



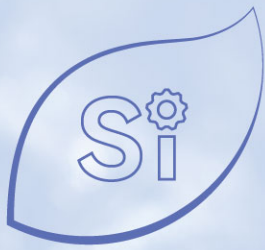
工业硅

现货报告

SILICON METAL



广州期货交易所
GUANGZHOU FUTURES EXCHANGE



工业硅现货报告
Silicon Metal



目录 Contents

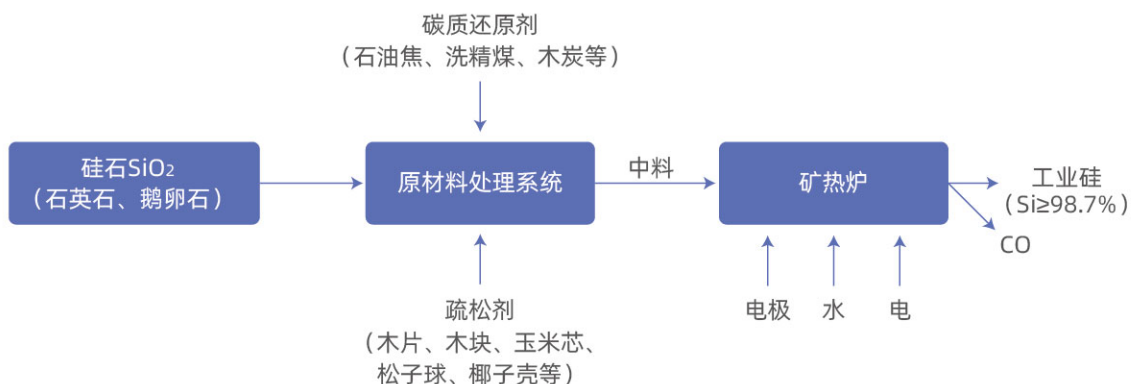
一、工业硅概述	
(一) 定义和用途	1
(二) 工业硅分类	1
(三) 工业硅的生产工艺	2
(四) 工业硅行业发展情况	3
二、工业硅生产情况	
(一) 我国工业硅产能及产量	5
(二) 我国工业硅分省份供给结构	7
三、工业硅消费情况	
(一) 我国工业硅的总体消费情况	8
(二) 我国工业硅消费区域分析	9
(三) 我国工业硅下游消费结构	9
四、工业硅进出口情况	
(一) 我国工业硅的进出口总体情况	14
(二) 对外出口情况	15
五、工业硅的贸易与物流情况	
(一) 我国工业硅的贸易情况	17
(二) 我国工业硅的运输方式	18
六、工业硅现货价格分析	
(一) 工业硅现货主要定价模式	19
(二) 工业硅价格影响因素	19
七、工业硅的品质与检验	
(一) 工业硅的产品标准	22
(二) 工业硅的储存周期	23
(三) 工业硅的检验	23

一、工业硅概述

(一) 定义和用途

硅是呈灰色金属光泽的半金属，在元素周期表中属IVA族，元素序号14，元素符号为Si，原子量为28.09。硅是地壳构成中第二丰富的元素，占地壳总质量的26.4%。在自然界中，硅极少以单质的形式存在，而是以复杂的硅酸盐或二氧化硅的形态广泛存在于岩石、砂砾、尘土之中。工业硅（Silicon Metal），又名金属硅、结晶硅，是由硅石经碳质还原剂在矿热炉中还原所得。工业硅是生产有机硅、多晶硅最重要的原材料，也是铸造铝合金、变形铝合金中的重要原材料。

图1-1 工业硅制备原理



(二) 工业硅分类

根据工业硅国家标准（GBT 2881-2014），工业硅按3种主要杂质（铁、铝、钙）含量的差异，分为Si5530、Si4410、Si4210、Si3303、Si2202等规格。工业硅的名义硅含量为100.0%减去杂质总和的余量，其余表中未列的微量元素含量不影响牌号的划分。

另外，随着下游生产技术的进步，对工业硅的要求逐渐降低，市场上出现了一些低于国家标准的等外工业硅¹以及97硅²。此外，近年来工业硅的回收体系逐渐完善，回收效率

1: 等外工业硅是指不符合国标名义硅含量在98.7%以上的工业硅，即铁含量在0.5%以上或铝含量在0.5%以上或钙含量在0.3%以上的工业硅。

2: 97硅是指名义硅含量在97.0%左右的工业硅，其同样使用矿热炉冶炼，还原剂主要使用兰炭。

不断提高，工业硅磨粉、多晶硅以及硅片切片等环节所产生的废料，经中频炉回炉熔炼后得到再生硅，其名义硅含量在99.0%左右。

表1-1 工业硅分牌号杂质含量

牌号	化学成分（质量分数）/%			
	名义硅含量， 不小于	主要杂质元素含量，不大于		
		Fe	Al	Ca
Si1101	99.79	0.10	0.10	0.01
Si2202	99.58	0.20	0.20	0.02
Si3303	99.37	0.30	0.30	0.03
Si4110	99.40	0.40	0.10	0.10
Si4210	99.30	0.40	0.20	0.10
Si4410	99.10	0.40	0.40	0.10
Si5210	99.20	0.50	0.20	0.10
Si5530	98.70	0.50	0.50	0.30

资料来源：国家标准委员会

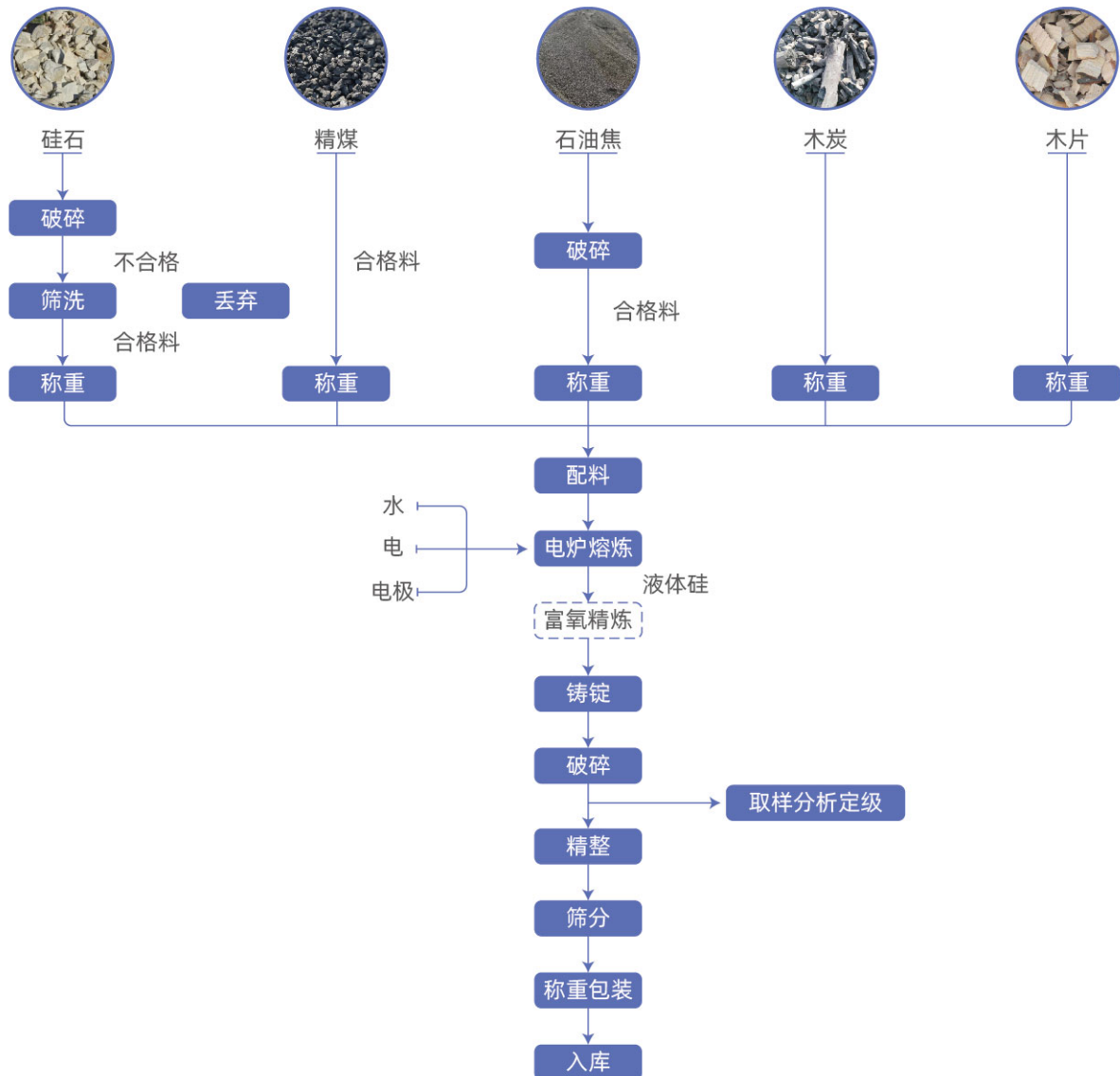
（三）工业硅的生产工艺

工业硅冶炼是以硅石和碳质还原剂（石油焦、洗精煤、木炭等）以及疏松剂（木片、木块、玉米芯、松子球、椰子壳等）为原料，在矿热炉内连续进行的电热化学反应过程。



硅石矿、还原剂、疏松剂等炉料，由原料处理系统将生产所需要的合格炉料送到矿热炉车间的合格料堆场。根据生产要求按确定的炉料配比，通过配料站称量准确的炉料，由输送设施送达矿热炉车间炉顶料仓或操作平台的贮料仓，根据炉况由炉口操作人员将炉料通过加料管或炉口加料车加入炉膛内，通电后矿热炉内的电极释放电火花进而熔化原料。炉口操作人员适时进行透气、捣炉、沉料、加料、推料等操作，使矿热炉内炉料具有良好的透气性，合适的熔池电阻及足够高的炉膛温度，以保持炉况顺行、矿热炉生产正常。国内工业硅生产过程是连续的，出炉是间断的，熔硅进入硅水包进行精炼，经精炼降低工业硅中铝、钙等杂质，工业硅熔体的成分进一步得到纯化。经扒渣后注入锭模中铸成锭块，硅锭冷却脱模后进行破碎、取样、化验、分级、包装、称量、入库。

图1-2 工业硅生产工艺流程



(四) 工业硅行业发展情况

1. 世界工业硅行业发展情况

2014-2021年期间，全球工业硅产能从531万吨/年增加至632万吨/年，复合年均增长率为2.5%；新增产能总计101万吨，主要来自中国新增产能88万吨，海外新增产能13万吨。同期全球工业硅产量从251万吨增加至408万吨，复合年均增长率为7%；产量增加157万吨，几乎全部由中国贡献，海外产量贡献仅占一小部分。尤其受到新冠疫情影响，海外产能受限，中国产能持续扩张，工业硅产能产量进一步向中国转移，2021年海外产能133万吨（21.04%），产量91万吨（22.29%），均处于在逐渐下降趋势中。

表1-2 2017-2022年世界工业硅供需平衡表

单位: 万吨

年份	2017	2018	2019	2020	2021	2022E	yoy
产能	674	696	639	650	632	729	15.30%
产量	340	377	339	335	408	450	10.21%
消费量	338	366	351	345	417	469	12.47%
供需差值	2	11	-12	-11	-9	-19	-

数据来源: 中国有色金属工业协会硅业分会、SMM

2020年, 全球工业硅主要供应集中于亚洲、美洲和欧洲地区。除中国之外, 海外工业硅供给主要集中在巴西、挪威、美国、法国等地。工业硅产量中, 中国占比高达76%, 其次是巴西、挪威各占7%, 美国占4%, 法国占3%。

2. 我国工业硅行业情况

2020年, 我国工业硅生产企业约220家, 民营企业占主导地位, 呈现出产能产量分散的特点, 超过一半的工业硅企业产能低于2万吨, 百分之九十的企业产量在2万吨以下。除个别企业外, 工业硅行业整体呈现显著的“小散弱”特征, 企业核心竞争力较弱, 生产面临较大的不确定性。市场虽处于充分竞争的状态, 产品供应方面不存在垄断问题, 但由于投资成本高以及存在技术壁垒, 行业整合困难, 中下游企业难以介入上游。

表1-3 2017-2021年中国工业硅供需平衡表

单位: 万吨

年份	工业硅产量 ³	进口量	出口量	表观消费量	实际消费量	供需平衡
2017年	243.1	0.5	84.0	159.6	155.2	4.4
2018年	272.3	0.2	85.9	186.6	176.1	10.5
2019年	247.7	0.2	70.2	177.7	185.5	-7.8
2020年	254.6	0.1	61.9	192.8	196.1	-3.3
2021年	321.4	0.4	77.8	243.7	235.8	8.2

数据来源: 中国有色金属工业协会硅业分会、SMM

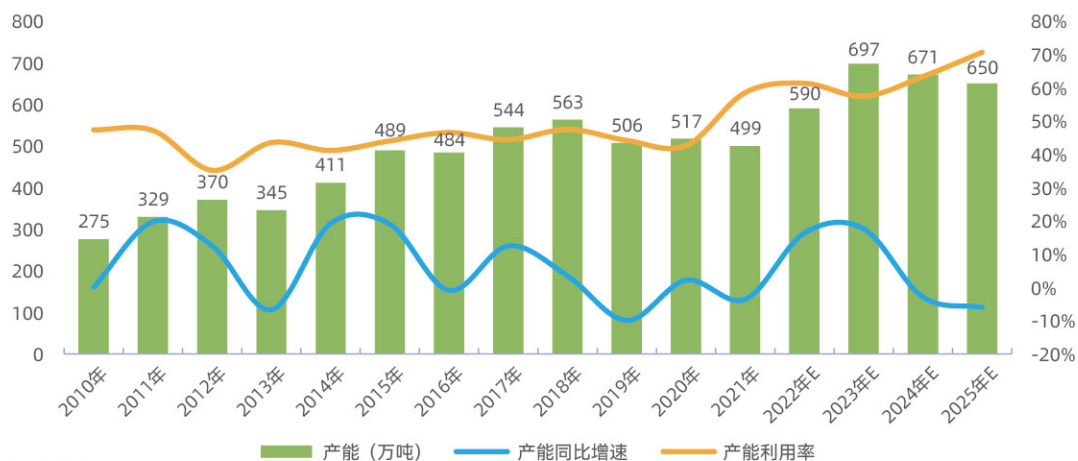
3: 此处工业硅产量包含97硅、再生硅。

二、工业硅生产情况

(一) 我国工业硅产能及产量

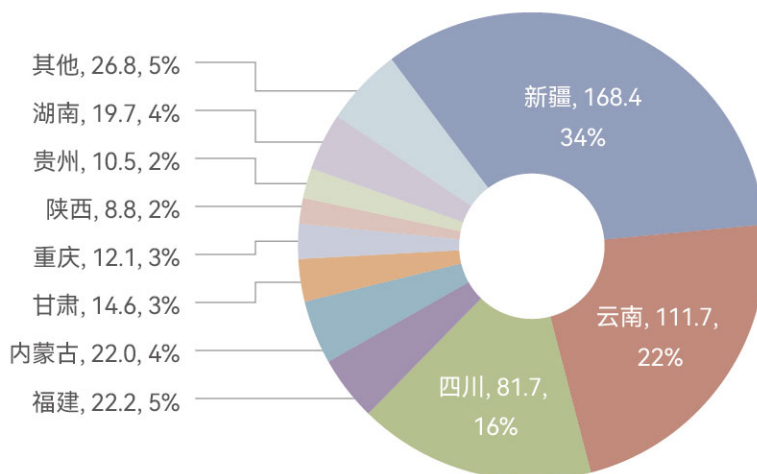
近年化学级下游有机硅、多晶硅消费的大幅增长带动我国工业硅快速扩产，产能呈逐年递增趋势。2010-2021年，我国工业硅产能从275万吨上升至499万吨左右，年复合平均增长率7.37%。我国工业硅产能主要分布在电力资源充沛的西北、西南地区，依托于丰富的煤电、水电资源，新疆、云南、四川等省份产能优势明显。

图2-1 2010-2025年中国工业硅产能



数据来源: SMM

图2-2 2021年我国工业硅产能分布 单位: 万吨

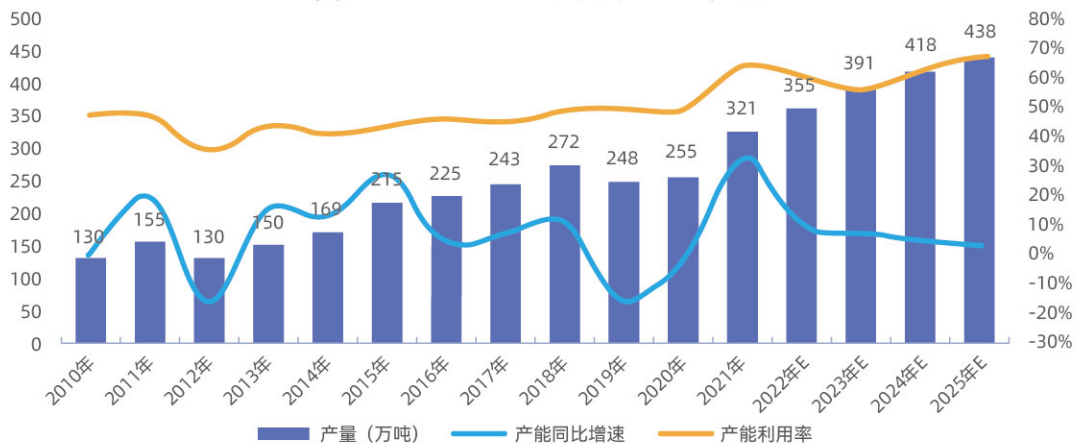


数据来源: 中国有色金属工业协会硅业分会、SMM

2010年至今，我国工业硅产量总体呈上行趋势，主要受新产能投产以及成品价格波动两方面的影响。2015年，新疆合盛硅业、东方希望等企业新项目投产后，全国产量大幅增长，中国工业硅年均产量达到200万吨以上。2018年，中国工业硅产能、产量均达到峰值563万吨和267万吨，而后供给侧改革落后产能淘汰的“新”时代开启。2019年，因新疆硅石供给大幅减少，上升趋势中断，新疆的产能优势因硅石数量限制无法完全释放。硅石供给问题在2020年末得以解决，在无新增产能的情况下，2021年中国工业硅产量达321万吨左右，同比增幅26%，产能利用率创纪录达58%（产能利用率使用等内产量数据计算）。

我国工业硅产能利用率较低，原因有：1) 国内工业硅冶炼技术参差不齐，导致矿热炉实际生产天数与设计生产天数之间差异较大；2) 主产区云南、四川产能依赖水电周期，只能集中在每年6月至11月丰水季节产，电力供给无法支撑产能利用率的提升。

图2-3 2010-2025年中国工业硅产量



数据来源：SMM

随着头部产能的崛起，我国工业硅产能集中度不断提升，2021年排名前十的企业占全国供应总量的45%左右，较2015年之前有大幅提升。叠加直接下游扩产速度和终端需求增速加快，“十四五”期间我国工业硅产量年复合增速有望达到13%。

表2-1 2015-2021年中国工业硅主产区产量

单位：万吨

产地	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
新疆	77.9	86.7	112.0	90.6	82.0	127.0
云南	56.3	60.6	58.2	51.7	57.4	51.5
四川	41.9	43.9	35.2	31.2	36.5	49.0
福建	12.3	14.0	12.0	10.8	7.5	10.8
合计	188.3	205.2	217.4	184.2	183.3	238.4
全国产量	223.5	244.6	266.9	223.5	219.9	291.3

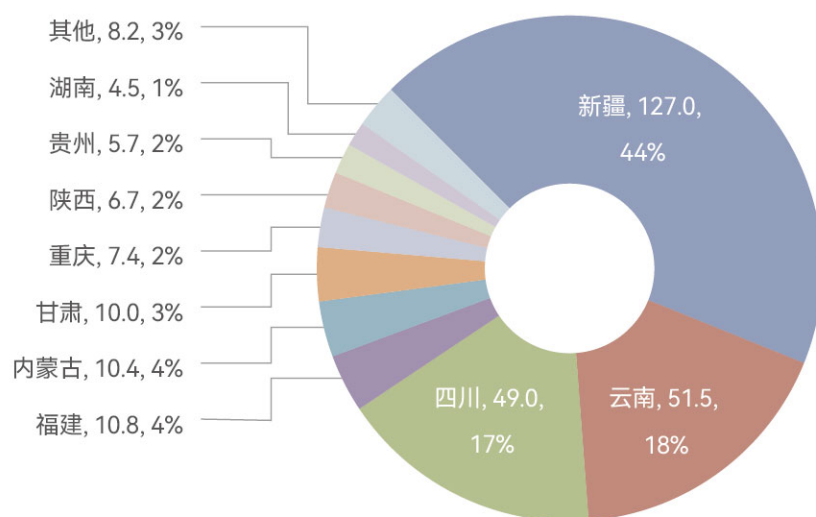
数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、SMM

(二) 我国工业硅分省份供给结构

新疆是我国工业硅第一大产区，产量占全国总产量的44%。云南、四川两省供应占比分列第二、三位，2021年两省工业硅产量占全国总产量比分别达到18%和17%。前三大产区供应占比合计达78%，剩余产量零散分布在内蒙古、甘肃、福建、重庆、湖南、贵州、广西、黑龙江等地。

图2-4 2021年我国工业硅产量分省份分布情况

单位：万吨



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、SMM

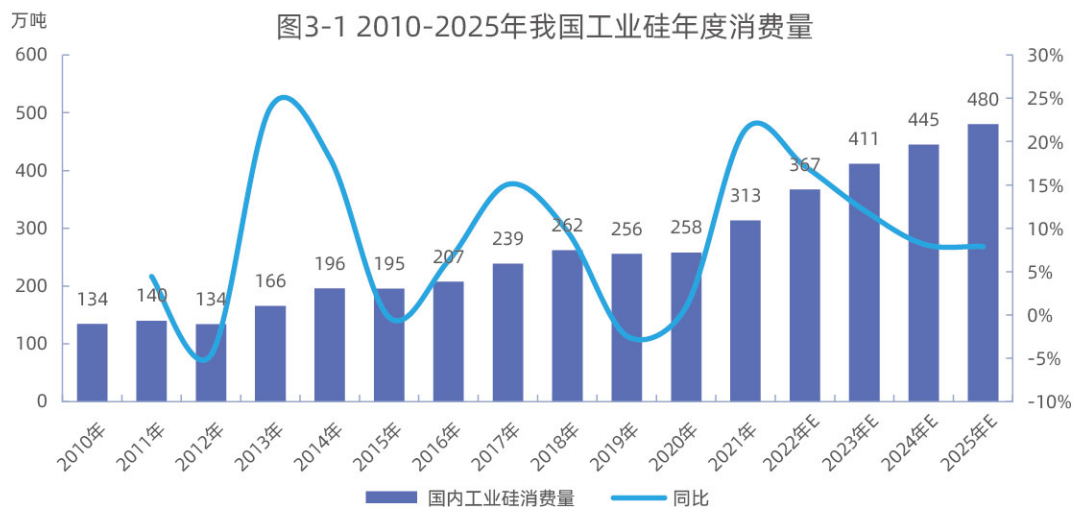
三、工业硅消费情况

(一) 我国工业硅的总体消费情况

近年来我国工业硅消费量保持稳步增长，2010-2021年消费规模由135万吨快速增长至312万吨，复合年均消费增长率为8%。终端下游已经渗透到国防军工、信息产业、新能源等相关行业中，在我国经济社会发展中具有特殊地位，是新能源和新材料产业发展不可或缺的重要材料。

出口贸易和铝合金早期是我国工业硅的主要消费需求。近几年随着国内有机硅、多晶硅技术的快速迭代，以及市场需求和规模的大幅扩张，我国工业硅消费表现出“内需替代出口、化工超越冶金”的趋势。2021年我国国内工业硅消费结构中，有机硅消耗工业硅90万吨，占比28.7%⁴；铝合金消耗工业硅65万吨，占比20.7%；多晶硅消耗工业硅62万吨，占比19.9%；耐火材料等其他产品消耗工业硅19万吨，占比6.0%。考虑2021年出口量77万吨，则我国工业硅消费排序为：有机硅消费占比28.7%，出口消费占比24.7%，铝合金消费占比20.7%，多晶硅消耗占比19.9%，耐火材料等其他产品消费占比6.0%。

工业硅的消费结构也随着中下游产业发展而发生改变。2010年，按消费量排序依次为：出口、铝合金、有机硅、多晶硅。经过十多年的发展，2021年消费量排序变为有机硅第一，出口、铝合金、多晶硅次之。当前在“碳中和、碳达峰”的政策指引下，预计至2023年，多晶硅贡献的光伏产业消费将超越铝合金和出口，成为我国工业硅第一大消费下游。

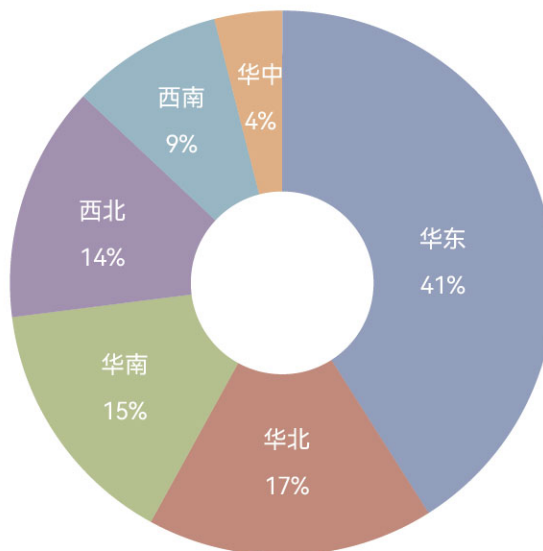


4: 为便于比较, 此处占比为消费量占宽口径消费(国内消费加净出口)的占比, 后文若无特别说明, 均以该统计口径为准。

(二) 我国工业硅消费区域分析

华东是我国工业硅最大的消费区域，2020年消费占比达到42%，有机硅、铝合金、多晶硅三大下游在该区域均有分布。华北消费占比17%，排名第二，主要消费贡献来自北方第一大出口港天津以及内蒙古、河北等省份的有机硅、铝合金消费。华南消费占比15%，排名第三，主要消费贡献来自第一大出口港黄埔港以及广东本省的铝合金消费。近年来，西北地区尤其是新疆的多晶硅、有机硅消费逐渐增加，2020年西北消费占比14%，排名第四。

图3-2 2020年我国工业硅消费区域分布



数据来源：中国有色金属工业协会硅业分会、SMM

随着有机硅、多晶硅的快速发展，我国逐渐形成了具有明显区域特征的小型消费市场，新疆、四川、云南等主要产区均表现出此特征。上述产地的外销占比下降，本地消化比例呈逐年增加趋势，该现象与新疆、云南政府施行的“煤电硅”、“水电硅”产业链一体化的政策息息相关。

(三) 我国工业硅下游消费结构

工业硅优质的物理和化学属性，使其广泛应用于工业生产的各个环节，三大主要下游消费领域有铝合金、有机硅、多晶硅，在电子、新能源、新材料领域做出巨大贡献。此外，高纯度合金硅还是生产光纤的主要原料，工业硅已经成为信息时代的基础支柱原料产业。

1. 铝合金

工业硅作为非铁基合金的添加剂，广泛应用于硅铝合金、硅铜合金、硅铁合金、硅锰合金等，常作为铝合金的添加剂使用，能够改善其铸造性能，提高合金的硬度、强度，并使其抗氧化和耐腐蚀能力增加。其中，硅铝合金为工业硅合金类最主要的产品。

铝合金企业所用工业硅牌号较多，5系至2系等牌号的工业硅可应用于不同的铝合金类别。铸造铝合金使用工业硅数量最多，分为再生铝合金和原生铝合金两类，硅含量分别在4.5%-13.0%与6.5%-7.5%之间。再生铝合金因主要原料废铝中已含有一定比例的硅，其主要合金牌号中添加工业硅的比例一般在5.0%左右。此外，为减少铸造过程中烧损及减少能耗而存在的中间合金中，需要添加18%-26%的工业硅。

铝合金最主要的应用终端为汽车及摩托车行业，因此，汽车工业的发展状况直接影响硅铝合金的需求变化。再生铝合金的典型牌号ADC12主要应用于发动机的缸体与缸盖；原生铝合金A356.2主要应用于铝车轮制造。此外，工业硅还应用于变形铝合金中的铝棒、铝板带、铝门窗及航空航天等领域。

铝合金中工业硅的消费结构也随中下游产业的发展而发生了改变。2010年，我国铝合金用硅量为37.2万吨，占当年工业硅消费总量的28%。依靠劳动力和资源优势，中国逐渐成为全球铝合金产品生产大国，产品远销海外；过高的集中度和行业优势，多次受到其他国家反垄断限制。近年来，海外制裁、地产后端需求放缓、汽车消费增速放缓，铝合金用硅量也逐渐步入稳定期。至2021年，铝合金用硅量为64.9万吨，较2010年增长74.3%，但由于有机硅和多晶硅消费量激增，铝合金用硅消费占比下滑至20.7%，呈逐年递减趋势。预计2021-2025年，铝合金用硅量的复合年均增长率仅为6.6%，呈中低速增长态势，主要增量将来自汽车轻量化。



2.有机硅

有机硅产品众多，在其初级加工品——有机硅单体的制造环节需用到工业硅作为主要原料。有机硅，全称有机硅化合物，指含有Si-C键、且至少与一个有机基是直接和硅原子相连的化合物，通常也将通过氧、硫、氮等使有机基与硅原子相连接的化合物称为有机硅。有机硅中间体主要为二甲基环硅氧烷混合环体（DMC）、硅醚（MM）、六甲基环三硅氧烷（D3）、八甲基环四硅氧烷（D4）、十甲基环五硅氧烷（D5）等硅氧烷系列产品。其中硅氧烷是有机硅的重要中间体，其产销情况最能表征有机硅产业的发展。1吨甲基氯硅烷能生产0.45吨硅氧烷，国内统计中一般用DMC进行折算。

将工业硅磨粉后与氯甲烷反应制得有机硅单体，进而制成聚硅氧烷（如DMC、D4）等其他中间体，再得到硅油、硅橡胶、硅树脂、偶联剂、白炭黑等下游产品。有机硅单体消耗工业硅的比例为1:0.26。

近年来，有机硅在工业硅消费中的占比增长迅速，2018年跃升至我国工业硅消费第一的下游领域，其中初级形态的聚硅氧烷也从2014年初起摆脱了近几十年来依赖进口的局面。有机硅下游产品广泛用于建筑、家电及电子、电力、医疗个护、纺织等行业，近年来于新兴产业（如5G基站）中也有相关应用，因应用领域众多，有机硅需求与宏观经济景气度密切相关。由于有机硅在绝缘、散热、密封等性能上表现优异，拥有优异的耐高温、耐高压、耐辐射以及良好导电性，新基建、新能源、智能装备等新兴产业领域的迅猛发展将带动有机硅消费的快速增长。

2010年，我国有机硅领域中工业硅的消费量仅19万吨，占工业硅总消费的14%。至2021年，有机硅对工业硅消费量跃升至89.7万吨，较2010年增长373%，消费占比增至28.4%。2021-2025年，有机硅对工业硅消费量复合年均增长率为11%，继续保持中高速增长。



3.多晶硅

多晶硅又称高纯硅，硅纯度在6N-11N之间（N指“9”，数字代表百分数里小数点前后所有“9”的个数），生产技术主要为改良西门子法和硅烷法；根据下游应用的不同，分为太阳能级多晶硅和电子级多晶硅两类。其中太阳能级多晶硅用于拉制单晶硅的原料，占比超过95%，且我国已经实现完全自给，且质量品控、成本优势已处于世界领先水平。2020年我国多晶硅使用工业硅粉的比例在1.08-1.15不等，随着工艺的优化，该比例在逐年降低。

太阳能级多晶硅作为光伏制造的基础原料，建设投资金额大、周期长，近年来技术门槛有所降低，但仍然拥有行业“护城河”，产品附加值较高，行业利润较为丰厚。早在2005年，我国为促进光伏和电子信息工程的发展，发改委将6英寸以上单晶硅、多晶硅和晶片列为国家重点鼓励发展产业项目，开启硅材产业发展的“中国速度”，以基础原材料的优势基础，造就现在中国光伏领域的全球优势。近年来，由于电价在多晶硅生产成本中占比快速推升，致使产能由长三角技术和金融优势区域，向西北、西南电力优势区域转移。

2010年我国多晶硅产量仅有4.5万吨，对应工业硅用量仅10.1万吨，占比8%，2009年，光伏开启平价上网新纪元，多晶硅也迎来高速增长期。2020年，中国提出3060目标计划、美国重返巴黎气候协议，全球能源产业的第三次转型依然是大势所趋，新能源行业井喷式发展，太阳能多晶硅收获确定性红利；在疫情的影响下，依然迎来较大增长。在双碳目标以及行业政策的指引下，我国光伏装机发展迅猛。据中国光伏协会统计，2021年我国光伏新增装机量约54.88GW，同比增加13.9%。国内累计光伏装机自2015年的43.2GW增加至2021年的307.4GW，复合年均增长率为38.7%。2021年多晶硅对工业硅消费量快速上涨至62.3万吨，占比达19.9%。预计至2025年，我国光伏新增装机量保守估计能达到90GW，乐观预测能达到110GW，据此综合推算多晶硅对工业硅消费量将增至196万吨左右，占比将上升至41%。随着多晶硅企业技改及新产能陆续释放，2021-2025年多晶硅对工业硅消费量复合年均增长率为33%。



4.不同消费领域工业硅产品品质要求及差异

从下游应用上将工业硅划分为冶金级、化学级两个类别，下面将分别从不同应用领域分析其需求。

(1) 冶金级工业硅。再生铸造铝合金典型牌号ADC12主要使用553#工业硅及等外硅，原生铸造铝合金A356.2主要使用441#及3303#硅。其他一些杂质含量更少的工业硅规格2502#、2202#等用于变形铝合金。铸造铝合金用硅主要考虑铁、钙2种金属杂质，而由于除铁剂价格较低，通常情况下元素钙的含量更为关键。少量变形铝合金中的工业硅也会对其磷等微量元素有要求。

(2) 化学级工业硅。有机硅主要使用工业硅的牌号有421#、411#、521#等，相比铝合金来说有机硅使用的工业硅对铝含量要求较严，一般在0.2%以下，因此通常将铝含量在0.2%以内的工业硅成为化学级工业硅。除了对工业硅主要金属杂质铁、铝、钙的要求外，有机硅对钛、磷、硼等微量元素也有要求，根据各家企业工艺的不同对微量元素的要求也不尽相同。而另一下游多晶硅的制备过程本质上是硅的提纯，因此对于原料工业硅的牌号没有严格的界限要求，影响光电装换效率的硼以及其他微量元素比如碳的含量更为关键。随着我国多晶硅工艺水平的提升，其使用的工业硅也在发生变化，由最开始使用421#、411#，演变成以421#为主，521#、441#、553#以及硅含量在99%左右的99硅也成为多晶硅采购的规格。

四、工业硅进出口情况

(一) 我国工业硅的进出口总体情况

我国工业硅出口为主进口较少，近两年海外消费占我国工业硅消费总量的比例约在30%多。得益于国内需求的快速增长，出口比例在逐年减少。2005年5月起我国取消工业硅13%的出口退税，其后出口关税的调整则经历三个阶段：2008年1月起出口暂定关税税率10%；2008年12月起调整至15%；2012年12月起取消出口暂定关税并延续至今。工业硅出口流程与其他工业品类似，主要有订舱、报关、出提单、目的港清关、收款等环节，但基本不涉及保税仓储。

表4-1 2020年我国工业硅相关税率情况

商品编码	商品名称	增值税税率	出口关税税率	出口退税
28046900	其他硅	13%	0%	无

图4-1 2010-2025年我国工业硅年度进出口量



数据来源：海关总署，SMM

2010-2021年我国工业硅出口量整体维持小幅上升趋势，年出口量在50-80万吨，年均增速4%。然而出口消费占我国工业硅消费的比重却从2010年的47%下滑到了2021年的25%，主要原因是近年来国内有机硅、多晶硅快速发展导致消费占比逐渐增加，相比之下海外工业硅需求增速放缓。

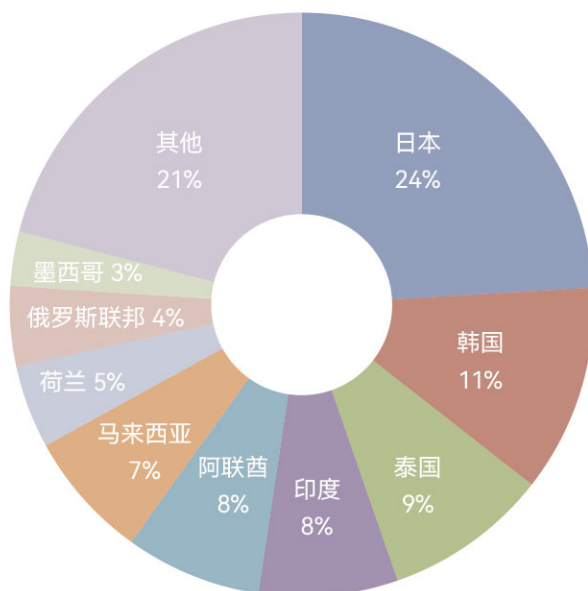
从绝对量来看，由于我国工业硅产能相比海外成本优势较为明显，海外成本高企叠加老旧产能出清，预计未来我国工业硅出口量有望保持稳定趋势，2021-2025年出口量维持于60-80万吨的水平。从消费占比来看，我国有机硅、多晶硅需求的快速增长将导致出口占我国工业硅消费的比重逐年递减，预计至2025年出口消费占比将下滑至12%左右。

(二) 对外出口情况

2021年我国工业硅出口排名前三的国家分别是日本、韩国、泰国，按照2010-2021年累计出口量计算的排名与此一致。

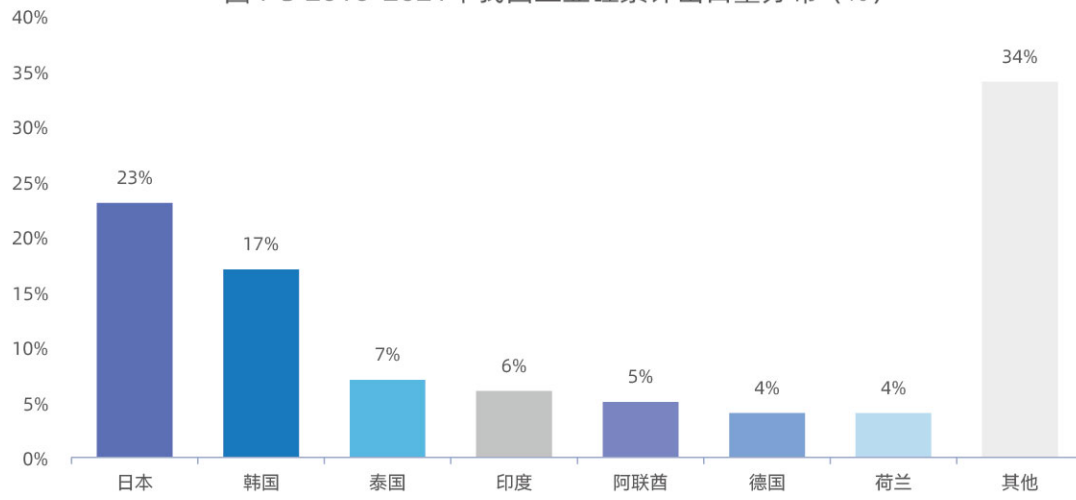
从大洲来分，亚洲国家占我国工业硅出口量的60%左右，其中日本、韩国占35%-40%，其余主要分布在东南亚及中东国家。其次为欧洲，德国、荷兰、英国、挪威等消费需求居前的国家。虽然欧盟对进口自中国的工业硅设有高额“双反”税率，但由于上述国家中主要的工业硅消费企业享有进口配额，故综合来看并未受到贸易壁垒影响。第三大消费洲是美洲，以墨西哥为主，美国对中国工业硅同样设有高额反倾销税率，进口量可忽略。

图4-2 2021年我国工业硅主要出口国家及地区



数据来源：海关总署，SMM

图4-3 2010-2021年我国工业硅累计出口量分布 (%)



数据来源: 海关总署, SMM

五、工业硅的贸易与物流情况

(一) 我国工业硅的贸易情况

从贸易方式来看，我国工业硅贸易方式分直销及分销两种，根据下游类型的不同，贸易方式有所差异。下游流向中，分销主要发生在出口、国内铝合金、多晶硅以及部分有机硅企业等环节。分销贸易占比近80%，一是由于国内工业硅生产企业一般只在国内设立工厂，海外直销能力不足，需借助贸易商进行海外销售；二是因为铝合金用硅的下游需求较为统一，对工业硅品质要求大致相同，且下游消费企业数量众多、分布广泛，更适合贸易商参与；三是因为多晶硅需要使用的硅粉为不同牌号的工业硅掺混而成，硅粉加工企业本质上为分销贸易企业。

图5-1 我国工业硅主要贸易流向



从贸易流向来看，我国工业硅产销区域分布较广，贸易流向相对清晰，主要以西南-华南、西南-华东、西北-华北以及西北-华东四条路径为主。

（二）我国工业硅的运输方式

我国工业硅一般采用汽车运输为主，船运和火车运输为辅的运输方式。其中船运成本最低，但由于受航路限制，工业硅运输中使用较少。汽车运输、火车运输成本相近，火车运输周期较长，一般在汽车运输运费高于火车运费的情况下，才会选择火车运输。

六、工业硅现货价格分析

(一) 工业硅现货主要定价模式

工业硅现货交易中主要有三种定价方式，第三方定价、随行就市和招标定价。在散货交易中较为普遍的是以第三方价格作为议价的参考，尤其是在工业硅生产商和贸易商、贸易商和中小型铝合金企业中使用较多。一般长单多以第三方价格（如月均价）加固定价差的方式作为价格公式，这种结算方式有机硅、多晶硅和大型铝合金企业使用较多，适合生产稳定且对原料有特殊要求（如微量元素的含量）的用户。国内有机硅和部分国外用户较多使用招标模式。从产业定价方式来看，第三方价格影响偏大，缺乏统一、公开、透明、权威的市场价格。第三方多为资讯网站报价，受龙头企业影响较大。

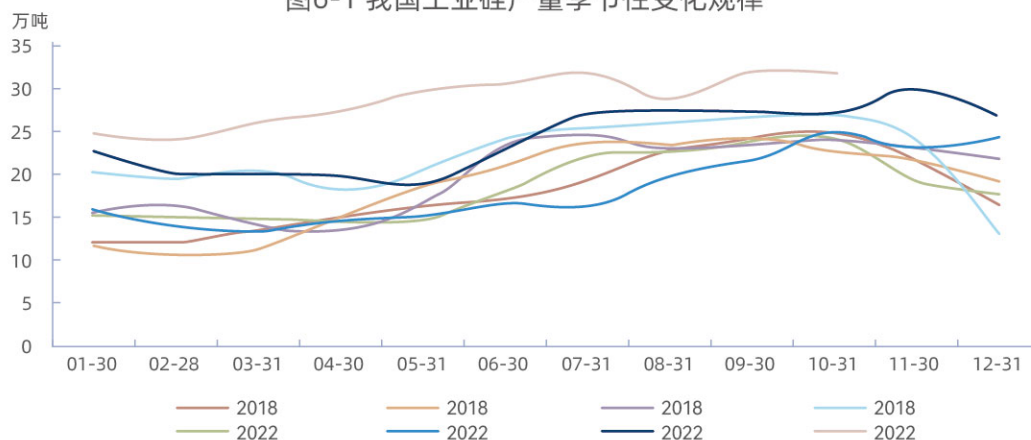
(二) 工业硅价格影响因素

1. 供需基本面

(1) 工业硅供给

工业硅供应端主要受电力资源以及原料供应等方面的影响。由于每吨工业硅生产需要消耗约11000-13000度电，因此经济性产能主要存在于电力资源充沛并且电价低廉的地区，当地供电量及电价的变动会直接影响到工业硅的产量以及成本。具体而言，对于云南以及四川两大主产地，每年6月至11月为丰水期（其中四川地区6月至10月为丰水期，5月、11月为平水期），当地水电资源充沛并执行丰水期电价，工业硅生产成本下降、供应

图6-1 我国工业硅产量季节性变化规律



数据来源: SMM

增加；每年12月至次年5月为枯水期，电力资源不足，工业硅生产成本抬升、供应减少。新疆地区工业硅生产因使用火电而相对平稳，开工主要受到原料供给的影响。

近年来原料供应对工业硅生产影响亦较大，硅石、硅煤、木炭等原料来源的不稳定均对工业硅供给形成一定限制。

(2) 工业硅需求

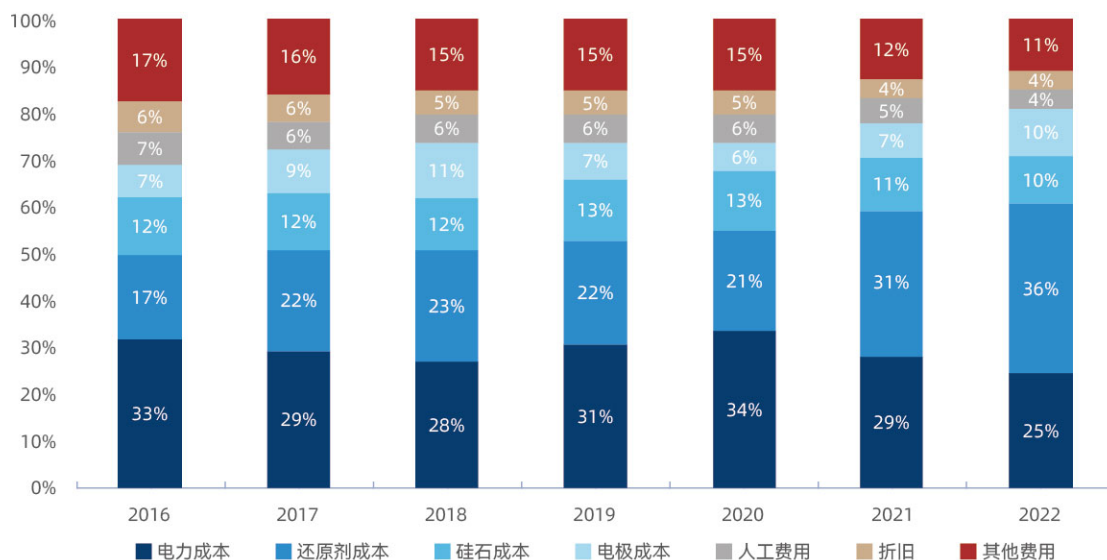
工业硅需求主要受下游消费淡旺季以及下游新增产能投产等因素影响。有机硅和铝合金淡旺季基本重合，通常每年2-3月、7-8月是需求淡季，而9-10月、12月-次年1月则需求较旺，消费淡旺季影响到有机硅和铝合金的开工高低，并传导至工业硅的价格涨跌。另一下游多晶硅开工较为稳定，其产能和产量的变化主要受行业利润以及光伏产业政策的影响。此外，下游新增产能投产亦会带动对工业硅的消费需求。

2. 生产成本

工业硅生产过程中的成本结构包含电力成本、还原剂成本、硅石成本、电极成本、人工成本、折旧成本以及其他费用。不同生产企业的成本由于各自电价、原料以及技术工艺的差异而各不相同。

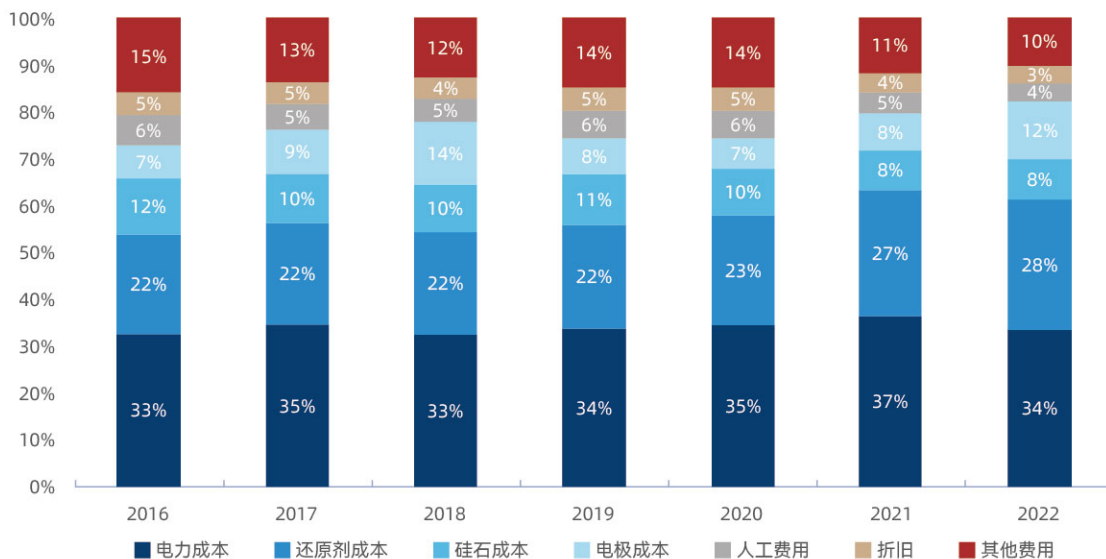
成本占比方面，电力以及还原剂为两大主要的成本构成。其中电力成本占比约为30%-35%，还原剂成本占比约为25%-30%，硅石以及电极成本占比均约为10%，余下成本为人工、折旧以及其他费用。

图6-2 新疆地区Si5530工业硅生产企业成本构成



数据来源：SMM

图6-3 云南地区Si4210工业硅生产企业成本构成



数据来源：SMM

工业硅价格主要由供需决定，而生产成本起到监测价格底部区域的作用，一旦价格跌破行业平均成本线并长时间低位运行，行业高成本产能将出清从而引导下轮周期上行。

3.行业政策

影响工业硅供应的主要有环保、电力、能耗等相关政策。近年来，国家及地方政府对“双碳”战略的关注度日益提高，对工业硅行业的整体要求也越来越多。短期来看，相关政策会影响工业硅的供给和成本；长期来看，新的能耗政策将推动工业硅行业淘汰落后产能，并加快整合进程。

影响工业硅需求的主要为终端行业的相关政策。有机硅主要消费终端为建筑及房地产，铝合金主要终端为汽车，多晶硅则是光伏消费为驱动，这些终端产业政策的变化直接影响工业硅下游需求，进而影响价格。此外，环保、能耗等方面的国家及地方性政策变动对工业硅下游企业同样有重要影响。

4.宏观经济形势

工业硅三大下游中，有机硅及铝合金行业受宏观经济影响较大。有机硅由于产品应用领域广泛，与宏观经济景气度息息相关，而铝合金由于主要终端为汽车，与居民购车需求以及对未来经济预期紧密关联。

5.突发事件扰动

行业突发事件亦会对工业硅生产、消费产生影响。比如主要产销地的公共卫生事件、地震、火灾、洪水等，均会对行业基本面构成短阶段的冲击。

七、工业硅的品质与检验

(一) 工业硅的产品标准

国家标准化管理委员会于2014年12月5日更新工业硅行业标准《GBT 2881-2014工业硅》，该标准对工业硅的牌号、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等作出明确规定。按照国家标准，工业硅的质量标准包括常规检测元素含量、微量元素含量、粒度、外观等。

1. 铁含量

工业硅中的铁主要来自硅石，在冶炼及精炼过程中较难去除。有机硅、铝合金等下游对于工业硅中铁元素的含量要求相对宽泛，一般相近等级均可使用，原因是铁对有机硅生产影响较小，而铝合金的生产中铁容易去除。有机硅一般要求工业硅中的铁含量在0.4%或者0.5%以内，采购铁含量在0.2%以内工业硅的铝合金企业也可以使用铁含量在0.25%以内的货物。

2. 铝含量

因铝合金产品本身含铝较高，通常情况下铝合金不对工业硅中的铝含量作要求。但铝元素影响有机硅反应活性，因此有机硅单体企业对工业硅的铝含量有严格的要求，多数要求在0.2%以内，少量在0.1%以内或者要求区间值。工业硅中的铝元素主要来自硅石和洗精煤，可通过调整原料配比或精炼过程加入石灰来调节铝的含量。

3. 钙含量

工业硅精炼通氧后其钙含量可以降低至0.1%以下。有机硅、铝合金对工业硅中钙元素的含量也较为关注，不同企业因其工艺及其他原料的不同，对工业硅中的钙有不同要求。有机硅多要求工业硅钙含量在0.1%以内，少量要求在0.03%以内；铝合金主要因牌号的不同对工业硅的钙元素要求不尽相同。

4. 微量元素含量

工业硅中的微量元素主要来自硅石，洗精煤中的杂质含量较多也有一定影响，一定程度上硅石直接决定了成品工业硅的应用范围。下游有机硅、多晶硅因各自生产工艺有所区别，因此对工业硅微量元素含量的要求各不相同。三种主要杂质铁铝钙的含量满足国标的前提下，部分有机硅企业对钛、磷、硼等元素有要求，多晶硅企业则主要关注硼、碳等，少量国外铝合金企业也会对磷作出要求。

5. 粒度

工业硅国标粒度范围与现货习惯相同，即粒度在10-100mm，上层筛筛上物、下层筛筛下物质量分数各不超过5%。少量国外有机硅、铝合金客户有小于国标粒度的加工要求，但并不普遍。

6. 外观

外观是对工业硅产品品质的直观检验，通过外观主要判断的有是否含有边皮及硅渣，是否通氧，断面是否洁净等。

(二) 工业硅的储存周期

工业硅性质稳定，长期储存对品质无影响。但由于其包装使用塑料吨袋，长期存放容易风化。工业硅生产企业的库存周期平均在15-30天，工业硅价格上涨阶段工厂库存水平较低，价格下跌阶段库存量会增加。而云南、四川硅厂因季节性生产的缘故一般临近停产时会留有较多库存，按满产产量计一般在30-60天。

(三) 工业硅的检验

工业硅的检验分化学成分检验和外观检验两个方面。化学成分检验方法按GBT 14849（所有部分）的规定进行，化验仪器一般使用ICP或分光光度计，一般情况下Fe、Al、Ca三种杂质为必须分析的元素，其余微量元素如P、B、Cr、Ti、C等依需检测。工业硅以块状或粒状供货，检验外观时其表面和断面应洁净，不允许有夹渣、粉状硅粘结以及其他异物。

成分检验需先按国标方法取样后磨粉、溶样，后用ICP化验或用分光光度计比色，化验Fe、Al、Ca三种主要杂质一般需要4个小时左右，有其他微量元素时化验时间稍长，总时长在4-5个小时。

工业硅出厂时一般配有厂检单，国内现货贸易中发生质量纠纷时一般以下游化验结果为准，部分使用第三方商检机构化验。出口贸易中一些大型下游企业要求出口货物配有商检，其他一些不要求商检的以采购方化验结果为准。

工业硅第三方检测机构有SGS，BV等，在广州、天津等主要出口港以及产地云南昆明、新疆乌鲁木齐等地均有分布；天津华勘等地方性检测机构因费用相对较低，在内贸质量纠纷中较多使用。



工业硅现货报告

Silicon Metal



工业硅现货报告

Silicon Metal



广州期货交易所
GUANGZHOU FUTURES EXCHANGE

地址：广州市天河区临江大道1号寺右万科中心南塔14楼（510630）

电话：020 - 2818 3985 电子邮箱：public@gfex.com.cn

www.gfex.com.cn

微信公众号
广期所发布



广州期货交易所
投资者教育系列

免责声明：本报告的信息来源为外部资讯公司，仅为提供信息而发布，概不代表交易所观点。本报告中所提供的信息仅供参考，并不构成任何投资建议或投资邀约或任何以其他形式参与投资活动的推荐。对于本报告所提供信息所导致的任何直接的或者间接的投资盈亏后果，交易所均得以免除责任。

感谢中国有色金属工业协会硅业分会、北京安泰科信息股份有限公司和上海有色网对本报告的支持。