

## 多晶硅期货前瞻（六）需求端硅片产业发展概况

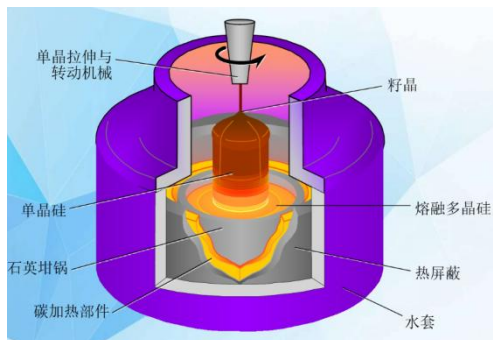
专题报告

如前文所述，90%以上的多晶硅产品用于光伏行业，硅片作为其直接下游产品，本文将重点探讨光伏硅片的生产与分类、全球地位与进出口及国内产能集中度。

### 一、单晶硅片的生产

硅片是用多晶硅或单晶硅原料切割加工而成的。其中单晶硅主要采用直拉法，首先将多晶硅原料在石英坩埚中加热熔化，再夹住一块单晶硅的籽晶，悬浮在坩埚上，旋转并向上提拉，坩埚的液体与固体的界面冷凝形成单晶，通过不断复制籽晶，生产出单晶硅棒。

图：直拉法制作单晶硅



资料来源：华林科纳

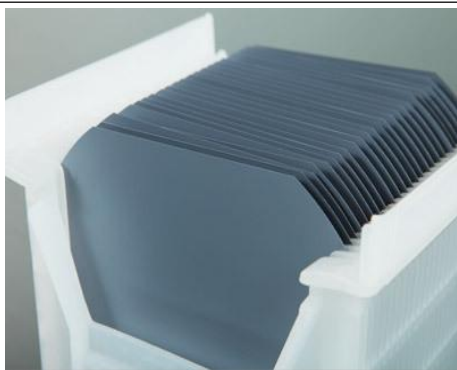
图：单晶硅棒



资料来源：公开信息

单晶硅棒变为单晶硅片，首先要滚磨，减小硅棒的直径公差，再采用金刚线切割技术，利用金刚石极高的硬度，切割得到单晶硅片。而多晶硅片的生产是通过铸造多晶硅锭，再切割为多晶硅片。单晶硅片的晶体结构完整，光电转换效率相对多晶硅片更高。2023 年我国单晶硅片市占率达 99.2%，对比多晶硅片已占据绝对主导。

图：单晶硅片



资料来源：公开信息

图：多晶硅片



资料来源：公开信息

### 二、单晶硅片的分类

#### 1. 尺寸分类

##### 1) 硅片大尺寸化

M2 (156.75mm)：早期硅片尺寸，边长 156.75mm，能够较好地平衡组件的功率和成本。传统 60 片电池片组件功率 300—330W 左右。

G1 (158.75mm)：边长 158.75mm。不改变组件生产设备和工艺，增加硅片面积，组件功率提至 330—350W 左右。

M6 (166mm)：边长 166mm，目前应用广泛，主流的 60 片电池片组件功率 370—400W 左右，提高光伏组件功率密度，推动光伏平价上网进程。

M10 (182mm)：边长 182mm。大幅度提升光伏组件功率，72 片电池片的组件功率 540—590W 左右。

G12 (210mm)：边长 210mm。目前市场最大尺寸，显著减少光伏组件的非硅如边框、玻璃、封装材料等成本。132 片电池片光伏组件功率超 700W，降低大型光伏电站的系统成本。

大尺寸硅片有助于增加实际采光面积、降低单位组件所需的电池片数量。自 2023 年起，182 和 210 尺寸硅片成为主流，合计占市场 98%，而 166 及以下尺寸硅片逐渐退出，仅占 2%。目前 P 型 210 尺寸 60 和 66 板型组件功率超过 600W，最高量产功率 675W，182 尺寸 78 板型功率突破 600W，最高量产功率 610W。

## 2) 硅片形状多样化

以往光伏硅片尺寸越变越大，但形状一直是正方形。2022 年 4 月，天合光能首次推出“210R”硅片产品，“R”指矩形形状。矩形硅片主要有两点优点：1) 组件空间利用更充分：正方形硅片排列灵活性稍差，矩形硅片采用横排或竖排多种排列，提高光伏组件封装密度，使组件功率提升 10% – 15% 左右。2) 降低成本：矩形硅片组件更适应例如屋顶的形状和尺寸；更贴合集装箱空间，相比正方形，矩形硅片组件集装箱空间利用率提高 5.4%，达到 98% 左右；

由矩形硅片生产的电池片有两种，即 210R（尺寸 210mm\*182mm）、192R（尺寸 191.6mm\*182.2mm）。2023 年 7 月，一线组件企业达成 2382\*1134mm 的统一矩形电池组件尺寸，其设计有两种：1) 以天合光能为代表，66 片排版设计，即 210R-210\*182mm 电池规格；2) 以隆基为代表，72 片排版设计，即 192R-191.6\*182mm 电池规格。据 CPIA 数据，2023 年矩形与微矩形市场整体占比达 30%，2024 年或将近 50%。得以矩形硅片技术路线，主流组件产品突破 600W 功率。

## 3) 硅片薄片化

硅片薄片化有助于减少硅耗和成本，当前切片技术已满足薄片化需求，但硅片厚度还要适应下游电池片和组件制造。2023 年多晶硅片平均厚度为 170  $\mu\text{m}$ ，p 型单晶硅片厚度约 150  $\mu\text{m}$ ，比 2022 年减少 5  $\mu\text{m}$ ；n 型硅片用于 TOPCon 和异质结电池片的减薄趋势明显，其中 TOPCon 电池用 n 型硅片平均厚度为 125  $\mu\text{m}$ ，异质结电池用硅片厚度约 120  $\mu\text{m}$ ，分别比 2022 年减少 15  $\mu\text{m}$  和 5  $\mu\text{m}$ 。

## 2. 掺杂划分

### 1) P 型单晶硅片

在硅材料中掺入少量硼（B）等三价元素。PERC 电池采用 P 型硅片，理论效率上限为 24.5%，目前量产效率约为 23.3%，进一步提升空间有限。

### 2) N 型单晶硅片

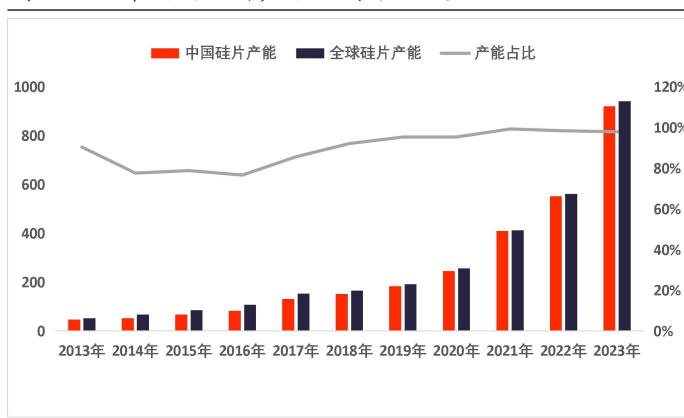
在硅材料中掺入磷（P）等五价元素，发电衰减率更低。N 型硅片衬底的电池技术主要有 TOPCon、HJT 和 IBC 三种，其中 HJT 电池光电转换效率实验室数据已超 26%。

目前硅片行业正经历从 P 型到 N 型硅片的转变。据市场统计，2023 年底 N 型硅片产量占 54%，到 2024 年 8 月这一比例上升至 82%，N 型硅片已超越 P 型成为市场主流。

## 三、我国硅片产业发展概况

**我国在全球光伏硅片领域占据主导地位。**从规模上看，中国是全球最大的硅片生产国，近十年，国内产能年均占全球总产能近 89%，近五年，国内硅片产能进一步增长，全球占比提升至 95% 以上。截至 2023 年底，全球硅片总产能约为 974.2GW，我国大陆硅片产能约 953.6GW，占比接近 97.8%，同年我国硅片产量约 668.3GW，占全球硅片产量的 98.1%。中国硅片不仅产量和产能领先全球，技术如大尺寸化、薄片化、P 转 N 等快速创新，提升了产品在全球光伏市场的竞争力。

图：近五年国内硅片产能全球占比超过 95%

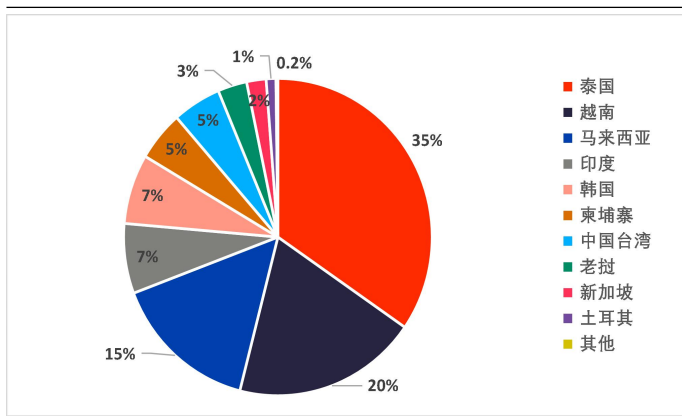


资料来源：硅业分会

**东南亚成为国内光伏企业出口的中转站。**从主要出口地区来看，因美国“双反”政策，中国内地对美出口光伏电池受阻，近些年东南亚成为中国光伏产品出口美国的重要中转地，晶科能源、天合光能和晶澳科技等多家光伏龙头纷纷在此布局产能，2024 年上半年，我国出口的硅片总额中，78% 流向了泰国、越南和马来西亚等东南亚国家。从出口规模来看，2023 年，中国出口光伏硅片 78

亿片，同比大幅增长 45%，但 2024 年上半年，光伏硅片仅出口 27.4 亿片，同比下降 18.2%。出口大幅下降主要仍为“双反”政策，即美国对柬埔寨、马来西亚、泰国、越南四国出口的电池、组件将实行高额“双反”税，导致东南亚电池片开工率逐步下降，向上传导至硅片需求减少。但国内光伏产品出口退税率下调后，海外光伏产能布局的成本优势开始凸显，未来东南亚产能或不仅专供美国，企业也将寻求更广泛的出口市场。

图：我国光伏硅片出口以东南亚为主



数据来源：海关总署

#### 四、国内硅片产能集中度

**国内硅片产地主要集中西北和西南。**多晶硅在硅片的生产成本中超过 70%，国内硅片产地多靠近多晶硅生产地。据硅业分会数据，截至 2023 年年底，我国大陆硅片产能约 953.6GW，内蒙古、云南、宁夏、四川四省合计硅片产能占据了全国的 80%，其中内蒙古以 36%的份额位居首位。预计 2025 年，内蒙古的硅片产能占比预计将提升至 41%。

**硅片“双雄”企业份额削弱，多元势力崛起。**2021 年，国内硅片产能仅为 474.2GW，2022 年底，硅片产能增长至 714.5GW，同比增长近 50%，其中隆基绿能、TCL 中环、晶科能源、晶澳科技等厂商是扩产的主要力量，隆基及中环两巨头合计产能占总产能的 44.6%。2023 年硅片新势力快速崛起，年底国内涉及硅棒、硅片业务的厂商已接近 50 家，硅片总产能规模已达到 1285.5GW。其中，专业化前十硅片厂商合计产能达 779.5GW，占国内总产能的 60.6%，高景太阳能、弘元绿能、云南宇泽、新霖飞、美科股份产能增势迅猛。而六大一体化头部企业晶澳科技、晶科能源、天合光能、阿特斯、通威和协鑫积极由组件环节向上游单晶硅片、电池片环节布局，合计硅片产能达 320.5GW，占总产能的 24.9%。以往硅片市场由两大巨头企业所主导，但在硅片行业扩产潮后，2023 年国内专业化及一体化硅片厂商前 11 家占国内总产能的超过 75%，仅一年隆基绿能、TCL 中环产能分别为 183GW 及 170GW，合计市场份额下降 17%，约占总产能的 27.4%。“双雄”份额被削弱，新玩家涌入，代替的是多元势力的崛起。

图：2023 年专业化硅片厂商产能前十

排名	公司名称	2023年产能	产能占比	2024产能目标及规划
1	TCL中环	183GW	14.24%	广州35GW+沙特20GW
2	隆基绿能	170GW	13.22%	西咸100GW
3	双良节能	100GW	7.78%	38GW
4	高景太阳能	80GW	6.22%	25GW硅棒
5	江苏新霖飞	65GW	5.06%	西宁40GW
6	美科股份	56GW	4.36%	扬中36GW、眉山32GW
7	云南宇泽	50GW	3.89%	远期100GW
8	弘元绿能	35GW	2.72%	规划75GW
9	京运通	20.5GW	1.59%	乐山22GW硅棒
10	清电光伏	20GW	1.56%	规划60GW
合计		779.5GW	60.60%	——

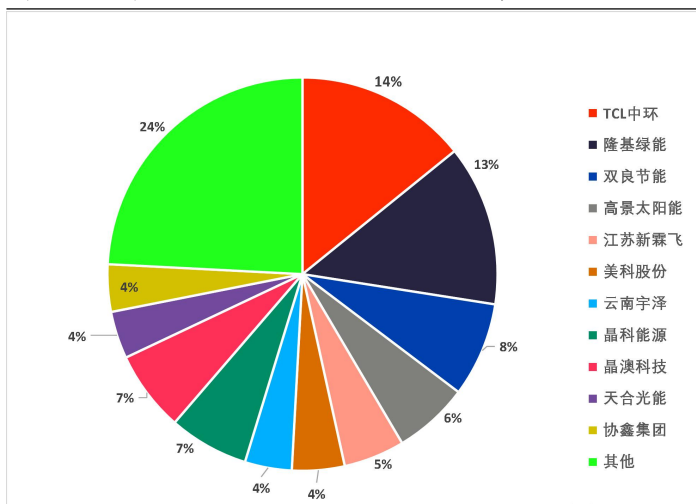
资料来源：草根光伏、国投期货

图：2023 年一体化六大巨头硅片厂商产能排名

排名	公司名称	2023年产能	产能占比	2024产能目标及规划
1	晶科能源	85GW	6.61%	120GW, 山西56GW垂直一体
2	晶澳科技	85.5GW	6.65%	100GW+
3	天合光能	50GW	3.89%	60GW, 阿联酋拟建30GW
4	协鑫集团	50GW	3.89%	——
5	阿特斯	35GW	2.72%	50GW
6	通威股份	15GW	1.17%	五通桥16GW+峨眉山16GW
合计		320.5GW	24.93%	——

资料来源：草根光伏、国投期货

图：国内专业化及一体化硅片厂商前 10 产能



数据来源：草根光伏、国投期货

#### 【分析师介绍】

张秀睿 从业资格证号：F3099436 投资咨询证号：Z0021022

#### 【免责声明】

国投期货有限公司是经中国证监会批准设立的期货经营机构，已具备期货投资咨询业务资格。

本报告仅供国投期货有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。如接收人并非国投期货客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及推测只提供给客户作参考之用。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的期货或期权的价格、价值可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户不应视本报告为其做出投资决策的唯一因素。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所导致的任何损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，本公司不对其内容的真实性、合法性、完整性和准确性负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。