

专题报告：2024 年 6 月 6 日

**【建投晶硅光伏】晶硅物语（二）| 多晶硅供应特点、趋势与结构****摘要：**

“建投晶硅光伏·晶硅物语”系列是中信建投期货晶硅光伏团队对于潜在上市期货品种多晶硅的系列前瞻报告，本篇为系列第二篇，主要简述多晶硅供应的特点、趋势与结构等内容。

多晶硅生产具有重资产、高壁垒、达产慢的特点。多晶硅主流工艺路线为改良西门子法，能耗较高，并且电力成本和硅耗是主要成本负担。此外，多晶硅属于重资产行业，产能投资中资本性开支占比达 95% 以上。也正是由于多晶硅重资产的特征，多晶硅产能达产时间相较光伏主材其他环节要更慢，平均多晶硅产能完全达产需要 15-24 个月。

全球视角来看，2021 年及之前多晶硅供应增速总体稳定，2021 年之后受中国产能大量扩产影响，全球产能快速增加。结构角度看，中国是全球最大的多晶硅供应国，原因是中国多晶硅产能具备成本优势，且中国也是全球最大的光伏装机需求国，此外中国光伏一体化产能建设完善，下游企业也存在向上布局多晶硅产能的动力。

海外市场方面，多晶硅生产企业主要包括德国 Wacker、韩国 OCI、美国 Hemlock 以及挪威 REC Silicon 等公司。自西方国家对光伏产业开展双反调查后，西方多晶硅企业经营便开始承压，2020 年前后当中国产能快速扩张导致市场竞争更加激烈时，部分西方产能开始加大减产。

中国市场方面，2013 年之前多晶硅因其高能耗的特征，产能扩张有限，2013 年政府出台激励政策使得多晶硅产能重回增长。2020 年受疫情影响，中国多晶硅产能一度出现下滑，不过随着光伏市场供需关系出现反转，利润驱动下中国多晶硅产能迎来大幅扩张，随后多晶硅供需又重新转向过剩。

进一步观察中国市场，由于多晶硅生产的能耗水平较高，因此产能多分布在低电价地区，目前中国已形成多晶硅生产集群，包括新疆乌鲁木齐、新疆石河子、新疆昌吉、内蒙古包头、四川乐山、青海西宁等地。此外，中国多晶硅产能集中度较高，截至 2023 年底，我国共有 17 家多晶硅生产企业，大量产能集中在头部企业，CR5 高达 71.29%。

**专题报告****作者姓名：王彦青**

期货交易咨询从业信息：Z0014569

电话：023-81157292

**研究助理：刘佳奇**

期货从业信息：F03119322

发布日期：2024 年 6 月 6 日

## 目 录

一、多晶硅生产特点：重资产、高壁垒、达产慢 .....	3
1.1、改良西门子法为主流技术路线，但能耗更高.....	3
1.2、能耗与硅耗在多晶硅成本中占比较高.....	5
1.3、多晶硅属重资产行业，进入壁垒高.....	6
1.4、相较主材其他环节，多晶硅达产周期更长.....	8
二、全球多晶硅供应：供应持续扩张，中国是最大产国 .....	9
三、海外多晶硅生产概览：前期增长稳定，2020 年开始减产 .....	10
四、中国多晶硅生产概览：高增速、集群化、高集中 .....	13
4.1、中国多晶硅产能产量变化趋势 .....	13
4.2、中国多晶硅主产地为新疆、内蒙、四川及青海，已形成多个晶硅生产集群.....	14
4.2、中国多晶硅产能呈现出高集中度 .....	16
五、总结 .....	19

## 图表目录

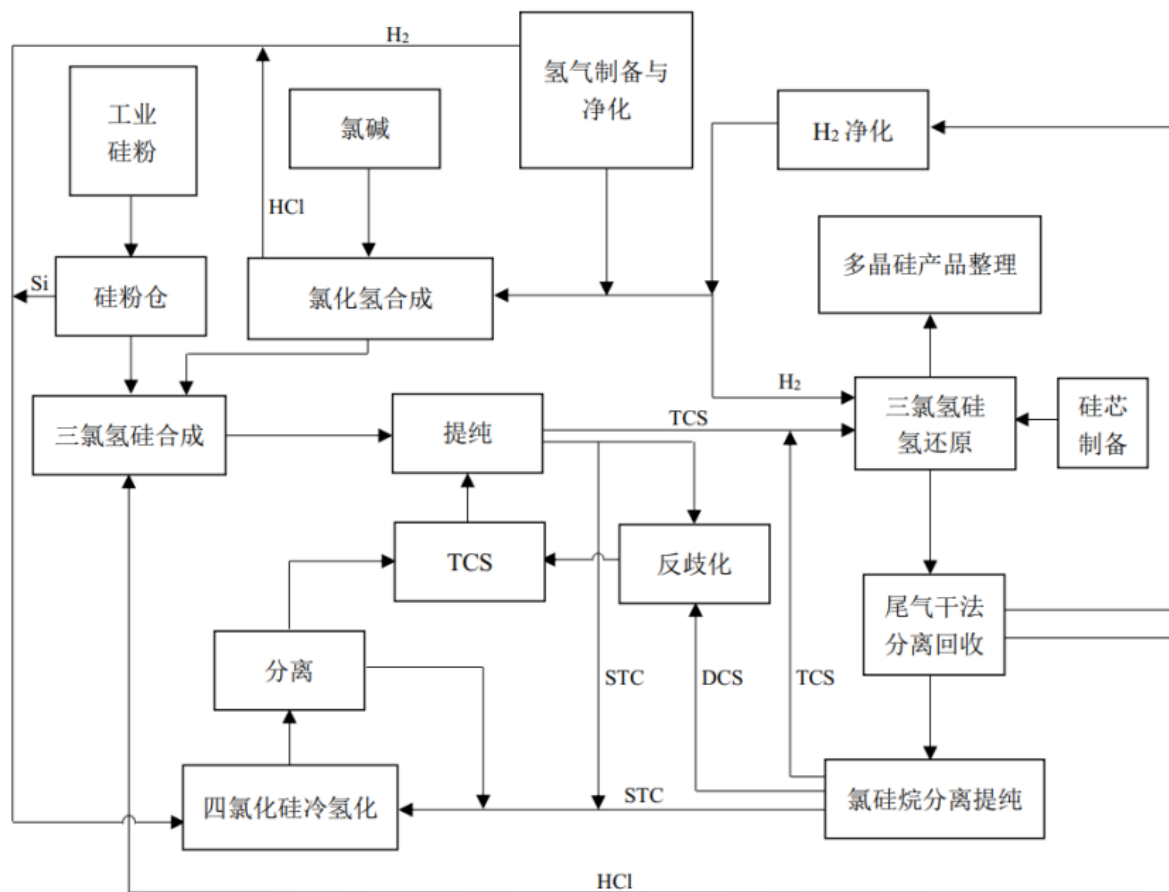
图表 1: 改良西门子法工艺流程 .....	3
图表 2: 棒状硅与颗粒硅市场占比 .....	4
图表 3: 2023 年主要多晶硅企业生产技术路线.....	4
图表 4: 改良西门子法和硅烷流化床法工艺对比.....	5
图表 5: 改良西门子法多晶硅含税成本模型（元/kg） .....	6
图表 6: 大全能源年产 10 万吨高纯硅基材料项目投资明细（万元） .....	6
图表 7: 大全能源年产 10 万吨高纯硅基材料项目投资总额分项（万元） .....	7
图表 8: 2023-2030 年三氯氢硅法多晶硅生产线投资成本变化趋势（亿元/千吨） .....	7
图表 9: 大全能源年产 10 万吨高纯硅基材料项目的各投资细项.....	8
图表 10: 部分多晶硅项目投资额 .....	8
图表 11: 光伏主材各环节达产周期.....	8
图表 12: 大全能源年产 3.5 万吨多晶硅项目建设周期.....	9
图表 13: 全球多晶硅产能（万吨） .....	10
图表 14: 全球多晶硅产量（万吨） .....	10
图表 15: 2021-2023 全球分国别多晶硅供应情况（万吨） .....	10
图表 16: 海外多晶硅产能（万吨） .....	11
图表 17: 海外多晶硅产量（万吨） .....	11
图表 18: Wacker 多晶硅业务板块财务数据（百万欧元） .....	11
图表 19: Hemlock 多晶硅产能（万吨） .....	12
图表 20: REC Silicon 硅烷销量（吨） .....	13
图表 21: REC Silicon 电子级多晶硅销量（吨） .....	13
图表 22: 中国多晶硅产能（万吨） .....	14
图表 23: 中国多晶硅产量（万吨） .....	14
图表 24: 多晶硅产能规划 .....	14
图表 25: 中国多晶硅产能分布占比 .....	15
图表 26: 2023 年中国多晶硅产能分布占比.....	15
图表 27: 2023 中国主要多晶硅产能（万吨） .....	16
图表 28: 中国多晶硅产能 CR5 .....	16
图表 29: 通威股份营业总收入 .....	17
图表 30: 通威股份归母净利润 .....	17
图表 31: 协鑫科技营业总收入 .....	17
图表 32: 协鑫科技扣非归母净利润 .....	17
图表 33: 新特能源营业总收入 .....	18
图表 34: 新特能源归母净利润 .....	18
图表 35: 大全能源营业总收入 .....	18
图表 36: 大全能源归母净利润 .....	18

## 一、多晶硅生产特点：重资产、高壁垒、达产慢

### 1.1、改良西门子法为主流技术路线，但能耗更高

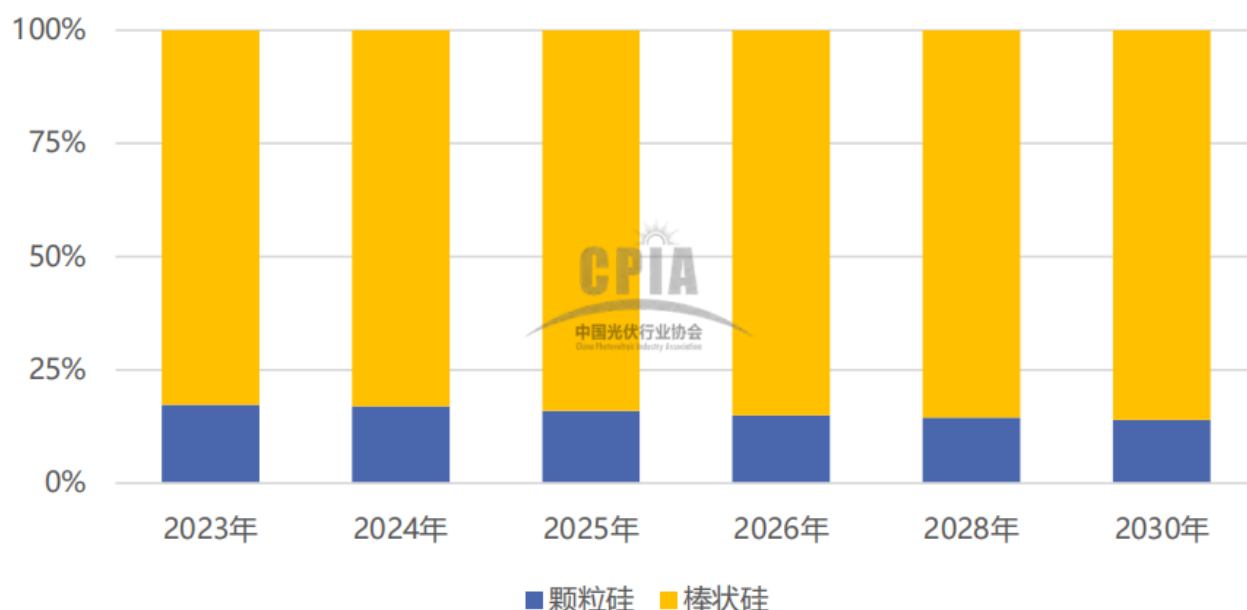
**改良西门子法为多晶硅主流工艺路线，硅烷流化床法占比不断提升。**在多晶硅期货前瞻第一篇文章《晶硅物语（一）|多晶硅产业概览》中，我们曾简单介绍了多晶硅的生产工艺。多晶硅生产工艺可初步划分为化学法和物理法，其中化学法中的改良西门子法是目前主流生产工艺，其产成品为棒状硅；而与此同时硅烷流化床法占比也在不断提升，其产品形态为颗粒硅。CPIA 数据显示，2023 年颗粒硅市场份额上升至 17.3%，而棒状硅为 82.7%。目前通过硅烷流化床法生产颗粒硅的企业主要是保利协鑫和天宏瑞科，其余绝大部分厂家仍是以改良西门子法为主。

图表 1: 改良西门子法工艺流程



数据来源：新特能源

图表 2：棒状硅与颗粒硅市场占比



数据来源：CPIA

图表 3：2023 年主要多晶硅企业生产技术路线

企业名称	国别	技术路线
四川通威	中国	改良西门子法
江苏中能	中国	硅烷流化床法
		改良西门子法
新疆大全	中国	改良西门子法
新特能源	中国	改良西门子法
Wacker	德国	改良西门子法
	美国	改良西门子法
亚洲硅业	中国	改良西门子法
东方希望	中国	改良西门子法
OCI	韩国	改良西门子法
	马来西亚	改良西门子法
Hemlock	美国	改良西门子法
天宏瑞科	中国	硅烷流化床法

数据来源：CPIA，中信建投期货

**改良西门子法工艺成熟，但能耗较高。**改良西门子法作为目前的主流技术路线，工艺十分成熟，产出的多晶硅品质稳定、质量较高，生产安全性也优于硅烷流化床法。然而，改良西门子法能耗较高，是工艺最明显的劣势之一，硅业分会数据显示改良西门子法能耗约 60-70 度/kg，而硅烷流化床法只需 10-18 度/kg。虽然两种工艺各有利弊，但随着技术进步不断推进，

工艺劣势正在不断被克服。对于改良西门子法而言，随着改进型多对棒还原炉（目前主流设备为 40 对棒炉、48 对棒炉、72 对棒还原炉）技术的不断优化，预计到 2030 年改良西门子法全流程综合能耗将有望继续降低至 52.5 度/kg；而对于硅烷流化床法来说，氢跳、表面灰尘多、碳含量偏高等问题正在不断解决，虽然目前市场份额不高，但是已有企业实现了稳定的规模化生产。

图表 4：改良西门子法和硅烷流化床法工艺对比

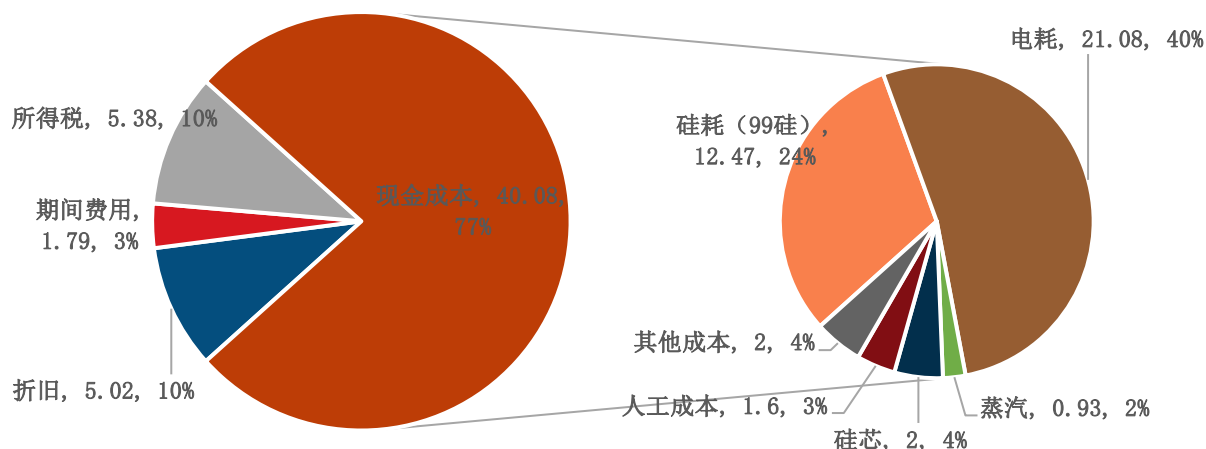
	改良西门子法		硅烷流化床法	
	定性描述	备注	定性描述	备注
综合能耗	高	57 度/公斤	低	10-18 度/公斤
制造流程	分批次	每周一流程	连续	6-18 月一流程
原料	三氯氢硅	相对安全	甲硅烷	危险，遇空气自燃
产品形状	棒状，需破碎	破碎成本<0.3 美元/公斤	颗粒状，可直售	没有额外处理成本
最终产品硅粉比例	低	<5%	高	高压流化床 10%-15%
人工要求	高	万吨线 250-400 人	低	万吨线 100-150 人
单位资本开支	稳定	万吨线约 1.4 亿美元	低	万吨线 1 亿美元

数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、CPIA，中信建投期货

## 1.2、能耗与硅耗在多晶硅成本中占比较高

**能耗和硅耗是主要成本负担。**本节以主流路线改良西门子法为例，进一步探析多晶硅的成本构成。按照财务概念，成本可划分为现金成本、生产成本、完全成本、含税成本等，其中现金成本是指企业在短期内运营过程中发生的现金支出，而现金成本+折旧摊销则构成了生产成本，进一步地，在生产成本的基础上如果再考虑到期间费用，那么就是完全成本，当然还要把税收入考虑，最终就会得到含税成本。以 2024 年 6 月数据为测算依据，一个典型的改良西门子法含税成本模型如下图所示，可以发现在多晶硅的成本构成中，电耗是最大的成本负担项，占（含税成本）比约 40%，其次是原材料硅耗（假设为 99 硅），占比近 25%。

图表 5：改良西门子法多晶硅含税成本模型（元/kg）



数据来源：SMM，中信建投期货测算（注：测算数据不代表某一真实企业的实际情况）

### 1.3、多晶硅属重资产行业，进入壁垒高

**多晶硅是典型的重资产行业。**多晶硅生产设备包括还原炉及配套设施、精馏塔、提纯与尾气分离装置等，CPIA 数据显示 2023 年万吨级的多晶硅产线投资成本为 9 亿元/万吨，其中尤以还原炉价值较高，据双良节能投资者调研纪要数据，1 万吨硅料一般对应 15-17 台 42 对棒还原炉，价值总量约 5000 万元，若加上配套撬块，则 1 万吨硅料对应还原炉系统价值量能够达到 8000 万元。具体来看实际案例，据大全能源回上交所问询函，大全能源 10 万吨多晶硅项目总投资 800334.86 万元，其中资本性支出就达到 774288.7 万元，占比高达 96.75%，折合每万吨多晶硅投资成本 8 亿元，资本性支出 7.74 亿元。此外多晶硅产能设备维护成本也较高，据《中国有色金属》，如果多晶硅产能停产 3 年以上，设备、管道就可能报废，因此企业在面对停产决策时往往会更加谨慎，即便停产也仍需面对高昂的维护成本。

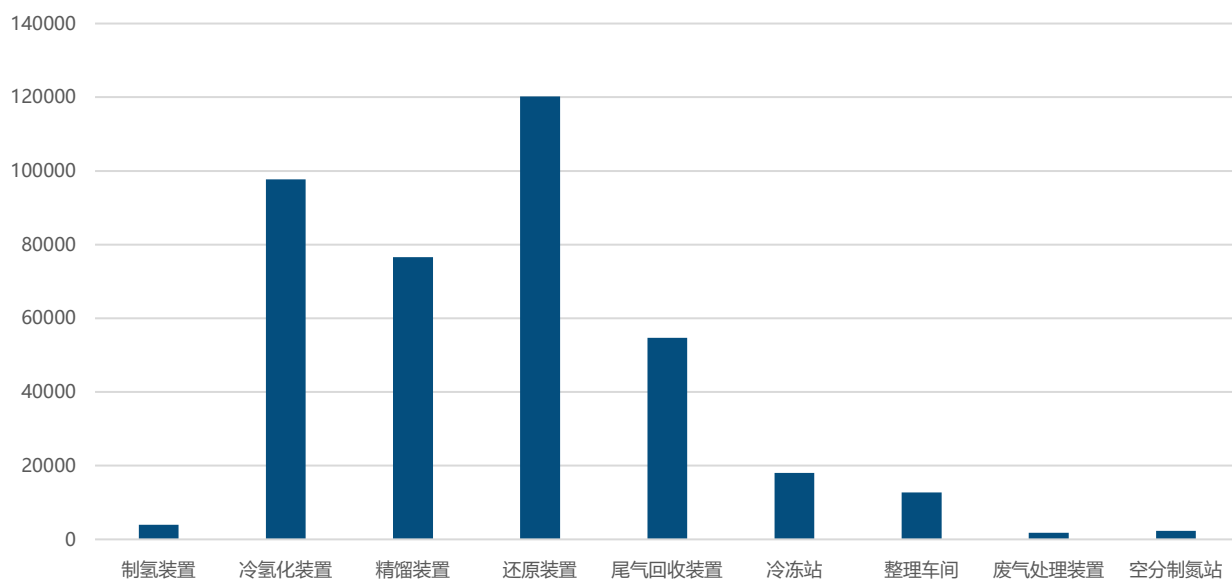
图表 6：大全能源年产 10 万吨高纯硅基材料项目投资明细（万元）

序号	设备名称	单位	数量	平均单价	购置总价	建筑工程费用	安装工程费用
1	制氢装置	套	1	3992.28	3992.28	645.04	156.84
2	冷氢化装置	套	4	24416.53	97666.11	21232.79	9784.11
3	精馏装置	套	2	38280.68	76561.36	17557.40	9285.72
4	还原装置	套	5	24036.36	120181.78	32271.74	13519.57
5	尾气回收装置	套	2	27361.48	54722.96	10505.40	5912.79
6	冷冻站	个	4	4509.38	18037.51	7817.27	2183.97
7	整理车间	套	1	12744.79	12744.79	17797.78	761.04
8	废气处理装置	套	2	902.07	1804.13	559.30	439.15
9	空分制氮站	个	1	2275.79	2275.79	442.95	353.60
合计					387986.70	108829.66	42396.79

数据来源：大全能源公告，中信建投期货

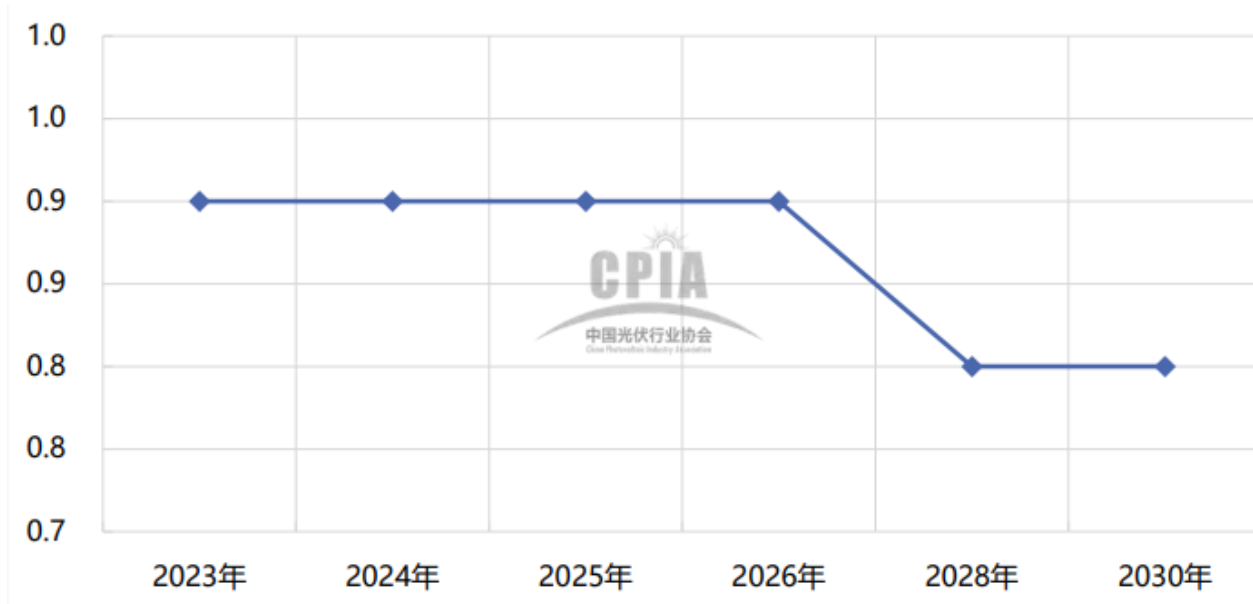


图表 7：大全能源年产 10 万吨高纯硅基材料项目投资总额分项（万元）



数据来源：大全能源公告，中信建投期货

图表 8：2023-2030 年三氯氢硅法多晶硅生产线投资成本变化趋势（亿元/千吨）



数据来源：CPIA



图表 9：大全能源年产 10 万吨高纯硅基材料项目的各投资细项

项目名称	投资金额（万元）	占比
建筑工程费	184994.67	23.11%
设备购置费	484014.73	60.48%
安装工程费	72815.49	9.10%
其他工程费	32463.81	4.06%
资本性支出合计	774288.70	96.75%
预备费	7742.89	0.97%
铺底流动资金	18303.26	2.29%
非资本性支出合计	26046.15	3.25%
合计	800334.86	100%

数据来源：大全能源公告，中信建投期货

图表 10：部分多晶硅项目投资额

公司	项目名称	投资额（万元）	产能（吨）	单吨投资额（万元/吨）
大全能源	年产 35000 吨多晶硅项目	408762.63	35000	11.68
通威股份	乐山 10 万吨高纯晶硅项目	700000	100000	7
	乐山二期 5 万吨高纯晶硅项目	389370	50000	7.79
	保山一期 5 万吨高纯晶硅项目	396390	50000	7.93
	包头二期 5 万吨高纯晶硅项目	401629	50000	8.03
	包头 2.5 万吨高纯晶硅项目	235085.36	25000	9.40
	乐山 2.5 万吨高纯晶硅项目	259687.86	25000	10.39

数据来源：大全能源公告、通威股份公告，中信建投期货

## 1.4、相较主材其他环节，多晶硅达产周期更长

**多晶硅完全达产周期在 15-24 个月，显著长于主材其他环节。**由于多晶硅产业的重资产特征，其产能建设规模较大，投资所需时间往往也更长。多晶硅产能建设周期约为 12-18 个月，且投产后还有 3-6 个月的爬坡期，完全达产合计所需时间 15-24 个月，相较于光伏主材其他环节会更长。具体来看，据大全能源招股书，以大全能源年产 35000 吨多晶硅项目为例，其建设周期约为 19 个月，在项目规划上将大部分时间投入到了固定资产阶段，其中设计阶段耗费 9 个月、采购阶段耗费 11 个月、施工阶段耗费 14 个月。

图表 11：光伏主材各环节达产周期

	硅料	硅片	电池片	组件
产能建设期（月）	12-18	4-10	6-9	3-6
爬坡期（月）	3-6	2-3	2-3	1

数据来源：北极星太阳能光伏网，中信建投期货

图表 12：大全能源年产 3.5 万吨多晶硅项目建设周期

项目	建设期																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
设计招标及确定设计院																			
设计																			
采购																			
施工																			
装置工程机 械竣工中交																			
装置试生产																			

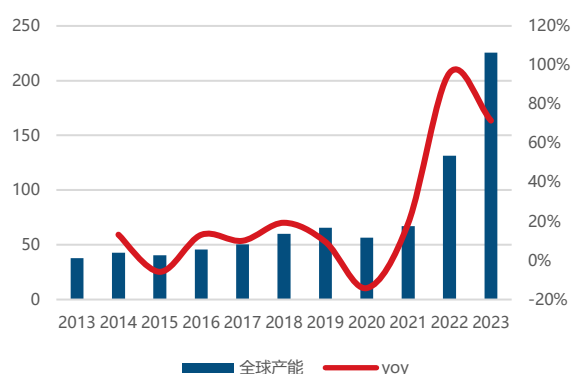
数据来源：大全能源公告，中信建投期货

## 二、全球多晶硅供应：供应持续扩张，中国是最大产国

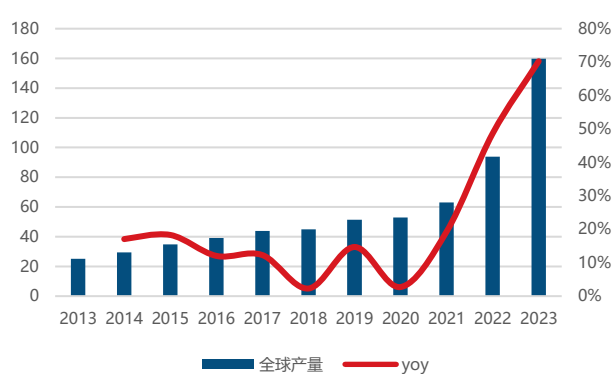
全球多晶硅产业的发展源自 20 世纪 50 年代，最初主要服务半导体产业。1951 年杜邦公司建设了全球首家多晶硅提纯工厂，主要供应美国的电子公司生产高频二极管。1957 年西门子公司发明的西门子法实现了工业化生产，随后很快成为多晶硅生产的主流技术路线。在 20 世纪 60 年代日本半导体崛起的时代背景下，西门子法也逐渐被日本信越、大阪钛、室素电子等日本企业采用。进入 21 世纪后，全球太阳能光伏产业迎来井喷式发展，对原材料多晶硅的需求也在逐年增加，多晶硅的供应增长也因此迈入了新的阶段，光伏产业也成为多晶硅最主要的下游需求。

**全球多晶硅产能与产量持续扩张。**2021 年及之前，全球多晶硅供应总量增长较为稳定，而从 2021 年之后开始，随着双碳目标成为全球共识，光伏新增装机量逐年走高，全球多晶硅产能与产量增长步入高速发展阶段。2021-2023 年全球多晶硅产能增长 236.21%，复合增长率达到 83.36%；产量增长 153.09%，复合增长率达到 59.09%。全球多晶硅供应大幅增长的主要原因是中国市场的扩产，双碳目标指引下潜在的新能源光伏装机需求需要更多晶硅原材料的承接，在此背景下有着技术优势以及成本优势的中国企业开启了扩产潮，并且行业超额利润的显现也驱动了许多新玩家入场，导致全球多晶硅供应呈现指数级增长。

图表 13：全球多晶硅产能（万吨）



图表 14：全球多晶硅产量（万吨）



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货 数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货

从结构的角度来看，中国是全球最大的多晶硅生产国。安泰科数据显示，2023 年中国多晶硅产能 210 万吨，占比全球 93.09%；产量 147.1 万吨，占比全球 92.11%，是全球最大的多晶硅供应国家。中国之所以能成为全球最大的多晶硅生产国，有以下几点原因：①成本优势明显，尤其是较低的电价为中国多晶硅生产创造了良好的外部环境，CPIA 数据显示海外多晶硅生产成本普遍高于 7 美元/kg，而我国多晶硅生产成本可以做到 7 美元/kg 以下；②中国同样是全球最大的光伏装机需求国，2015 年中国新增光伏装机规模首次超过德国位居全球第一，此后一直处于全球光伏装机市场的领先地位，使得多晶硅供应增长有着坚实的需求基础；③中国企业不断加强技术创新，产业链各环节配套齐备，一体化企业存在向上布局多晶硅产能的动力。

图表 15：2021-2023 全球分国别多晶硅供应情况（万吨）

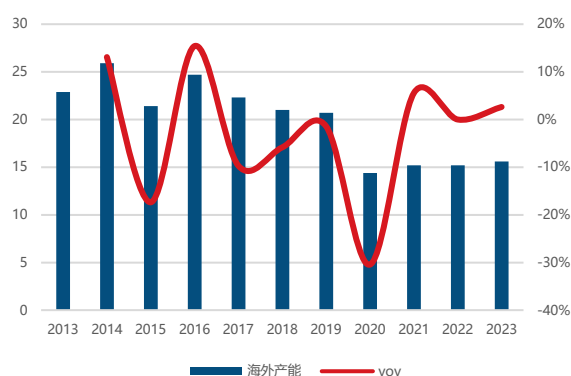
	全球		中国		海外		美国		德国		马来西亚	
	产能	产量	产能	产量	产能	产量	产能	产量	产能	产量	产能	产量
2021	67.1	63.1	51.9	49	15.2	14.1	3.4	2.9	6.5	6.5	3	2.8
2022	131.5	93.8	116.3	81.1	15.2	12.7	3.4	2.7	6.5	5.8	3	2.5
2023	225.6	159.7	210	147.1	15.6	12.6	3.4	2.7	6.5	5.4	3.4	2.8

数据来源：安泰科，中信建投期货

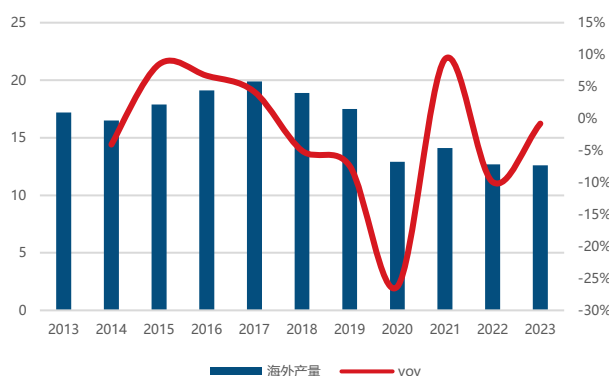
### 三、海外多晶硅生产概览：前期增长稳定，2020 年开始减产

海外多晶硅扩产有限，近年出现减产。海外多晶硅产能整体增长较为稳定，不过由于中国是主要的光伏消费市场，因此当西方国家启动对中国光伏产业的限制性关贸措施后，海外多晶硅企业经营开始承压，此后的扩产动力不足。此外，海外产能相较中国产能并不具备成本优势，因此在 2020 年前后中国产能大量崛起时，激烈的竞争环境下多数海外产能开始扩大减产。

图表 16: 海外多晶硅产能（万吨）



图表 17: 海外多晶硅产量（万吨）



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货 数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货

海外多晶硅生产企业主要包括德国 Wacker、韩国 OCI、美国 Hemlock 以及挪威 REC Silicon 等公司。

**德国 Wacker:** 德国 Wacker 成立于 1904 年，总部位于德国慕尼黑。Wacker 自 1959 年起开始工业化生产超纯多晶硅，2000 年初开始加大面向光伏产业的生产力度，2005 年开始 Wacker 投资超 20 亿欧元扩建德国博格豪森与农特里茨基地，以生产光伏多晶硅，2015 年又在美国建设生产基地，进一步提升产能。Wacker 的多晶硅纯度较高，为 12N，主要供给芯片板块。目前，Wacker 在德国博格豪森、美国田纳西州查尔斯顿、德国农特里茨设有生产基地，多晶硅总产能达到 8 万吨，其中德国产能 6 万吨，美国产能 2 万吨，其产品主要销售亚洲市场。2023 年 6 月 12 日，Wacker 宣布计划扩大其半导体多晶硅产能，计划到 2025 年在博格豪森建立一条全新产线，以使产能提高 50% 以上。从财务数据看，除了 2023 年受多晶硅行情下跌影响外，其余年份 Wacker 总体的收入与盈利能力仍是增长为主。

图表 18: Wacker 多晶硅业务板块财务数据（百万欧元）

	2023	2022	2021	2020	2019
销售额	1599.3	2287.2	1529.8	792.2	780
EBITDA	320.6	825.7	656.7	4.7	56.9
EBITDA 利润率	20%	36.1%	42.9%	0.6%	7.3%
EBIT	203.3	705.3	528.9	-147.8	-1012.9
资本开支	165.1	91.9	30.6	24.9	35.3
研发投入	33.5	27.0	21.3	21.3	30.0

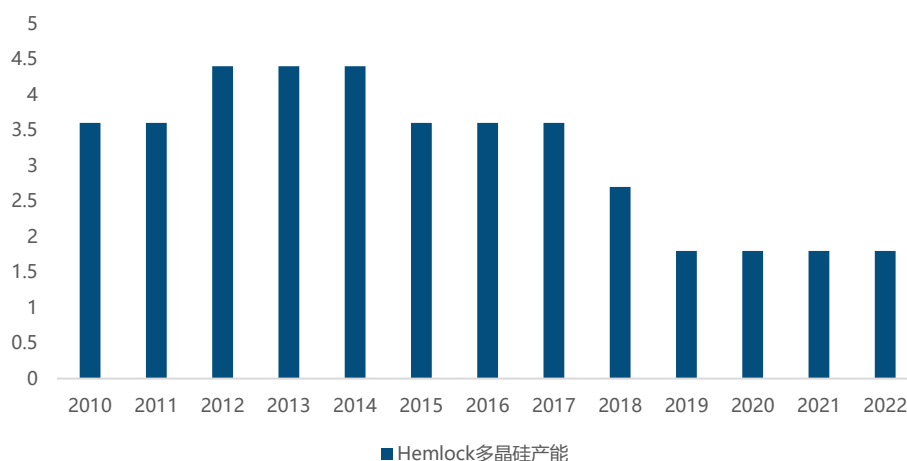
数据来源：Wacker 公告，中信建投期货

**韩国 OCI:** OCI 是韩国化工领域的知名企业，成立于 1959 年，业务板块包括太阳能发电、储能系统、热电联产、城市开发以及医疗生物等多方面。OCI 于 2006 年开始推进多晶硅业务板块，2008 年实现商业化生产，目前 OCI 的工厂包括韩国群山工厂（主产半导体级多晶硅）以及马来西亚沙玛拉如工厂（主产太阳能级多晶硅），其中太阳能级多晶硅纯度为 10N，

半导体级多晶硅纯度为 11N，其产品主要销往中国大陆、中国台湾、欧洲、美国、日本以及韩国。韩国群山工厂在 2020 年之前具备太阳能级多晶硅产能，不过受 2020 年多晶硅行情低迷影响，当年 OCI 宣布韩国境内的太阳能级多晶硅产能全部退出，韩国 P1 产线改为年产 5000 吨半导体级多晶硅，而太阳能级多晶硅仅保留马来西亚工厂。马来西亚方面，2021 年 OCI 马来西亚产能由 2.7 万吨扩至 3 万吨，2022 年再新增产能 5000 吨，目前马来西亚沙玛拉如工厂的多晶硅产能为 3.5 万吨。2024 年 OCI 宣布将投资 6.179 亿美元，使马来西亚产能在 2027 年由现在的 3.5 万吨进一步提升至 5.66 万吨。

**美国 Hemlock:** Hemlock 是美国最大的多晶硅生产商。1960 年，Hemlock 的多晶硅工厂在美国密歇根州开始建设，1961 年投产。1979 年 Hemlock 成为道康宁的全资子公司，1984 年成为道康宁、信越半导体、三菱材料的合资公司。2010 年，Hemlock 多晶硅产能达到 3.6 万吨，2012 年通过技改其产能升至 4.4 万吨。不过受美国政府针对中国光伏产业开展双反调查影响，Hemlock 的经营开始承压，其原定 2013 年投产的田纳西州工厂被无限期搁置，密西根州工厂产能也经历数轮减产，2019 年至今，Hemlock 的多晶硅产能维持在 1.8 万吨。

图表 19: Hemlock 多晶硅产能（万吨）

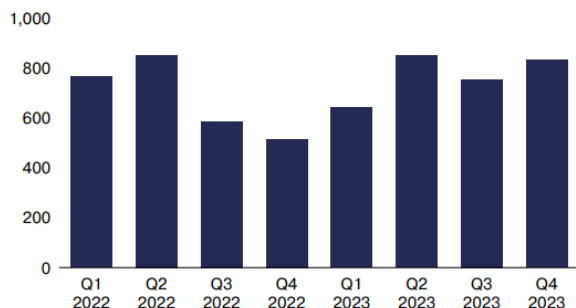


数据来源: Hemlock 公告、CPIA, 中信建投期货

**挪威 REC Silicon:** REC 是挪威奥斯陆证券交易所上市公司，其多晶硅分部是 REC Silicon。2002 年，REC 与日本 Komatsu 成立合资公司，Komatsu 旗下的摩西湖工厂被改组为 SGS，开始生产太阳能级多晶硅，2005 年 REC 又收购了 ASiMI 于美国蒙大拿州布特的多晶硅产能以及 SGS 的剩余股权，从而成立 REC Silicon。2006 年，REC Silicon 在摩西湖启动多晶硅三期工程，技术路线为硅烷流化床法（FBR），项目于 2009 年投产。截至 2023 年，REC Silicon 在摩西湖拥有 2.4 万吨硅烷产能，主要用于生产 1.6 万吨太阳能级多晶硅；在布特拥有 7.4 万吨硅烷产能，一部分外售，一部分用于生产电子级多晶硅。REC Silicon 的相当一部分业务面向中国市场，但其产能却主要位于美国，因此在美国政府对中国光伏产业开展双反调查后，REC Silicon 的经营状况就不断恶化，2018 年 REC Silicon 将其位于摩西湖的工厂产能利用率下调至 25%，2019Q2 摩西湖颗粒硅产能全部停产，不过随后 REC Silicon 又计划于 2023 年 11 月正式重启摩西湖产能，预计 2024Q1 至 Q2 期间交付首批货物，2024 年底实现满产。

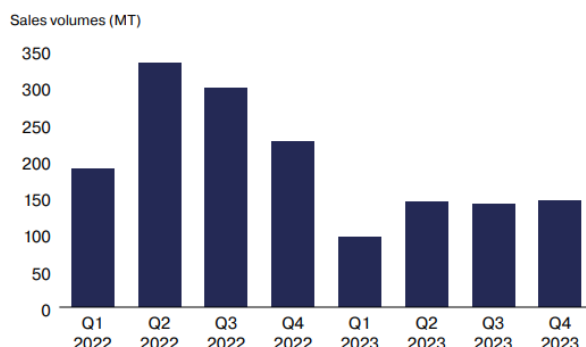


图表 20: REC Silicon 硅烷销量 (吨)



数据来源: REC 公告

图表 21: REC Silicon 电子级多晶硅销量 (吨)



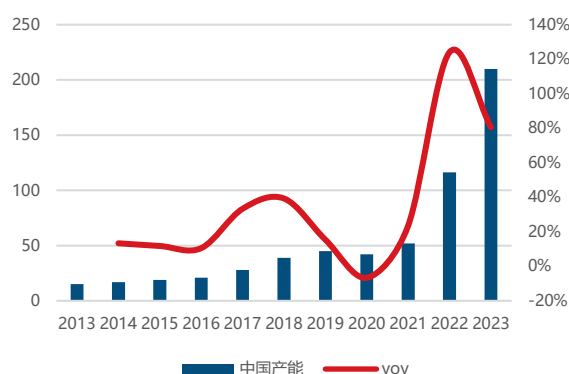
数据来源: REC 公告

## 四、中国多晶硅生产概览：高增速、集群化、高集中

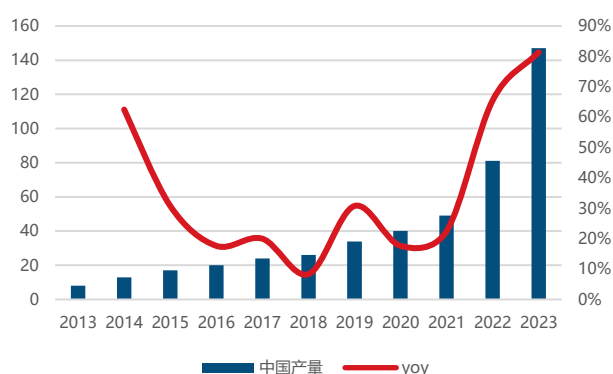
### 4.1、中国多晶硅产能产量变化趋势

**2021 年及以前我国多晶硅供应总体保持稳定增长，2021 年之后多晶硅生产则迎来爆发式增长。**2013 年之前，受多晶硅“高能耗、高污染”的特点影响，多晶硅企业融资较为困难，产能扩张一度放缓，而在 2013 年国务院出台《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，激励政策让多晶硅产能重回增长的通道。2020 年，受疫情影响，终端需求有所放缓，订单推延也导致部分多晶硅企业经营承压，当年产能出现缩减。随后中国政府提出双碳目标，光伏需求爆发导致多晶硅供需转向紧缺，一度导致行业利润大幅抬升，在 2022 年-2023 年利润驱动下多晶硅产能迎来大幅扩张，中国多晶硅产能由 2022 年底的 116.33 万吨增至 2023 年底的 210 万吨，2023 年中国多晶硅产量 147.1 万吨，同比增幅高达 81.4%。不过产能大幅扩张导致多晶硅供需关系重新转向过剩，2024 年国务院印发《2024—2025 年节能降碳行动方案》，要求新建多晶硅产能的能效水平必须达到行业先进水平，政策端重新开始对多晶硅供应进行一定限制。从产能规划看我国在 2024-2025 年仍有大量多晶硅产能待投放，但新的能耗政策限制下，未来多晶硅产能投产节奏可能再度生变。

图表 22：中国多晶硅产能（万吨）



图表 23：中国多晶硅产量（万吨）



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货 数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货

图表 24：多晶硅产能规划

多晶硅产能 (万吨)	2023	2024	2025	备注
永祥股份	44	84	104	四川 26 万吨，云南 26 万吨，包头 52 万吨
协鑫科技	33	47	87	颗粒硅 86 万吨，电子级 1 万吨
新特能源	30	30	50	新疆 30 万吨，包头 20 万吨
新疆大全	22	32	32	新疆石河子 12 万吨，包头 20 万吨
东方希望	15	21	33.5	新疆 21 万吨，宁夏 12.5 万吨
亚洲硅业	10	20	30	青海
其他建成企业 (15 家)	48	102	221.5	新疆戈恩斯、宜昌南玻、天宏瑞科、鄂尔多斯、内蒙东立、黄河水电、聚光硅业、丽豪半导体、润阳新能源、新疆晶诺、宝丰能源、弘元绿能、合盛硅业、其亚铝电、信义光伏
其他有规划企业 (20 家)			228	江苏阳光、东方日升、亚王集团、清电能源、陕煤集团、河南赛能等
产能总计	202	336	558	

数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会，中信建投期货

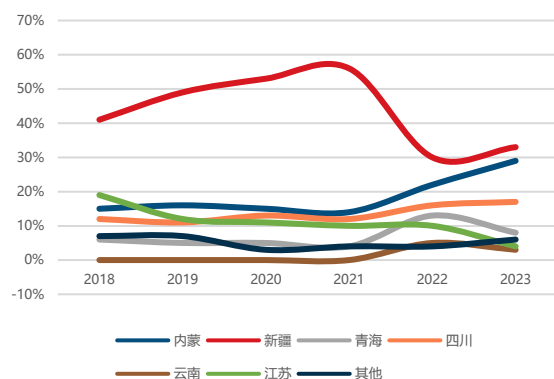
## 4.2、中国多晶硅主产地为新疆、内蒙、四川及青海，已形成多个晶硅生产集群

我国多晶硅目前主产区为新疆、内蒙、四川以及青海，期间曾经历生产重心转移。我国多晶硅产能曾经历生产重心转移的过程，体现在主产地由江苏逐步转变为新疆、内蒙、四川和青海。在本文第一章中我们曾介绍，多晶硅生产是个高能耗的过程，其中电力成本占比较高，而西北地区电价较为低廉，因此将新增产能布局在新疆及内蒙等地有助于降低生产成本。此外，西北地区以及四川地区也是工业硅的主产地，多晶硅产能在此布局亦有助于实现上下游产能的配套。此外，生产重心转移的另一个趋势是，新疆产能占比在近年来有所下降、而内蒙产能不断提升，背后原因是欧美国家贸易政策对新疆并不友好，因此为了降低贸易风险，

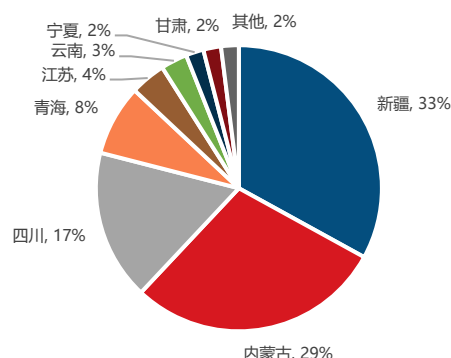


西北地区的新增产能已很少选择布局新疆。

图表 25：中国多晶硅产能分布占比



图表 26：2023 年中国多晶硅产能分布占比



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货 数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货

进一步来看，由于我国多晶硅产地较为集中，因此目前已形成多个多晶硅生产集群，包括新疆乌鲁木齐、新疆石河子、新疆昌吉、内蒙古包头、四川乐山、青海西宁等地。

**新疆乌鲁木齐：**2022 年乌鲁木齐光伏行业产值 228.9 亿元，截至 2023 年 6 月底乌鲁木齐已形成 20 万吨多晶硅产能。乌鲁木齐拥有以多晶硅生产服务为主体，光伏产品研发、半导体材料学研究为发展方向的无机痕量级实验室。

**新疆石河子：**2022 年石河子光伏行业产值 312.3 亿元，截至 2023 年 6 月底拥有 10.5 万吨多晶硅产能。根据《八师石河子市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，石河子市将以大全能源股份高品质多晶硅为龙头，打造“多晶硅-太阳能级单晶硅/电子级单晶硅-电池片及组件/半导体芯片”产业链，重点引进太阳能光伏组件、太阳能光伏玻璃、光伏变电站及配套项目。

**新疆昌吉：**2022 年昌吉光伏行业产值约 251.4 亿元，截至 2023 年 6 月底具备 31 万吨多晶硅产能。昌吉以准东为圆心辐射发展新疆“硅谷”，着力完善从高纯硅料、多晶硅到单（多）晶硅片、太阳能电池、光伏发电、电子级硅片的系统完善产业链。

**内蒙古包头：**2022 年包头光伏行业产值 1000 亿元左右，主要产能包括多晶硅（30 万吨）、电子级多晶硅（5000 吨）、单晶硅（103.75GW）、切片（46GW）、组件（8GW）。包头市光伏企业共有 12 家，包括通威、协鑫、大全、新特等头部企业。包头市晶硅企业用电成本平均为 0.32 元，低于全国平均水平，包风 1 号、2 号两条 500kV 输变电通道建成后电价可降至 0.27-0.29 元。

**四川乐山：**乐山市光伏企业包括通威永祥、协鑫、晶科能源、隆基以及天合光能，全市已形成高纯晶硅-拉棒切方-切片-电池片的产业链，具备 36 万吨多晶硅产能。乐山市致力于打造“中国硅谷”，先后制定印发《支持乐山建成“中国绿色硅谷”十五条措施》、“光伏二十五条”“税十二条”等 100 余条配套政策。乐山当地工业用电价格低于 0.5 元，属全省领先，

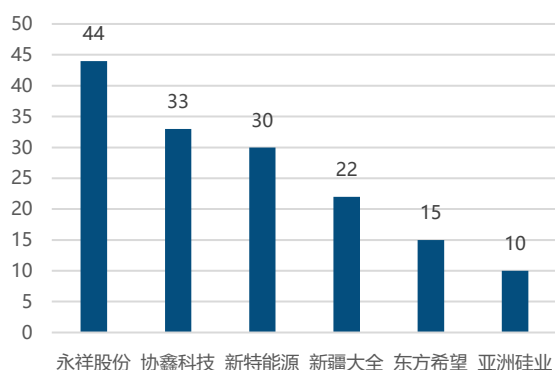
预计至 2025 年乐山将形成 50 万吨高纯晶硅产能。

**青海西宁：**2022 年西宁光伏制造工业总产值 408.9 亿元，占全市比重 19.5%。西宁已打造“多晶硅-单晶硅-切片-太阳能电池-电池组件”完整的光伏产业链，形成了 14.53 万吨的多晶硅产能。

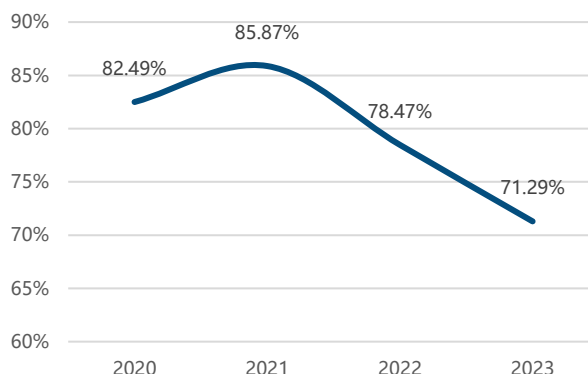
## 4.2、中国多晶硅产能呈现出高集中度

**我国多晶硅生产集中度较高。**硅业分会数据显示，截至 2023 年底，我国共有 17 家多晶硅生产企业，不过大量产能集中在头部企业，2023 年中国多晶硅产能 TOP5 分别是永祥股份（44 万吨）、协鑫科技（33 万吨）、新特能源（30 万吨）、新疆大全（22 万吨）以及东方希望（15 万吨），CR5 高达 71.29%。从趋势上看，2021 年开始多晶硅产能 CR5 逐步滑落，原因可能是行业利润显现时，大量新玩家入局，导致竞争格局有所分散。

图表 27：2023 中国主要多晶硅产能（万吨）



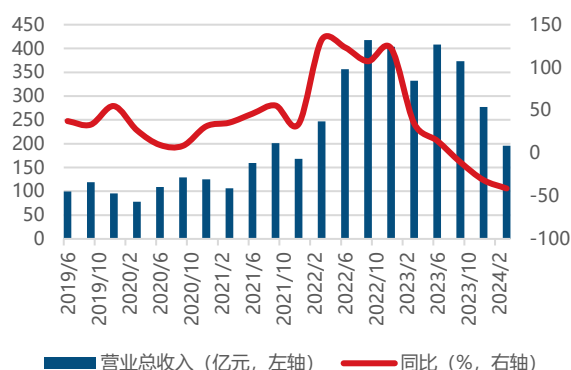
图表 28：中国多晶硅产能 CR5



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货 数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、安泰科，中信建投期货

**通威股份：**通威主营业务包括农业板块以及新能源板块，其中新能源板块业务包括高纯晶硅、太阳能电池以及组件等产品的研发、生产与销售。通威的多晶硅业务由旗下永祥股份主营，永祥股份拥有四川乐山、内蒙古包头以及云南保山三大生产基地，2023 年通威多晶硅产能 45 万吨（公司公告口径，硅业分会统计为 44 万吨），产量 38.9 万吨（yoy+45.75%），平均生产成本在 4.2 万元/吨以下。2023 年多晶硅出货 38.72 万吨（yoy+50.79%），全球市占率超 25%，主要客户为下游硅片企业。

图表 29：通威股份营业总收入



数据来源：公司公告，中信建投期货

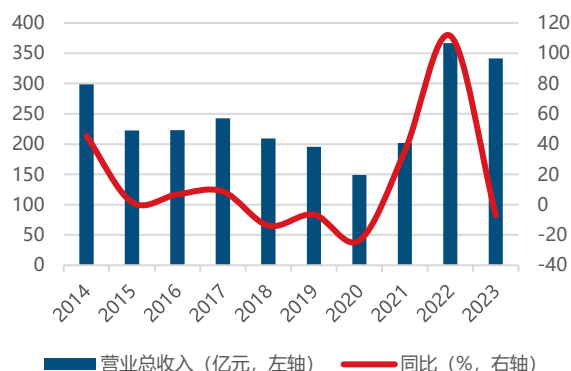
图表 30：通威股份归母净利润



数据来源：公司公告，中信建投期货

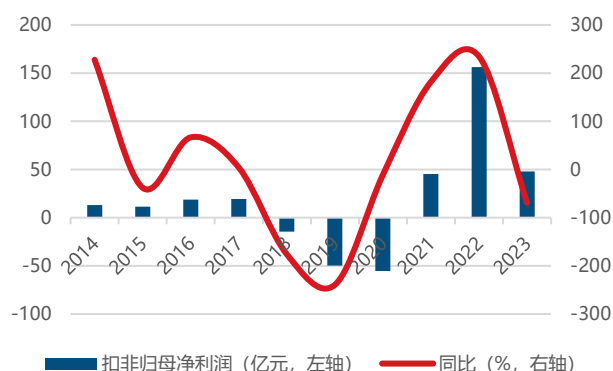
**协鑫科技：**协鑫为香港联交所上市公司，主营业务包括多晶硅、硅片的制造与销售，以及光伏电站的开发建设与管理，子公司协鑫光电主营钙钛矿电池。协鑫是全球颗粒硅生产龙头企业，2023 年正式退出棒状硅市场，专注颗粒硅领域发展。公告显示 2023 年名义多晶硅产能 42 万吨，有效产能 34 万吨（硅业分会口径有效产能 33 万吨），2023 年协鑫多晶硅产量 23.23 万吨（yoy+122%），其中颗粒硅产量 20.36 万吨（yoy+346%）。2023 年，协鑫多晶硅出货量 22.61 万吨（其中内售 1.85 万吨），颗粒硅平均售价 76.8 元/kg。

图表 31：协鑫科技营业总收入



数据来源：公司公告，中信建投期货

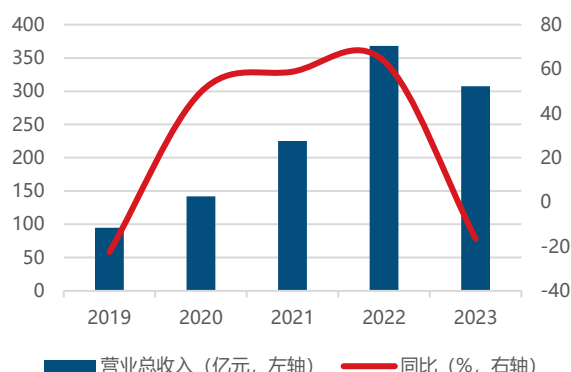
图表 32：协鑫科技扣非归母净利润



数据来源：公司公告，中信建投期货

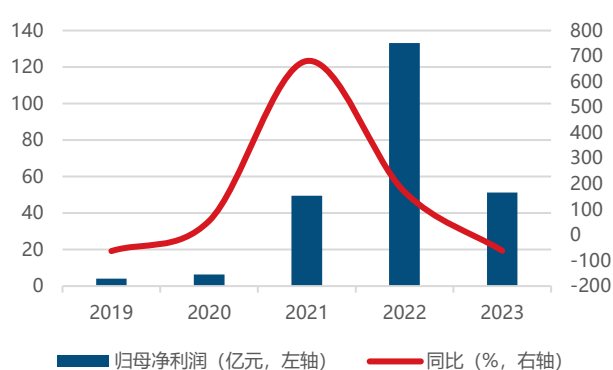
**新特能源：**新特主要从事多晶硅的研发、生产和销售，为 A 股拟上市公司，2024 年 6 月显示 IPO 状态为中止审查。硅业分会数据显示，2023 年新特多晶硅产能 30 万吨。新特的上游原材料中，硅粉、工业硅、煤炭等大宗原材料以分期定价采购的形式进行，其中部分硅粉会委托外协厂商加工并支付加工费，其余原材料按需采购。新特多晶硅销售以直销模式进行，主要客户包括隆基、晶澳、晶科、中环、高景等，对于重要客户会签订 2-5 年期限的合作协议，定价模式为月度议价。

图表 33：新特能源营业总收入



数据来源：公司公告，中信建投期货

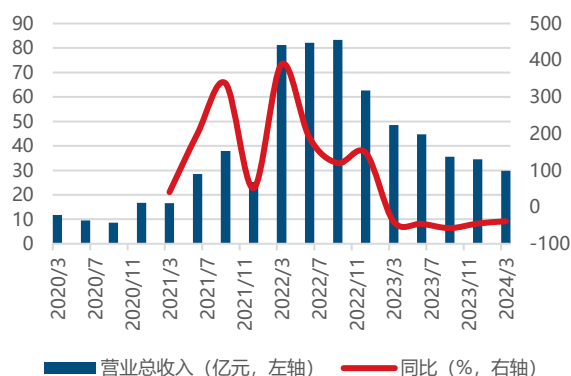
图表 34：新特能源归母净利润



数据来源：公司公告，中信建投期货

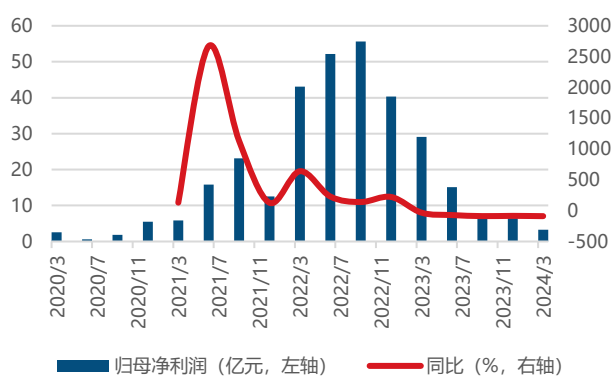
**大全能源：**大全能源主营多晶硅研发、制造与销售，2023 年多晶硅产能 20.5 万吨（硅业分会口径为 22 万吨），2023 年产量 19.78 万吨(yoy+47.84%)，销量 20 万吨(yoy+50.48%)，2023 年公司多晶硅单位售价为 8.11 万元/吨，单位成本为 4.87 万元/吨，单位现金成本为 4.27 万元/吨。原材料采购方面，对于工业硅粉、石墨夹头、包装物等主要采购物资，通常与主要合格供应商签订年度采购合同。销售方面，针对多晶硅主要客户，公司通常与其签订锁量不锁价的长期供货协议，协议期限通常在 1 至 5 年不等，具体每月的供货数量和产品单价一般以双方签订的销售合同/订单为准。

图表 35：大全能源营业总收入



数据来源：公司公告，中信建投期货

图表 36：大全能源归母净利润



数据来源：公司公告，中信建投期货

**东方希望：**东方希望为非上市公司，东方希望集团创立于 1982 年，实体经济业务范围包括矿山、发电、铝业、硅业、水泥、化工、农业等多个板块。2013 年，东方希望开始进入光伏行业，2019 年年产 12 万吨多晶硅项目实现全流程贯通。截至 2023 年，东方希望工业硅产能超 60 万吨，多晶硅规划产能近 50 万吨。

## 五、总结

多晶硅生产具有重资产、高壁垒、达产慢的特点。目前多晶硅主流工艺路线为改良西门子法。改良西门子法能耗较高，硅业分会数据显示改良西门子法能耗约 60-70 度/kg，相较而言硅烷流化床法只需 10-18 度/kg。进一步来看，在改良西门子法中，电力成本和硅耗是主要成本负担，二者占含税成本比例分别为 40%和 24%（2024 年 6 月数据）。此外，多晶硅属于重资产行业，产能投资中资本性开支占比达 95%以上，其中还原炉的投资成本占比较高。也正是由于多晶硅重资产的特征，多晶硅产能达产时间相较光伏主材其他环节要更慢，平均多晶硅产能完全达产需要 15-24 个月（产能建设周期约为 12-18 个月，产能爬坡期约 3-6 个月），而下游其他环节达产时间在半年到 1 年不等。

全球视角来看，2021 年及之前多晶硅供应增速总体稳定，2021 年之后受中国产能大量扩产影响，全球产能快速增加，2021-2023 年全球多晶硅产能增长 236.21%，复合增长率达到 83.36%；产量增长 153.09%，复合增长率达到 59.09%。结构角度看，中国是全球最大的多晶硅供应国，原因是中国多晶硅产能具备成本优势，且中国也是全球最大的光伏装机需求国，此外中国光伏一体化产能建设完善，下游企业也存在向上布局多晶硅产能的动力，2023 年中国多晶硅产能 210 万吨，占比全球 93.09%，产量 147.1 万吨，占比全球 92.11%。

海外市场方面，多晶硅生产企业主要包括德国 Wacker、韩国 OCI、美国 Hemlock 以及挪威 REC Silicon 等公司。自西方国家对光伏产业开展双反调查后，西方多晶硅企业经营便开始承压，并且相较于中国产能，西方产能并不具备成本优势，因此 2020 年前后当中国产能快速扩张导致市场竞争更加激烈时，部分西方产能开始加大减产。

中国市场方面，2013 年之前多晶硅因其高能耗的特征，难以在金融市场上顺利融资，导致产能扩张有限，2013 年国务院出台《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，激励政策使得多晶硅产能重回增长。2020 年受疫情影响，终端需求走弱叠加订单延期，中国多晶硅产能一度出现下滑，不过随着双碳政策出台，光伏市场供需关系出现反转，利润驱动下中国多晶硅产能迎来大幅扩张，多晶硅供需又重新转向过剩。2024 年，政府部门再出台能耗政策，对多晶硅能效水平予以要求，未来多晶硅产能投放节奏或将再度发生变化。

进一步观察中国市场，由于多晶硅生产的能耗水平较高，因此产能多分布在低电价地区，目前中国已形成多晶硅生产集群，包括新疆乌鲁木齐、新疆石河子、新疆昌吉、内蒙古包头、四川乐山、青海西宁等地。此外，中国多晶硅产能集中度较高，截至 2023 年底我国共有 17 家多晶硅生产企业，大量产能集中在头部企业，2023 年中国多晶硅产能 TOP5 分别是永祥股份（44 万吨）、协鑫科技（33 万吨）、新特能源（30 万吨）、新疆大全（22 万吨）以及东方希望（15 万吨），CR5 高达 71.29%。



## 联系我们

全国统一客服电话：400-8877-780

网址：[www.cfc108.com](http://www.cfc108.com)

获取更多研报报告、专业客户经理一对一服务、  
了解公司更多信息，扫描右方二维码即可获得！



## 重要声明

本报告观点和信息仅供符合证监会适当性管理规定的期货交易者参考，据此操作、责任自负。中信建投期货有限公司（下称“中信建投”）不因任何订阅或接收本报告的行为而将订阅人视为中信建投的客户。

本报告发布内容如涉及或属于系列解读，则交易者若使用所载资料，有可能会因缺乏对完整内容的了解而对其中假设依据、研究依据、结论等内容产生误解。提请交易者参阅中信建投已发布的完整系列报告，仔细阅读其所附各项声明、数据来源及风险提示，关注相关的分析、预测能够成立的关键假设条件，关注研究依据和研究结论的目标价格及时间周期，并准确理解研究逻辑。

中信建投对本报告所载资料的准确性、可靠性、时效性及完整性不作任何明示或暗示的保证。本报告中的资料、意见等仅代表报告发布之时的判断，相关研究观点可能依据中信建投后续发布的报告在不发布通知的情形下作出更

改。

中信建投的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见不一致的市场评论和/或观点。本报告发布内容并非交易决策服务，在任何情形下都不构成对接收本报告内容交易者的任何交易建议，交易者应充分了解各类交易风险并谨慎考虑本报告发布内容是否符合自身特定状况，自主做出交易决策并自行承担交易风险。交易者根据本报告内容做出的任何决策与中信建投或相关作者无关。

本报告发布的内容仅为中信建投所有。未经中信建投事先书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式对本报告进行翻版、复制和刊发，如需引用、转发等，需注明出处为“中信建投期货”，且不得对本报告进行任何增删或修改。亦不得从未经中信建投书面授权的任何机构、个人或其运营的媒体平台接收、翻版、复制或引用本报告发布的全部或部分内容。版权所有，违者必究。