



华泰期货
HUATAI FUTURES

期货研究报告|多晶硅白皮书系列 2024-03-21

多晶硅产业链简介

研究院 新能源&有色组

研究员

陈思捷

☎ 021-60827968

✉ chensijie@htfc.com

从业资格号: F3080232

投资咨询号: Z0016047

师橙

☎ 021-60828513

✉ shicheng@htfc.com

从业资格号: F3046665

投资咨询号: Z0014806

穆浅若

☎ 021-60827969

✉ muqianruo@htfc.com

从业资格号: F03087416

投资咨询号: Z0019517

联系人

王育武

☎ 021-60827969

✉ wangyuwu@htfc.com

从业资格号: F03114162

投资咨询业务资格:

证监许可【2011】1289号

报告摘要

多晶硅是以工业硅为原料经一系列的物理化学反应提纯后达到一定纯度的非金属材料，其位于工业硅的下游，同时处于整条光伏及半导体产业链的上游。

自2020年9月中国明确提出2030年“碳达峰”与2060年“碳中和”目标后，中国采取了优化能源结构、提高能源利用效率、发展可再生能源、实施绿色低碳消费战略等多项措施。作为光伏产业的核心原材料，多晶硅市场也进入快速发展阶段

考虑到多晶硅期货即将挂牌上市，本文作为多晶硅白皮书系列专题第一篇，将主要从多晶硅产业链、基础知识、上下游情况等方面对多晶硅进行介绍，帮助投资者们进一步了解多晶硅基础知识。

目录

报告摘要	1
多晶硅产业链	4
上游环节：工业硅	5
中游环节：多晶硅	6
基础概述	6
分类标准	6
生产工艺	9
价格走势	12
下游环节：光伏产业及半导体	13
光伏产业—太阳能级多晶硅	13
半导体产业—电子级多晶硅	15
行业特征	16

图表

图 1: 多晶硅产业链	4
图 2: 工业硅产业链	5
图 3: 2022 年中国工业硅消费占比 单位: %	5
图 4: 2022 年全国工业硅消费占比 单位: %	5
图 5: 颗粒状多晶硅	6
图 6: 块状多晶硅	6
图 7: 多晶硅主要分类	7
图 8: 多晶硅致密料	8
图 9: 多晶硅菜花料	8
图 10: 多晶硅珊瑚料	8
图 11: 中国多晶硅价格走势 单位: 千克/元	8
图 12: 改良西门子工艺流程	10
图 13: 硅烷流化床法	10
图 14: 中国多晶硅价格走势 单位: 千克/元	12
图 15: 中国单晶硅片价格走势 单位: 元/片	12
图 16: 中国 PERC 电池片价格走势 单位: 元/瓦	13
图 17: 中国 PERC 电池组件价格走势 单位: 元/瓦	13
图 18: 光伏产业链	14
图 19: 中国光伏组件月度进出口额 单位: 百万元	15
图 20: 中国单晶硅片月度进出口量 单位: 吨	15
图 21: 中国多晶硅片月度进出口量 单位: 吨	15
图 22: 中国及全球新增光伏装机预期 单位: GW	15

表 1:多晶硅根据技术差别分级类型.....

7

表 2:多晶硅不同生产工艺比较.....

9

表 3:全球多晶硅供应企业格局.....

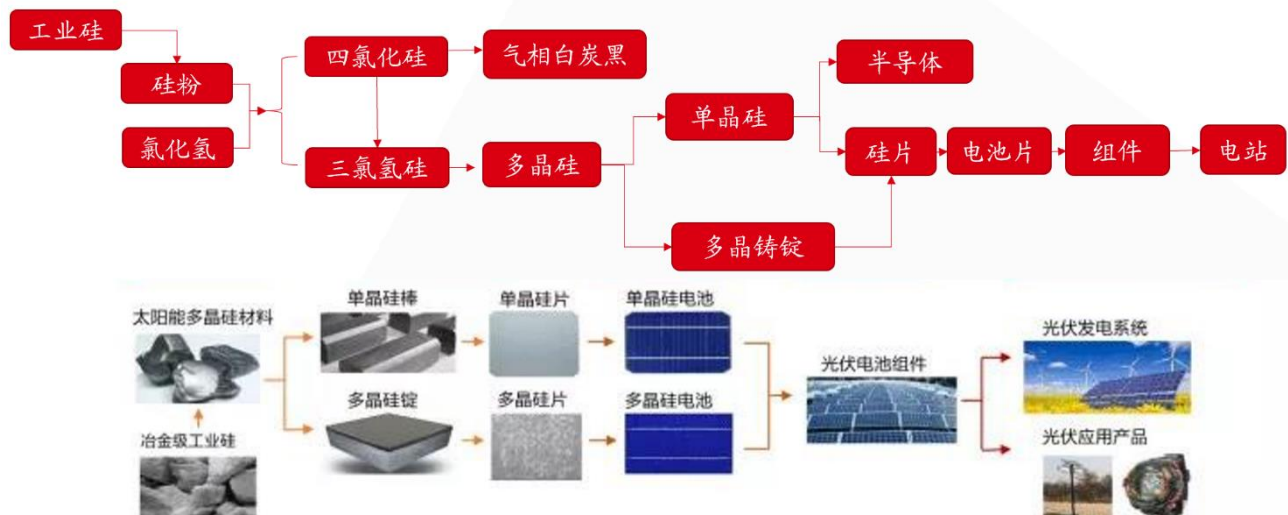
11

多晶硅产业链

多晶硅是以工业硅为原料经一系列的物理化学反应提纯后达到一定纯度的非金属材料，其位于工业硅的下游，同时处于整条光伏及半导体产业链的上游。

从多晶硅具体产业链结构来看，上游环节为原材料和设备，主要用到工业硅、铸锭设备、线切割设备等；中游环节为多晶硅的制备，主要以工业硅为原材料，通过物理方法或化学方法将工业硅进一步提纯，制备成多晶锭、单晶棒；下游环节为多晶硅的应用领域，主要为光伏产业、集成电路产业。多晶硅锭和单晶硅棒进一步切割加工为硅片、电池，进而成为光伏组件的关键部分，应用于光伏领域。此外，单晶硅片还可通过反复的打磨、抛光、外延、清洗等工艺形成硅晶圆片，作为半导体电子器件的衬底材料。

图 1：多晶硅产业链



数据来源：中国光伏行业协会 SMM 华泰期货研究院

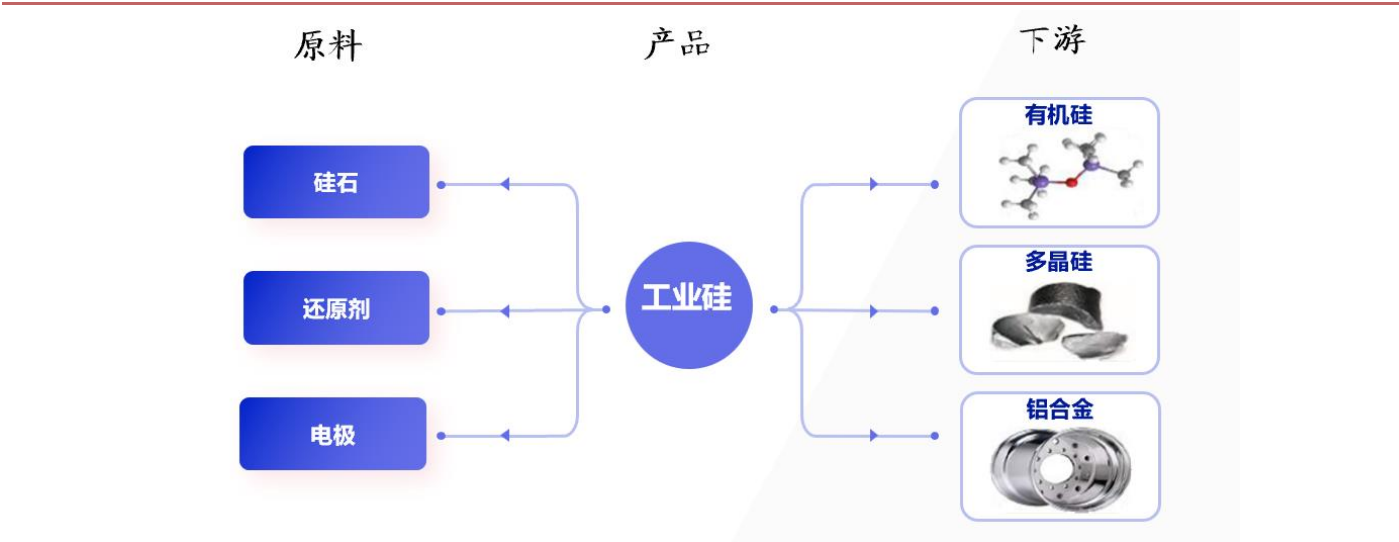
在太阳能光伏产业发展之前，多晶硅被认为是电子工业的基石，全球 95% 以上的半导体器件和 99% 以上的集成电路都是由硅材料（含单晶硅及多晶硅）制造的。而随着光伏行业对上游硅料的强劲需求，太阳能电池芯片对多晶硅需求量的增长速度远高于半导体多晶硅的发展市场需求，多晶硅经历了由“半导体产业主导”向“光伏产业主导”的转变。目前，光伏行业是多晶硅使用量最大的行业领域，占比 80% 以上。而且随着“碳中和”的逐步推进，光伏产业未来发展前景巨大，全球光伏装机量将持续增加，多晶硅需求具有一定潜力。

上游环节：工业硅

在此前发布的工业硅白皮书中，已详细介绍了工业硅产业链的情况。工业硅由硅石和碳质还原剂在矿热炉内冶炼而成，其下游需求环节主要分为多晶硅、有机硅和铝合金铸造三个方面。有机硅、铝合金是工业硅传统下游领域；而随着近年光伏产业的兴起，多晶硅产量增加，为工业硅带来新的需求增量。

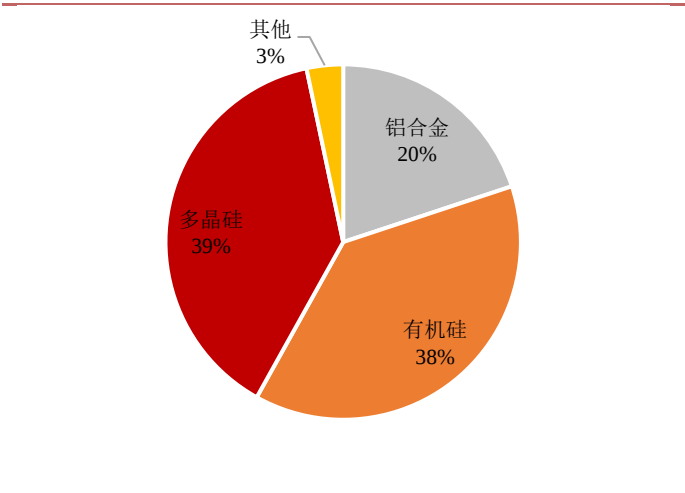
2023 年光伏产业技术加快迭代升级，根据光伏行业规范公告企业信息和行业协会测算，全国多晶硅全年产量超过 143 万吨，同比增长 66.9%；硅片产量超过 622GW，同比增长 67.5%；晶硅组件产量超过 499GW，同比增长 69.3%。考虑到 2023 年工业硅产量 374 万吨，按 1 吨多晶硅需工业硅原料 1.15 吨，2023 年多晶硅对工业硅需求量达 164.45 万吨，约占到总产量的 44%，未来多晶硅仍将是工业硅需求的主要增长部分。

图 2：工业硅产业链



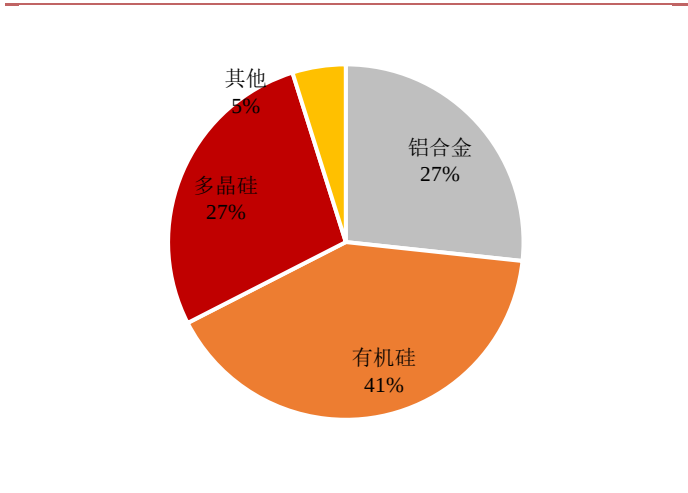
数据来源：中国光伏行业协会 SMM 华泰期货研究院

图 3：2022 年中国工业硅消费占比 | 单位：%



数据来源：SAGSI 华泰期货研究院

图 4：2022 年全国工业硅消费占比 | 单位：%



数据来源：SAGSI 华泰期货研究院

中游环节：多晶硅

基础概述

多晶硅也叫硅料，是指以纯度 99%左右的工业硅为原料，经过各种物理或化学方法提纯后，使得硅纯度达到 99.9999%以上的高纯硅材料。

熔融的单质硅在过冷条件下凝固时，硅原子以金刚石晶格形态排列成许多晶核，这些晶面取向不同的晶粒结合起来，就形成了多晶硅。多晶硅呈现灰色金属光泽，密度 2.32~2.34g/cm³，熔点 1410℃，沸点 2355℃，常温下较为稳定，在高温下可以与氧、氮、硫等反应，具有半导体属性，主要是以块状硅和颗粒硅两种形式存在。

图 5：颗粒状多晶硅



数据来源：公开资料整理 华泰期货研究院

图 6：块状多晶硅



数据来源：公开资料整理 华泰期货研究院

分类标准

1. 按纯度要求及用途不同

工业硅的硅含量一般在 99%以上（2N）。从分类来看，多晶硅的主要评判指标是纯度，按纯度高低排序可以分为：

- 1) 冶金级多晶硅（MG-Si），一般含硅量为 99.999%~99.9999%（5N-6N），主要应用包括航空、尖端技术、军事技术部门的特种材料以及建筑、纺织、汽车、机械等领域；
- 2) 太阳能级多晶硅（SOG-Si），纯度介于冶金级硅与电子级硅之间，一般在 99.9999%~99.9999999%（6N-9N）之间，主要用于太阳能电池的生产制造。
- 3) 电子级多晶硅（SEG-Si），一般要求含硅量达到 99.9999999%以上（9N 以上），主要用于半导体电子材料的生产制造。

图 7：多晶硅主要分类



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会 华泰期货研究院

2、按硅料掺入杂质及导电类型的不同，太阳能级多晶硅主要分为 N、P 型

根据《太阳能级多晶硅》(GB/T 25074-2017) 国家标准分类规定，太阳能级多晶硅根据外形分为块状和棒状；根据导电类型分为 N 型和 P 型。其中，当硅中掺杂以施主杂质（V 族元素，如磷、砷、锑等）为主时，以电子导电为主，为 N 型多晶硅；当硅中掺杂以受主杂质（III族元素，如硼、铝、镓等）为主时，以空穴导电为主，为 P 型多晶硅。根据技术差别分为分 4 级，参考分类如下：

表 1:多晶硅根据技术差别分级类型

	技术指标			
	特等级	1 等级	2 等级	3 等级
施主杂质浓度/10 ⁻⁹ (ppba)	≤0.68	≤1.40	≤2.61	≤6.16
受主杂质浓度/10 ⁻⁹ (ppba)	≤0.26	≤0.54	≤0.88	≤2.66
氧浓度/(atoms/cm3)	≤0.2x10 ¹⁷	≤0.5x10 ¹⁷	≤1.0x10 ¹⁷	≤1.0x10 ¹⁷
碳浓度/(atoms/cm3)	≤2.0x10 ¹⁶	≤2.5x10 ¹⁶	≤3.0x10 ¹⁶	≤4.0x10 ¹⁶
少数载流子寿命/μs	≥300	≥200	≥100	≥50
基体金属杂质含量/（ng/g） Fe、Cr、Ni、Cu、Zn	≤15	≤50	≤100	≤100
表面金属杂质含量/（ng/g） Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na	≤30	≤100	≤100	≤100

数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会 华泰期货研究院

3. 按表面质量的不同

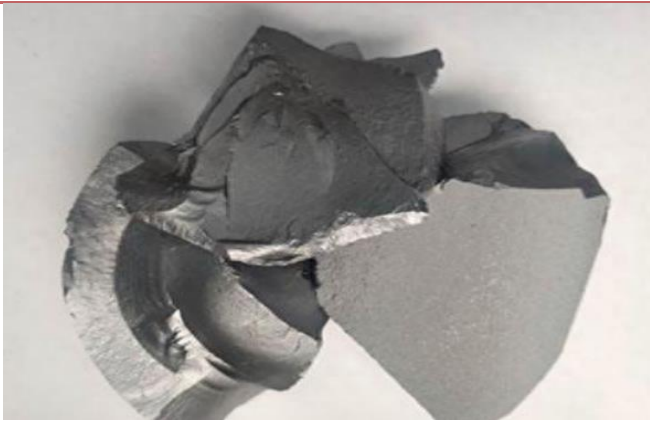
多晶硅按照型态分可分为块状硅与颗粒硅。块状硅形态类似于岩石，尺寸范围在几厘米到几十厘米不等，品质较为稳定，可长期存放。颗粒硅呈颗粒状，直径约 2mm，大小与绿豆相似，能免去破碎步骤，但由于与空气接触的表面积较大，在运输加工的过程

程中容易受到污染，一般采用真空包装。

块状硅根据表面光滑程度的不同又可大体分为致密料、菜花料与珊瑚料三种。致密料外表光滑，表面颗粒凹陷程度最低，小于 5mm，无氧化夹层，价格在三者中最高，主要用于拉制单晶硅；同时复投料属于致密料的一种，是单晶拉晶产生的头尾或边皮料，一般品质较好，可以作为填充硅料二次循环使用。而菜花料颜色偏灰、表面粗糙，颗粒凹陷程度在 5-20mm 之间，断面适中，价格位于中档；珊瑚料表面凹陷深度大于 20mm，断面疏松，价格最低。

一般而言，致密料主要用于拉制单晶硅，菜花料、珊瑚料则主要用于制作多晶硅片。部分企业也会选择将致密料与菜花料进行混合以生产单晶硅片，从而节约原料成本，但菜花料的使用会在一定程度上降低拉晶效率。

图 8: 多晶硅致密料



数据来源：公开资料整理 华泰期货研究院

图 9: 多晶硅菜花料



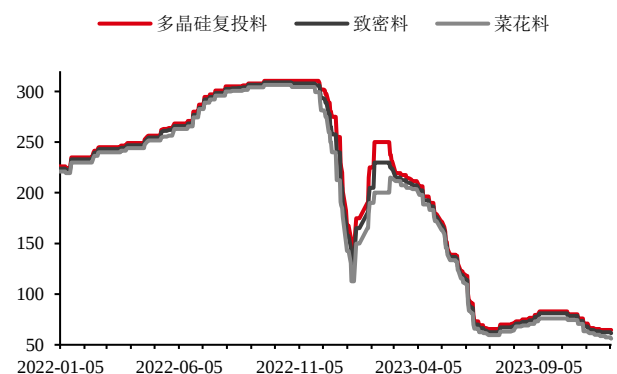
数据来源：公开资料整理 华泰期货研究院

图 10: 多晶硅珊瑚料



数据来源：公开资料整理 华泰期货研究院

图 11: 中国多晶硅价格走势 | 单位：千克/元



数据来源：SMM 华泰期货研究院

生产工艺

工业上制备多晶硅的化学方法主要有改良西门子法、硅烷法、流化床法、无氯技术、VLD、新硅烷法；另外还有物理方法，包括铝热还原法、冶金法、区域熔化提纯法，以及热线法。

目前主流多晶硅生产技术和改良西门子法，全球主要多晶硅生产企业中，除挪威 REC 外，均完全或主要采用改良西门子法。根据中国光伏行业协会的数据，2019 年全球多晶硅产量中采用改良西门子法生产的占比高达 97.8%；我国也类似，2020 年国内采用改良西门子法生产的多晶硅约占全国总产量的 97.2%。

各种多晶硅生产方法所用硅源气、能耗、生产方式以及副产物危害等比较如下：

表 2:多晶硅不同生产工艺比较

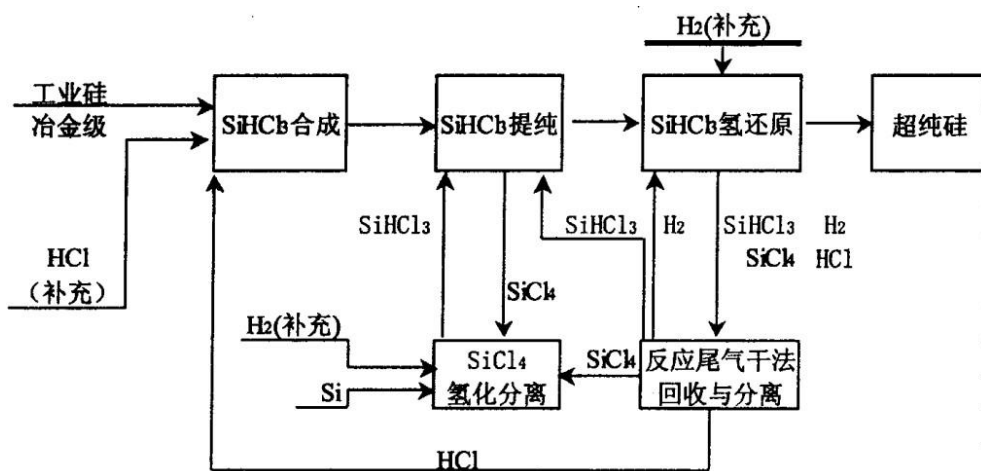
方法	硅源气/原料	产品用途	能耗	生产方式/能力	副产品/环境友好度
改良西门子	三氯氢硅	太阳能级、电子级	200	间歇/一般	氯化氢/污染
硅烷法	硅烷	太阳能级	60	间歇/一般	氢气/基本无害
流化床法	硅烷	太阳能级	10	连续/大	氢气/基本无害
流化床法	三氯氢硅	太阳能级	\	连续/大	氯化氢、四氯化硅/污染
无氯技术	金属级硅/乙醇	太阳能级	40	连续	三、四乙氧基硅烷/基本无害
VLD	三氯氢硅	太阳能级	\	间歇/大	氯化氢、四氯化硅/污染
新硅烷法	冶金硅/乙醇	太阳能级	30	连续	少/基本无害
铝热还原法	冶金硅	太阳能级	\	\	\
冶金法	冶金硅	太阳能级	60	间歇/小	少/基本无害
区域熔化提纯法	\	太阳能级、电子级	\	间歇/小	少/基本无害
热线法	\	电子级	\	间歇/小	少/基本无害

数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会 华泰期货研究院

改良西门子法

1955 年德国西门子公司成功开发利用氢气还原三氯硅烷，在硅芯发热体上沉积硅的工艺，并于 1957 年开始了工业规模的生产，俗称西门子法。由于西门子法生产多晶硅存在转化率较低，副产品排放污染等问题，升级版的改良西门子法被有针对性地推出。改良西门子法主要包括以下步骤：（1）工业级硅料的冶炼与提纯；（2）三氯氢硅的生成与精馏；（3）光伏级多晶硅的还原制备；（4）尾气的分离与再利用；（5）冷氢化：将副产物四氯化硅与氢气及硅粉反应重新生成三氯氢硅返回循环。

图 12: 改良西门子工艺流程



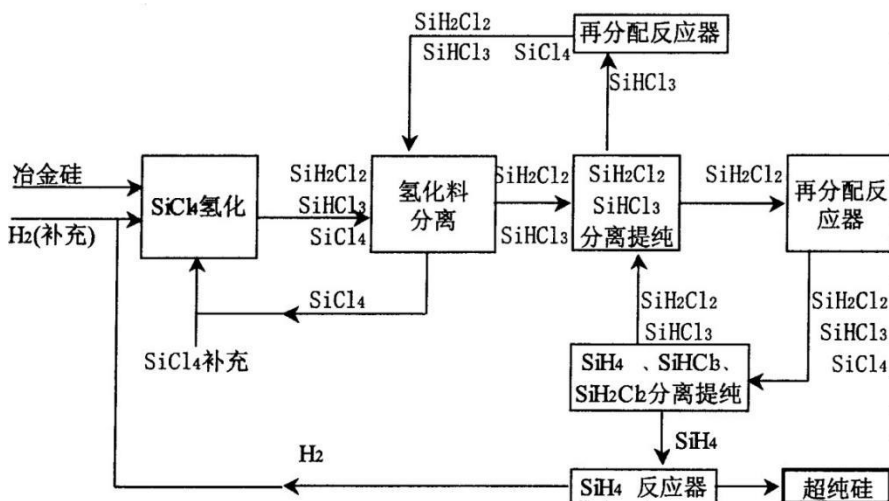
数据来源：中国光伏行业协会 华泰期货研究院

硅烷流化床法

硅烷流化床法是美国联合碳化物公司研发的多晶硅制备工艺技术。该工艺以四氯化硅 SiCl_4 、氢气 H_2 、氯化氢 HCl 和工业硅为原料，在流化床内，通过高温高压生成三氯氢硅 SiHCl_3 ，然后将三氯氢硅加氢反应，进一步歧化生产二氯二氢硅 SiH_2Cl_2 ，得到硅烷气，最后将硅烷气通入以多晶硅晶种作为流化颗粒的流化床中，是硅烷裂解并在晶种上沉积，从而得到颗粒状多晶硅。

硅烷流化床法主要优势为转化率高、能耗低、可连续生产、副产物污染小，但由于安全性较差、炉壁沉积、流态化控制、产品纯度控制等问题尚未实现大规模应用。

图 13: 硅烷流化床法



数据来源：中国光伏行业协会 华泰期货研究院

供应格局

中国占据多晶硅产业的主导地位，并持续扩大领先规模，在全球范围内建立起完全自主可控的产业链。据安泰科数据统计，截止 2023 年底，全球多晶硅有效产能约 225.6 万吨/年，同比增长 71.6%，其中中国多晶硅产能从 2022 年底的 116.33 万吨/年增加至 2023 年底的 210 万吨/年，海外产能增加至 15.6 万吨/年。2023 年全球多晶硅产量约 160 万吨，其中中国产量占比超过 80%，连续十四年位居全球首位。

此外，通过对比 2010 年与 2021 年全球多晶硅产能前十名的企业，也可以发现其中中国企业数量由 4 家上升到了 8 家。当然随着全球太阳能产业和半导体产业的快速发展，其他国家和地区的多晶硅生产商也在不断增加产能，未来竞争格局可能会发生变化。

多晶硅产业逐渐向我国转移，主因一方面我国多晶硅生产企业在原材料、电力及人工成本方面具备显著优势，且我国多晶硅产品质量不断提升，另一方面我国下游硅片制造环节产生大量多晶硅需求。

表 3:全球多晶硅供应企业格局

2010 年			2021 年		2022 年	
企业名称	产能占比		企业名称	产能占比	企业名称	产能占比
1 HEMOLOCK (美国)	12.6%		协鑫科技 (中国)	16.4%	永祥股份 (中国)	22.8%
2 WAKER (德国)	10.7%		永祥股份 (中国)	14.9%	协鑫科技 (中国)	18.3%
3 OCI (韩国)	9.5%		WAKER (德国+美国)	12.7%	新特能源 (中国)	15.3%
4 保利协鑫 (中国)	7.4%		新特能源 (中国)	12.1%	新疆大全 (中国)	9.1%
5 REC (美国)	5.8%		新疆大全 (中国)	11.9%	亚洲硅业 (中国)	6.8%
6 Tokuyama (日本)	2.9%		东方希望 (中国)	10.4%	WAKER (德国+美国)	6.5%
7 MEMC (美国)	2.7%		Tokuyama (马来西亚)	4.5%	东方希望 (中国)	5.3%
8 江西赛维 (中国)	2.3%		亚洲硅业 (中国)	3.0%	青海丽豪 (中国)	3.8%
9 四川瑞能 (中国)	2.1%		天宏瑞科 (中国)	2.7%	Tokuyama (马来西亚)	2.3%
10 洛阳中硅 (中国)	1.8%		鄂尔多斯 (中国)	1.8%	内蒙东立 (中国)	1.5%
合计	57.7%		合计	90.3%	合计	91.7%

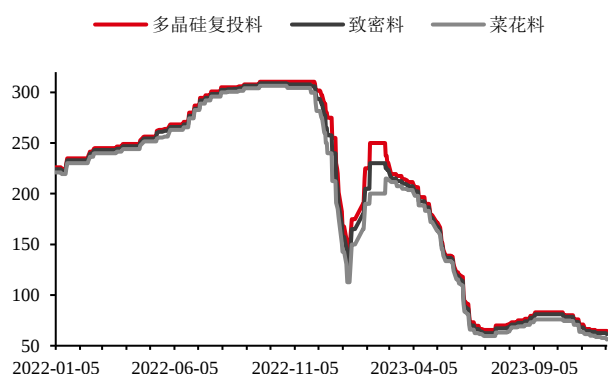
价格走势

此前由于多晶硅新增产能有限，加之双碳背景下全球光伏装机需求迎来加速，供需紧张导致硅料价格持续上涨，但自 2022 年底以来，多晶硅市场出现过剩，导致 2023 年整体价格呈现先上升后下降的震荡趋势。

回顾 2023 年，一季度，由于 2022 年底的价格下跌，下游买家采取了谨慎的采购策略，导致下游库存减少。同时，上游行业的集中度较高，供应商具有较强的议价能力。在需求端改善后，价格出现了大幅度的反弹。然而，由于整体供应仍然偏多，二季度价格大幅下降。根据 SMM 的数据，7 月初复投料均价最低降至 6.25 万元/吨。尽管二季度价格下跌导致供应端受到一定的影响，但消费端增长较好，因此三季度价格出现了反弹。随着 10 月中旬新增产能的投产，供应过剩的情况加剧，价格再次开始下跌。随后市场价格区间弱势震荡，一直延续到年底。

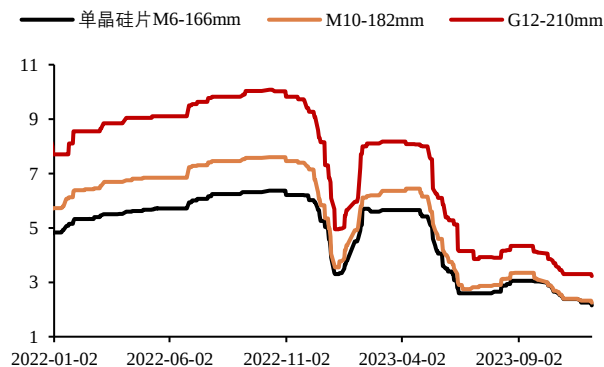
据统计，多晶硅在建和拟建的规划产能已经超过了 400 万吨/年。预计 2024 年计划投产的产能将达到约 168 万吨/年，届时，全球多晶硅的产能有望达到 400 万吨/年。然而，即使乐观地估计全球光伏装机容量将达到 560GW，多晶硅过剩的情况仍然相当严峻。在产量方面，乐观估算 2024 年多晶硅产量约 205 万吨，但从终端装机的需求来看，对多晶硅的需求量仅为 168 万吨。如果再考虑到海外产量，多晶硅的供应将出现严重过剩。因此，2024 年多晶硅或承压，预计价格将在 4-8 万元/吨之间波动。

图 14：中国多晶硅价格走势 | 单位：千克/元

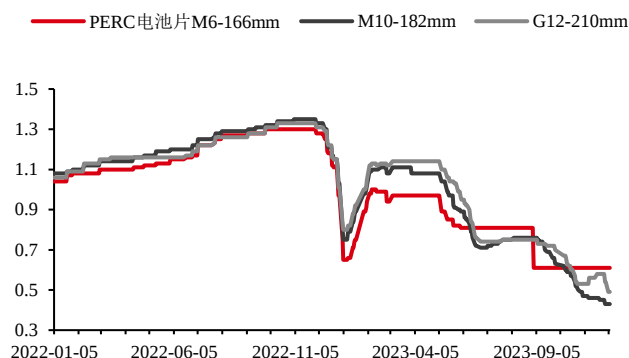


数据来源：SMM 华泰期货研究院

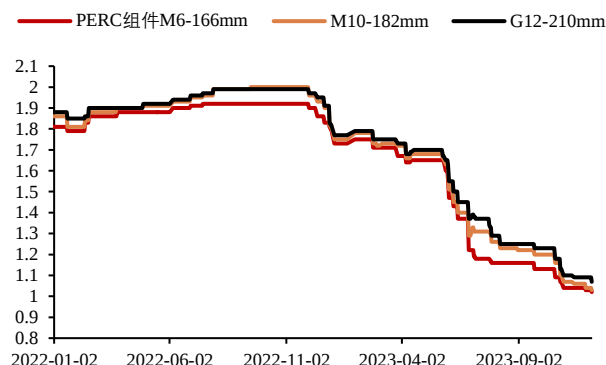
图 15：中国单晶硅片价格走势 | 单位：元/片



数据来源：SMM 华泰期货研究院

图 16: 中国 PERC 电池片价格走势 | 单位: 元/瓦


数据来源: SMM 华泰期货研究院

图 17: 中国 PERC 电池组件价格走势 | 单位: 元/瓦


数据来源: SMM 华泰期货研究院

下游环节：光伏产业及半导体

光伏产业—太阳能级多晶硅

目前光伏行业是多晶硅使用量最大的行业领域，光伏产业链大体为多晶硅-硅片-电池片-组件-光伏装机。多晶硅料制成多晶硅锭或单晶硅棒，切片后得到多晶硅片或单晶硅片，将硅片以一定方式排列后制成电池，进一步生产光伏组件后应用于光伏发电系统。

据中国光伏业协会统计，2023 年我国光伏产业规模持续扩大，多晶硅、硅片、电池、组件等主要制造环节产量同比增长均超过 64%，行业总产值超过 1.75 万亿元。2023 年光伏新增装机规模达 216.88GW，同比增长 148.1%。其中受大型风电光伏发电基地建设等拉动，集中式光伏新增装机超过 110GW，占比超过 50%。在出口方面，硅片出口 70.3GW，同比增长超过 93.6%；电池出口 39.3GW，同比增长 65.5%；组件出口 211.7GW，同比增长 37.9%。

单晶硅

单晶硅通常指的是硅原子以一种排列形式形成的物质，当熔融的单质硅凝固时，硅原子以金刚石晶格排列成晶核，其晶核长成晶面取向相同的晶粒，形成单晶硅。

如果将硅料直接倒入坩埚中融化并冷却，就可以得到多晶硅，多晶硅特点是晶胞的排列无序。但如果通过拉晶的方式形成晶棒，就可以得到单晶硅，单晶硅的晶胞排列是有序的。

单晶硅具有更强的导电能力。无论是单晶硅还是多晶硅，都可用于制造光伏硅片。但是，半导体硅片只能使用单晶硅。

光伏硅片

光伏硅片通常指的是经过特定工艺处理后，适用于制作太阳能电池的单晶硅或多晶硅薄片。它是太阳能电池单元的基础，通过其内部的半导体性质实现光电效应，将吸收的太阳光子能量转化为电荷载流子，进而产生电流。

光伏组件

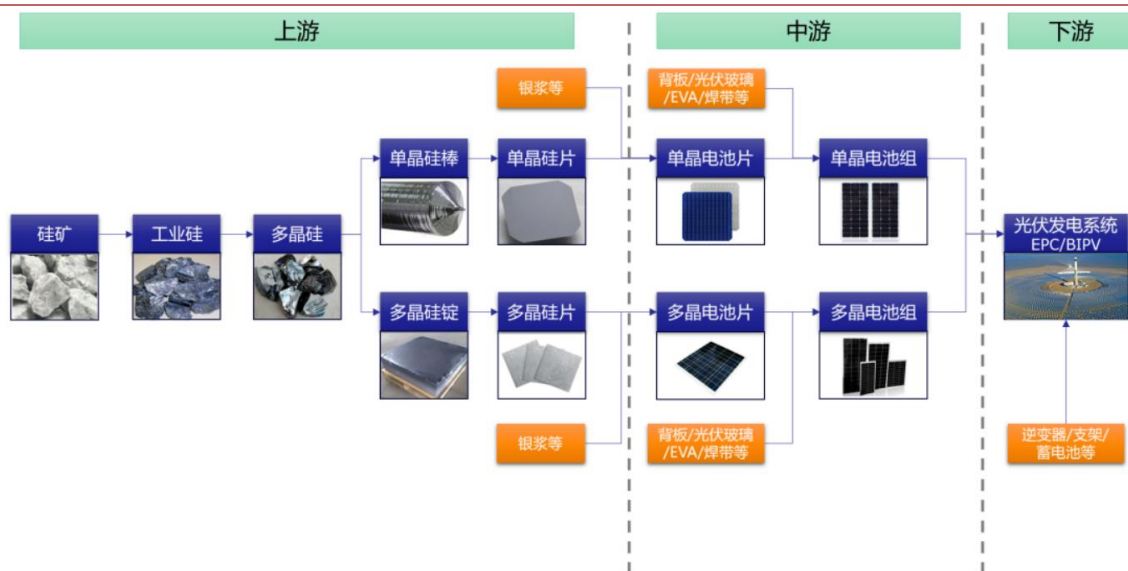
光伏组件由一定数量的光伏电池片通过导线串并联连接并加以封装而成，主要包括电池片（一般 60 或 72 片）、互联条、汇流条、光伏玻璃、胶膜、背板、铝边框、接线盒等核心组成部分。

作为最小有效发电单位，光伏组件在光伏电站中承担光电转换的功能，是光伏发电系统中的核心部分。

光伏电站

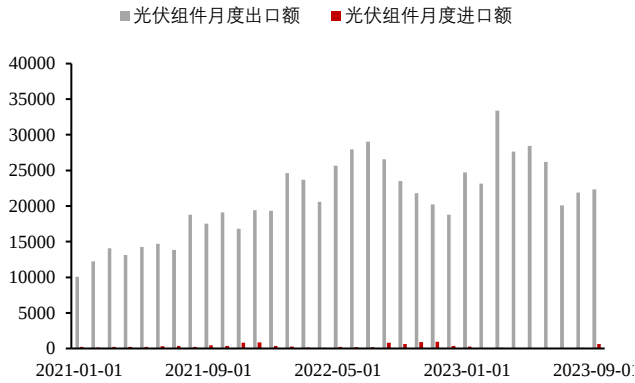
光伏电站指建在一个大片土地上或屋顶上的大型光电发电厂，一般具有电网连接、大容量的发电设备和不断变化的太阳光照强度。

图 18: 光伏产业链



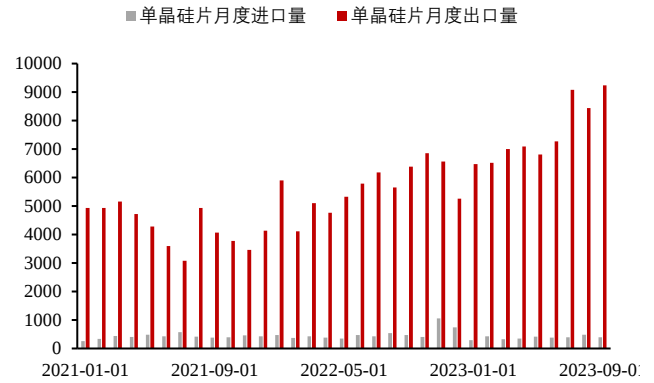
数据来源：中国光伏行业协会 SMM 华泰期货研究院

图 19: 中国光伏组件月度进出口额 | 单位: 百万元



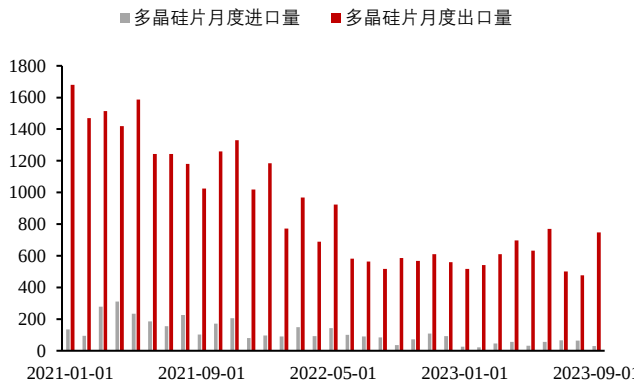
数据来源: SAGSI 华泰期货研究院

图 20: 中国单晶硅片月度进出口量 | 单位: 吨



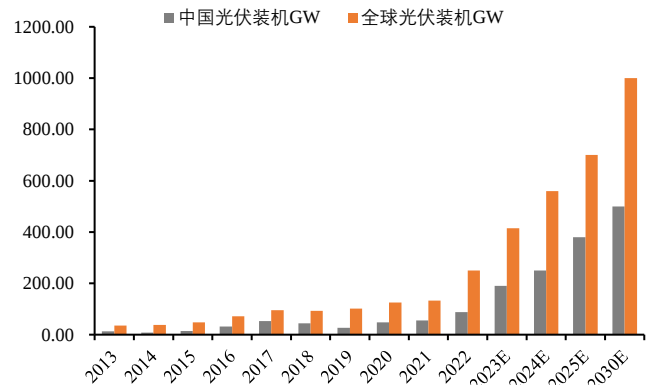
数据来源: SAGSI 华泰期货研究院

图 21: 中国多晶硅片月度进出口量 | 单位: 吨



数据来源: SAGSI 华泰期货研究院

图 22: 中国及全球新增光伏装机预期 | 单位: GW



数据来源: CPIA 华泰期货研究院

半导体产业—电子级多晶硅

除了用于光伏产业，部分多晶硅也用于半导体芯片行业，半导体产业由多晶硅材料-硅片-半导体器件组成，半导体器件是现代电子设备的核心组成部分，终端广泛应用于计算机、通信、消费电子、汽车、工业控制、医疗设备等各个领域。

电子级多晶硅，又称为半导体级多晶硅，是制造半导体单晶硅片的原料，也是集成电路（半导体）制造产业的源头和基础。95%以上的半导体器件和集成电路(IC)是用硅材料制作的。

半导体硅片

硅片，是将高纯多晶硅融解拉出单晶硅晶棒，然后经过辊磨、切割、研磨、抛光，清洗等工序，成为制造半导体器件的衬底材料。

行业特征

多晶硅行业是资金密集型行业。《多晶硅行业准入条件》对多晶硅生产企业的规模提出要求，太阳能级、电子级多晶硅项目规模分别大于 3000 吨/年、1000 吨/年，新建和改扩建项目投资中最低资本金比例不得低于 30%。据 CPIA 统计，2021 年投产的万吨级多晶硅生产线设备投资成本小幅上升为 1.03 亿元/千吨，预计未来投资成本将随着生产装备技术的进步以及单体规模的提高而下降。

多晶硅是耗能限制行业。《多晶硅行业准入条件》规定，太阳能级、电子级直拉用多晶硅还原电耗应当分别小于 60 千瓦时/千克、100 千瓦时/千克，对能耗指标要求较为严格。

多晶硅也是高技术壁垒行业。多晶硅纯度直接影响单晶硅拉制环节，因此对纯度要求极为严格，纯度最低为 99.9999%，最高则无限接近于 100%；国家标准对杂质含量提出明确要求，将多晶硅分为 I、II、III 级。《多晶硅行业准入条件》规定企业必须有健全的质量检验管理制度，产品标准严格符合国家标准。因此，多晶硅生产过程较为复杂，技术路线、设备选型、调试运行等环节门槛高，生产过程中多次涉及复杂的化学反应，控制节点数量达千级以上，新进入者很难快速掌握成熟工艺。

免责声明

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、结论及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息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。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，投资者并不能依靠本报告以取代行使独立判断。对投资者依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰期货研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

华泰期货有限公司版权所有并保留一切权利。

公司总部

广州市天河区临江大道1号之一2101-2106单元 | 邮编：510000

电话：400-6280-888

网址：www.htfc.com