



多晶硅专题|研究报告

多晶硅期货&期权专题报告

2024 年 10 月 30

分析师

国联期货研究所

证监许可[2011]1773 号

期货交易咨询业务资格:

黎伟

从业资格号: F0300172

投资咨询号: Z0011568

董娇雄

从业资格证号: F03114109

晶硅崩崩-多晶硅上市前瞻（三）

多晶硅下游产业链分析

相关报告

晶硅崩崩-多晶硅上市前瞻

（一）多单 NP 晶硅如何辨别，
生产技术迭代升级

晶硅崩崩-多晶硅上市前瞻

（二）多晶硅供应格局与成本
分析

目录

导读	1
一、光伏下游产业链	2
二、光伏政策发展路径	2
2.1 我国光伏政策发展历程	2
2.2 未来政策导向明朗，推动解决行业痛点	8
三、硅片的行业概况	8
3.1 硅片产能扩张提速，中国占比全球主导地位	8
3.2 中国硅片的分布格局及竞争格局	9
3.3 硅片上下游一体化建设介绍	9
3.4 P 型向 N 型产能结构调整，将加速淘汰产能出清	10
3.5 硅片的生产工艺：硅片平整度、缺陷、沾污参数尤为重要	12
3.6 单晶硅片大尺寸化、薄片化进程加快，N 型硅片薄片化潜力更大	12
3.7 大功率薄片化到来，降低多晶硅需求增量	13
四、电池片行业概况	14
4.1 各类晶硅电池片的释义区别	14
4.2 各种电池技术平均转换效率	15
4.3 不同电池技术路线市场占比	15
4.4 电池片产能产量变化趋势	16
4.5 N 型电池企业快速扩产	17
4.6 电池片的竞争格局	17
五、组件行业概况	17
6.1 不同类型组件功率	17
6.2 组件竞争格局与市占率	18
6.3 中国光伏企业海外布局情况分析	19
6.4 关注美国启动对东南亚四国的双反调查以及加征关税的可能性	20
国联期货研究所	23

图表目录

表 1：我国光伏政策发展历程	3
表 2：单晶硅片企业产能统计表	10
表 3：各种晶硅电池释义	14
表 4：各种电池技术平均转换效率	15
表 5：2023-2030 年不同类型组件功率变化趋势	18
表 6：组件竞争格局与市占率	18
表 7：我国光伏头部企业(包括辅材、设备)在东南亚产能布局情况	20
表 8：近年来美国对我国的双反政策	20

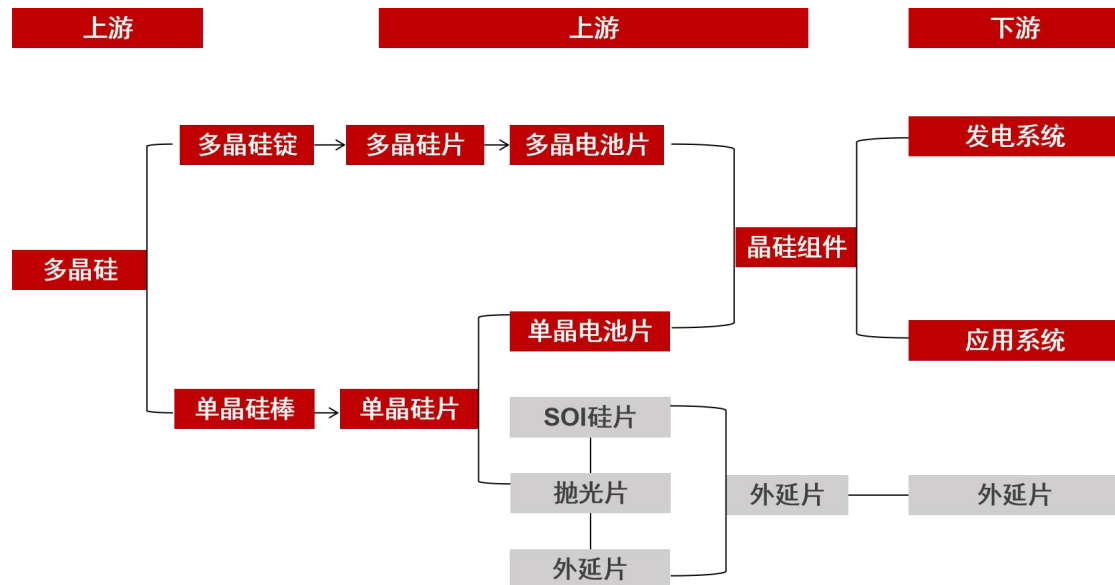
图 1：多晶硅下游产业链分布	2
图 2：2010-2024 年中国硅片产量及占全球产量的比重	8
图 3：Top 10 硅片公司产能一览	9
图 4：2023-2030 年不同类型硅片市场占比变化趋势	11
图 5：2023-2030 年不同尺寸硅片市场占比变化趋势	12
图 6：2023-2030 年硅片厚度变化趋势	13
图 7：不同电池技术路线市场占比	15
图 8：2005-2023 年全球电池片产量变化情况（单位：GW）	16
图 9：组件 CR5 全球占比	19

导读

多晶硅作为光伏产业链的核心原材料，当下，光伏正处于发展周期中，全球光伏产业链各个环节均得到了快速发展，通过上文我们介绍了多晶硅的供应产业格局及变局，了解其原料端多晶硅在全球的市场发展情况，在下游运用中多晶硅生成多晶硅锭和单晶硅棒后，通过其铸造和拉晶工艺运用到下游及终端消费中，多晶硅需求主要集中在光伏和半导体行业，其中光伏行业的需求超过 90%。近年来，随着光伏装机数量的持续高增速，多晶硅需求也呈现快速增长。2024 年，多晶硅消费量预计将达到约 241.2 万吨，同比增长 29.68%。这一增长主要得益于光伏行业的高景气度以及政策的推动，如解决新能源消纳问题和提升电网承载能力。此外，技术进步，尤其是 N 型组件市场占有率的增加，也对多晶硅需求产生了积极影响，推动了对高端货源的需求。同时，硅片薄片化虽然降低了多晶硅的需求，但未来降幅有限。拉晶过程中的损耗也是需要考虑的因素，尽管整体损耗较低。最后，光伏系统初始投资及运维成本的降低也刺激了终端需求的增长。本文我们将继续介绍以多晶硅为原料的晶硅光伏产业链中下游应用的各个维度的情况。以助于行业更好地准备迎接多晶硅期货的上市，为各位投资者清晰了解多晶硅的基本面情况。

一、光伏下游产业链

图 1：多晶硅下游产业链分布



来源：硅业协会 国联期货研究所

二、光伏政策发展路径

2.1 我国光伏政策发展历程

从我国光伏政策来看，08 年以前我国光伏产业主要依赖于外部资源，上游端对工艺技术的稀缺，以及下游缺乏成熟的电站技术，随着国家层面的政策支持，自 2009 年欧债危机爆发后，我国光伏产业快速发展，根据政策分别给到产业定价模式、补贴方式等方面对国内绿能发展奠定了基础。对于我们政策的研究我们认为其影响在于成本端，成本端直接影响收益情况，但收入端又具有区域差别性，对政策成直接正相关关系，较为敏感。下文将对国内政策分为三个阶段来看。第一阶段，2007 年前我国的光伏项目都是政府主导的示范项目，主要依赖国际援助和国内扶贫项目的支持，没有标杆电价。随后一年我国相继出台了规范针对项目的核准电价，从而促使我国光伏发展进入到规范化、资源集聚化发展，区域发展模式尤为明显。第二阶段，我国光伏进入发展快车道，从原料端的产能产量到终端装机均成十倍增长。国家政策也涉入到各个关节，在第二阶段政策方面主要针对光伏上网电价形成标杆电价和指导电价为主，以及对于光伏每个环节的补贴也出台了相应的修正。第三阶段，光伏电价政策，特别是平价之前的电价政策，有效引导了电站、组件、电池片、硅料等全产业链上下游的投资预期、产能扩张预期，有力推动了上游制造业技术的持续进步。

表 1：我国光伏政策发展历程

阶段	定价方式	相关文件	相关内容
第一阶段 (2011 年以前)	核准定价	2009 年 5 月《国家发展改革委关于宁夏发电集团、上海华电公司太阳能光伏电站上网电价的批复》	国家发改委分三次核准了 8 个光伏电站项目的电价。其中前两次（2008 年和 2009 年）共 4 个项目，上海 2 个、内蒙古和宁夏各 1 个，批复的上网电价均为 4 元/kWh。2008 年的 1868 号文件应是最早采用标杆电价方式的商业化运行光伏项目。到 2010 年，宁夏 4 个项目的核准电价已降为 1.15 元/kWh。
		2010 年 4 月《国家发展改革委关于宁夏太阳山等四个太阳能光伏电站临时上网电价的批复》	
	招标定价	2007 年 11 月《国家发展改革委办公厅印发《关于开展大型并网光伏示范电站建设有关要求的通知》（发改办能源〔2007〕2898 号）》	2007 年 11 月 22 日，国家发展改革委办公厅印发《关于开展大型并网光伏示范电站建设有关要求的通知》（发改办能源〔2007〕2898 号），规定并网光伏示范电站投资者通过公开招标方式，以上网电价为主要条件进行选择，高出当地平均上网电价的部分通过可再生能源电价附加收入在全国进行分摊。2009~2010 年，国家能源局实施了两批特许权招标项目。其中，2009 年 3~6 月，国家能源局启动第一个敦煌 10 MW 光伏电站特许权招标。13 家投标单位的平均报价为 1.42 元/kWh，最低投标电价为 0.69 元/kWh，最后以 1.09 元/kWh 的上网电价中标。
		2008 年 6 月《中广核中标我国首个光伏并网发电特许权示范项目》	
第二阶段 (2011-2021)	统一标杆上网定价	2011 年 7 月国家发展改革委印发《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》（发改价格〔2011〕1594 号）	通过特许权招标确定业主的太阳能光伏发电项目，其上网电价按中标价格执行，中标价格不得高于太阳能光伏发电标杆电价；对非招标太阳能光伏发电项目实行全国统一的标杆上网电价，其中在 2011 年 7 月 1

			<p>日以前核准建设 2011 年 12 月 31 日建成投产、国家发展改革委尚未核定价格的太阳能光伏发电项目，上网电价统一核定为每千瓦时 1.15 元(含税，下同)；2011 年 7 月 1 日及以后核准的太阳能光伏发电项目，以及 2011 年 7 月 1 日之前核准但截至 2011 年 12 月 31 日仍未建成投产的太阳能光伏发电项目，除西藏仍执行每千瓦时 1.15 元的上网电价外，其余省（区、市）上网电价均按每千瓦时 1 元执行。</p>
	分区域标杆上网电价	2013 年 7 月国务院印发《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》（国发〔2013〕24 号）	<p>规定对分布式光伏发电实行按照电量补贴的政策，要求根据资源条件和建设成本，制定光伏电站分区域上网标杆电价，通过招标等竞争方式发现价格和补贴标准，并明确上网电价及补贴的执行期限原则上为 20 年。明确分布式光伏发电电价补贴标准为每千瓦时 0.42 元（含税），通过可再生能源发展基金予以支付，由电网企业转付。该政策适用于 2013 年 9 月 1 日后备案（核准），以及 2013 年 9 月 1 日前备案（核准）但于 2014 年 1 月 1 日及以后投运的光伏电站项目；电价补贴标准适用于除享受中央财政投资补贴之外的分布式光伏发电项目。光伏发电项目自投入运营起执行标杆上网电价或电价补贴标准，期限原则上为 20 年。发改价格〔2013〕1638 号文还鼓励通过招标等竞争方式确定光</p>
		2013 年 9 月 1 日后备案（核准）	

	补贴调整		光伏电站上网电价或分布式光伏发电电价补贴标准, 但通过竞争方式形成的上网电价和电价补贴标准, 不得高于国家规定的标杆上网电价和电价补贴标准。
		2015 年年底《国家发展改革委关于完善陆上风电光伏发电上网标杆电价政策的通知》(发改价格(2015)3044 号)	实行光伏发电上网标杆电价随发展规模逐步降低的价格政策。为使投资预期明确, 光伏发电先确定 2016 年标杆电价, 2017 年以后的价格另行制定。该文件于 2015 年 12 月 22 日发布, 自 2016 年 1 月 1 日起执行。
		2016 年《国家发展和改革委员会关于调整光伏发电陆上风电标杆上网电价的通知》(发改价格(2016)2729 号)	根据光伏产业技术进步和成本降低情况, 降低 2018 年 1 月 1 日之后投运的光伏电站标杆上网电价, I 类、II 类、III 类资源区标杆上网电价分别调整为每千瓦时 0.55 元、0.65 元、0.75 元(含税)。自 2019 年起, 纳入财政补贴年度规模管理的光伏发电项目全部按投运时间执行对应的标杆电价。2018 年 1 月 1 日以后投运的、采用“自发自用、余量上网”模式的分布式光伏发电项目, 全电量度电补贴标准降低 0.05 元, 即补贴标准调整为每千瓦时 0.37 元(含税)。采用“全额上网”模式的分布式光伏发电项目按所在资源区光伏电站价格执行。村级光伏扶贫电站(0.5 兆瓦及以下)标杆电价、户用分布式光伏扶贫项目度电补贴标准保持不变。
		2017 年《国家发展改革委关于 2018 年光伏发电项目价格政策的通知》(发改价格规〔2017〕2196 号)	

		2018 年《国家发展改革委、财政部、国家能源局关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》（发改能源〔2018〕823 号） 2018 年《国家发展改革委、财政部、国家能源局关于 2018 年光伏发电有关事项说明的通知》（发改能源〔2018〕1459 号）	自发文之日起，新投运的光伏电站标杆上网电价每千瓦时统一降低 0.05 元，I 类、II 类、III 类资源区标杆上网电价分别调整为每千瓦时 0.5 元、0.6 元、0.7 元（含税）；新投运的、采用“自发自用、余电上网”模式的分布式光伏发电项目，全电量度电补贴标准降低 0.05 元，即补贴标准调整为每千瓦时 0.32 元（含税）；符合国家政策的村级光伏扶贫电站（0.5 兆瓦及以下）标杆电价保持不变。该文件于 2018 年 5 月 31 日发布，自发布之日起执行。
		2019 年国家发展改革委《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》（发改价格〔2019〕761 号）	
		2020 年 3 月发布的《关于 2020 年光伏发电上网电价政策有关事项的通知》（发改价格〔2020〕511 号）	
第三阶段 (2021-至今)	分区域补贴调整		在 2019 年首次将集中式光伏电站标杆上网电价改为指导价后，国家发展改革委在 2020 年继续沿用该政策，对集中式光伏发电继续制定指导价，将纳入国家财政补贴范围的 I~III 类资源区新增集中式光伏电站指导价分别确定为每千瓦时 0.35 元（含税，下同）、0.4 元、0.49 元；若指导价低于项目所在地燃煤发电基准价（含脱硫、脱硝、除尘电价），则指导价按当地燃煤发电基准价执行。新增集中式光伏电站上网电价原则上通过市场竞争方式确定，不得超过所在资源区指导价。
	平价时代	2019 年 1 月国家发展改革委、国家能源局印发《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》（发改能源〔2019〕19 号）	要求开展平价上网项目和低价上网试点项目建设，推进建设不需要国家补贴执行燃煤标杆上网电价的风电、光伏发电平价上网试点项目（以下简称平价上网项目）

			目），引导建设一批上网电价低于燃煤标杆上网电价的低价上网试点项目（以下简称低价上网项目）。
		竞价内卷	2021年6月国家发展改革委印发的《关于2021年新能源上网电价政策有关事项的通知》（发改价格〔2021〕833号） 开启了集中式光伏电站和工商业分布式光伏项目的全面平价时代。文件规定，2021年起，对新备案集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目（以下简称“新建项目”），中央财政不再补贴，实行平价上网。2021年新建项目上网电价，按当地燃煤发电基准价执行；新建项目可自愿通过参与市场化交易形成上网电价，以更好体现光伏发电、风电的绿色电力价值。自此，集中式光伏电站和工商业分布式光伏项目正式迈进平价时代。
	低价时期	2024年广东省《关于2024年电力市场交易有关事项的通知》	要求自2024年1月起，省内220kV及以上电压等级的中调调管风电场站、光伏电站全部参与现货交易。
		2023年11月山东省发布的《支持新型储能健康有序发展若干政策措施》	要求以“2030年新能源全面参与电力市场交易”为目标，推动存量新能源联合配建储能高比例参与电力市场交易，根据市场化交易价格不同时间收购价格不同。
		2023年10月甘肃省发布的《甘肃省2024年省内电力中长期年度交易组织方案》	提出“新能源发电交易价格机制：新能源企业峰、谷、平各段交易基准价格为燃煤基准价格乘以峰谷分时系数（峰段系数=1.5，平段系数=1，谷段系数=0.5），各段交易价格不超过交易基准价。

来源：CPIA 地方政府工信部网站 国联期货研究所

2.2 未来政策导向明朗，推动解决行业痛点

不过，值得注意的是，近两年来，光伏装机量超预期完成，截至截至 2024 年 9 月底，全国累计太阳能发电装机容量约 7.7 亿千瓦，同比增长 48.3%。在高速增长的过程中，整个产业链的发展堵点与产业矛盾越显突出，例如：电网消纳和储能阶段性的限制。

2024 年国家发改委印发《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》（简称《意见》）提出，到 2025 年，配电网承载力和灵活性显著提升，具备 5 亿千瓦左右分布式新能源、1200 万台左右充电桩接入能力，配电网数字化转型全面推进，智慧调控运行体系加快升级；到 2030 年，基本完成配电网柔性化、智能化、数字化转型，有效促进分布式智能电网与大电网融合发展。

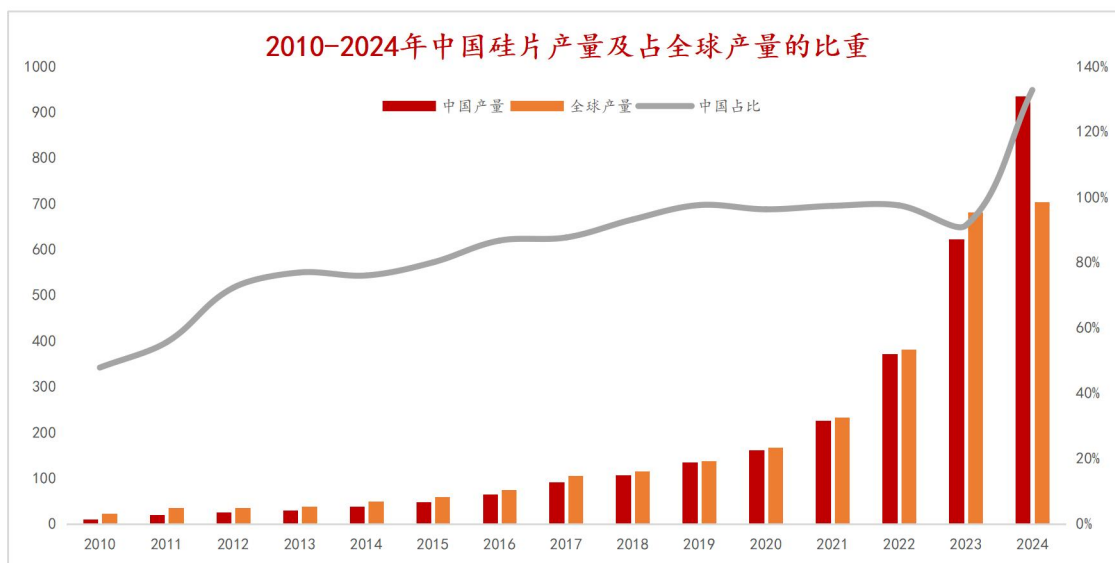
该《意见》重点解决新能源消纳问题，提升电网承载能力是关键之一，未来伴随合理配储以及长时储能的应用，分布式光伏建设与运营有望突破发展瓶颈。

三、硅片的行业概况

3.1 硅片产能扩张提速，中国占比全球主导地位

近年来，随着终端光伏装机需求的拉升，直接拉动了光伏各个环节的产能扩张，其中包括硅片在内的需求，从全球发展格局来看，我国硅片产能产量规模扩张速度较快，占比全球比例呈现逐年增长态势。截至 2023 年底，全球硅片总产能约为 974.2GW，其中中国大陆的产能约为 953.6GW，占比高达 97.9%。全球生产规模前十的硅片企业总产能达到 831GW，约占全球总产能的 85.5%。

图 2：2010-2024 年中国硅片产量及占全球产量的比重



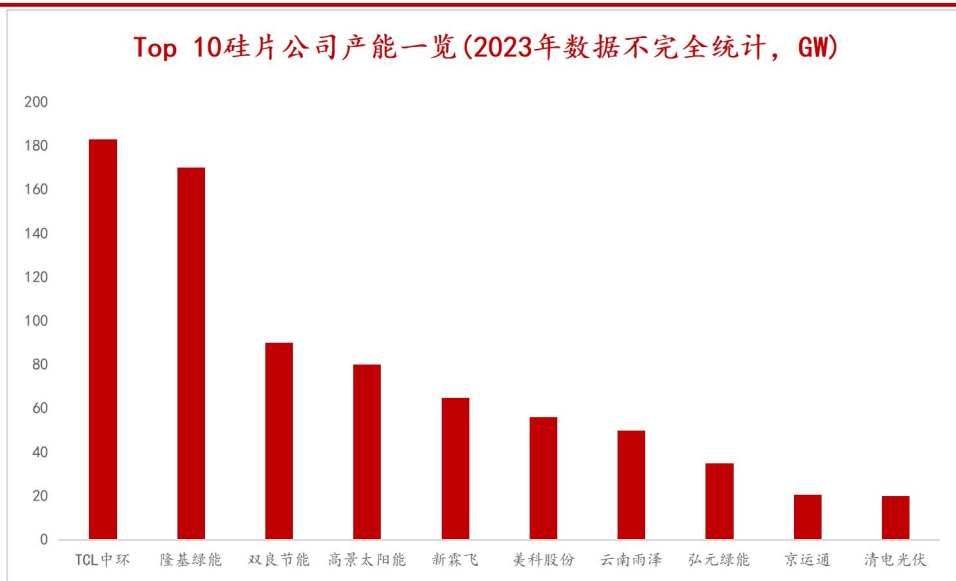
来源：CPIA 国联期货研究所

3.2 中国硅片的分布格局及竞争格局

2023 年，我国大陆硅片产能约 953.6GW，同比增长 46.6%；产量约 668.3GW，同比增长 80%，占全球硅片产量的 98.1%，在全球硅片领域占据绝对主导地位。这主要是由于大量新项目的投放。此轮扩产进程中，隆基绿能、TCL 中环这两家专业化硅片巨头以及晶科能源等组件一体化厂商贡献了主要增量。据上市公司 2023 年年度报告，2023 年末隆基绿能自有硅片产能达到 170GW，而 2022 年末其单晶硅片产能在 133GW 左右，TCL 中环的光伏单晶产能也从 2022 年底的 140GW 提升至 2023 年底的 183GW。

2023 年，全球生产规模前十的硅片企业总产能达到 831GW，约占全球总产能的 85.5%。从产能规模看，目前产能规模靠前的专业化硅片厂商排名为 TCL 中环、隆基绿能、双良节能、高景太阳能、新霖飞、美科股份、云南雨泽、弘元绿能、京运通和清电光伏。专业化硅片厂商之外，还有晶科能源、晶澳科技等一体化厂商，2023 年底，两家公司的硅片产能均已达 85GW 左右，产能规模已与高景太阳能、双良节能等专业化厂商持平。

图 3：Top 10 硅片公司产能一览



来源：网络资源 国联期货研究所

3.3 硅片上下游一体化建设介绍

通过一体化+专业化的观察，我们可以发现产能利用率，是硅片的毛利率的重要指标，所以未来供过于求的环境下，一体化厂商可以控制自己的产能利用率，而专业化厂商只能去打价格战，或者降低产能利用率。

一体化厂商：隆基、晶澳科技、晶科、天合光能

专业化厂商：中环、江苏环太（包头美科）、京运通、上机数控（弘元新材料）、双良节能、高景太阳能、宇泽（江西+云南）

表 2：单晶硅片企业产能统计表

单晶硅片企业产能统计表 (GW)									
类型	公司	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022E	2023E
深度一体化	隆基股份	8	15	28	42	85	105	135	190
	晶澳科技		3	3	8	18	35	40	72
	晶科能源		3	6	12	20	32	50	75
一体化	通威股份+天合光能							15	50
	阿特斯					4	6	11	35
	保利协鑫				2	2	7	10	50
	华耀光电（亿晶）						3	9	9
专业化	中环股份	4	10	29	33	58	85	140	180
	阳光能源	2	2	5	5	5	5	14.6	17
	江苏环太（包头美科）				2	5	18	12	12
	京运通				3	8	15	20	40
	上机数控（弘元新材料）				5	8	26	35	70
	双良节能						20	40	40
	高景太阳能						15	30	75
	宇泽（江西宇泽+云南宇泽）					3	3	20	35
	浙江砂盛（宁夏砂盛）				0.5	0.5	4	4	
新势力	安徽阜兴（和邦生物）							20	20
	三一重工						-	-	-
	内蒙豪安						7	12	10
	东方希望						-	-	-
	江苏晶品						1	5	12
	宇晶股份							10	25
	宝丰能源							-	2.5
	航天机电							1	1
	华民股份							-	15

来源：各公司公告 国联期货

3.4 P 型向 N 型产能结构调整，将加速劣汰产能出清

从硅片产能分阶段来看：

短期（静态产能）：根据中国光伏行业协会统计，2023 年全国硅片产量约为 622GW，2023 年末全国硅片产能大于 800GW；硅片环节呈现总体产能大于实际需求、过剩矛盾凸显，短期产能优胜劣汰的特点。

中长期来看（动态产能）：根据 CPIA 数据显示，2024 年至 2030 年期间，全球光伏新增装机量将出现明显增长，2024 年、2026 年、2030 年全球光伏新增装机量将分别达到 390~430GW、443~511GW、512~587GW。根据产业链吨耗占比来看，硅片需求仍小于供应增量，按照上述装机需求量与之对应硅片需求分别是 575~634GW、653~753GW、755~865GW。而 2023 年硅片的有效产能的产量在 622GW，短期呈现趋于平衡状态，但未来的市场需求走扩下，市场供需缺口仍然存在。

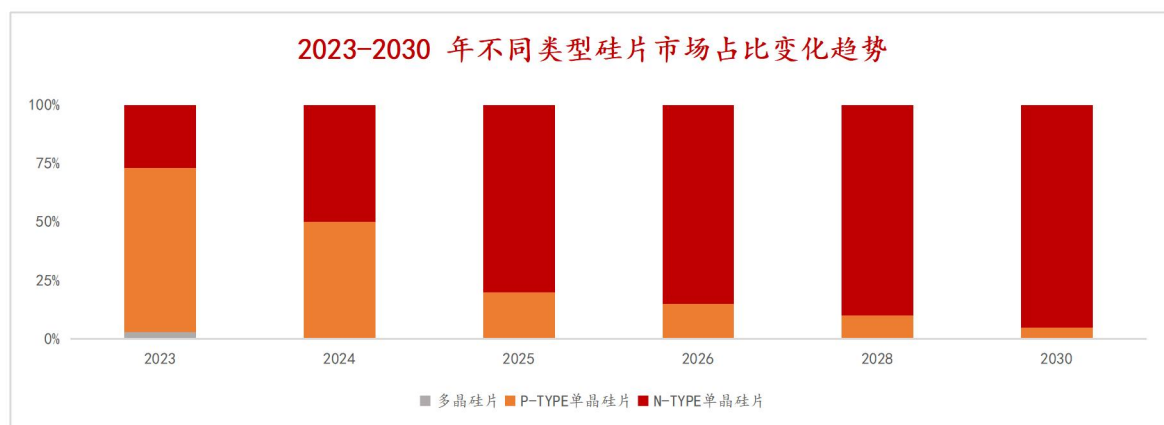
从硅片的产能结构来看，随着光伏技术迭代，目前，N 型硅片已经取代 P 型硅片，成为硅片行业的“主流”根据光伏行业协会预测，从 2024 年开始，N 型电池占比将接近 75%，成为市场主流。这意味着相应的 N 型硅片市场占比超 75%，成为市场主流。而 N 型高效硅片产能仍显不足，行业先进产能的释放预计将推动低效或无效产能逐步淘汰。

一方面，在 N 型硅片需求方面，由于 P 型单晶已接近 24.5%左右的量产效率极限，进一步挖掘潜力的空间较小，N 型单晶产品由于效率提升潜力较大，成为行业公认的下一代主流技术路线，未来将逐步成为市场主流，长期 N 型高效硅片需求超过 700GW。

在 N 型硅片供给方面，根据中国光伏行业协会统计，2023 年市场上 N 型硅片产量占比已从 2022 年的 10.0%翻倍增长至 24.7%，但 N 型硅片产量规模仍较小、仅约 154GW(即有效 N 型硅片产能)，无法满足 2024 年 302GW 的 N 型硅片市场需求。目前，N 型硅片的切片产能不足，切割良率仍存在进一步提升空间。

综上，从动态来看，现有硅片产能仍不能满足日益增长的光伏应用市场需求，从硅片产能结构来看，N 型高效硅片产能仍显不足。

图 4：2023-2030 年不同类型硅片市场占比变化趋势



来源：各公司公告、国联期货研究所

3.5 硅片的生产工艺：硅片平整度、缺陷、沾污参数尤为重要

从硅片的生产工艺方面，硅片形成主要通过三个步骤：

原料提纯：通过多晶硅原料进行加工（清洗、研磨、筛分）使其硅元素的纯度和均匀性达到制备要求形成硅棒和硅锭，也就是第二个步骤；

制备硅棒：在制备硅棒工艺，主要是通过直拉法拉至成单晶硅棒或者铸锭法形成多晶硅锭；

切割硅片：将形成的硅棒或者硅锭进行机械或者化学切割，从而得到硅片；值得注意的是，在切片过程中，需要注意硅片平整度、缺陷、沾污等参数。

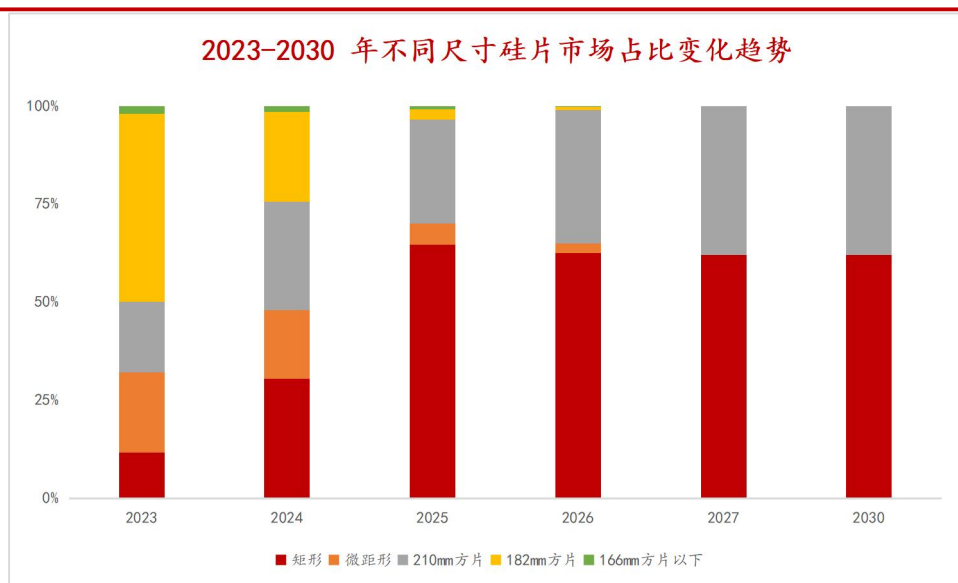
光伏硅片成本大概可以分为硅料成本，长晶成本和切割成本，其中硅料成本占比最大。在切片环节，成本大概包括设备成本和耗材成本等，厂商可以通过提高出片量来分摊成本。

讨论硅片生产对多晶硅的需求时，除了硅片的产能产量情况，还需关注单位硅片对多晶硅的消耗量，可简称为耗硅量。耗硅量具体是指生产每公斤方棒所消耗的多晶硅原料量，与生产过程中的硅材料损耗关系密切，包括拉晶过程中的损耗、投料与坩埚破碎及配件处理的损耗、坩埚内残留物料中含硅部分与机械加工损耗等。据 CPIA 数据，2023 年铸锭耗硅量为 1.08kg/kg，拉棒耗硅量为 1.061kg/kg，与 2022 年基本持平。往后看，随着生产工艺优化、材料回收利用率提升，硅片生产耗硅量有望进一步下滑。

3.6 单晶硅片大尺寸化、薄片化进程加快，N 型硅片薄片化潜力更大

在降本和提效的双重因素驱动下，大尺寸和薄片化已成为硅片环节的主要发展方向。“大尺寸”通过直接增大硅片面积，摊薄光伏产业链各环节的加工成本，降低 BOS 成本，进而实现降低光伏发电度电成本。166mm 及以下、182mm 方片以及微矩形硅片占比分别为 2.0%、47.7%、20.3%，但接下来几年占比都将逐步减少，预计 166mm 及以下尺寸硅片 2026 年左右将退出市场，而 182mm 方片和微矩形片 2028 年或将淡出市场；2023 年，210mm 方片及矩形尺寸硅片市场占比分别为 20%、10%，以目前来看，两者可能成为未来的市场主流尺寸，市场占比或将迅速增长，但仍需要市场的不断验证。

图 5：2023-2030 年不同尺寸硅片市场占比变化趋势



注:166mm 及以下尺寸硅片主要包括:M2 单晶硅片、标准多晶硅片、157mm 多晶硅片:161.7mm 全方片 161.7mm 类方片、163mm 类方片、166mm 类方片硅片等:微矩形尺寸硅片主要包括:182mm*183.75mm、182mm*185.3mm 等:矩形尺寸硅片主要包括:矩形 182mm*188mm、182mm*191.6mm、182mm*199mm、182mm*210mm 等

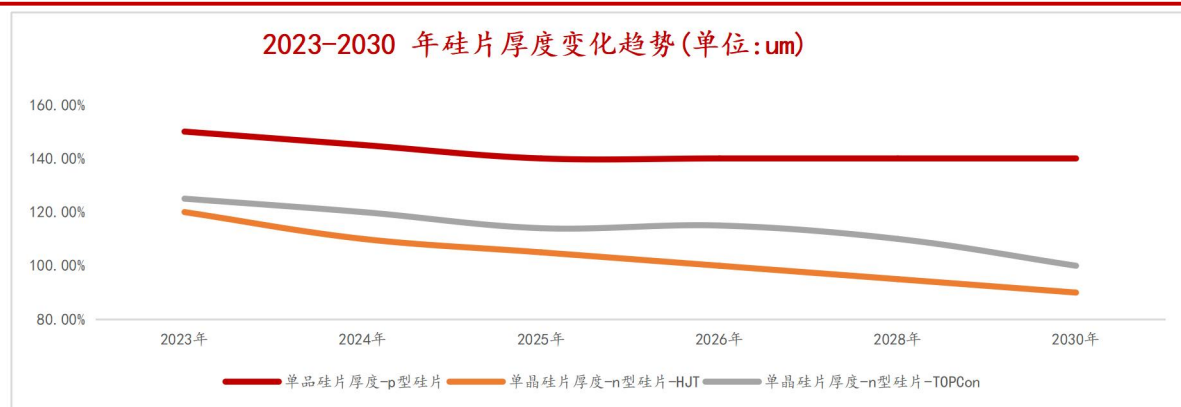
来源: CPIA 国联期货研究所

3.7 大功率薄片化到来，降低多晶硅需求增量

“薄片化”能够有效减少单片耗硅量，在金刚线切割技术的助力下，已成为硅片企业共同瞄准的技术降本方向。根据中国光伏行业协会数据，2023 年多晶硅片平均厚度为 170 μ m，P 型单晶硅片平均厚度在 150 μ m 左右。其中硅片厚度每下降 1 μ m，可带来 0.44%硅料成本节约。与此同时，N 型硅片厚度下降潜力显著高于 P 型硅片，2023 年用于 TOPCon 电池的 N 型硅片平均厚度为 125 μ m，用于 HJT 电池的硅片厚度约 120 μ m。N 型超薄硅片更符合行业对快速降本的诉求，渗透率有望快速提升。

2023-2030 年硅片厚度变化趋势(单位:um)

图 6: 2023-2030 年硅片厚度变化趋势



注:单晶硅片厚度-n 型硅片-HIT 以异质结半片硬片为基准

来源: CPIA 国联期货研究所

四、电池片行业概况

4.1 各类晶硅电池片的释义区别

光伏电池是硅片经过镀膜、掺杂等流程后所生成的,是实现光电转换的关键装置,直接影响着下游光伏组件的发电效率和使用寿命。电池片是光伏太阳能光电转换的重要器件,随着今年来的技术发展,迭代更新,市面上电池片类型鱼龙混杂,其具体分类如下:

表 3: 各种晶硅电池释义

名称缩写	各种晶硅电池释义
Al-BSF	铝背场电池(Aluminium Back Surface Field)一为改善太阳能电池的效率,在 p-n 结制备完成后,在硅片的背光面沉积一层铝膜,制备 P+层,称为铝背场电池。
PERC	发射极钝化和背面接触(Passivated Emitter and Rear Contact)一利用特殊材料在电池片背面形成钝化层作为背反射器,增加长波光的吸收,同时增大 p-n 极间的电势差,降低电子复合,提高效率。
TOPCon	隧穿氧化层钝化接触(Tunnel Oxide Passivated Contact)在电池背面制备一层超薄氧化硅,然后再沉积一层掺杂硅薄层,二者共同形成了钝化接触结构。
HJT	具有本征非晶层的异质结(Heterojunction Technology)一在电池片里同时存在晶体和非晶体级别的硅,非晶硅的出现能更好地实现钝化效果。
IBC	交指式背接触(Interdigitated Back Contact)一把正负电极都置于电池背面,减少置于正面的电极及阻挡一部分入射光带来的阴影损失。
MWT	金属穿透电极技术(Metal-wrap through)一通过在电池片上开孔并填充导电浆料而将电池正面电极引到背面,使得电池片的正、负电极均位于电池背面,从而发挥电池组件的低挡光、低应力衰减、不含铅等优势。
HBC	异质结背接触(Heterojunction Back Contact)一利用异质结(HJT)电池结构与交指式背接触(IBC)电池结构相结合,形成的新型太阳电池结构。这种电池结构结合了 IBC 电池高的短路电流与 HIT 电池高的开路电压的优势因此能获得更高的电池效率。

TBC	隧穿氧化层钝化背接触(Tunneling Oxide Passivated Back Contact)利用隧穿氧化层钝化接触(TOPCon)电池结构与交指式背接触(IBC)电池结构相结合,形成的新型太阳电池结构。这种电池结构结合了 IBC 电池高的短路电流与 TOPCon 优异的钝化接触特性,因此能获得更高的电池效率
-----	---

来源: CPIA 国联期货研究所

4.2 各种电池技术平均转换效率

2023 年,规模化生产的 p 型 BSF 多晶黑硅电池平均转换效率达到 19.7%,较 2022 年提高 0.2 个百分点;p 型 PERC 多晶黑硅电池平均转换效率达到 21.4%,较 2022 年提高 0.3 个百分点;p 型 PERC 铸锭单晶电池平均转换效率达到 22.7%,较 2022 年提高 0.2 个百分点。多晶产品下游需求不强,不能提供效率提升的动力,转换效率增长点主要由硅片质量提升所带来,未来效率也将基本维持现状,不会有较大提升。2023 年,p 型单晶电池均采用 PERC 技术,平均转换效率达到 23.4%,较 2022 年提高 0.2 个百分点;n 型 TOPCon 电池平均转换效率达到 25.0%,异质结电池平均转换效率达到 25.2%,两者较 2022 年均有较大提升。未来随着生产成本的降低及良率的提升,n 型电池将会成为电池技术的主要发展方向之一,效率也将较快提升。

表 4: 各种电池技术平均转换效率

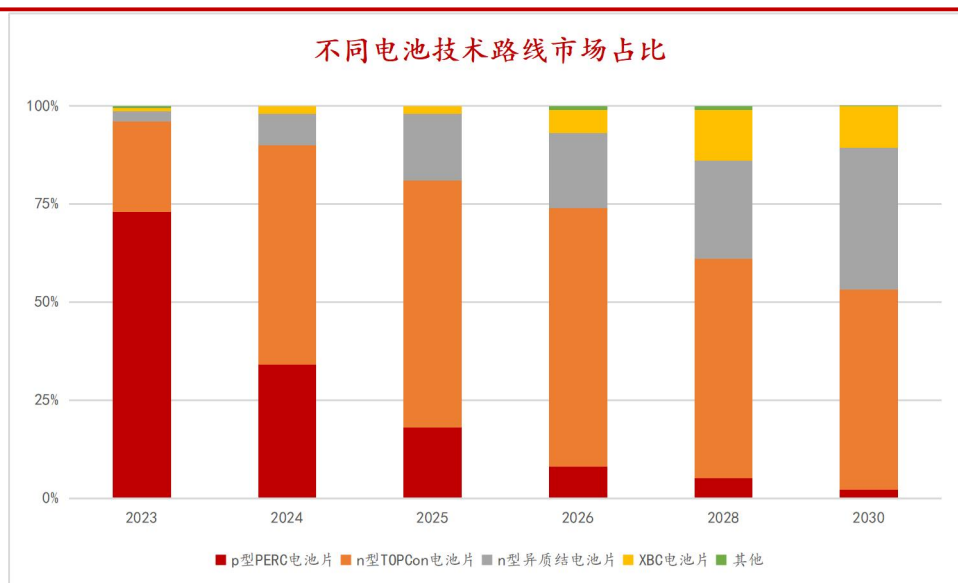
分类		2023	2024	2025	2026	2028	2030
p 型单晶	PERCp 型单晶电池	25.00%	23.60%	23.70%	23.80%	23.90%	24.00%
	TOPCon 单晶电池	25.00%	25.40%	25.70%	26.00%	26.30%	26.50%
n 型单晶	异质结电池	25.20%	25.80%	26.20%	26.40%	26.60%	26.80%

来源: CPIA 国联期货研究所

4.3 不同电池技术路线市场占比

据 CPIA 统计,2023 年,新投产的量产产线以 n 型电池片产线为主。随着 n 型电池片产能陆续释放,PERC 电池片市场占比被压缩至 73.0%。n 型电池片占比合计达到约 26.5%,其中 n 型 TOPCon 电池片市场占比约 23.0%,异质结电池片市场占比约 2.6%,XBC 电池片市场占比约 0.9%,相较 2022 年都有大幅提升。2023 年,BSF 产品以及 MWT 产品电池片市场占比约 0.5%。

图 7: 不同电池技术路线市场占比

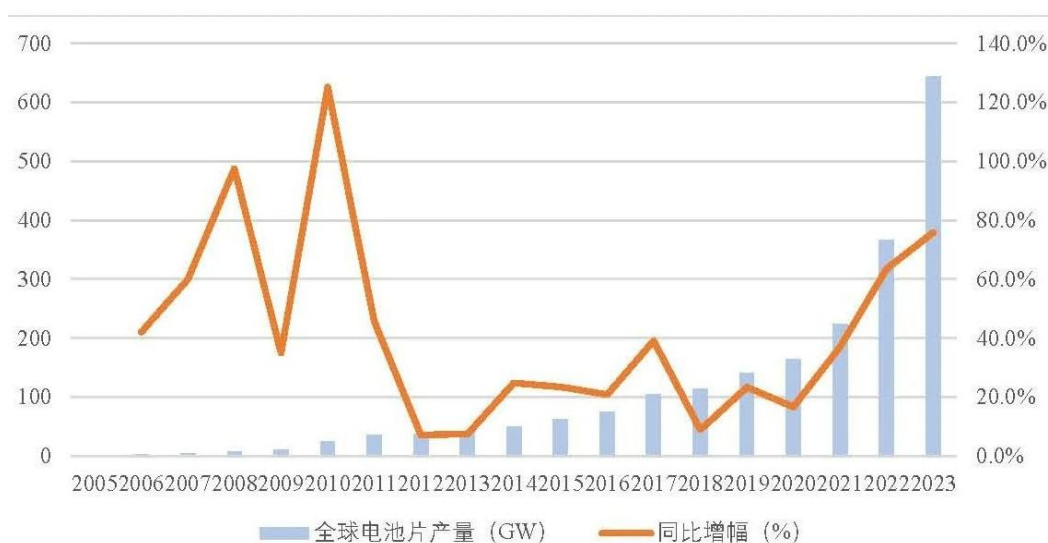


来源：CPIA 国联期货研究所

4.4 电池片产能产量变化趋势

电池片是硅片的直接下游，是组件端的上游，随着近年来组件端的需求扩张，其上游电池片的供应产能也逐步增扩。根据中国光伏行业协会统计，截至 2023 年底，全球电池片总产能达到 1032GW，突破 TW 大关；全球电池片总产量达 643.6GW。值得一提的是，2023 年 n 型电池表现出色。2023 年，我国大陆地区电池片总产能实现显著增长，达到 929.9GW。在产能分布上，前十名企业的合计产能为 628.9GW，占据了全国总产能的 67.6%。2023 年我国大陆地区电池片产量约为 591.3GW。TOPCon 产能加速扩张，成为新增产能主流，多主栅技术持续助力电池成本下降，自动化程度不断提升。

图 8：2005-2023 年全球电池片产量变化情况（单位：GW）



来源：国联期货研究所

4.5 N 型电池企业快速扩产

电池片制备技术变革带来的电池光电转换效率提升是光伏发电成本下降的重要路径之一。在相同的光照条件下，电池的光电转换效率越高，发电量就越多，对应光伏发电的单瓦成本就越低，越有利于太阳能发电系统的推广应用。因此，提升光电转换效率是电池片行业技术研发的重点方向。发射极及背面钝化 (PERC) 电池技术具有高转化效率、制程相对简单、设备和工艺成熟等优势，已成为目前主流的高效技术路线，但 2023 年单晶 PERC 电池量产平均转换效率达到 23.4%，已接近 24.5% 的量产效率极限；其他高效电池技术包括隧穿氧化层钝化接触 (TOPCon) 电池技术、交指式背接触 (IBC) 电池技术、异质结 (HJT) 电池技术等 N 型高效电池技术，具有更大的效率提升潜力，量产转换效率有望达到 28%。根据中国光伏行业协会数据，2023 年 N 型电池占比已从 2022 年的 9.1% 大幅提升至 26.5%。2023 年末 TOPCon 电池、HJT 电池、BC 电池产能分别约 475GW、62GW、58GW，预计至 2024 年末产能分别达到 798GW、84GW、104GW，即长期 N 型高效硅片需求接近 1,000GW。因此，高效电池技术的发展和有效应用将有效拉动对上游高效硅片的需求。

4.6 电池片的竞争格局

近年来，以通威股份、爱旭股份、中润光能、捷泰科技、润阳股份为首的电池片厂商不断扩大产能规模，根据 Infolink 数据，上述五家厂商在 2023 年的电池片出货量排名全球前五，合计出货接近 182GW，同比增长 56%。与此同时，一体化厂商也加速电池片扩产，将电池片作为配套环节以增强主业的盈利能力和风险防控能力。

五、组件行业概况

光伏组件是将玻璃、EVA、电池、EVA、背板敷设并层压所生成的，组件发电效率主要取决于其电池片的转换效率，此外还受到电池发电量与在并网接入点输出电量之间差额的影响。因此，提高组件发电能力的关键在于电池片技术，通常 n 型单晶组件平均功率高于 p 型单晶组件，近两年 n 型组件崛起逐渐压缩 p 型组件市占率。

5.1 不同类型组件功率

2023 年，多晶产品提升需求不大，功率基本维持去年水平，常规多晶黑硅组件功率约为 355W，PERC 多晶黑硅组件功率约为 425W，PERC 铸锭单晶组件约为 450W。采用 166mm 尺寸 72 片 PERC 单晶电池的组件功率达到 460W；采用 182mm 尺寸 72 片 PERC 单晶电池的组件功率达到 555W；采用 210mm 尺寸 66 片的 PERC 单晶电池的组件功率达到 665W。采用 182mm 尺寸 72 片 TOPCon 单晶电池组件功率达到 580W。采用 210mm 尺寸 66 片异质结电池组件功率达到 710W。

表 5：2023-2030 年不同类型组件功率变化趋势

2023-2030 年不同类型组件功率变化趋势							
	晶硅电池组件平均功率 (W)	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年
p 型单晶	PERCP 型单晶组件(182mm)	555	560	565	565	570	570
	PERCP 型单晶组件(210mm)	665	670	675	680	680	685
n 型单晶	TOPCon 单晶组件	580	585	590	600	605	610
	异质结组件(210mm)	710	720	740	745	750	755

注:1、本指标均以采用 1188 的 PERC 电池片、采用 1688 的 TOPCon 电池片的单玻单面组件为基准，双面组件为正面功率
 2. P 型 PERC 单晶组件(210mm)和骨质结组件(210mm)以 66 片为基准，其他组件均以 72 片为基准：
 3、非特殊注明，均以 182mm 尺寸电池为基准；
 4、以上组件均采用半片封装形式

来源：GPIA 国联期货研究所

5.2 组件竞争格局与市占率

从产业规模方面来看，截至 2023 年底，全球组件产能和产量分别达 1103GW、612.2GW，同比分别增长 61.6%、76.2%，继续保持快速增长。从组件生产类型来看，晶硅组件依然是市场主流。从组件产业布局来看，全球光伏组件生产制造重心仍然在中国大陆，中国大陆产能达到 920GW，约占全球总产能的 83.4%；产量达到 518.1GW，约占全球总产量的 84.6%。

从企业生产情况来看，2023 年，组件环节产业集聚度出现一定程度的下降。TOP5 企业市场占有率降低 7.1 个百分点比，至 50.1%。进入前五的规模门槛显著高于前十，第五名产能从 2022 年的 32.2GW 提高到了 2023 年的 50GW。从全球组件出货情况来看，2023 年前十家企业组件出货量 409.9GW，相比去年 251.4GW 规模的出货量，同比增长超过 63.0%，TOP10 的门槛超过 16GW。

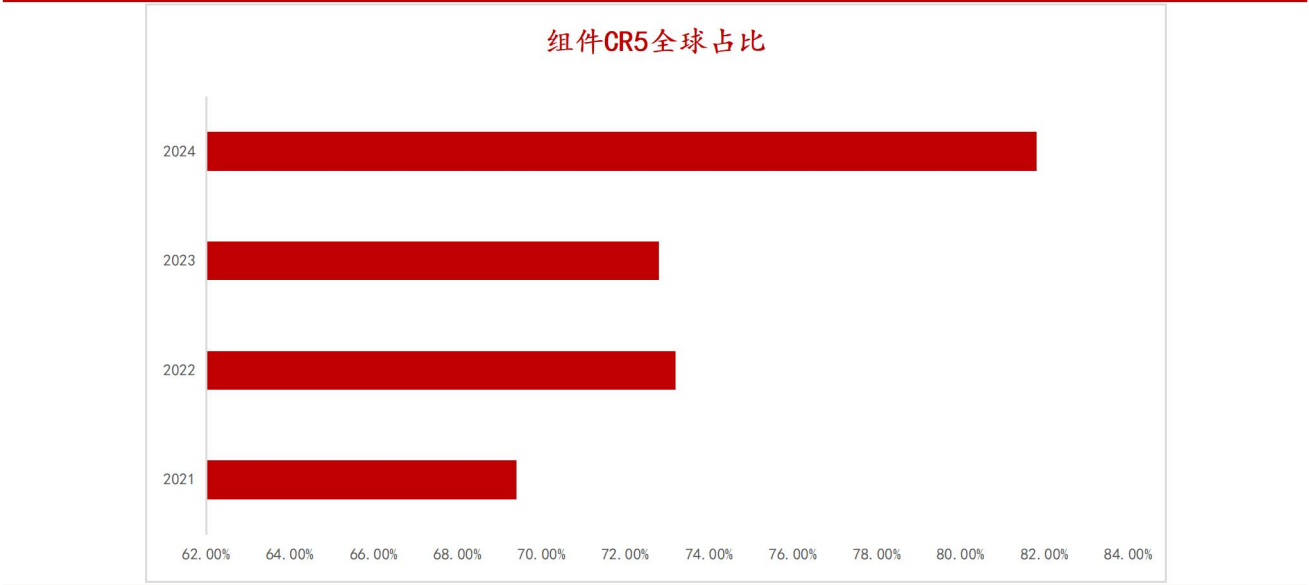
表 6：组件竞争格局与市占率

组件竞争格局与市占率												
排名	企业	2021		2022			2023			2024E		
		销量 /GW	市占 率	企业	销量 /GW	市占 率	企业	销量 /GW	市占 率	企业	销量 /GW	市占 率
1	隆基	38.5	17%	隆基	46.1	14%	晶科	78.5	14%	晶科	100.0	15%
2	天合	24.8	11%	晶科	44.3	13%	隆基	67.5	12%	天合	85.0	13%
3	晶澳	24.5	11%	天合	43.1	13%	天合	65.2	12%	晶澳	85.0	13%
4	晶科	22.2	10%	晶澳	38.1	11%	晶澳	53.1	9%	隆基	80.0	12%
5	阿特斯	14.5	7%	阿特斯	20.7	6%	通威	31.1	6%	通威	45.0	7%
6	日升	8.1	4%	日升	14.5	4%	阿特	30.7	5%	阿特	37.0	6%

							斯			斯		
7	尚德	7.0	3%	正泰	13.5	4%	正泰	28.0	5%	正泰	35.0	5%
8	正泰	6.3	3%	First Solar	9.0	3%	日升	19.0	3%	一道	25.0	4%
9	中环	4.2	2%	韩华	8.0	2%	一道	18.0	3%	协鑫	20.0	3%
10	海泰新能	3.1	1%	通威	7.9	2%	协鑫	16.4	3%	日升	20.0	3%
11	其他	67.5	31%	其他	89.8	27%	其他	152.4	27%	其他	118.0	18%

来源：CPIA 国联期货研究所

图 9：组件 CR5 全球占比



来源：国联期货研究所

5.3 中国光伏企业海外布局情况分析

近年来，我国光伏组件凭借成本、技术等优势，扬帆出海势头正盛。一方面，我国组件出口量在国内总产量中占据一定比重。据 SMM 数据，2023 年，我国光伏组件总产量约为 509.6GW，组件出口量约为 203.6GW，占比在 40%左右。2024 年 1-6 月，我国光伏组件总出口量约为 135.6GW，同比增长约 27.2%，主要是由于我国光伏组件行业在全球范围内突出的技术、产能优势，以及海外新能源发电目标下对于光伏组件的需求增长。

随着过去几年美国贸易保护主义对中国光伏产品的影响逐渐加重，国内光伏企业布局东南亚产能愈发积极，东南亚地区成为了中国光伏产品向欧美国家出口的“中转站”，例如东方日升、隆基绿能均在马来西亚布局了组件产能，以满足当地和出口的需求。

表 7：我国光伏头部企业(包括辅材、设备)在东南亚产能布局情况

我国光伏头部企业(包括辅材、设备)在东南亚产能布局情况				
公司名称	产能所在地	硅片 (GW)	电池片 (GW)	组件 (GW)
晶科能源	马来西亚	—	7	7
	越南	7	8	8
隆基绿能	马来西亚	4.1	3	3
	越南	—	3	7
天合光能	越南	6.5	4.5	5
	泰国	—	1.3	1.25
晶澳科技	马来西亚	—	1.5	—
	越南	1.5	3.5	3.5
阿特斯	越南	—	—	1
	泰国	—	4	3.5
东方日升	马来西亚	—	3	3
正泰新能源	泰国	—	1.5	1.5
中盛光电	越南	2	—	
海泰新能	越南	—	—	1.5
协鑫科技	越南	—	0.6	
尚德电力	印度尼西亚	—	0.5	0.5
阳光能源	泰国	10GW 逆变器		
福莱特	越南	2.5 亿平方米光伏胶膜、背板等		
	泰国	1 亿平方米光伏胶膜、背板等		
福斯特	越南	2.5 亿平方米高效电池封装胶膜		
金晶科技	马来西亚	2500 万平方千米太阳能玻璃		
旗滨集团	马来西亚	2 条 1200t/d 光伏玻璃生产线		

来源：国联期货研究所

5.4 关注美国启动对东南亚四国的双反调查以及加征关税的可能性

未来组件厂商出海方向或将向中东、美洲转移；美国针对东南亚四国双反仲裁基本 上已确定，大概率会将税率拉高致东南亚四国组件成本与美国本土产组件成本持平 或更高，而美国本土装机需求预计受到本次双反政策影响较小。目前东南亚组件厂 面临着较大的关停风险，因美国双反仲裁存在追溯性，且对未来所采用的税率仍有 较高不确定性，各大厂商选择停机检修或直接关停。未来组件厂商出海方向将向中 东、美洲转移。

表 8：近年来美国对我国的双反政策

近年来美国对我国的双反政策			
美国贸易保护条款	关键节点	贸易保护内容	
第一轮“双反”	立案时间:2011.11 初裁(反补贴):2012.03 初裁(反倾销):2012.05 终裁(双反):2012.10	反美国商务部宣布将对中国输美太阳能电池展开反倾销和反补贴“双反”调查,随即要求中国光伏制造商对出口美国的电池片、组件纳脱率。 倾销税:1832%-249.96%; 反补贴税:14.78%-15.97%	
第二轮“双反”	立案时间:2014.01 初裁:2014.07 终裁:2014.12	中国大陆产品 反倾销 税:26.71%-165.04% 反补贴 税:27.64%-49.79%	中国台湾产品 反研 税:-26.71%-165.04% 反补贴 税:11.45%-27.55%
反规避调查	立案时间:2022.03 东南亚美税暂停:202206 初裁:2022.08 终裁(原定)2023.05 终裁(廷至)中 2023.08	范围:东南亚(柬埔寨、马来西亚、泰国、越南);对该地区进口光伏产品进行审查,以避免制造商规避对反倾销和反补贴(AD/CVD)关税。 <small>东南亚关税暂停:</small> 美国白宫提权商务部暂停对在柬埔寨、马来西亚、泰国和越南当地生产的太阳能电池及组件征收ADVCVD关税,期最长为24个月。(2022年11月15日-2024年6月6日);豁免期结束后需在2024年12月3日完成组件安装。	
201 关税	启动调查:2017.05 初裁:2017.09 终裁:2017.11 启动(特朝普):2018.02	范围:全球(有在个别豁免国,如索寨、加拿大、新加坡) 税率:从2018年开始,首年30%,每年下降5%。每年2.5GW电池豁免; 从2021年开始,从15%提升至18%;2021年11月宣布恢复15%。	
201 关税 延长	延长(拜登):2022.02 签订MOU:2022.07	范围:全球(存在个别都免国);税率:从2022年开始,首年14.75%并逐年下降0.25%,每年进口电池免征额度提升至5GW,排除双质组件。 加美墨三国签订谅解备忘录(MOU), <small>美国取消对加拿大、墨西哥制造的光伏产品的关税</small>	

双面组件税率		税率变化: 开始征收关税:30%(2018.02) 豁免关税:0%(2019.06) 取消豁免:25%(2019.10) 豁免关税:0%(2019.12) 取消豁免:20%(2020.04) 豁免关税:0%(2020.05) 取消豁免:20%(2020.10) 维持征税:18%(2021) 豁免关税:0%(2021.11)
301 关税	启动调查:2017.08 初裁:2018.04 终裁:2018.09	即中美贸易摩擦,对中国 2000 亿美元贸易额产品加征 25%关税;由于美国通胀高企,存在取消预期。
非疆制造	WRO 发布:2021.06	涉疆暂扣令 WRO: 禁止从合盛硅业及其子公司进口金属硅,以及使用了合盛硅业硅材料衍生或生产的货物和光伏产品。
	UFLPA 发布:2022.06	实体清单 UFLPA: 合盛硅业、大全新能源、东方希望、协鑫等企业在疆产能限制出口美国。

来源:国联期货研究所

免责声明

本报告中信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述期货操作的依据。由于报告在撰写时融入了研究员个人的观点和见解以及分析方法，如与国联期货发布的其他信息有不一致及有不同的结论，未免发生疑问，本报告所载的观点并不代表国联期货公司的立场，所以请谨慎参考。我公司及其研究员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

本报告所提供资料、分析及预测只是反映国联期货公司在本报告所载明日期的判断，可随时修改，毋需提前通知。

本报告版权归国联期货所有。未经书面许可，任何机构和个人不得进行任何形式的复制和发布。如遵循原文本意的引用，需注明引自“国联期货公司”，并保留我公司的一切权利。

国联期货研究所