

# 研究报告

## 专题报告—工业硅

### 我国多晶硅产业发展现状及趋势

广州期货 研究中心

联系电话：020-22836112

#### 摘要：

多晶硅是单质硅的一种形态，是银灰色、有金属色泽的晶体，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。根据用途及纯度，又分为太阳能级多晶硅、电子级多晶硅。

从生产端来看，截止2021年底我国多晶硅产能55.65万吨/年，产能全球占比77.3%。受生产原料工业硅以及受电价因素影响，国内52%产能分布在西北地区，其次是西南地区。多晶硅生产技术门槛较高，目前CR10=80.89%，主要头部企业有乐山永祥、新疆大全、新特能源、江苏中能、东方希望（光伏）、亚洲硅业（青海）等。

从需求端来看，下游需求主要是光伏行业的电池片，占多晶硅消费总量的90%以上。半导体行业对于多晶硅消费占比很小，且对纯度要求极高，所以目前我国生产的多晶硅主要是太阳能级多晶硅。

从生产成本来看，多晶硅生产成本主要由金属硅、电力以及三氯氢硅构成，分别占比57.57%、26.51%、12.52%。

多晶硅市场未来需求量将继续创新高，光伏装机市场还很大，预计多晶硅需求量2022年为80万吨，到2030年高达294万吨。但目前2025年产能扩产规划已经远超同年的装机需求，甚至可以满足2030年全球的装机需求，未来可能会导致供大于求，详细测算见正文。

投资咨询业务资格：

证监许可【2012】1497号

#### 联系信息

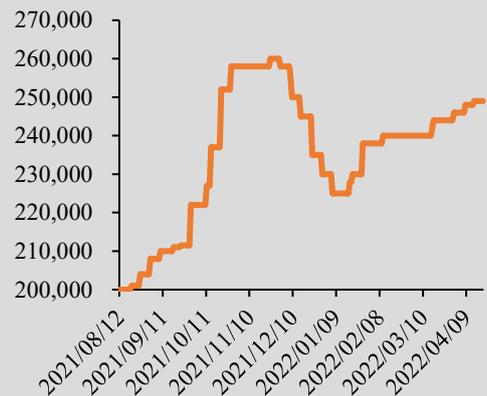
分析师 李代

期货从业资格：F03086605

投资咨询资格：Z0016791

邮箱：li.dai@gzgf2010.com.cn

#### 多晶硅市场参考价（元/吨）



#### 相关报告

2022.1.11 《一文带你读懂我国工业硅产业链基本格局》

## 目录

一、多晶硅基础知识.....	1
(一) 简介.....	1
(二) 产业链.....	1
(三) 生产方法.....	1
二、我国多晶硅供需格局.....	3
(一) 供给端.....	3
(二) 需求端.....	6
三、多晶硅生产成本构成.....	7
四、多晶硅前景展望.....	7
免责声明.....	9
研究中心简介.....	9
广州期货业务单元一览.....	10

## 一、多晶硅基础知识

### （一）简介

多晶硅是单质硅的一种形态，是银灰色、有金属色泽的晶体，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。

根据用途不同，可以将多晶硅分为太阳能级多晶硅和电子级多晶硅。太阳能级多晶硅主要用于太阳能电池的生产制造，而电子级多晶硅对纯度要求更高，主要作为半导体电子材料，广泛应用于电子信息领域。

### （二）产业链

多晶硅产业链的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。

目前多晶硅的需求主要来自光伏行业，全球90%以上的太阳能电池使用多晶硅作为原料制造。2003年以前，多晶硅的市场需求主要以电子级多晶硅为主，但随着太阳能光伏产业的高速发展以及规模的不断扩大，太阳能级多晶硅的市场需求于2006年超过电子级多晶硅，成为多晶硅市场发展的主要驱动力。2015年，光伏产业对多晶硅需求量超过30万吨，约为半导体工业耗硅量的10倍。

图表1：多晶硅产业链示意图



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会 广州期货研究中心

### （三）生产方法

多晶硅生产方法主要包括改良西门子法、硅烷流化床法、物理冶金法等。根据中国光伏行业协会的数据，2020年我国采用改良西门子法生产的多晶硅约占全国总产量的97.2%，改良西门子法是目前生产多晶硅的主流方法。

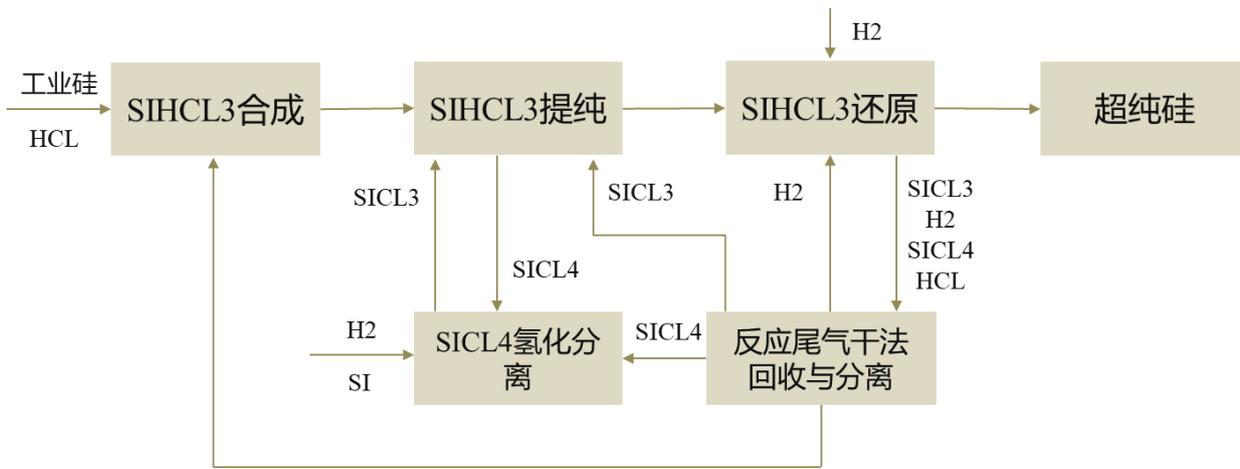
### 改良西门子法

西门子法是1954年由德国Siemens公司发明，1965年左右实现工业化生产多晶硅。经过几十年的应用和发展，西门子法不断完善，先后出现了第一代、第二代和第三代多晶硅生产工艺。

第三代生产工艺即改良西门子法，它在第二代的基础上增加了还原尾气干法回收系统、 $\text{SiCl}_4$ 回收氯化工艺，实现了完全闭环生产，是西门子法生产高纯多晶硅技术的最新技术，其具体工艺流程如图表2所示。

目前在安全性上远超硅烷流化床法，短期内其生产成本也低于硅烷法。在其他技术没有重大突破的前提下，改良西门子法有望在较长时间内保持其竞争优势。

图表2：西门子法工艺示意图



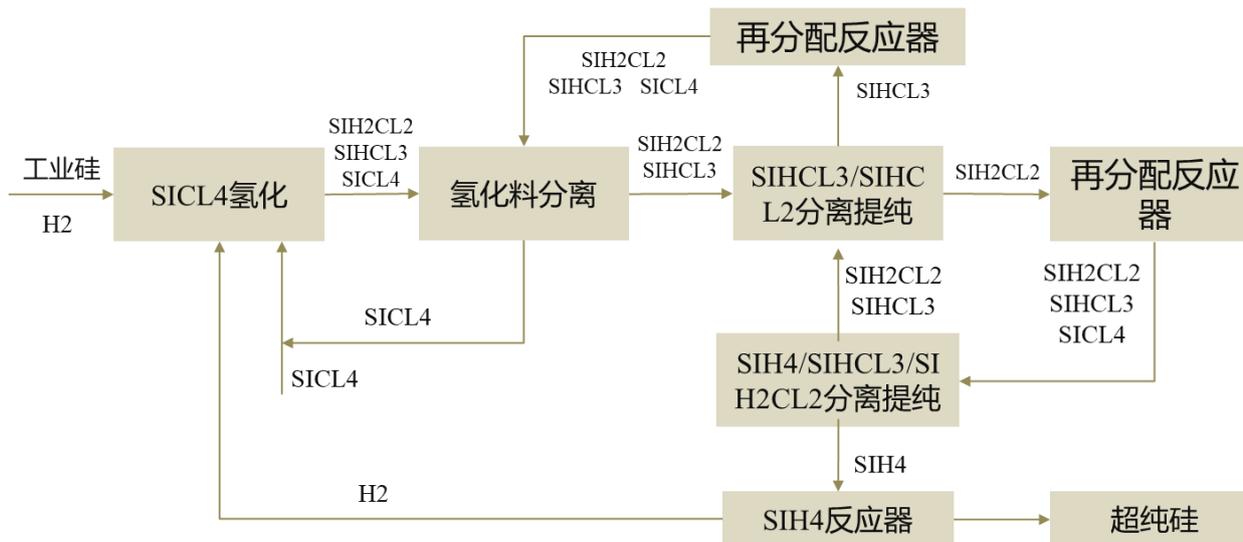
数据来源：广州期货研究中心

### 硅烷流化床法

硅烷流化床法是一种以硅烷为反应原料的化学提纯法，是在改良西门子法工业化生产多晶硅二十多年后开发的新一代生产工艺，主要目的是降低多晶硅的生产能耗和成本。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。

流程为将硅烷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，其具体流程如图表3所示。

图表3：硅烷法工艺示意图



数据来源：广州期货研究中心

### 物理冶金法

以工业硅为原料，直接经过冶金提纯制得纯度在99.999%以上的多晶硅。该方法中硅元素并没有参与化学反应，主要是利用材料的物理特性去除冶金硅中的杂质，因此，冶金法又称物理法或铸造法。

相对比较改良西门子法、硅烷法，冶金法具有设备简单、能耗低、投资小等特点。但是冶金法通过分凝、蒸发、真空氧化等方法去除提纯，杂质去除不彻底，纯度不够高，目前基本已经被淘汰。

## 二、我国多晶硅供需格局

### (一) 供给端

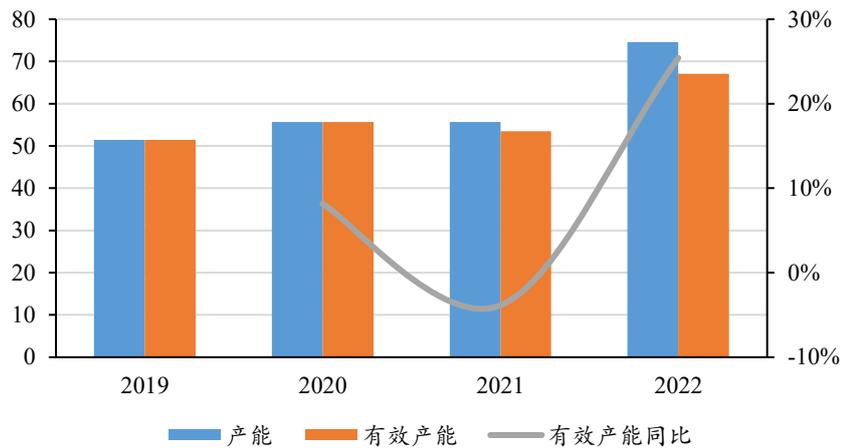
目前中国是全球多晶硅产能与产量的第一大国。据中国有色金属工业协会硅业分会、百川盈孚数据显示，截止2021年底，国内多晶硅产能为55.65万吨/年，产能全球占比从2010年的29.8%提升至2021年的77.3%；2021年产量为48.7万吨，产量全球占比从2010年的25.6%提升至2021年的77.7%。当前我国产能产量占比均呈继续上升趋势。

### 产能

截止2022年3月，我国多晶硅产能有74.55万吨，其中有效产能为67.1万吨，占比90.01%。有效产能同比整体上是不断增加的，其中2022年同比达25.42%。

由于光伏行业快速发展，目前市场上对于多晶硅的投资在持续加码。预计2022年底全球多晶硅产能将快速增加至100-120万吨。

图表4：2019-2022年国内多晶硅产能（万吨）

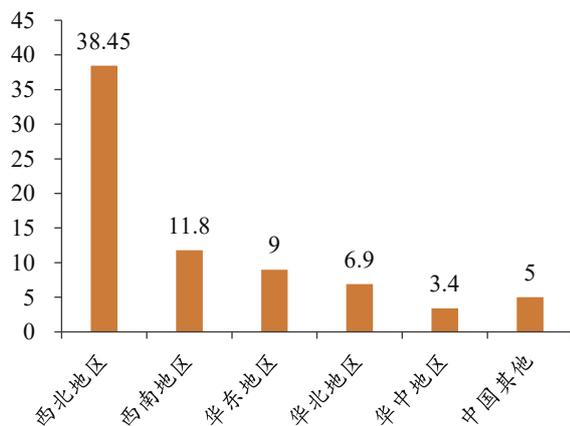


数据来源：百川盈孚 广州期货研究中心

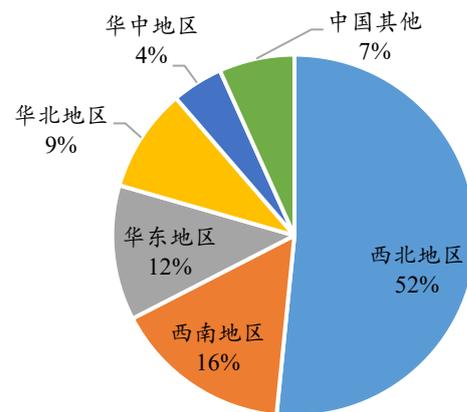
从地域分布来看，目前主要集中在西北地区、西南地区、华东地区，主要因为这些地区是原材料工业硅的生产地或集散地，便于产业一体化。

西北地区产能主要位于新疆、内蒙古、青海，占比达到52%；西南地区产能主要位于四川，占比16%；华东地区产能主要位于江苏，占比12%。

图表5：国内多晶硅产能区域分布（万吨）



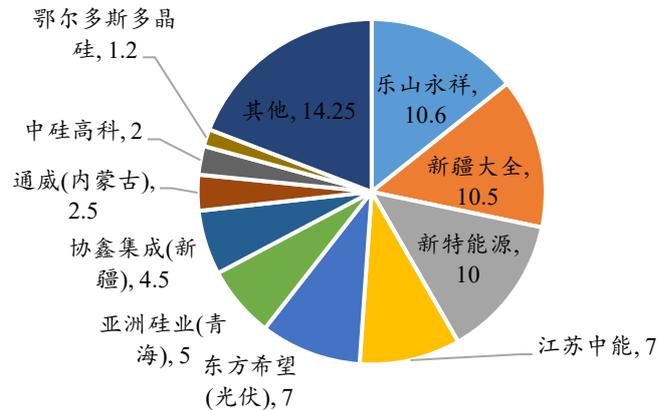
图表6：国内多晶硅产能区域分布占比



数据来源：百川盈孚 广州期货研究中心

从企业分布来看，国内多晶硅企业前10家企业产能为60.30万吨，占全部产能的80.89%，行业的集中度高。主要企业有乐山永祥、新疆大全、新特能源、江苏中能、东方希望（光伏）、亚洲硅业（青海）等。

图表7：2022年国内多晶硅企业产能分布（万吨）

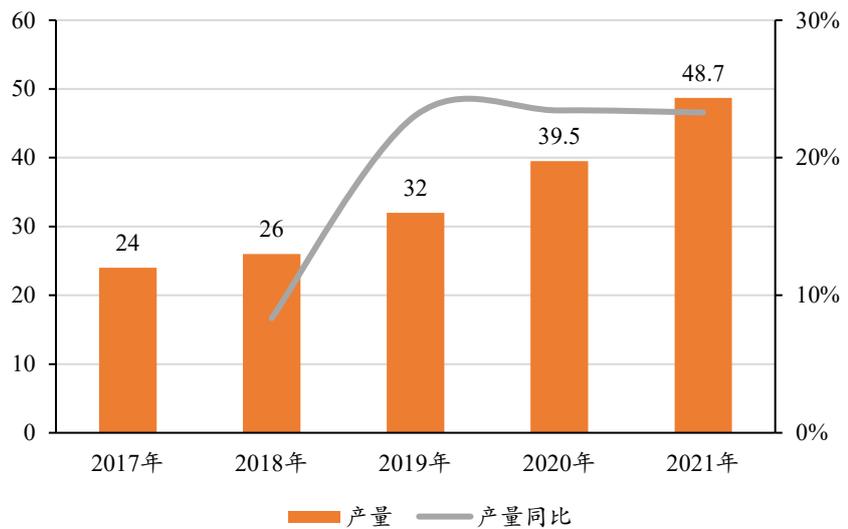


数据来源：百川盈孚 广州期货研究中心

### 产量

截止2021年，国内多晶硅产量有48.7万吨，相较于2017年产量24万吨实现翻倍，由于下游需求旺盛，近三年来年复合增长率超过20%。

图表8：2017-2021年我国多晶硅产量(万吨)

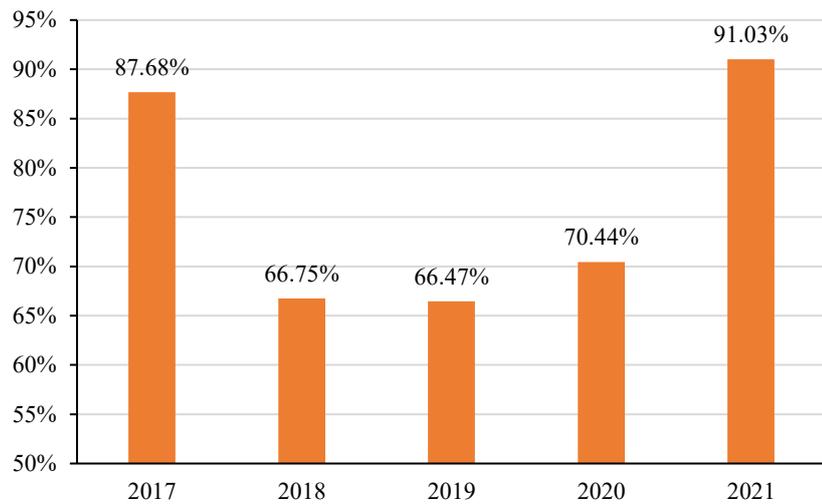


数据来源：百川盈孚 广州期货研究中心

从行业开工率来看，2018年有非常大幅的下降，由于当年国家发展改革委、财政部、国家能源局三家联合发布了《关于2018年光伏发电有关事项的通知》，明确加快光伏发电补贴退坡，降低补贴强度。

但伴随着光伏产业链整体降本增效，光伏发电成本逐步下降，行业开工率又开始节节高升。2021年开工率已经达到91.03%，基本已经是满负荷生产多晶硅，许多企业也纷纷扩建工厂新增产能。

**图表9：2017-2021年我国多晶硅开工率**



数据来源：百川盈孚 广州期货研究中心

## （二）需求端

多晶硅的需求端主要，占多晶硅总需求的90%以上，主要应用于制备晶体硅电池。近年来全球对电力需求量越来越大，此外光伏技术也有较高水平的进步，使得全球光伏市场表现强劲，国内外的光伏新增装机量年年创新高。

总体来看，近五年来，我国多晶硅表观消费量稳步增长。2021年中国多晶硅表观消费量为59.08万吨，同比增长21.06%。

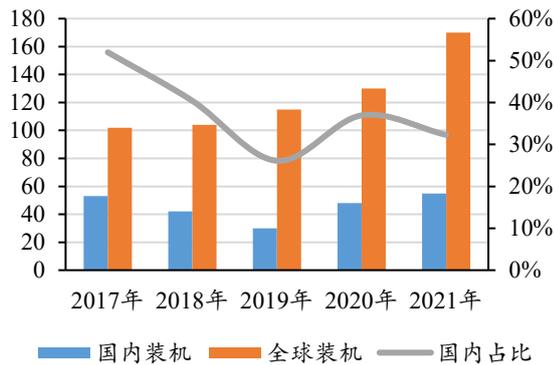
**图表10：国内多晶硅表观消费量变化（万吨）**

年份	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
产能	26.5	29	51.45	55.65	55.65
产量	24	26	32.1	39.55	48.7
进口	15.89	13.96	10.51	9.52	11.42
出口	0.63	0.18	0.12	0.25	1.04
表观消费量	39.26	39.78	42.49	48.82	59.08
产能利用率	90.57%	89.66%	62.39%	71.07%	87.51%

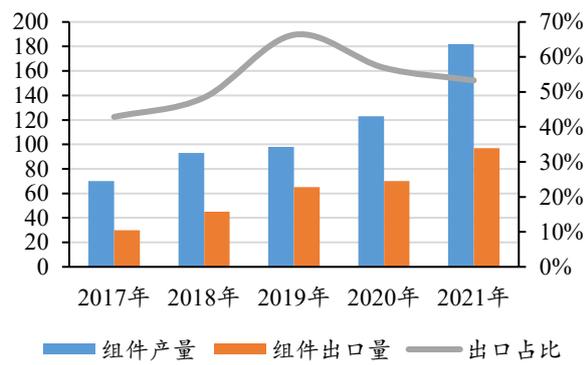
数据来源：百川盈孚 广州期货研究中心

2021年全球装机量达到170GW，其中我国装机量为54.88GW，占全球装机总量的32.3%。同时电池组件出口量约为100GW，占国内产量的53.3%，电池组件出口量也在不断创新高。

图表11: 中国与全球装机量 (GW)



图表12: 中国组件产量与出口量 (GW)

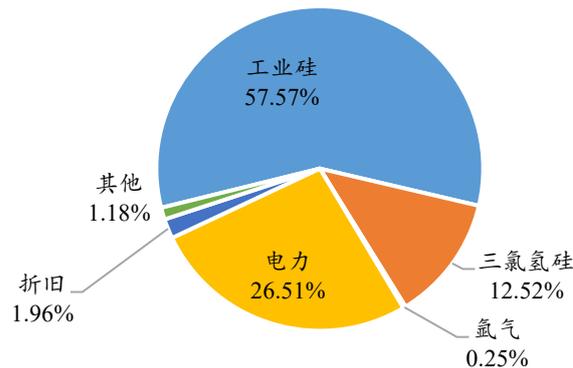


数据来源: 中国有色金属工业协会硅业分会 广州期货研究中心

### 三、多晶硅生产成本构成

国内改良西门子法多晶硅生产主要成本构成为金属硅、电力以及三氯氢硅构成, 分别占比57.57%、26.51%、12.52%。当然, 不同的工艺水平下, 上述成本构成占比存在一定的变化。

图表13: 国内多晶硅生产成本构成占比



数据来源: 百川盈孚 广州期货研究中心

### 四、多晶硅前景展望

从供给端来看, 根据多晶硅在产以及新建企业规划产能统计, 预计2025年底, 中国多晶硅产能将达到400多万吨/年, 可以满足1000GW左右的装机量需求, 见图表14。

从需求角度来看, 2025年全球的装机需求400GW, 折算成多晶硅需求量为151万吨。2030年全球的装机需求量达到1000GW, 折算成多晶硅需求量为294万吨, 见图表15。

多供给需求结合来看, 多晶硅市场未来需求将继续创新高, 光伏装机市场还很大, 2025年产能扩产规划可以远远满足同年的装机需求, 甚至可以满足2030年全球的装机需求。虽然多晶硅的需求未来有很大的增量, 但是考虑到2025年前过度投资规划的250万吨/年产能可能会导致未来多晶硅市场供大于求。

**图表14：多晶硅产能规划统计（万吨/年）**

多晶硅产能	2022	2023	2024	2025	备注
保利协鑫	22	36	57	57	颗粒硅 50 万吨，棒状 6 万吨，电子级 1 万吨
永祥股份	23	33	33	47	四川 30 万吨，云南包头各 8-9 万吨
新特能源	20	30	40	50	新疆 30 万吨，包头 20 万吨
新疆大全	12	22	22	32	新疆石河子 12，包头 20 万吨
东方希望	10	13	25	25	新疆 13 万吨，宁夏 12.5 万吨
亚洲硅业	5	9	9	9	青海 2+3+4 万吨
新进企业	16 家，190+ (具体投产时间不确定)				青海丽豪 20 万吨，新疆晶诺 10 万吨，宁夏宝丰 15 万吨，合盛 20 万吨、信义 20 万吨、上机、阿特斯、润阳等
<b>产能总计</b>	<b>99.7</b>	<b>205</b>	<b>296</b>	<b>400+</b>	<b>可满足 1000GW 需求量</b>

数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会 广州期货研究中心

**图表15：光伏装机量预测（GW）**

光伏装机	2022	2023	2024	2025	2030
中国	70	80	90	100	250
海外	150	220	260	300	750
全球	220	300	350	400	1000
<b>多晶硅需求量</b>	<b>80</b>	<b>107</b>	<b>123</b>	<b>151</b>	<b>294</b>

数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会 广州期货研究中心

## 免责声明

本报告由广州期货股份有限公司（以下简称“本公司”）编制，本公司具有中国证监会许可的期货公司投资咨询业务资格，本报告基于合法取得的信息，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。

我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，并不构成所述品种的操作依据，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司以及雇员不对任何人因使用本报告中的任何内容所引发的任何直接或间接损失负任何责任。

本报告版权归本公司所有，本公司保留所有权利。未经本公司事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、引用或转载本报告的全部或部分内容，不得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。如引用、刊发，须注明出处为广州期货股份有限公司，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

**广州期货股份有限公司提醒广大投资者：期市有风险，入市需谨慎！**

## 研究中心简介

广州期货研究中心秉承公司“不断超越、更加优秀”的核心价值观和“简单、用心、创新、拼搏”的团队文化，以“稳中求进、志存高远”为指导思想，在“合规、诚信、专业、图强”的经营方针下，试图将研究能力打造成引领公司业务发展的名片，让风险管理文化惠及全球的衍生品投资者。

研究中心设立农产品研究团队、金属研究团队、化工能源研究团队、金融衍生品研究团队、创新研究团队等五个研究团队，覆盖了宏观、金融、金属、能化、农牧等全品种衍生工具的研究，拥有一批理论基础扎实、产业经验丰富、机构服务有效的分析师，以满足业务开发及机构、产业和个人投资者的需求。同时，研究中心形成了以早报、晨会、周报、月报、年报等定期报告和深度专题、行情分析、调研报告、数据时事点评、策略报告等不定期报告为主体的研究报告体系，通过纸质/电子报告、公司网站、公众号、媒体转载、电视台等方式推动给客户，力争为投资者提供全面、深入、及时的研究服务。此外，研究中心还会提供定制的套保套利方案、委托课题研究等，以满足客户的个性化、专业化需求。

研究中心在服务公司业务的同时，也积极地为期货市场发展建言献策。研究中心与监管部门、政府部门、行业协会、期货交易所、高校及各类研究机构都有着广泛的交流与合作，在期货行业发展、交易策略模式、风险管理控制、投资者行为等方面做了很多前瞻性研究。

未来，广州期货研究中心将依托股东越秀金控在研究中的资源优势，进一步搭建适合公司发展、适合期货市场现状的研究模式，更好服务公司业务、公司品牌和公司战略，成为公司的人才培养基地。

### 研究中心联系方式

金融衍生品研究团队：(020) 22836116

金属研究团队：(020) 22836117

化工能源研究团队：(020) 22836104

创新研究团队：(020) 22836114

农产品研究团队：(020) 22836105

办公地址：广州市天河区临江大道1号寺右万科中心南塔6层

邮政编码：510627

## 广州期货业务单元一览

广州期货是大连商品交易所（会员号：0225）、郑州商品交易所（会员号：0225）、上海期货交易所（会员号：0338）、上海国际能源交易中心（会员号：8338）会员单位，中国金融期货交易所（会员号：0196）交易结算会员单位，可代理国内所有商品期货和期权、金融期货品种交易。除从事传统期货经纪业务外，公司可开展期货投资咨询、资产管理、银行间债券市场交易以及风险管理子公司业务。公司总部位于广州，业务范围覆盖全国，可为投资者提供一站式的金融服务。

### 广州期货主要业务单元联系方式

上海分公司	杭州城星路营业部	苏州营业部	上海陆家嘴营业部
联系电话：021-68905325 办公地址：上海市浦东新区向城路69号1幢12层（电梯楼层15层）03室	联系电话：0571-89809624 办公地址：浙江省杭州市江干区城星路111号钱江国际时代广场2幢1301室	联系电话：0512-69883586 办公地址：中国（江苏）自由贸易试验区苏州片区苏州工业园区苏州中心广场58幢苏州中心广场办公楼A座07层07号	联系电话：021-50568018 办公地址：中国（上海）自由贸易试验区东方路899号1201-1202室
广东金融高新区分公司	深圳营业部	佛山南海营业部	东莞营业部
联系电话：0757-88772666 办公地址：广东省佛山市南海区海五路28号华南国际金融中心2幢2302房	联系电话：0755-83533302 办公地址：广东省深圳市福田区梅林街道梅林路卓越梅林中心广场（南区）A座704A、705	联系电话：0757-88772888 办公地址：佛山市南海区桂城街道海五路28号华南国际金融中心2幢2301房	联系电话：0769-22900598 办公地址：广东省东莞市南城街道三元路2号粤丰大厦办公1501B
广州体育中心营业部	清远营业部	肇庆营业部	华南分公司
联系电话：020-28180338 办公地址：广州市天河区体育东路136,138号17层0225房、17层03房自编A	联系电话：0763-3808515 办公地址：广东省清远市静福路25号金茂翰林院六号楼2层04、05、06号	联系电话：0758-2270761 办公地址：广东省肇庆市端州区星湖大道六路36号大唐盛世第一幢首层04A	联系电话：020-61887585 办公地址：广州市南沙区海滨路171号南沙金融大厦第8层自编803B
北京分公司	湖北分公司	山东分公司	郑州营业部
联系电话：010-68525389 办公地址：北京市西城区月坛南街59号5层501-1、501-26、501-27	联系电话：027-59219121 办公地址：湖北省武汉市江汉区香港路193号中华城A写字楼14层1401-9号	联系电话：0531-85181099 办公地址：山东省济南市历下区泺源大街150号中信广场主楼七层703、705室	联系电话：0371-86533821 办公地址：河南自贸试验区郑州片区（郑东）普惠路80号1号楼2单元23层2301号
长沙营业部	青岛分公司	四川分公司	天津营业部
联系电话：0731-82898510 办公地址：湖南省长沙市芙蓉区五一大道618号银华大酒店18楼1801	联系电话：0532-88697833 办公地址：山东省青岛市崂山区秦岭路6号农商财富大厦8层801室	联系电话：028-83279757 办公地址：四川省成都市武侯区人民南路4段12号6栋802号	联系电话：022-87560712 办公地址：天津市南开区长江道与南开三马路交口融汇广场2-1-1604、1605、1606
机构业务部	机构事业一部	机构事业二部	机构事业三部
联系电话：020-22836158 办公地址：广州市天河区临江大道1号寺右万科中心南塔6层	联系电话：020-22836155 办公地址：广州市天河区临江大道1号寺右万科中心南塔6层	联系电话：020-22836182 办公地址：广州市天河区临江大道1号寺右万科中心南塔6层	联系电话：020-22836185 办公地址：广州市天河区临江大道1号寺右万科中心南塔6层
<b>广期资本管理（上海）有限公司</b>			
联系电话：021-50390265			
办公地址：上海市浦东新区福山路388号越秀大厦701室			