅材银浆需求量增加；2022年，P型电池片平均银浆耗量为91mg/片，N型TOPCon电池双面银铝浆（95%银）平均消耗量约115mg/片；HJT电池双面低温银浆消耗量约127mg/片。N型电池相较于P型对银浆的消耗量更大，其市场份额的提升将促使光伏银浆需求稳步增长。



硅片环节竞争加剧，供给端持续增长；由于前期利润空间较大，技术门槛不高，投产时间短，硅片制造环节新入局者众多，如双良、高景、上机数控等。2023前11个月我国硅片产量达到532.62W，预计硅片全年产量在590GW左右。

短期产能充沛，市场加速出清；据相关数据，23年主要厂商硅片产能为881GW，同比增加36%，较2022年52%的产能增速减缓，行业产能利用率由2022年的58%提高到2023年的67%。预计2024年产能增长减缓，行业行业产能短期产能充沛，市场产能消化加速。

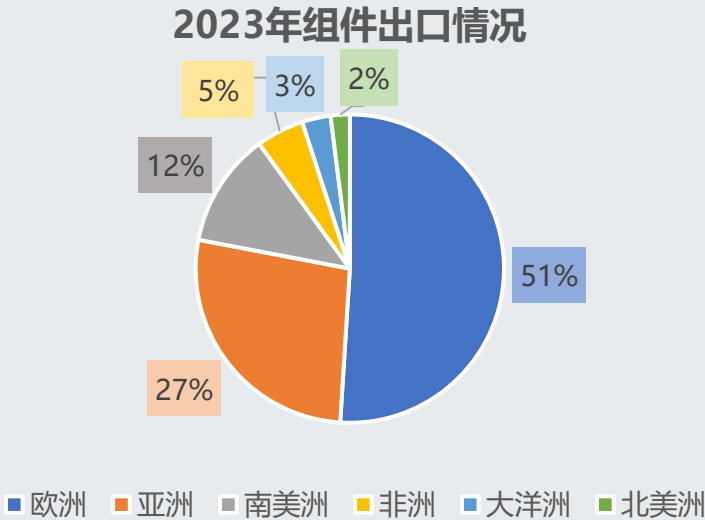
单位：GW	2022年E	2023年E	2024年E		2022年E	2023年E	2024年E
隆基	133	190	210	高璟太阳能	30	50	65
中环	140	180	196	双良节能	40	40	90
晶科	65	75	103	宇泽	3	3	3
晶澳	40	85	95	中润	5	5	5
协鑫	12	15	15	天合光能	15	55	75
通威	15	15	15	赛宝伦	2	2	2
锦州阳光	5.7	5.7	5.7	亿晶	3	3	3
弘元绿能	35	35	55	东方日升		10	10
京运通	20	42	42	豪安	2	2	2
阿特斯	20	35	50				



受制电网消纳问题，24年新增装机预期放缓；组件环节23年年底每瓦均价已不足1元，受下行的产业链价格刺激，终端装机需求加速放量。2023年新增光伏装机达216.88GW，同比增长148.12%，为历史最高值，预计后续消纳压力将大幅上升，2024年我国新增装机预计将达200-210GW，同比增速或放缓至5%-10%。

欧洲组件高库存，组件需求预计放缓；据EUPDResearch报告，2022年欧盟光伏组件库存超47GW。2023年欧洲累计进口中国光伏组件101.4GW（PVInfolink数据），而2023年欧盟新增光伏装机容量约60GW，若考虑欧洲光伏项目容配比约1.35以及退货、返销的情况，预计2023年底欧洲光伏组件库存规模将近50GW。2024年欧洲光伏组件进口需求预计放缓。

2023年各地分布式接网预警		
地区	政府公告	分布式接网预警
山东省聊城	2023年6月8日《聊城市分布式光伏发展专项规划(2023-2035年)》(草案)	2025年前剩余455MW，4县无接入空间
辽宁省营口	2023年7月，《关于分布式光伏项目备案有关工作的通知》	剩余982MW空间，备案1.5GW，暂缓备案
河南	2023年10月，河南省能源大数据中心公布各地市分布式光伏可开放容量，2023年11月2日，分布式光伏黄色/红色区域配储分别不低于15%2h/20%2h	2023年前9月并网10.58GW,仅剩8.6GW空间
广东	2023年10月31日，广东省能源局发布接网消纳困难的县(市区)名单及低压配网接网预警等级的公告	11县无接入空间，13县空间低于50MW



数据来源：政府公告、中信证券、盖锡咨询，亿渡数据整理

6、供需关系

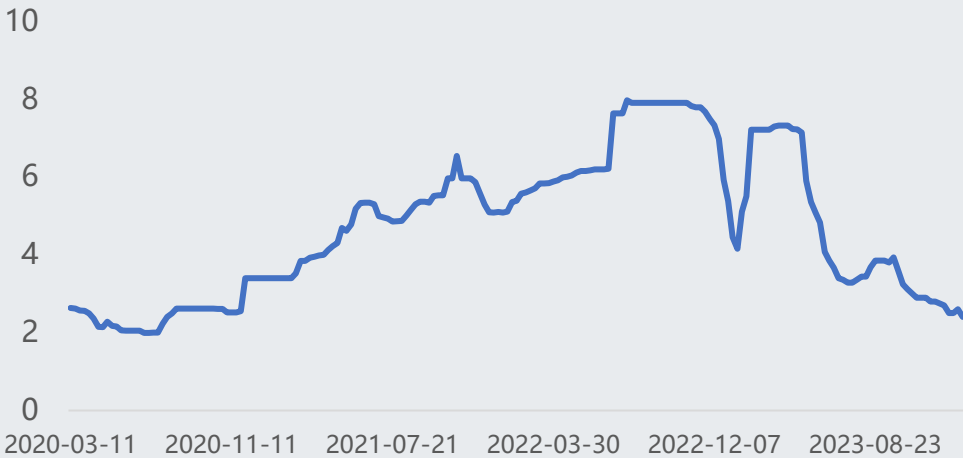
短期供给关系较平衡，硅片价格将维持弱势



库存周期影响较小，硅片市场弱稳运行；2022年行业头部的隆基绿能、TCL中环硅片的库存占产量比分别为3.5%、3%，而晶科能源、晶澳科技为自产自销，行业整体中库存对供需的影响较小。但据SMM调研显示，电池片厂原料库存已经达到10天左右，接近原料累库阶段。

硅片供给阶段性过剩，价格呈下降趋势。电池片价格持续下行企业进入亏损减产，对硅片采购积极性不高使得议价空间被压缩，硅片价格持续下跌。硅片盈利水平或在2024年持续承压，二三线硅片厂商或将加速出清，预期硅片价格将维持弱势。

主流硅片平均价 (RMB/PC)



硅片产量	2021年	2022年
隆基绿能（GW）	70	86
TCL中环（万片）	824803	1084730
弘元绿能(吨)	49431	69429
硅片存货		
隆基绿能（GW）	2	3
TCL中环（万片）	12025	32102
弘元绿能(吨)	4225	3671

数据来源：iFinD、公司年报，亿渡数据整理



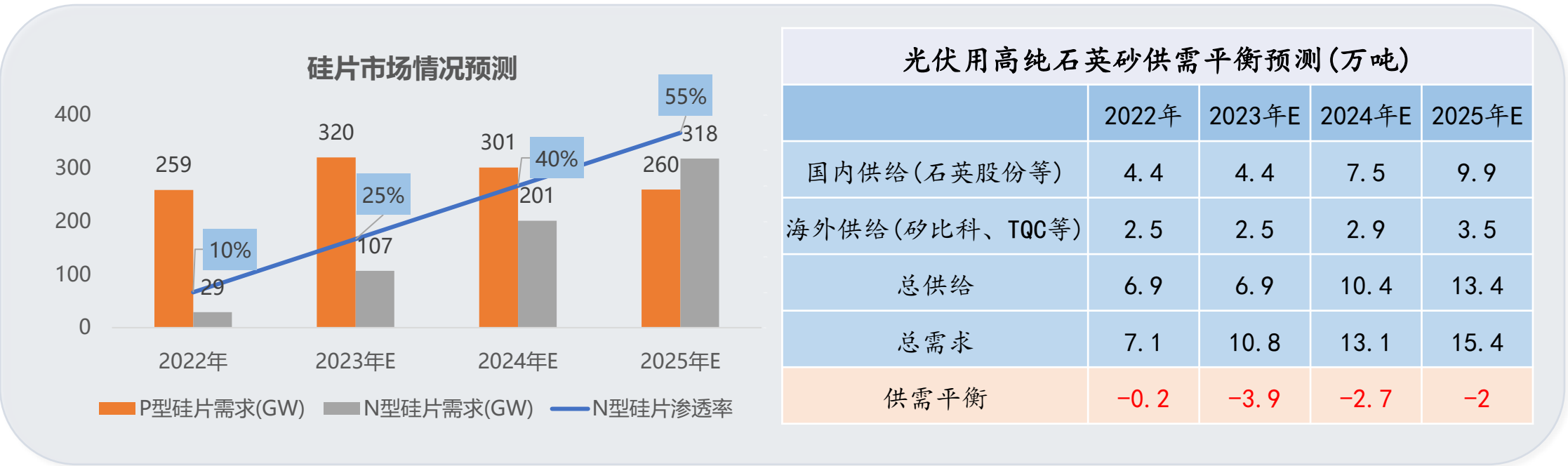
7、行业趋势

硅片价格跌幅收窄，落后产能加速出清

N型硅片产能提升，有望推动价格企稳；2024年初，头部硅片企业N型产品生产比例在70%以上，其余企业也在积极转型，P型M10逐步转为定制化。N型替代的速度加快，而价格更高的N型硅片推动价格跌幅收窄，进一步达到阶段性企稳。

行业竞争加剧，产能加速出清；据统计，截至2023年末PERC电池产能中，已经确定关闭或停止生产的项目达到50.6GW，而TOPCon项目面临暂缓扩产的规模达到132GW，行业连续亏损的情况下，产能出清逐步加速。

高纯石英砂供需偏紧，二三线企业加速出清；N型硅片平均每台单晶炉坩埚用量比P型的多6个，使用寿命也更短，N型技术下高纯石英砂用量增加，市场供需短期偏紧。相对于一线企业锁定了石英坩埚的长单，二三线企业在石英坩埚价格的上涨过程中将再次进行产能淘汰。



数据来源：CPIA、银河证券，亿渡数据整理

7、行业趋势

N型技术优势凸显，N型硅片需求增加

N型组件优势凸显：据晶科能源数据，N型TOPCon组件平均发电增益对比P型PERC组件高出6.91%（2023年8月），并且随着设备运行时间的增加优势会更加明显。截止2024年1月底，P型和N型组件的市场均价分别为0.86元/W、0.91元/W（中核集团中标结果为例），价格相差5.8%左右。显然N型组件发电增益能够覆盖掉成本端的差额，性价比更高。

N型技术替代P型技术的趋势不变：进入2023年下半年，在N型组件价格大幅下降并且N型与P型差价缩小的基础上，N型组件招标呈现爆发式增长，一定程度表明N型技术取代P型技术的趋势确立。

组件型号	累计发电量 (KWh)	单瓦发电量 (KWh/KW)	相对增益
N-type555W-BDV	72165.0	312.6	6.91%
P-type545W-BDVP	66283.8	292.4	

月份	招标集采项目	总规模 (GW)	N型规模 (GW)	N型占比
2月	国家电投物资装备、电能易购2023年度第一批电商化采购	5.65	1.807	32%
2月	中核汇能2023年度光伏组件设备集中采购	6	2.5	42%
4月	大唐集团2023年度光伏组件集中采购招标	8	4	50%
5月	华电集团2023年第二批光伏组件集中采购招标	4.08	1.732	40%
9月	国家能源集团物资公司2023年度集团级光伏组件铺货采购	10	7	70%
9月	华电集团2023年第三批光伏组件集中采购招标	8.95	7.46	83%
10月	中国能建2023年光伏组件集中采购	15	6个标段（共8个标段）	
10月	中国大唐集团2023-2024年度N型光伏组件(第一批)集中采购招标	5	5	100%



目前硅料价格已经企稳，硅片、电池片及组件仍在调整价格，短期内价格趋于收窄并逐渐稳定，组件价格下降有助于终端需求的提升，但受制于消纳等问题，2024年国内新增装机目标预期与2023年装机量相当，国内装机增速将放缓，主要关注海外装机情况。

预计2024年硅片行业上半年节奏将持续放缓，价格仍面临压力，仍需经历价格低位磨底的过程，这将比拼各企业的成本能力。

本篇为系列光伏行业研究报告第三篇，即硅片篇，后续将继续下游的电池及组件等进行研究。

版权声明

本报告为亿渡数据制作，报告中所有的文字、图片、表格均受有关商标和著作权的法律保护，部分文字和数据采集于公开信息，所有权为原著者所有。没有经过本公司书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制或传递。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责声明

本报告中行业数据及相关市场预测主要为行业研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，建立统计预测模型估算获得，只提供给用户作为市场参考资料。在任何情况下，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。在不同时期，亿渡数据可能撰写并发布与本报告所载资料、看法及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时通知或发布。在任何情况下，本公司亦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。