

专题报告——工业硅

工业硅上市系列专题（二）：工业硅篇



报告日期：2022年05月30日

★工业硅产业链：上游生产清晰，三大应用领域共存

工业硅的生产原料包括硅石和碳质还原剂，生产原理是通过高温还原反应将硅石中的二氧化硅还原生成工业硅液体，经过浇铸、冷却、破碎等步骤生成块状或粒状工业硅。目前世界上主流的生产工艺是电弧炉法，我国电弧炉正逐渐向大型化方向发展。

工业硅的三大用途分别是有机硅、晶体硅和铝合金。其中，有机硅产品种类丰富，涉及到建筑材料、电子电器、日化纺织等常见领域；晶体硅主要包括太阳能电池片、芯片，用于光伏和半导体产业；铝合金产品是指添加了少量硅元素的铝产品，最重要的用途是汽车制造业。

★工业硅供给：我国一枝独秀，各主产区各具优势

2017-2021年，全球工业硅产能低速增长，增长量主要来自于我国工业硅产能的扩张。近年来我国工业硅产能与产量占比均遥遥领先，原因是我国突出的电力成本优势与旺盛的下游需求。我国主要的工业硅生产基地是新疆、云南、四川，新疆电力供给稳定，丰富的煤炭资源可用于全煤生产及自备电厂；云南、四川较为依赖水电，生产季节性强。预计未来我国工业硅供给将进一步扩大，产能及产量全球占比小幅提升，国内三大主产区格局延续。

★工业硅需求：全球消费增加，鼎足三分格局稳定

2021年全球工业硅的消费增长率由负转正，主要得益于多晶硅增产。我国是全球最大的工业硅消费国，全球占比远超欧盟、美国，预计2022年我国工业硅消费量及全球占比将进一步提升。我国工业硅消费中，有机硅占比最高，其次为铝合金和多晶硅，呈三足鼎立之势。未来双碳目标的实现将带动全球光伏产业快速扩张，因此多晶硅领域的消费占比将进一步提升。

★投资建议：

6-11月份云南、四川迎来丰水期，叠加下半年大量新建产能投产，将引起工业硅大规模增产。短期内下游需求受疫情冲击走弱，供需趋于宽松，工业硅价格存在下行压力。中期来看，随着下游消费缓慢复苏，工业硅价格有望回升。

★风险提示：

工业硅下游需求增速不及预期。

孙伟东

资深分析师(有色金属)

从业资格号：F3035243

投资咨询号：Z0014605

Tel: 8621-63325888

Email: weidong.sun@orientfutures.com

重要事项：本报告版权归上海东证期货有限公司所有。未获得东证期货书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。本报告的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，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，报告中的信息或意见并不构成交易建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。
有关分析师承诺，见本报告最后部分。并请阅读报告最后一页的免责声明。

目录

1、工业硅产业链：生产环节清晰，下游应用丰富.....	5
2、分类：成分决定牌号，各自流向不同领域.....	5
3、成本：工艺路线成熟，电力成本占据核心.....	8
4、供给：我国一枝独秀，各主产区各具优势.....	12
5、需求：全球消费增加，鼎足三分格局稳定.....	17
6、进出口：贸易顺差显著，出口格局持续稳定.....	20
7、总结.....	22
8、风险提示.....	23

图表目录

图表 1: 硅产业链图谱.....	5
图表 2: 工业硅块.....	6
图表 3: 工业硅粒.....	6
图表 4: 不同牌号工业硅化学成分.....	7
图表 5: 2022 年 3 月华东工业硅现价.....	7
图表 6: 不同用途工业硅微量元素含量要求.....	8
图表 7: 工业硅生产流程.....	9
图表 8: 全国工业硅生产原料配比及成本.....	9
图表 9: 我国全煤工艺生产工业硅的成本构成.....	10
图表 10: 我国非全煤工艺生产工业硅的成本构成.....	10
图表 11: 2021 年我国部分工业硅主产区电价.....	10
图表 12: 2017-2022 年我国工业硅主产区历史成本.....	10
图表 13: 2021 年我国精煤价格.....	11
图表 14: 2021 年我国石油焦价格.....	11
图表 15: 2021 年我国木炭价格.....	11
图表 16: 2021 年我国石墨电极价格.....	11
图表 17: 我国不同种类硅石保有储量.....	12
图表 18: 2017-2021 年全球工业硅产能.....	13
图表 19: 2017-2021 年全球工业硅产量.....	13
图表 20: 全球工业硅产量分布.....	13
图表 21: 2017-2021 年全球工业硅产能利用率.....	13
图表 22: 2017-2021 年我国工业硅产能及产量.....	14
图表 23: 2021 年我国不同省份工业硅产能.....	14
图表 24: 2021 年我国不同省份工业硅产量.....	15
图表 25: 2021 年我国不同省份工业硅产能利用率.....	15
图表 26: 2021 年我国主要省份工业硅企业开工率.....	15
图表 27: 2021 年我国不同规格工业硅产量.....	16
图表 28: 2021 年我国国标工业硅与等外工业硅产量.....	16
图表 29: 2021 年我国不同省份不同规格工业硅产量.....	16
图表 30: 2021 年我国各企业工业硅产量.....	17
图表 31: 2021 年我国各企业工业硅产能.....	17
图表 32: 2017-2021 年全球工业硅消费量.....	18

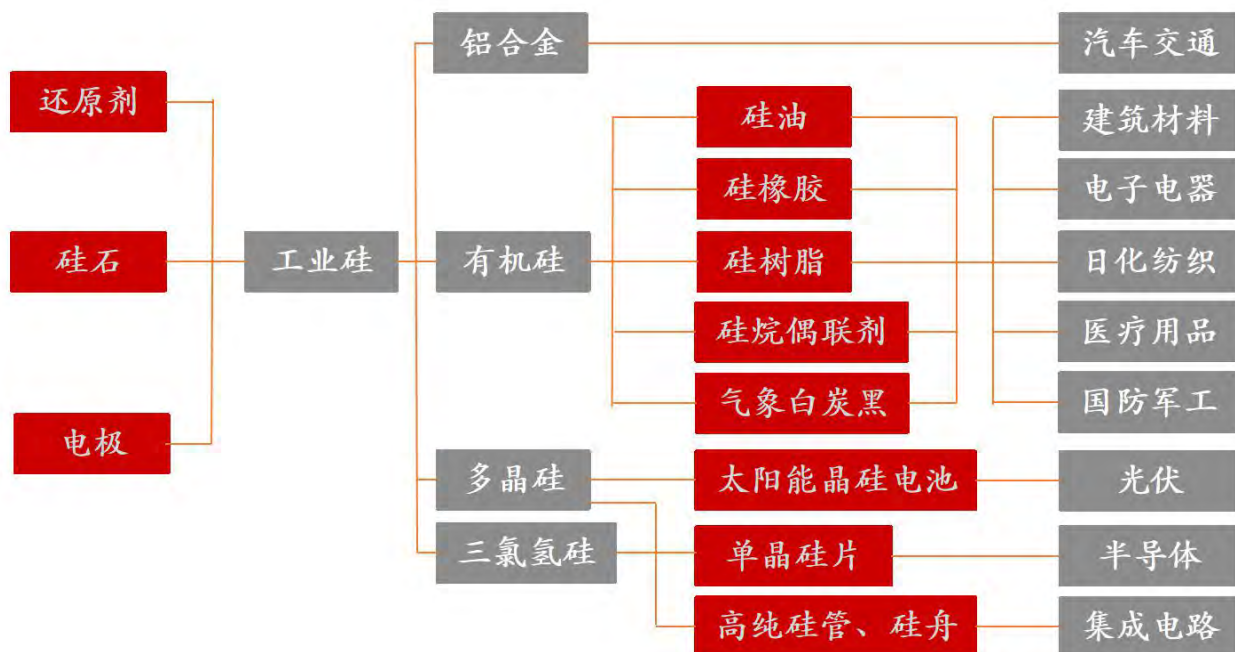
图表 33: 2017-2021 年全球多晶硅产量.....	18
图表 34: 全球主要经济体工业硅消费量.....	18
图表 35: 2017-2021 年中国工业硅消费量.....	18
图表 36: 2021 年我国不同用途工业硅消费量.....	19
图表 37: 2017-2021 年我国不同用途工业硅消费占比.....	19
图表 38: 2017-2021 年中国原铝产量.....	19
图表 39: 2017-2021 年中国有机硅产量.....	19
图表 40: 2017-2021 年中国多晶硅产量.....	20
图表 41: 2017-2021 年我国工业硅出口量.....	21
图表 42: 2017-2021 年我国工业硅进口量.....	21
图表 43: 2017-2021 年我国工业硅出口量与总产量比值.....	21
图表 44: 2021 年我国工业硅不同国家出口量.....	22
图表 45: 2017-2021 年我国工业硅主要出口国.....	22
图表 46: 我国部分工业硅产品价格.....	23

1、工业硅产业链：生产环节清晰，下游应用丰富

工业硅生产的上游原料清晰，生产工艺较为固定。上游生产原料包括硅石和碳质还原剂，以上原料在矿热炉内发生高温还原反应，从而将硅石中的二氧化硅还原生成工业硅液体，经过浇铸、冷却、破碎等步骤生成块状或粒状工业硅。以此生成的工业硅中硅元素的含量大于98.7%，含少量铁、铝、钙等杂质。生产工艺上主要采用矿热炉法，又称电弧炉法，其原理是利用电极之间电弧的能量对金属进行熔炼，是目前我国工业硅生产的主要工艺。

工业硅的下游产品主要聚集于三大应用领域，在国民生活中得以广泛应用。工业硅的三大用途分别是生产有机硅、制取高纯度的晶体硅材料，以及配置有特殊用途的硅铝合金。其中，有机硅产品涵盖了硅油、硅橡胶、硅树脂、硅烷偶联剂及气象白炭黑，涉及到建筑材料、电子电器和日化纺织等常见领域；晶体硅产品主要包括太阳能电池片、芯片，主要用于光伏和半导体产业；而铝合金产品是指添加了少量工业硅的铝产品，最重要的用途是汽车制造业。

图表1：硅产业链图谱



资料来源：东证衍生品研究院

2、分类：成分决定牌号，各自流向不同领域

工业硅的性质与锗、铅、锡相近，导电率介于金属和非金属之间，因此工业硅又称金属硅。工业硅通常呈暗灰色，有金属色泽，形态为块状或粒状。工业硅的主要成分是

硅单质，其含量在 98.7% 以上，此外含少量铁、铝、钙等杂质。市场中成分不同的工业硅具有不同用途，因此工业硅主要有两种分类方式，一是按成分分类，二是按用途分类。

按照工业硅中硅含量以及主要杂质的含量，可将工业硅划分为不同牌号。根据国家标准，工业硅可分为 8 个牌号，其中市场上比较常见的有 Si5530、Si4410、Si4210、Si4110 等，日常中可将 Si5530 写作 553#。牌号的后四位数字依次分别代表产品中主要杂质元素铁、铝、钙的最高含量要求，比如 Si4210 中的“4”代表工业硅中的铁含量小于 0.4%，“2”代表铝含量小于 0.2%，“10”代表钙含量小于 0.10%。以华东工业硅价格为例，553# 价格低于 441#、421#，后者与 3303# 价格较为接近，截至 2022 年 5 月，2202# 价格最高，比 3303# 高 12400 元/吨，可见杂质含量越低的工业硅价格越高，且不同品质的工业硅价差较大。此外，市场上出现了国家标准所规定范畴外的等外硅，如 97 硅、再生硅。97 硅的硅含量在 98% 左右，用途类似于 Si5530；再生硅在 99% 左右，可替代 Si4410、Si3303 等规格，两者仅占我国工业硅总产量的 9.35%。

各牌号的工业硅分别流向不同领域，由此可分为冶金级和化学级两类。冶金级工业硅主要用于制造铝合金，作为添加剂以增加合金的强度和韧性，主要牌号是 553#、551#、441# 和 3303#，其中铸造铝合金对工业硅的需求量明显高于变形铝合金。化学级工业硅可用于生产有机硅及多晶硅，前者所用牌号为 421#、411#、521# 及 2202#，后者主要使用 421#、521#。目前部分多晶硅的原料也可采用 553#、441#，这是由于晶体硅提纯技术的进步与企业降本增效的考虑。此外，不同用途均对工业硅的微量元素含量有要求。

图表 2：工业硅块



资料来源：网络公开资料

图表 3：工业硅粒



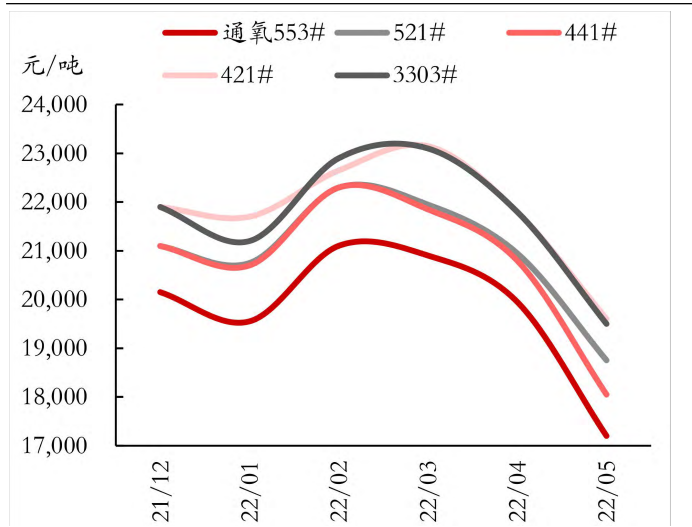
资料来源：网络公开资料

图表 4：不同牌号工业硅化学成分

牌号	硅含量，不小于	铁含量，不大于	铝含量，不大于	钙含量，不大于
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：中国国家标准化管理委员会，东证衍生品研究院

图表 5：2022 年华东工业硅现价



资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 6：不同用途工业硅微量元素含量要求

用途		类别	微量元素含量（质量分数），不大于 $\times 10^{-6}$								
			Ni	Ti	P	B	C	Pb	Cd	Hg	Cr ⁶⁺
化学用硅	多晶用硅	高精级		400	50	30	400				
		普精级		600	80	60	600				
	有机用硅	高精级	100	400							
		普精级	150	500							
冶金用硅								1000	100	1000	1000

资料来源：中国国家标准化管理委员会，东证衍生品研究院

3、成本：工艺路线成熟，电力成本占据核心

目前全球工业硅的生产工艺较为成熟，主流工艺为电弧炉法。工业硅冶炼过程的实质是高温还原反应，首先对硅石进行破碎、筛分、干燥处理，将其与木炭、煤、石油焦等还原剂按照一定比例进行配比，混匀后加入电弧炉冶炼。在 2000℃ 的高温条件下，硅石中的二氧化硅被碳质还原剂还原生成工业硅液体。为进一步降低工业硅中铝、钙等易与氧气结合的杂质含量，通常在工业硅液体底部通入氧气。最后将硅锭冷却脱模，进行破碎、分级、包装、称量、入库等工序。我国生产工业硅的电弧炉主要有 12500kva、25000kva 和 33000kva 三个型号，随着生产技术的进步以及淘汰落后产能政策的实施，我国电弧炉逐渐向大型化方向发展。2022 年我国 116 个工业硅冶炼新增项目中，至少 71 个项目的炉型为 33000kva，新增大型炉占比高于往年。

工业硅的生产成本主要包括原料、电极和电力消耗，其中电力成本占据核心位置。原料可分为硅石和还原剂，硅石经破碎筛选后符合入炉粒度要求，还原剂则包括石油焦、精煤、木炭，再加入适量木块对炉料进行疏松。企业在实际生产中通过调整还原剂的种类与配比，以实现不同规格工业硅的生产，并有效降低生产成本。根据还原剂种类，我国工业硅生产可分为全煤工艺与非全煤工艺，前者还原剂仅包含精煤和木块，而后者还原剂为精煤、石油焦、木炭、木块。目前我国新疆等煤炭资源丰富的地区主要采用全煤生产，在保证正常生产的同时具备成本优势。对我国工业硅生产在两种工艺下的成本进行估计，全煤生产的总成本约为 14627.5 元/吨，非全煤生产的总成本约为 15449 元/吨，比前者高出 821.5 元/吨。超出部分大多源自还原剂损耗，全煤生产中的还原剂成本约为 5107.5 元/吨，较非全煤生产低 986.5 元/吨，且全煤生产中还原剂占比约为 34.92%，较非全煤生产低 4.53%。此外，两种生产工艺情况下电力成本占比分别达到了 42.45%、38.71%，均在总成本中占据核心地位，其次是硅石、电极和各类还原剂。其中，硅石和电极的占比较为固定，前者约为 12%-13%，后者约为 9%-10%；各类还原剂的占比则因工艺而异，用于全煤生产的还原剂中成本最高的精煤占比接近 31.72%，用于非全煤生产的还原剂中成本最高的木炭占比约为 17.28%，石油焦、精煤分别占比 10.36%、9.39%。电价的影响至关重要，此处假定电价为 2022 年 5 月新疆、云南、四川的平均电价 0.46 元/千瓦时，若只考虑新疆地区生产情况，则更低的电价 0.31 元/千瓦时会导致约 2025 元/吨的成本下降；反之，云南、四川相对较高的电价 0.50-

0.58 元/千瓦时，将带来云南四川约 520-1650 元/吨的成本增量。回顾我国三大主产区的工业硅生产成本，2021 年 8 月-2022 年 4 月国内工业硅生产成本普遍大涨，三大主产区的生产成本均由 10500 元/吨左右上升至 17000 元/吨以上，主要原因是精煤、石油焦、木炭以及石墨电极等原材料价格的上升；2022 年 5 月份，四川、云南的生产成本随着丰水期的来临而各自小幅回落至 17281 元/吨、16682 元/吨，新疆的生产成本继续升至 17332 元/吨。此外，新疆的工业硅生产成本普遍低于四川及云南，但成本之差在丰水期显著减小，说明丰水期四川、云南的低电价能够弥补大部分的成本劣势，但与新疆生产成本的差距仍然存在。我国工业硅生产厂商在成本端面临三个重要问题，一是电力成本随季节变动幅度大，尤其是云南四川等水电依赖度高的地区，每年丰水期（6 月-11 月）的电价基本低于 0.35 元/千瓦时，枯水期（12 月-次年 5 月）的电价则高于前者约 0.25 元/千瓦时；新疆电力成本较为稳定，2021 年新疆全年电价稳定在 0.275 元/千瓦时左右。二是近期精煤价格上升，2021 年下半年我国精煤价格曾经历大幅上涨，涨幅达 286%，2022 年调整后仍稳定在 2800-2900 元/吨的较高水平。三是高质量硅石难寻觅，我国中低质量硅石多，高质量硅石紧缺，国内保有储量以质量较低的石英砂岩为主。

图表 7：工业硅生产流程



资料来源：东证衍生品研究院

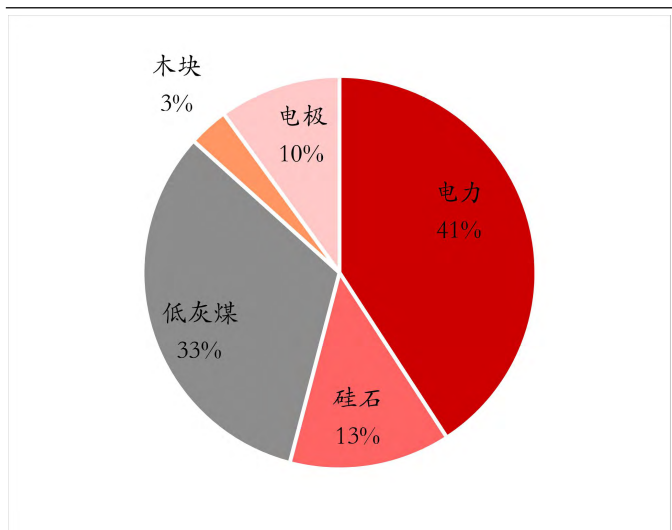
图表 8：全国工业硅生产原料配比及成本

	单价	全煤工艺			非全煤工艺		
		用量	成本	占比	用量	成本	占比
电力, kwh	0.46	13500	6210	42.45%	13000	5980	38.71%
硅石, t	650	2.9	1885	12.89%	3.0	1950	12.62%
低灰煤, t	2900	1.6	4640	31.72%	0.5	1450	9.39%
木炭, t	4450				0.6	2670	17.28%
石油焦, t	2000				0.8	1600	10.36%
木块, t	550	0.85	467.5	3.20%	0.68	374	2.42%

电极, t	14250	0.1	1425	9.74%	0.1	1425	9.22%
总计			14627.5	100%		15449	100%

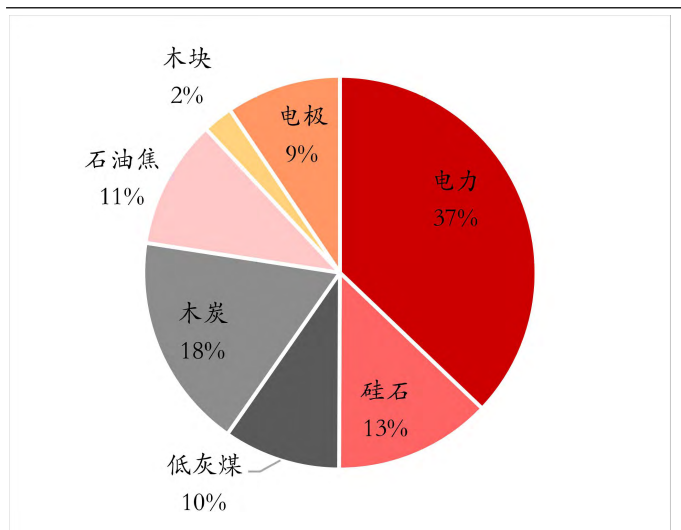
资料来源：我的钢铁网，SMM，东证衍生品研究院

图表 9：我国全煤工艺生产工业硅的成本构成



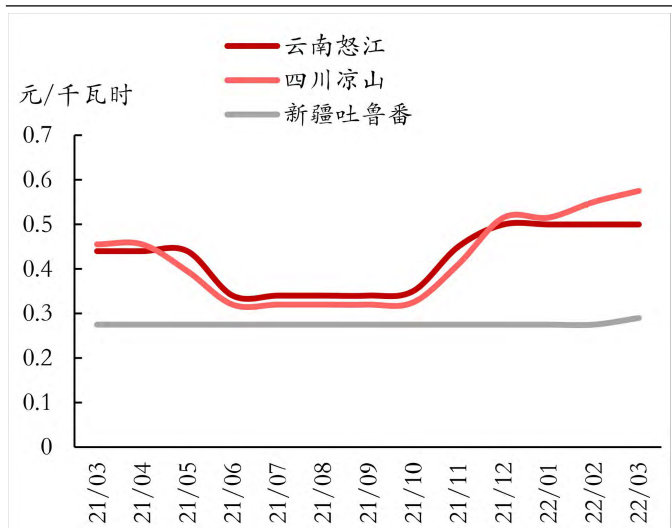
资料来源：我的钢铁网，SMM，东证衍生品研究院

图表 10：我国非全煤工艺生产工业硅的成本构成



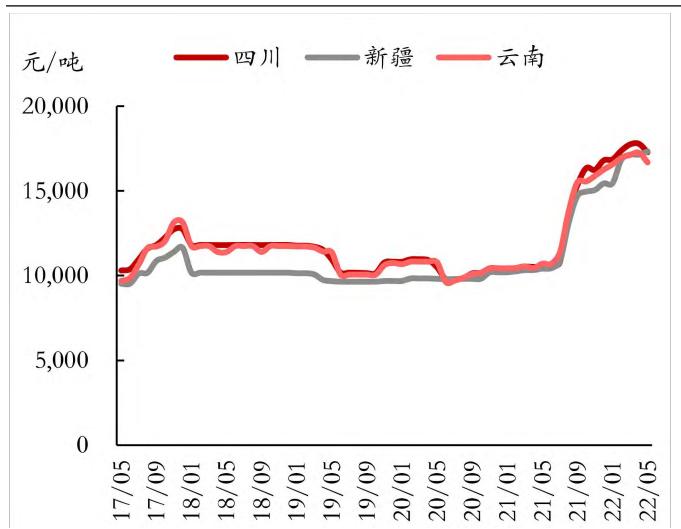
资料来源：我的钢铁网，SMM，东证衍生品研究院

图表 11：2021 年我国部分工业硅主产区电价



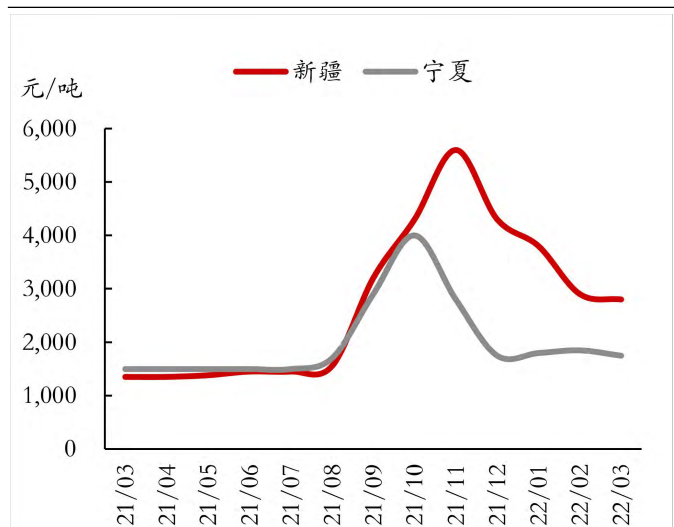
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 12：2017-2022 年我国工业硅主产区历史成本



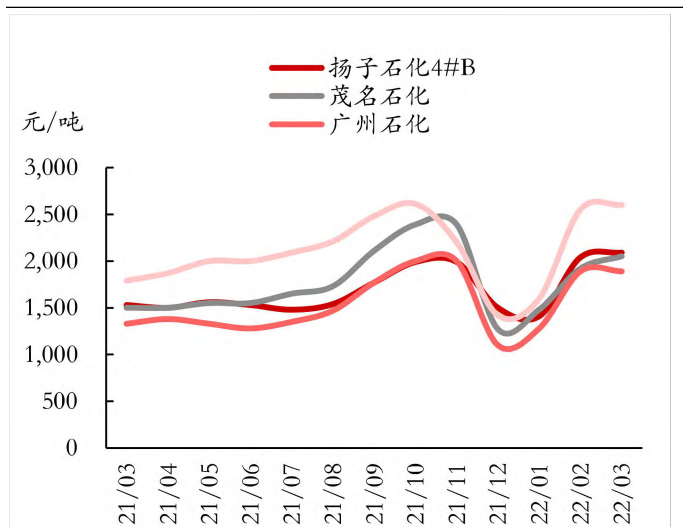
资料来源：百川盈孚，东证衍生品研究院

图表 13: 2021 年我国精煤价格



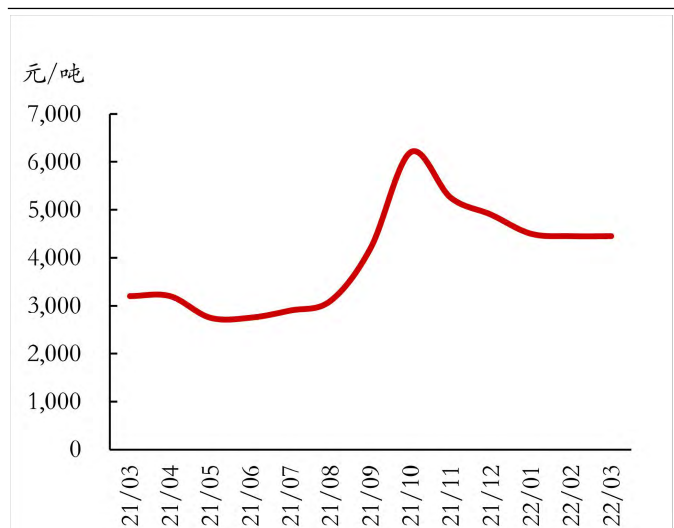
资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

图表 14: 2021 年我国石油焦价格



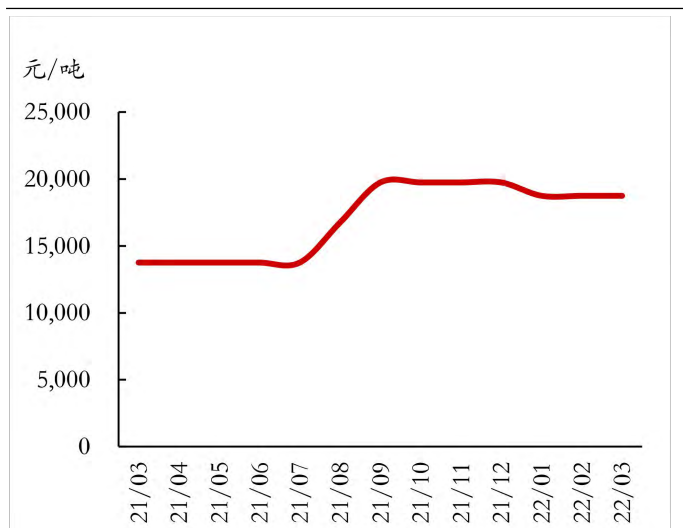
资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

图表 15: 2021 年我国木炭价格



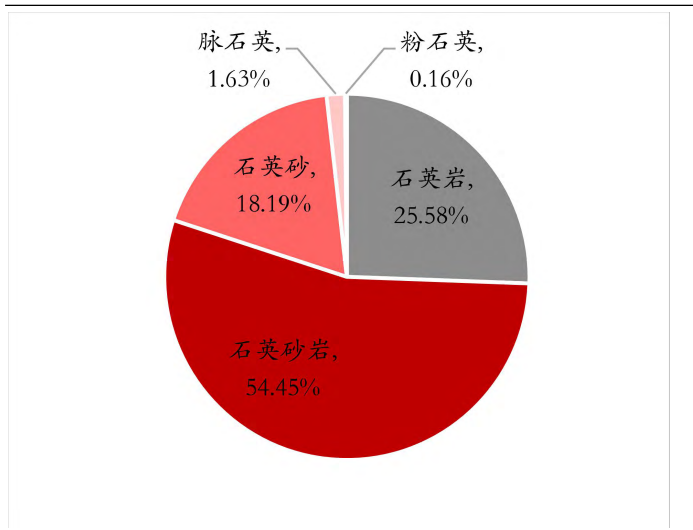
资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

图表 16: 2021 年我国石墨电极价格



资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

图表 17：我国不同种类硅石保有储量

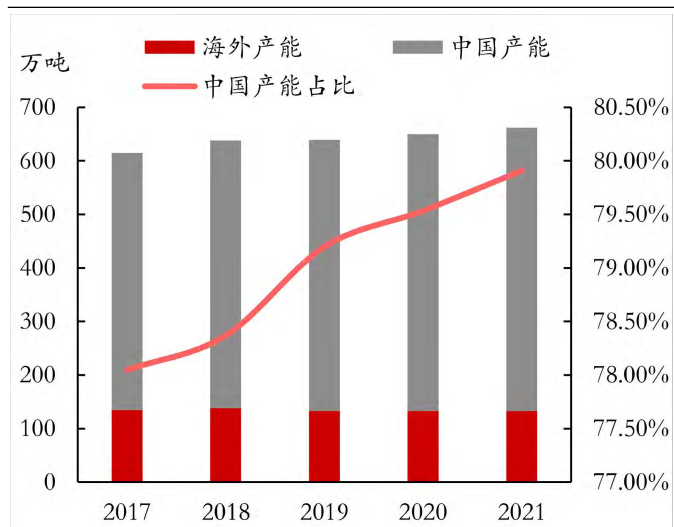


资料来源：SMM，东证衍生品研究院

4、供给：我国一枝独秀，各主产区各具优势

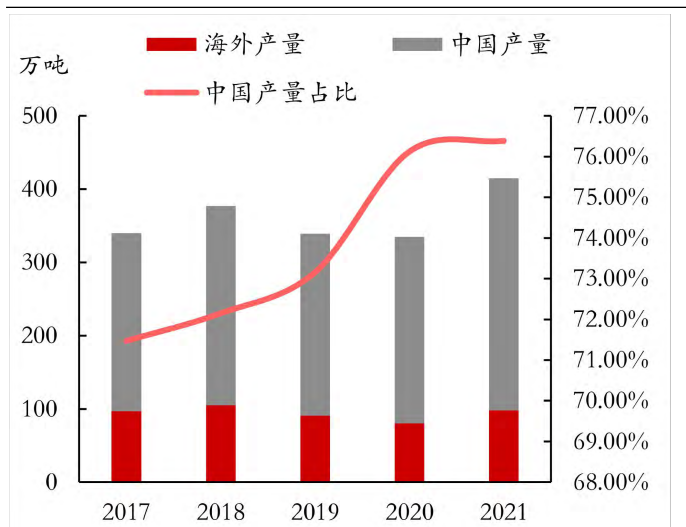
近年来全球工业硅产能小幅增加，我国工业硅产能与产量占比均遥遥领先。2017-2021 年，全球工业硅产能以不高于 4% 的速度小幅增长，除我国以外的海外产能较为稳定，因此增长量主要来自于我国工业硅产能的扩张。2021 年，全球工业硅产能 662 万吨，其中我国工业硅产能 529 万吨，全球占比高达 79.91%，且呈增长趋势。产量方面，全球工业硅产量在 2018 年达到极值而后连续两年下跌，并在 2021 年实现了 23.88% 的增长，其中我国贡献了 77.5% 的增长量。2021 年，全球工业硅产量 415 万吨，其中我国产量占比达 76.39%，远高于排在第二、第三名的巴西和挪威。我国工业硅产能及产量在国际中遥遥领先，一方面是由于我国工业硅生产原料及电力成本具备明显优势，另一方面则是由于我国存在旺盛的下游需求，能够消耗约 73.3% 的国内产量。但是我国产量占比低于产能占比，反映为我国较低的产能利用率，这是由于我国的落后产能占比较高，说明我国在淘汰落后产能方面还有一段路要走。未来我国工业硅供给将进一步扩张，据 SMM 数据，2022 年投产的新增项目产能合计至少为 89 万吨，预计 2022 年全球工业硅产能扩张至 680 万吨，我国工业硅产能可达 547 万吨。

图表 18: 2017-2021 年全球工业硅产能



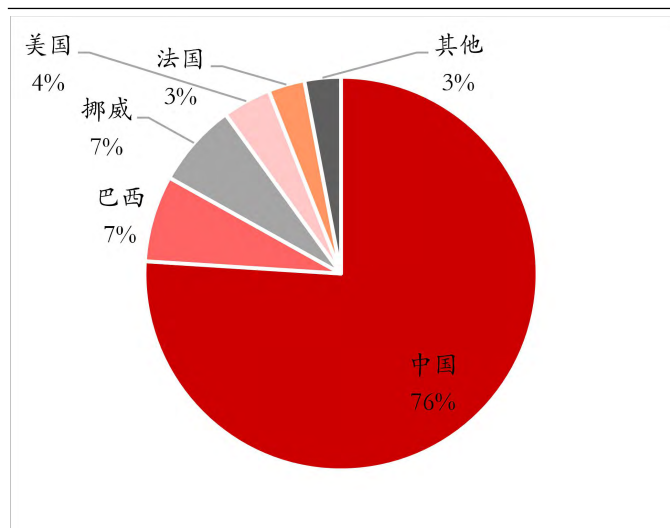
资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

图表 19: 2017-2021 年全球工业硅产量



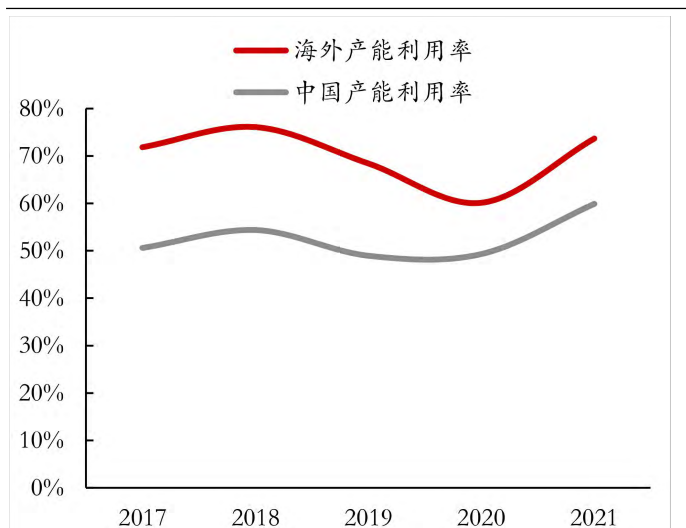
资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

图表 20: 全球工业硅产量分布



资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

图表 21: 2017-2021 年全球工业硅产能利用率



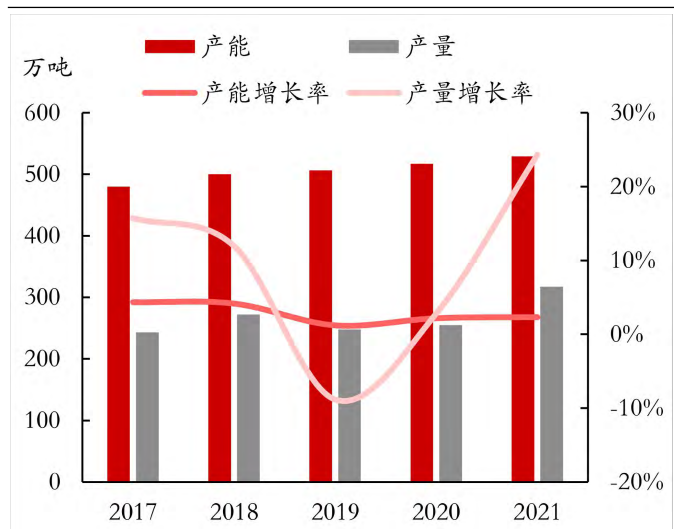
资料来源: SMM, 东证衍生品研究院

近五年我国工业硅生产总体呈上升态势，但产能与产量增速有所分化，主要原因是下游需求变动。2017-2021 年，我国工业硅产能以低于 5% 的速度稳步增长，而产量增长率与其相差较大。2019 年我国工业硅产量增长率明显低于产能增长率，这是由于国内原料成本增加导致生产利润下降，叠加海外消费疲弱带来的出口下降，导致我国工业硅产量增速显著下滑。2019 年后，我国工业硅产能及产量增速继续分化，产能利用率不断提升，主要由于工业硅产量受下游需求带动不断拉升，且工业硅属于高能耗、高污染行业，新增产能受到政策严格控制。

我国工业硅生产基地主要位于新疆、云南、四川，分别具有各自的优劣势。2021 年我

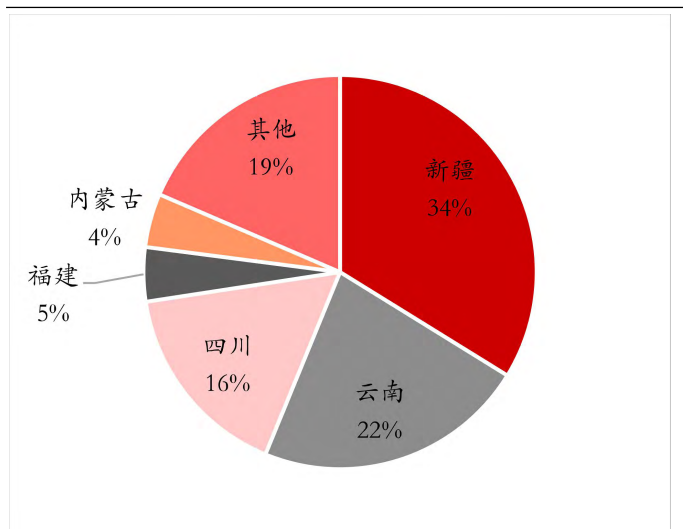
国工业硅总产能 538.5 万吨，新疆、云南、四川分别占 34%、22%和 16%；产量方面，以上三个省份也均占据重要地位，新疆、云南、四川分占 43%、18%和 17%，三者加总约占全国总产量的 78%。对比后发现新疆产能利用率明显高于云南、四川，同时高于全国平均水平 49.53%，主要原因是新疆采取“火-电-硅”的生产模式，火力发电的电力供给较为稳定。此外，新疆煤炭资源丰富，可供大型工业硅企业用于全煤工艺生产及自备电厂发电。而云南四川采取“水-电-硅”的生产模式，十分依赖丰水期期间的低电价，2021 年丰水期电价较枯水期低 0.1-0.25 元/吨，合计每吨工业硅成本降低 1300-3250 元，因此枯水期存在大规模减产，生产季节性较强。这点可以从开工率看出，云南四川的开工率通常在 12 月至次年 5 月位于低点，在 6 月至 11 月位于相对高点，而新疆的开工率始终保持高位，对应新疆的产能利用率远高于其他省份。新疆较云南、四川具备用电优势，但新疆缺乏优质硅石，约 40%的工业硅生产所用硅石需从外地采购。

图表 22: 2017-2021 年我国工业硅产能及产量



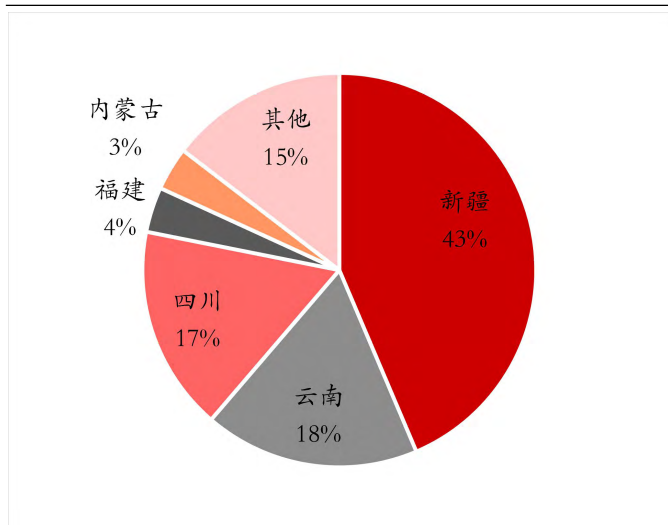
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 23: 2021 年我国不同省份工业硅产能



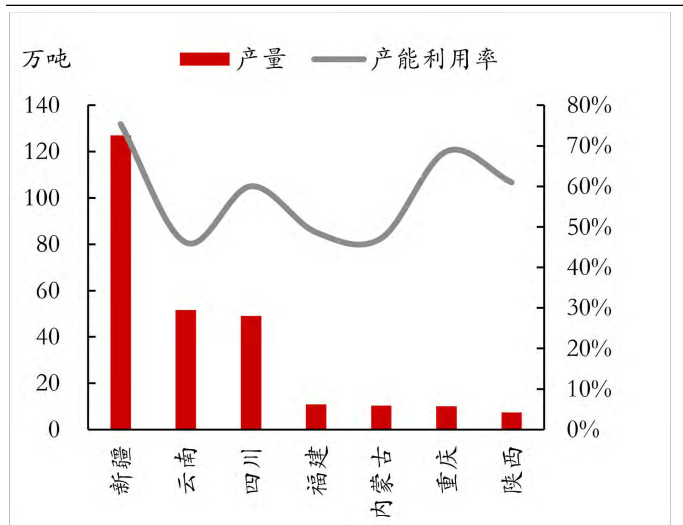
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 24：2021 年我国不同省份工业硅产量



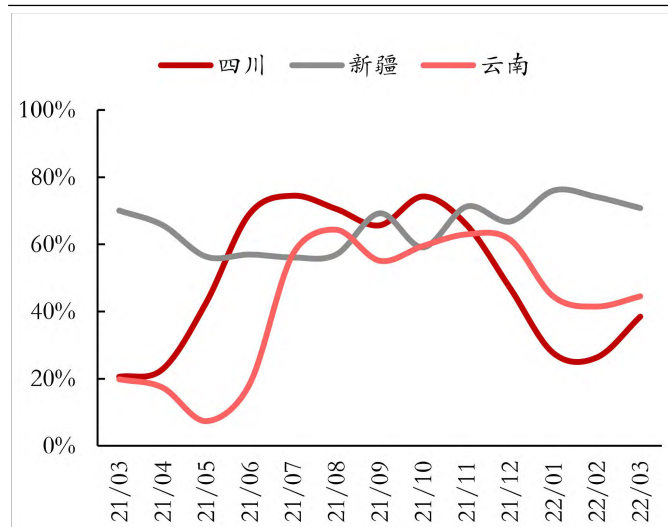
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 25：2021 年我国不同省份工业硅产能利用率



资料来源：SMM，东证衍生品研究院

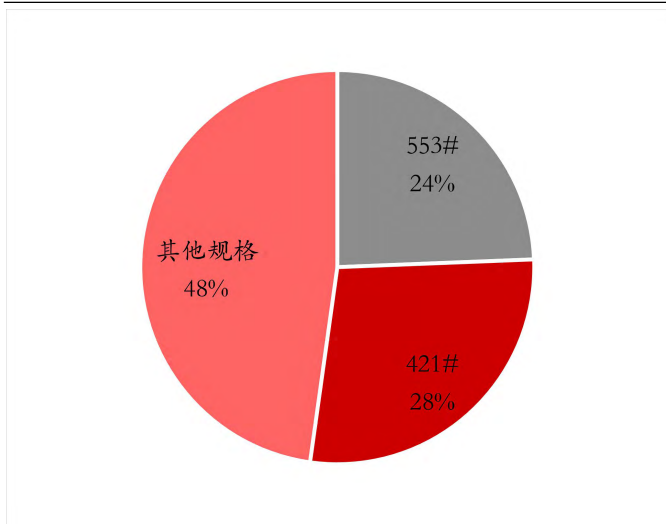
图表 26：2021 年我国主要省份工业硅企业开工率



资料来源：SMM，东证衍生品研究院

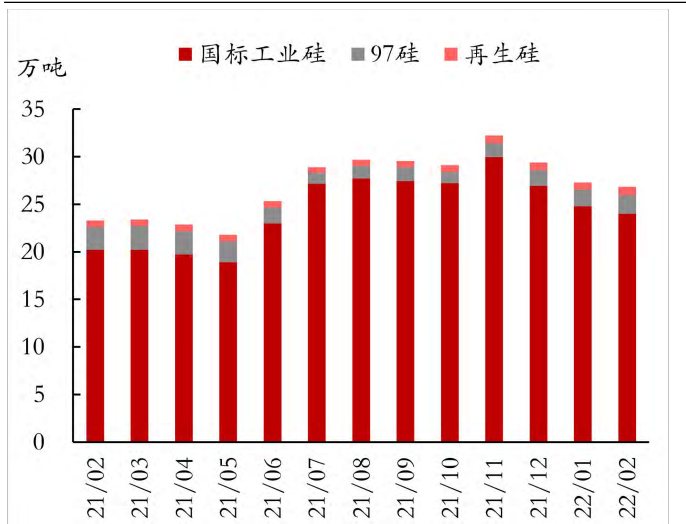
我国不同型号的工业硅产量不同，不同省份的主产型号也各不相同。我国 421#、553# 工业硅下游用途广泛且成分要求较低，是我国主要的工业硅型号。2021 年两者产量为 81.1 万吨、71.0 万吨，在我国工业硅总产量中分别占到 28% 和 24%。除国家标准内的工业硅以外，2021 年 97 硅、再生硅的产量为 21.7 万吨与 8.4 万吨，合计占比约为 9.37%。因此相对国标工业硅，等外硅产量很小，只能对国标工业硅进行部分替代。此外，不同省份主打不同规格工业硅，新疆以生产通氧 553#、421# 为主，国内 74.86% 的通氧 553# 和 36.08% 的 421# 源自新疆，而云南、四川主打生产 421#。未来高质量硅石紧缺状况可能延续或加深，高纯度工业硅（如 2202#、3303#）有减产可能，进而高纯度与低纯度工业硅之间的价差将进一步拉大。

图表 27：2021 年我国不同规格工业硅产量



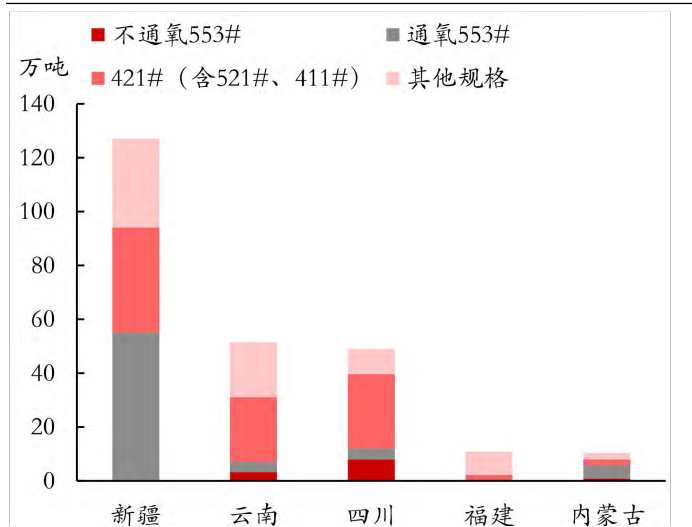
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 28：2021 年我国国标工业硅与等外工业硅产量



资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 29：2021 年我国不同省份不同规格工业硅产量

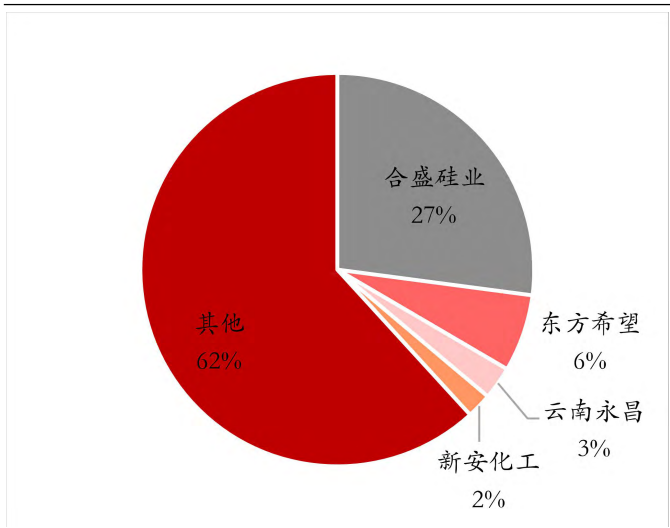


资料来源：SMM，东证衍生品研究院

我国工业硅生产属于低集中度行业，2021 年国内工业硅产量的 CR4 值为 38.21%，呈现一超多强的局面。据百川盈孚数据，2021 年我国工业硅生产企业超 250 家，其中前四家企业产量占比达 38.21%，仅第一名合盛硅业产量占比就达 27%，远超排在其后的企业。从产能看，2021 年国内工业硅生产的 CR4 值为 22.21%，显著低于基于产量计算的结果，原因是规模较大企业的产能利用率较高。云南、四川和新疆的工业硅企业数量分别为 53 家、50 家和 26 家，从各企业产能规模看，云南、四川多以小厂为主，产能较为分散，而新疆企业的平均产能相对较高，尤其是合盛硅业、昌吉吉盛的产能处于行业内领先地位。从 2022 年我国工业硅新建产能看，我国约 62.5 万吨的新增产能来自前四家企业，约占总新增产能的 70.22%，预计 2022 年行业供给集中度进一步上升，CR4

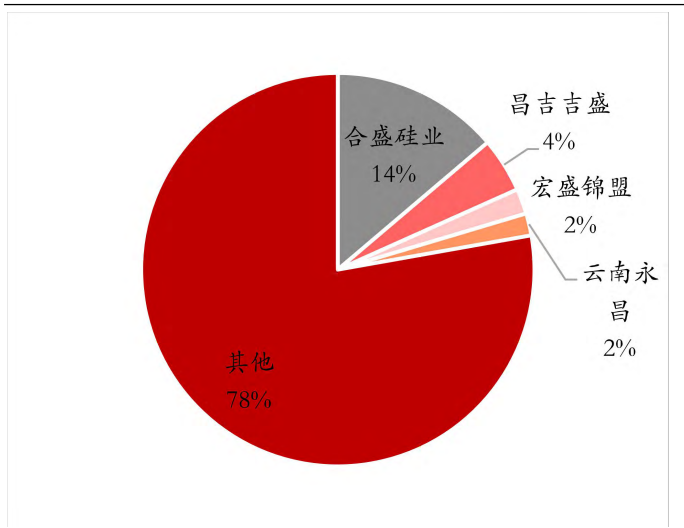
值将高于 2021 年。

图表 30：2021 年我国各企业工业硅产量



资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 31：2021 年我国各企业工业硅产能

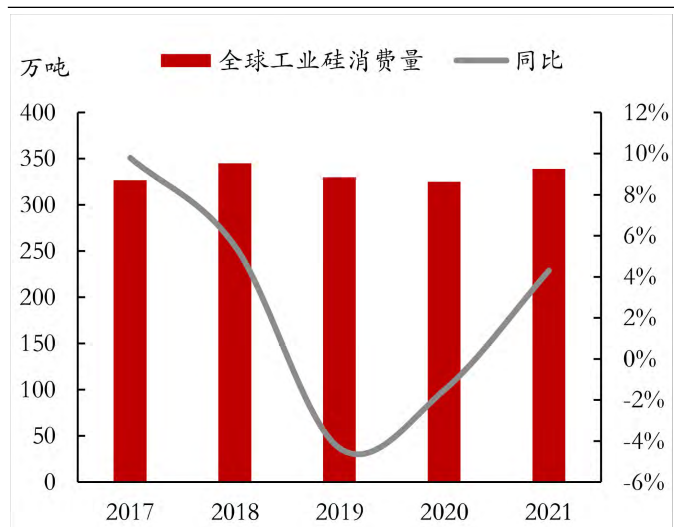


资料来源：SMM，东证衍生品研究院

5、需求：全球消费增加，鼎足三分格局稳定

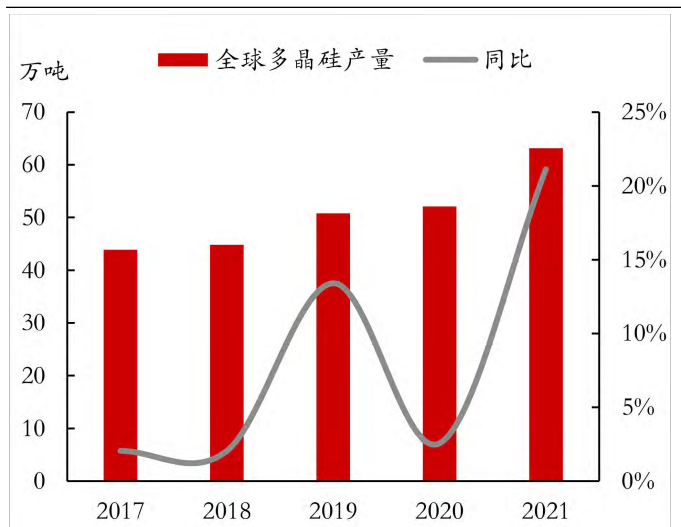
全球工业硅消费量变动由负转正，主要得益于多晶硅增产。2019-2020 年，受下游需求疲软及疫情直接冲击，全球工业硅消费走弱；2021 年工业硅消费量增长率转负为正，由 325 万吨增至 339 万吨，原因是在全球有机硅和铝合金产量较为稳定的前提下，全球多晶硅产业的快速发展提振了原料需求。2021 年全球多晶硅产量约 63.1 万吨，较上一年增长 11 万吨，对应工业硅需求增长为 11.55-12.65 万吨，贡献了大部分的全球工业硅消费增量。我国是全球最大的工业硅消费国，2021 年我国工业硅消费全球占比 57%，远超欧盟、美国，这主要是由于我国具有旺盛的下游需求。考虑到国内工业硅下游产业发展态势良好，预计 2022 年我国工业硅消费量及全球占比将进一步提升。

图表 32：2017-2021 年全球工业硅消费量



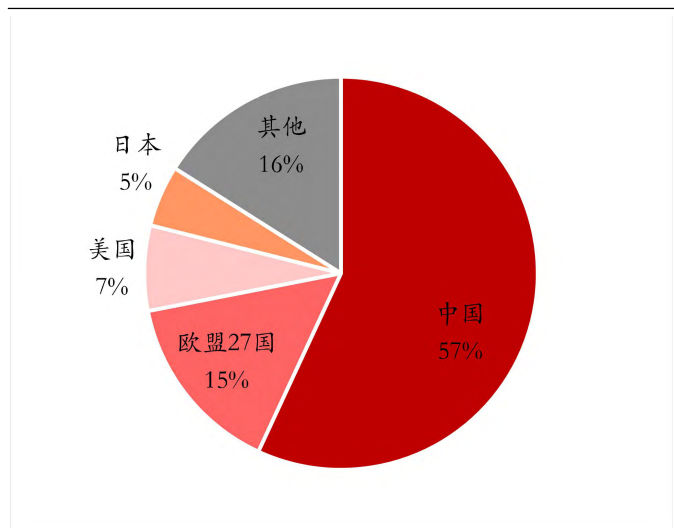
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 33：2017-2021 年全球多晶硅产量



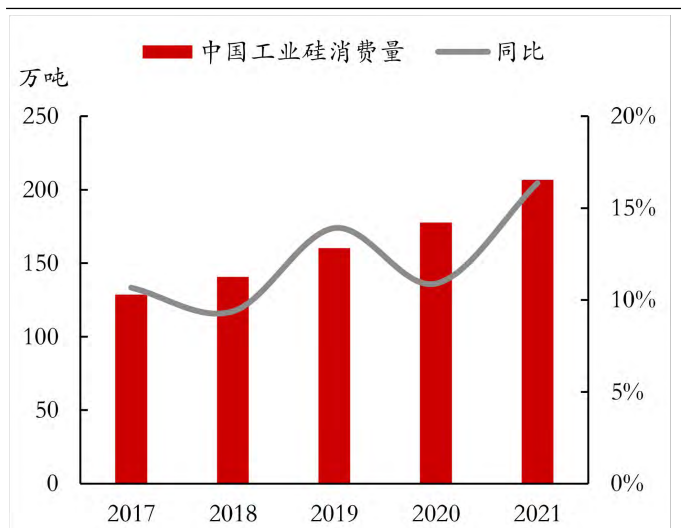
资料来源：CPIA，东证衍生品研究院

图表 34：全球主要经济体工业硅消费量



资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 35：2017-2021 年中国工业硅消费量

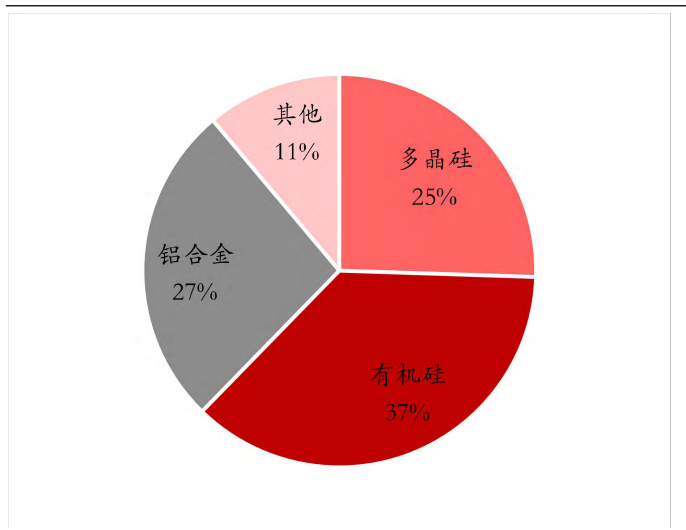


资料来源：SMM，东证衍生品研究院

从下游细分领域看，工业硅主要可用于生产铝合金、有机硅和多晶硅，呈鼎足三分之势。工业硅在铝合金行业通常作为添加剂，应用领域主要为汽车制造和建筑业，需求基数大。以多晶硅为原料的光伏、半导体等新兴产业正处在蓬勃发展阶段，未来需求增量可观。而有机硅的下游产品主要包括硅树脂、硅油、硅橡胶，广泛应用于建筑材料、电子电器和日化纺织等多个行业，因此有机硅是我国工业硅最大的消费领域，2021 年我国工业硅表观消费量中，用于有机硅生产的工业硅占比为 37%，其次为铝合金和多晶硅，分别为 27%、25%。近五年我国用于多晶硅生产的工业硅消费占比呈稳步上升趋势，得益于全球双碳目标带动下光伏产业的快速扩张，未来有望达到铝合金用途工业硅的消费比重。总的来看，2021 年我国多晶硅、铝合金、有机硅产量全球占比

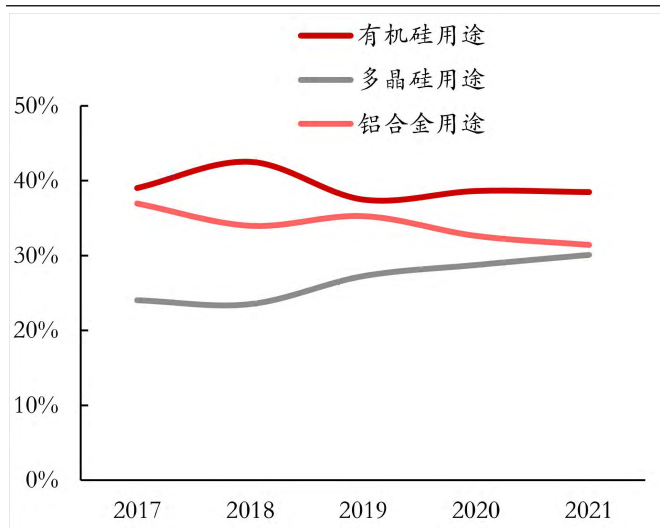
均超 50%，且呈上涨趋势，未来我国工业硅消费的全球占比将进一步提升，用于多晶硅领域的工业硅消费占比或继续提升至 30%，达到或超过用于铝合金生产的工业硅消费量。

图表 36：2021 年我国不同用途工业硅消费量



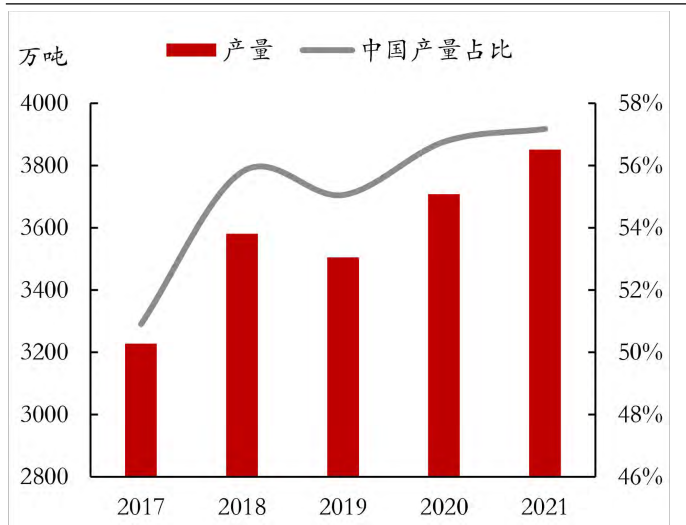
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 37：2017-2021 年我国不同用途工业硅消费占比



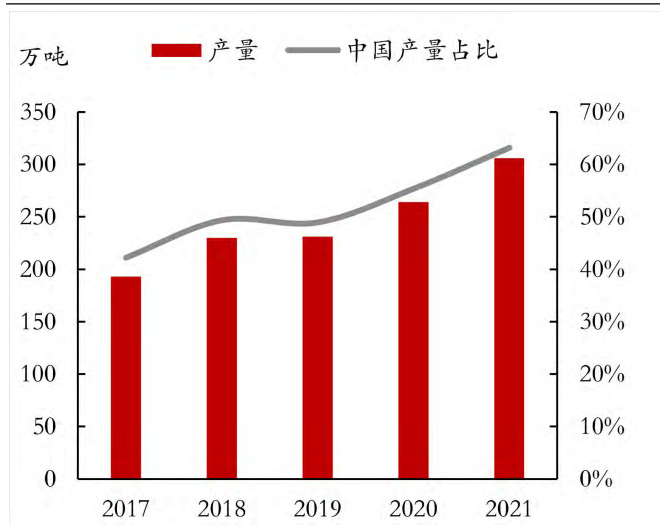
资料来源：SMM，东证衍生品研究院

图表 38：2017-2021 年中国原铝产量



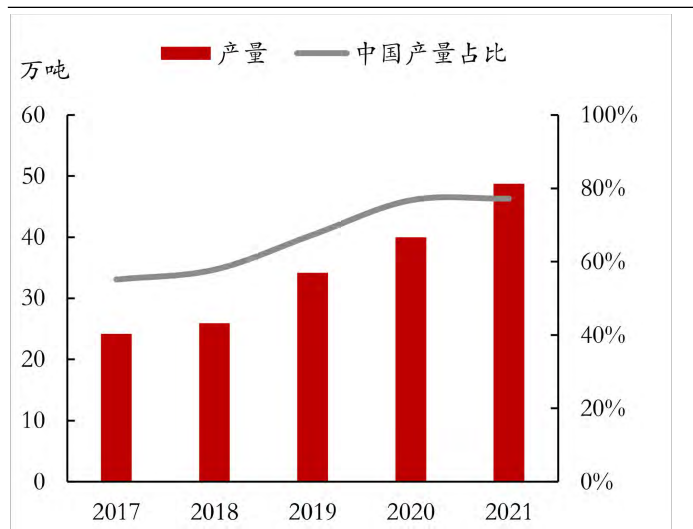
资料来源：IAI，国家统计局，东证衍生品研究院

图表 39：2017-2021 年中国有机硅产量



资料来源：SAGSI，东证衍生品研究院

图表 40：2017-2021 年中国多晶硅产量

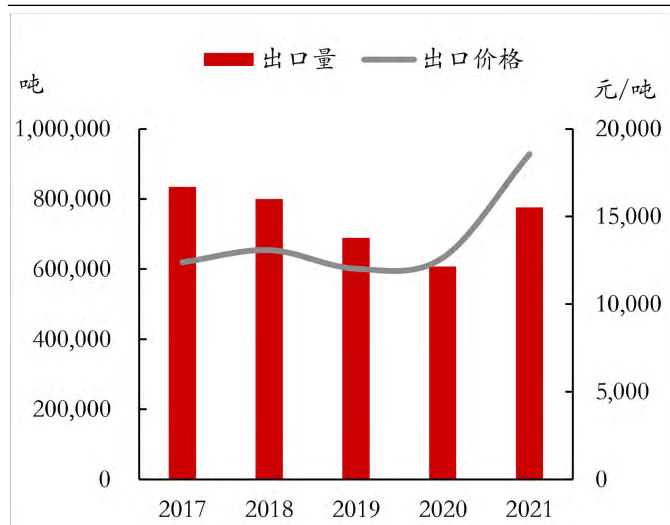


资料来源：CPIA，东证衍生品研究院

6、进出口：贸易顺差显著，出口格局持续稳定

我国是工业硅生产大国，出口规模较为可观，存在显著的贸易顺差。2021 年我国工业硅出口量达 77.62 万吨，约占我国总产量的 22.23%。相比之下我国工业硅进口量较小，2021 年进口量仅为 0.42 万吨，净出口量超 77 万吨。2017-2020 年我国工业硅出口持续下降，原因是全球工业硅下游产业不景气叠加疫情影响，导致海外工业硅需求疲弱。2021 年国内疫情对工业硅产量的影响逐渐修复，国内产量提升约 25%，而海外产量恢复有限。在海外工业硅需求大涨的情况下，我国工业硅出口呈现量价齐升的现象。从出口量与国内总产量的比重来看，2017-2019 年我国的工业硅产量中用于出口的比重由 34.35% 下降至 23.81%，2021 年小幅回升到 24.48%，2022 年国内工业硅产业链下游需求旺盛，预计 2022 年这一比例下降至 24% 左右。2022 年国内工业硅产能或扩张至 547 万吨，产量扩张至 328.2 万吨，因此估计国内工业硅出口量或接近 80 万吨。

图表 41: 2017-2021 年我国工业硅出口量



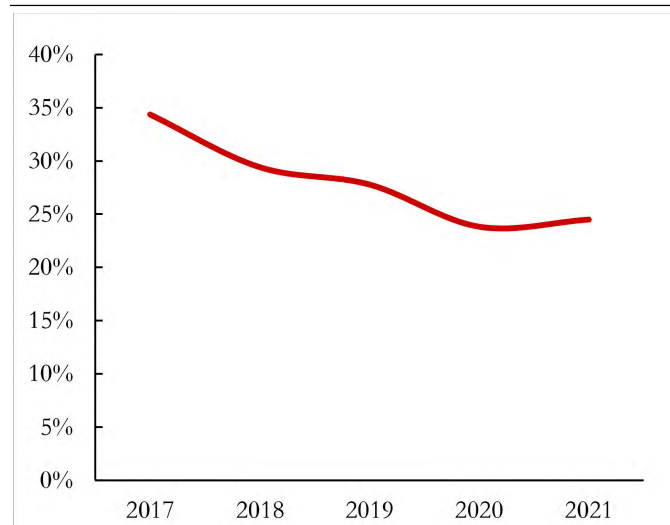
资料来源: 中国海关, 东证衍生品研究院

图表 42: 2017-2021 年我国工业硅进口量



资料来源: 中国海关, 东证衍生品研究院

图表 43: 2017-2021 年我国工业硅出口量与总产量比值

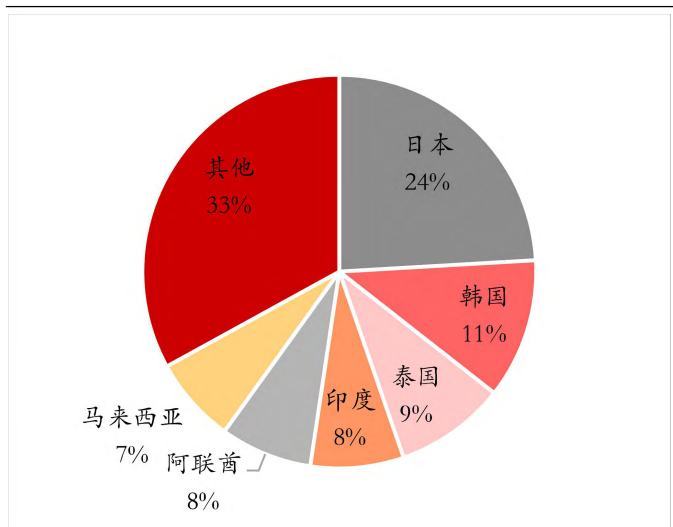


资料来源: 中国海关, SMM, 东证衍生品研究院

我国工业硅主要出口国为日本、韩国、泰国和印度等, 出口格局较为稳定。2021 年我国工业硅出口国为 72 个, 总出口量为 77.62 万吨, 其中前六名出口国占比约为 67%, 集中度较高。2017-2021 年主要出口国为日本、韩国、泰国、印度、阿联酋和马来西亚, 大多数分布在东亚及东南亚地区, 除了随国内总产量小幅波动外, 出口到以上国家的工业硅数量基本较为稳定。据统计, 欧盟和美国的工业硅消费量仅次于我国, 但我国出口到欧美国家的工业硅较少, 其中最高的荷兰的占比也不足 5%, 直接原因除了运输成本以外, 更重要的是欧美国家长期以来对我国工业硅实现的反倾销和反补贴政策, 比如澳大利亚、美国和加拿大均对我国工业硅出口计征反倾销和反补贴税, 合并有效税率可超 50%, 很大程度上限制了这些国家对我国工业硅产品的进口。长期看我国工

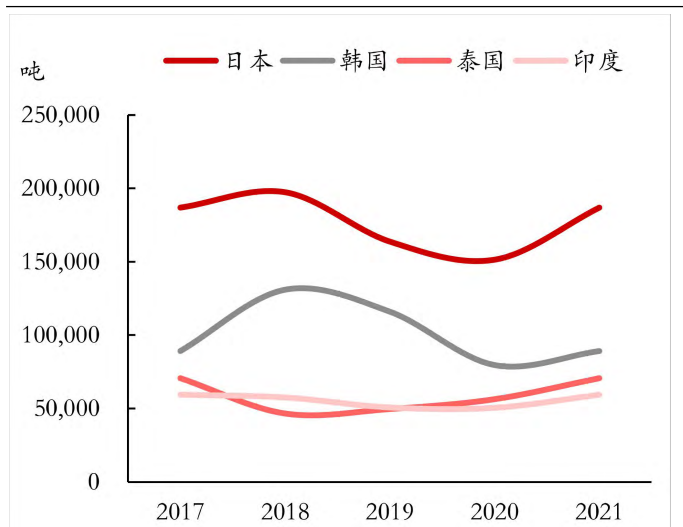
业硅出口格局较为稳定，但仍有不确定因素。近日美国总统拜登表示正在考虑取消部分加征的中国大陆商品关税，若涉及到工业硅产品，无疑将扩大美国对我国工业硅的进口量，从而改变我国工业硅出口格局。

图表 44：2021 年我国工业硅不同国家出口量



资料来源：中国海关，东证衍生品研究院

图表 45：2017-2021 年我国工业硅主要出口国



资料来源：中国海关，东证衍生品研究院

7、总结

工业硅生产的工艺较为固定，但生产成本可以通过调整原料的种类、配比来进行调节。工业硅的主流生产方法为电弧炉法，生产原料包括硅石和碳质还原剂，实质是高温还原反应。电弧炉耗电极大，电力成本在工业硅生产总成本中占据核心位置，用煤成本与硅石成本次之。目前新兴的生产方法是全煤工艺，仅使用煤作为还原剂，在新疆等煤炭资源丰富的地区颇受欢迎；另有非全煤工艺，使用煤、木炭、石油焦的混合物作为还原剂，在保证含碳量相同的前提下，企业可以通过调整各还原剂的配比来实现最优产量。

全球工业硅供给方面，近五年工业硅产能保持低速增长，其中我国工业硅产能和产量均处于全球领先地位。我国工业硅供给在国际中遥遥领先，一方面是由于我国工业硅生产原料及电力成本具备明显优势，另一方面则是由于我国下游铝合金、多晶硅及有机硅领域均存在旺盛的需求。**国内工业硅供给方面**，我国工业硅生产基地主要位于新疆、云南、四川，各具优势。新疆产能利用率明显高于云南、四川，主要原因是新疆采取火力发电的电力供给较为稳定，且丰富的煤炭资源可供全煤工艺生产及自备电厂发电。而云南四川采取“水-电-硅”的生产模式，枯水期电价上升引起大规模减产，整体开工率不高。但相较于新疆，云南的优质硅石储备丰富。

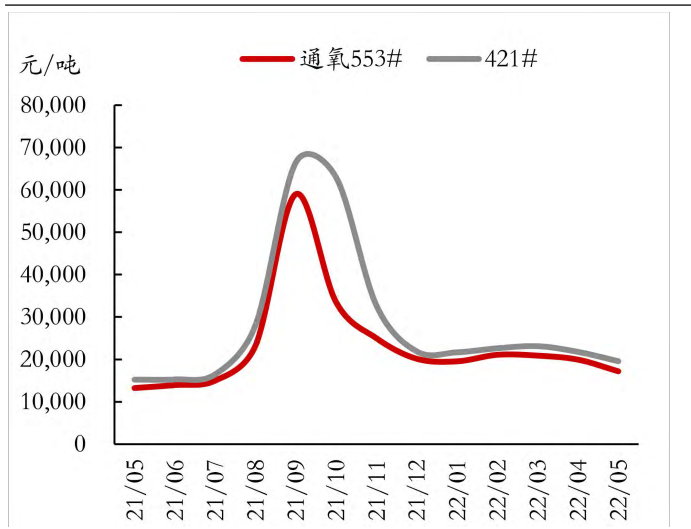
全球工业硅需求方面，全球工业硅的消费增长率由负转正，主要得益于多晶硅增产，未来多晶硅有望进一步拉升工业硅消费量。我国是全球最大的工业硅消费国，全球占

比远超欧盟、美国。我国工业硅表观消费量中，有机硅占比最高，其次为铝合金和多晶硅，呈三足鼎立之势。预计未来双碳目标的实现将带动全球光伏产业快速扩张，因此多晶硅领域的消费占比将进一步提升。

我国是工业硅生产大国，出口规模较为可观，远超进口规模。2021 年国内产量率先从疫情中得以恢复，恢复程度强于海外，且海外工业硅需求大涨，因此我国工业硅出口呈现量价齐升的现象。我国工业硅的主要出口国较为稳定，2017-2021 年主要出口国为日本、韩国、泰国和印度等，多位于东亚及东南亚。我国出口欧美的工业硅数量较少，直接原因是部分欧美国家对我国工业硅实行反倾销反补贴政策。

考虑到云南、四川丰水期增产及新增投产产能，预计 2022 年下半年国内工业硅价格呈现先小幅走弱后走强趋势。2021 年 8-9 月我国工业硅价格曾迎来暴涨，通氧 553# 在两个月内由 15250 元/吨上涨至 59500 元/吨，421# 由 16600 元/吨上涨至 66500 元/吨，原因是双控政策导致企业大量减产，且下游企业出于枯水期原料供给担忧而加快采购步伐，供需错配引起工业硅价格一路高歌。但这种情况在今年较难发生，一是从新建产能看，今年 6-7 月份计划新增投产产能为 47.5 万吨，12 月份计划新增投产产能为 20 万吨，预计下半年产能将加速释放；今年云南、四川丰水期正常到来，6-10 月为主汛期，云南、四川会有大规模增产。二是下游需求总体偏弱，宏观经济下行周期叠加疫情影响，导致有机硅、铝合金企业开工率下降，多晶硅相对火热但难掩整个下游疲弱之势，预计供需偏松格局将持续至第三季度，年底或将随着下游消费复苏而有所改善。

图表 46：我国部分工业硅产品价格



资料来源：SMM，东证衍生品研究院

8、风险提示

工业硅下游需求增速不及预期。

期货走势评级体系（以收盘价的变动幅度为判断标准）

走势评级	短期（1-3个月）	中期（3-6个月）	长期（6-12个月）
强烈看涨	上涨 15%以上	上涨 15%以上	上涨 15%以上
看涨	上涨 5-15%	上涨 5-15%	上涨 5-15%
震荡	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%
看跌	下跌 5-15%	下跌 5-15%	下跌 5-15%
强烈看跌	下跌 15%以上	下跌 15%以上	下跌 15%以上

上海东证期货有限公司

上海东证期货有限公司成立于2008年，是一家经中国证券监督管理委员会批准的经营期货业务的综合性公司。东证期货是东方证券股份有限公司全资子公司，注册资本金23亿元人民币，员工近600人。公司主要从事商品期货经纪、金融期货经纪、期货投资咨询、资产管理、基金销售等业务，拥有上海期货交易所、大连商品交易所、郑州商品交易所和上海国际能源交易中心会员资格，是中国金融期货交易所全面结算会员。公司拥有东证润和资本管理有限公司，上海东祺投资管理有限公司和东证期货国际（新加坡）私人有限公司三家全资子公司。

东证期货以上海为总部所在地，在大连、长沙、北京、上海、郑州、太原、常州、广州、青岛、宁波、深圳、杭州、西安、厦门、成都、东营、天津、哈尔滨、南宁、重庆、苏州、南通、泉州、汕头、沈阳、无锡、济南等地共设有33家营业部，并在北京、上海、广州、深圳多个经济发达地区拥有134个证券IB分支网点，未来东证期货将形成立足上海、辐射全国的经营网络。

自2008年成立以来，东证期货秉承稳健经营、创新发展的宗旨，坚持市场化、国际化、集团化的发展道路，打造以衍生品风险管理为核心，具有研究和技术两大核心竞争力，为客户提供综合财富管理平台的一流衍生品服务商。

分析师承诺

孙伟东

本人具有中国期货业协会授予的期货执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

免责声明

本报告由上海东证期货有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买投资标的的邀请或向人作出邀请。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东证衍生品研究院，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

东证衍生品研究院

地址：上海市中山南路318号东方国际金融广场2号楼21楼

联系人：梁爽

电话：8621-63325888-1592

传真：8621-33315862

网址：www.orientfutures.com

Email：research@orientfutures.com