

工业硅产业链介绍

报告摘要

工业硅又称金属硅，是由硅矿石（主要成分为二氧化硅）、木炭、煤及石油焦等碳质还原剂，经高温还原反应后生成，其杂质主要有铁、铝、钙等。按照铁、铝、钙的含量，可分为 553、441、411、421、3303、3305、2202、2502、1501、1101 等不同的牌号。从工业硅产业链来看，下游主要分为单晶硅、有机硅和合金硅三大类，终端应用主要在国防军工、信息产业、新能源、新材料等相关行业中，具有广阔的应用前景。

21 世纪以来，全球工业硅产业快速发展。2010 年后，由于资源优势中国工业硅产能规模快速扩张，也进一步拉动全球产能增长。2011-2020 年期间，我国工业硅产能从占全球工业硅产能 72.7% 增长至 77%，产量也从占全球工业硅产量 61.2% 增长至 69.1%，市场占有率持续提升，成为全球最大工业硅生产国。除中国外，巴西、美国、挪威、法国等国也是主要工业硅生产国。

由于工业硅产业属于高耗能产业，工业硅冶炼中的还原反应对能源的消耗巨大，企业多努力寻求低廉的电力资源。又因工业硅是原料密集型产业，因此工业硅生产企业多聚集于硅矿石储量丰富的地区。在原材料与能源双因素的混合作用下，国内的工业硅生产企业为了有效降低成本，主要集中于新疆、云南和四川等地，其中新疆产量占比最大，达到了 50% 以上。

而在工业硅下游需求方面，我国有机硅是主要需求源。据中国有色金属协会硅业分会数据显示，2020 年有机硅所需要的工业硅消费量占比达到了 40%；其次是多晶硅和铝合金，占比分别达到了 30% 和 27%。

投资咨询业务资格：

证监许可【2011】1289 号

研究院 新能源&有色金属组

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

☎ 020-83901026

✉ fuzhiwen@htfc.com

从业资格号：F3013713

投资咨询号：Z0014433

联系人

穆浅若

☎ 021-60827969

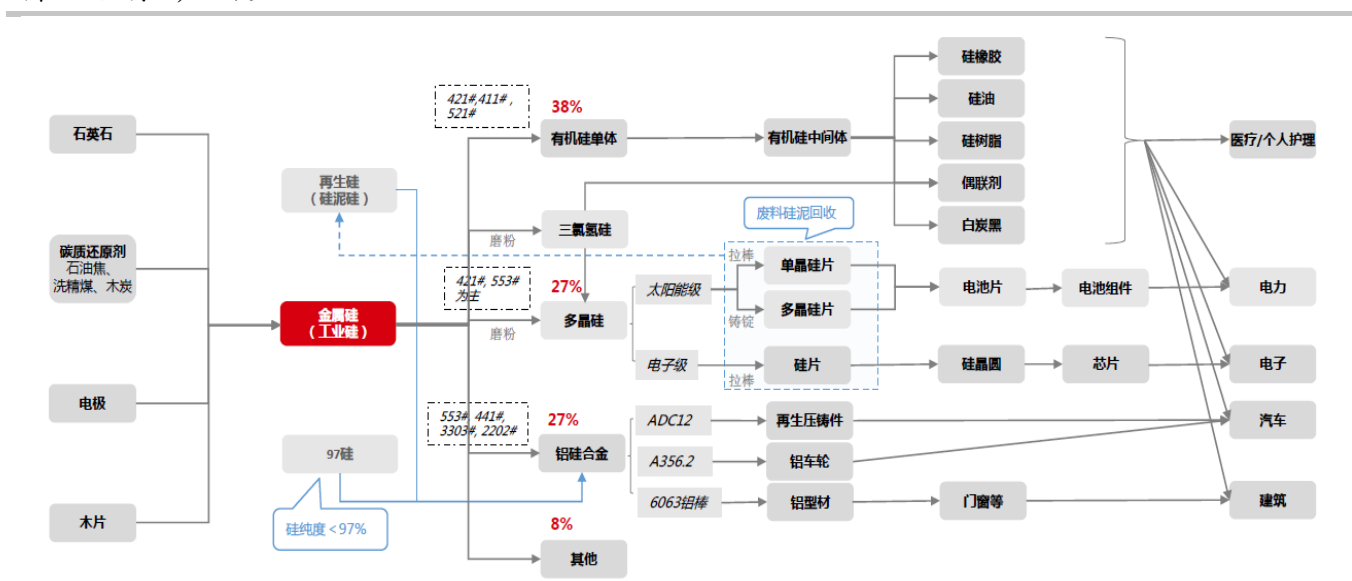
✉ muqianruo@htfc.com

从业资格号：F03087416

工业硅概述

工业硅又称金属硅，是由硅矿石（主要成分为二氧化硅）、木炭、煤及石油焦等碳质还原剂，经高温还原反应后生成，其杂质主要有铁、铝、钙等。按照铁、铝、钙的含量，可分为 553、441、411、421、3303、3305、2202、2502、1501、1101 等不同的牌号。从工业硅产业链来看，下游产品主要分为多晶硅、有机硅和铝合金等，终端应用主要在国防军工、信息产业、新能源、新材料等相关行业中，具有广阔的应用前景。

图 1：金属硅产业链



数据来源：SMM 华泰期货研究院

21 世纪以来，全球工业硅产业快速发展。2010 年后，由于资源优势中国工业硅产能规模快速扩张，也进一步拉动全球产能增长。2011-2020 年期间，我国工业硅产能从占全球工业硅产能 72.7% 增长至 77%，产量也从占全球工业硅产量 61.2% 增长至 69.1%，市场占有率持续提升，是全球最大工业硅生产国。除中国外，巴西、美国、挪威、法国等国也是主要工业硅生产国。

从工业硅的成本构成来看，原材料与燃料动力的成本合计占比近 80%，是成本的主要组成部分。一方面，工业硅产业属于高耗能产业，工业硅冶炼中的还原反应需要达到并保持在较高的温度，对能源的消耗巨大，每冶炼一吨工业硅大约耗电 12000-12500KWH，企业多努力寻求低廉的电力资源。另一方面，工业硅产业也属于原料密集型产业，由于硅矿石是硅冶炼最主要的原料，工业硅生产企业多聚集于硅矿石储量丰富的地区。所以在原材料与

能源双因素的混合作用下，国内的工业硅生产企业为了有效降低成本，主要集中于新疆、云南和四川等地，其中新疆产量占比最大，达到了 50% 以上。

国内工业硅企业产能分布相对集中，合盛硅业股份有限公司占据绝对龙头地位，年产能达到 90 万吨，2020 年产量为 49 万吨，占据全国工业硅供应的 22.3%。除合盛硅业股份有限公司外，昌吉吉盛新型建材有限公司、云南永昌硅业股份有限公司、蓝星硅材有限公司、甘肃三新硅业有限公司、新疆中硅工业科技有限公司等我国前十大工业硅生产企业，在 2020 年产能合计为 160 万吨，占全国总供应的 44.20%。

在工业硅下游需求方面，我国有机硅是主要需求源。据中国有色金属协会硅业分会数据显示，2020 年有机硅所需要的工业硅消费量占比达到了 40%；其次是多晶硅和铝合金，占比分别达到了 30% 和 27%。

工业硅出口方面，据海关数据，2021 年 1-11 月中国金属硅出口量合计 71.5 万吨，同比增加 29.9%，主要出口国家为日本、泰国、韩国等。

表格 1：2020 年我国工业硅产量前十企业

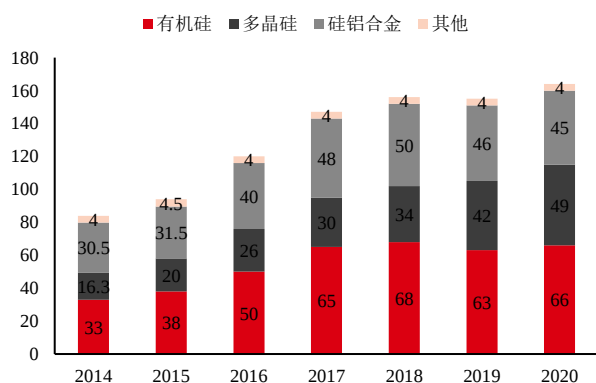
单位：万吨

企业	产能（万吨/年）	2020 年产量（万吨）	全国供应占比
合盛硅业股份有限公司	90	49	22.30%
昌吉吉盛新型建材有限公司	24	11.9	5.40%
云南永昌硅业股份有限公司	9.3	8.4	3.80%
浙江新安化工集团股份有限公司	7.2	5.8	2.60%
蓝星硅材料有限公司	6.1	5.4	2.50%
新疆中硅科技有限公司	7.5	4.5	2.00%
泸水康南康华硅业有限公司	6.3	3.9	1.80%

云南泸水金志矿业有限公司	5.6	3.1	1.40%
甘肃三新硅业有限责任公司	7.3	2.8	1.30%
镇康县汇华硅业有限公司	6.7	2.5	1.10%
前十合计	160	97.3	44.20%

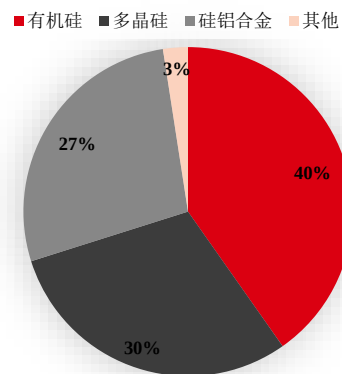
数据来源：SMM 华泰期货研究院

图 2： 中国工业硅消费量走势 单位：万吨



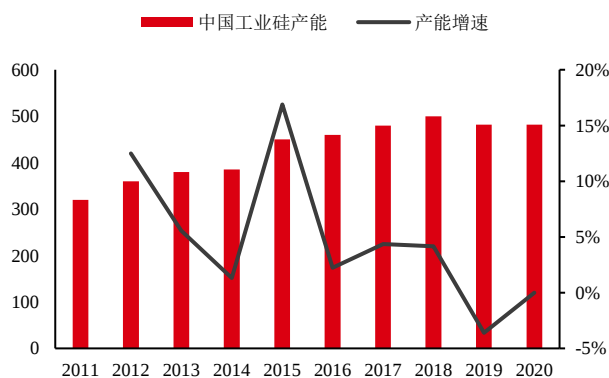
数据来源：中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 3： 2020 年工业硅消费占比 单位：%



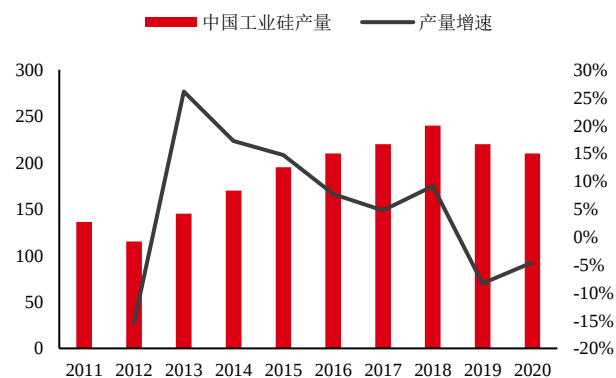
数据来源：中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 4： 中国工业硅产能 单位：万吨



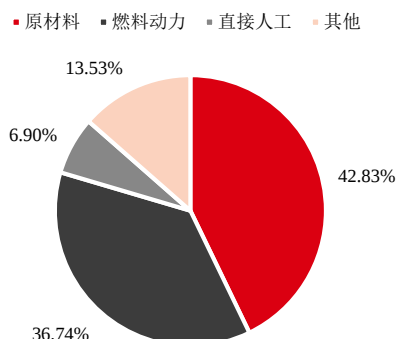
数据来源：中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 5： 中国工业硅产量 单位：万吨



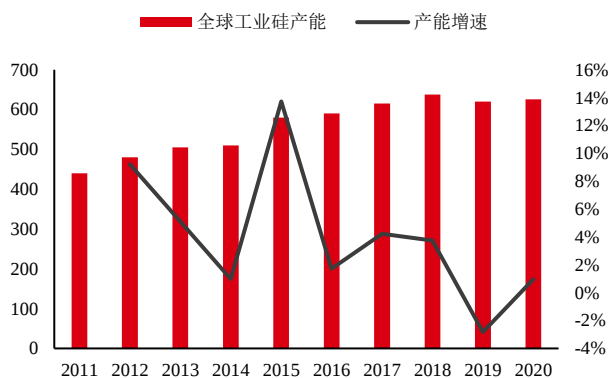
数据来源：中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 6: 工业硅成本结构 单位: %



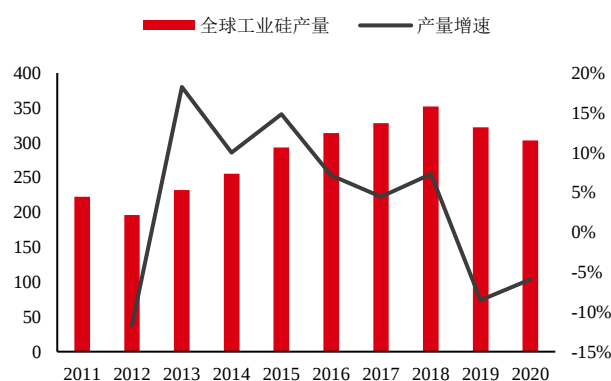
数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 7: 全球工业硅产能 单位: 万吨



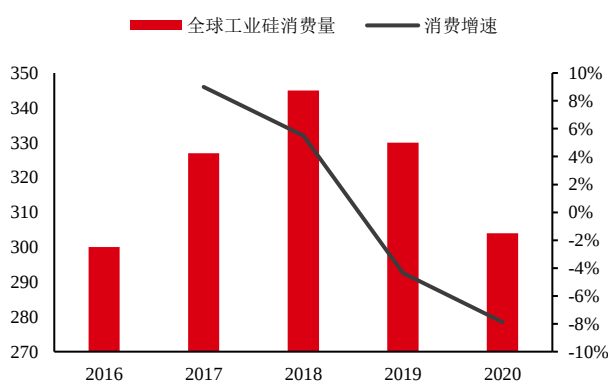
数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 8: 全球工业硅产量 单位: 万吨



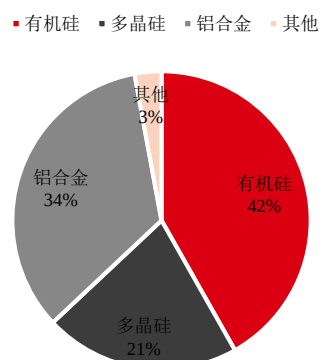
数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 9: 全球工业硅消费量 单位: 万吨



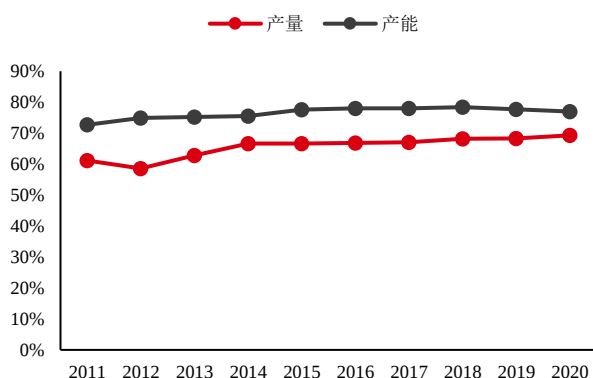
数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 10: 全球工业硅消费情况 单位: %



数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 11: 中国占全球工业硅产能及产量情况 单位: %



数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

工业硅上游

硅矿石是工业硅冶炼最主要的原料，也是脉石英、石英岩、石英砂岩的总称。从硅石资源类型来看，我国石英岩的保有量为 20.9 亿吨，占硅石资源储量的 53.35%；天然石英砂 12.3 亿吨，占 31.5%；其次是石英砂岩和脉石英分别为 5.6 亿吨、0.4 亿吨，占 14.22% 和 0.93%。

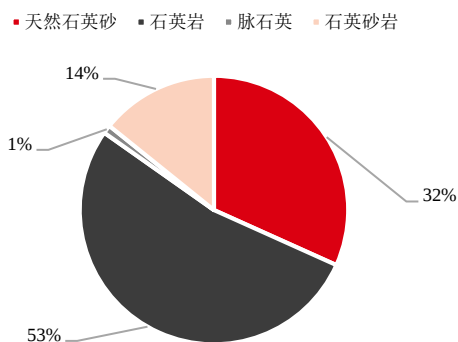
从地理分布来看，我国硅石资源主要分布于西北地区，保有矿石储量达到 19.1 亿吨，占全国保有矿石储量的 49% 左右，主要分布于青海大通及陕西汉中等地的石英岩矿，陕西神木、宁夏惠农、新疆库车等地的石英砂矿岩，甘肃兰州、新疆昌吉及宁夏固原等地的石英砂矿。

除硅矿石外，在还原反应里碳质还原剂主要是为反应提供足够的还原碳量，同时也是矿热炉中电流的主要导体。通过改变还原剂的种类与用量也可以获得不同质量品级的工业硅。

按照使用碳质还原剂的种类，工业硅生产工艺主要被分为全煤工艺与非全煤工艺两大类。我国工业硅主流生产技术和全煤工艺，仅使用洗精煤作为碳质还原剂。非全煤工艺则同时使用木炭、烟煤和石油焦三种还原剂。其中木炭化学活性高，但较为稀缺，由于价格高且不符合环保要求，因此只在有特殊要求的品级中使用。烟煤的化学活性低于木炭但高于石油焦，但因其灰分较高，生产过程中形成的残留炉渣较多，所以不常使用。而石油焦的固定碳含量最高，灰分低，多用于生产高品级的工业硅。

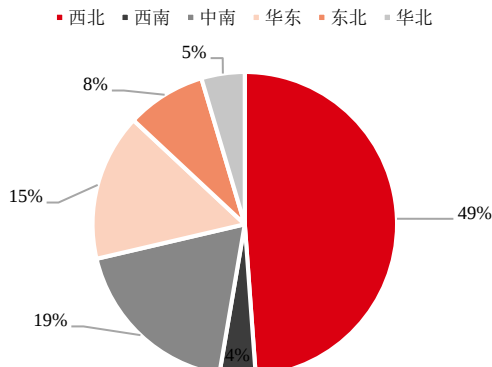
在耗能方面，工业硅冶炼中的还原反应需要达到并保持在较高的温度，每冶炼一吨工业硅大约耗电 12000-12500KWH。我国主要的工业硅生产省份中，新疆地区炼硅主要使用火电，全年电价和开工率保持平稳。而四川、云南、福建等地炼硅使用水电，由于枯水期电价比丰水期高，工业硅企业通常多在丰水期生产，开工率季节性明显。

图 12: 中国硅石资源类型 单位: 亿吨、%



数据来源: 公开资料整理 华泰期货研究院

图 13: 中国硅石资源分布 单位: 亿吨、%



数据来源: 公开资料整理 华泰期货研究院

工业硅下游——有机硅

有机硅是金属硅的重要下游产业,不仅可以作为基础材料在工业中大量应用,还可对其他材料进行改性,改善或提高传统材料的工艺性能和使用性能。

供应方面,根据全国硅产业绿色发展战略联盟的数据显示,近年来我国有机硅 DMC 产能处于逐年温和上升的态势,2020 年我国有机硅 DMC 产能约 169 万吨。需求方面,据中国有色金属工业协会硅业分会,有机硅行业的消费量呈现波动上升趋势,2020 年,有机硅行业消费工业硅 66 万吨,占国内工业硅消费总量的 40%。

有机硅可进一步加工成为硅橡胶、硅树脂、硅油、硅烷偶联剂等四大类深加工产品,其中硅橡胶分为室温胶和高温胶,有机硅下游制品也以高温胶和室温胶为主导。2020 年我国有机硅下游细分产品中,室温胶占比最大,达 41.7%;其次为高温胶,占比为 30.4%;硅油、液体胶、硅树脂及其他产品占比分别为 22.0%、3.2%、2.7%。

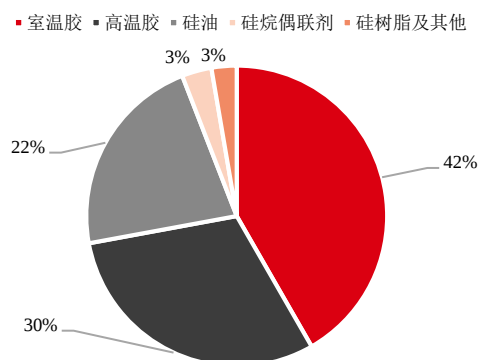
从有机硅下游产品具体性能和用途来看,室温胶具有耐高低温、耐候性、疏水性及良好的电气性能,还具有制造简单、使用方便、固化快、粘结力强等优点,主要用于建筑、电子、新能源和汽车等领域。高温胶具有优异的耐高低温、耐候性、抗压缩永久变形性以及良好的电气性能,因此广泛应用于电子电器、电力、汽车、医疗、日用品以及航空航天等领域。硅油是一种油状物,广泛应用于纺织、日化、机械加工、化工、电子电气等行业。硅烷偶联剂在光伏、玻璃纤维、橡胶、塑料、铸造、高级油漆、石材等行业得到广泛应用。硅树脂具有优良的耐热、耐寒、耐候、憎水等特性,主要作为绝缘漆浸渍 H 级电机及变压等线圈,以及用于浸渍玻璃布、玻布丝及石棉布后制成电机套管、电器绝缘绕组等。

表格 1: 有机硅下游大类情况

大类	细分产品	用途
硅橡胶	室温胶	室温胶具有耐高低湿、耐候性、疏水性及良好的电气性能，还具有制造简单、使用方便、固化快、粘结力强等优点。主要用于建筑、电子、新能源和汽车等领域。
	高温胶	高温胶具有优异的耐高低温、耐候性、抗压缩水久变形性以及良好的电气性能。因此广泛应用于电子电器、电力、汽车、医疗、日用品以及航空航天等领域。
硅油		硅油广泛应用于纺织、日化、机械加工、化工、电子电气等行业。
硅烷偶联剂		硅烷偶联剂在光伏、玻璃纤维、橡胶、塑料、铸造、高级油漆、石材等行业得到广泛应用。
硅树脂		硅树脂具有优良的耐热、耐寒、耐候、憎水等特性，主要作为绝缘漆浸渍 H 级电机及变压等线圈，以及用于浸渍玻璃布、玻布丝及石棉布后制成电机套管、电器绝缘绕组等。

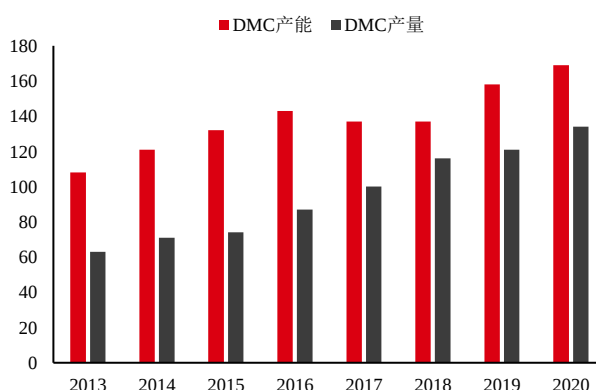
资料来源：公开资料整理 华泰期货研究院

图 14: 有机硅下游占比 单位: %



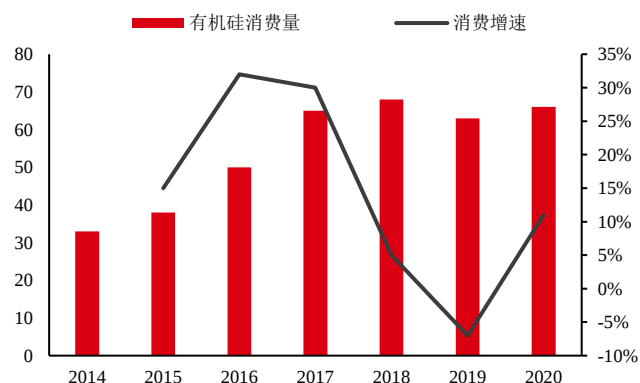
数据来源：中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

图 15: 有机硅 DMC 产能&产量 单位: 万吨



数据来源：硅产业绿色发展战略联盟 华泰期货研究院

图 16: 有机硅消费情况 单位: 万吨、%



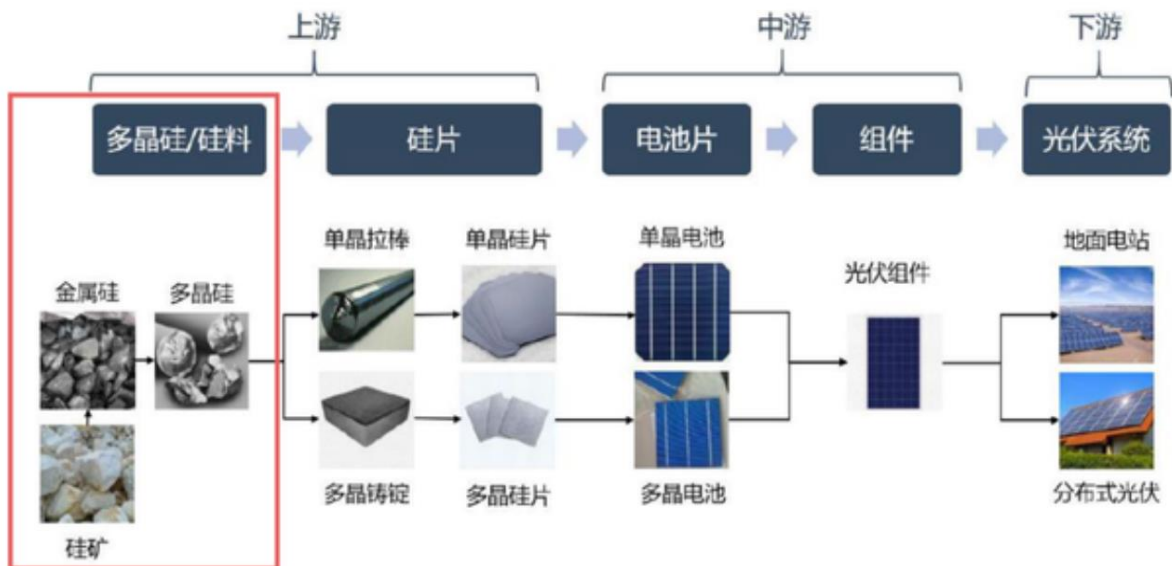
数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

工业硅下游——多晶硅

多晶硅主要用于光伏产业及电子工业，不仅是太阳能转化为光能的理想介质，也是信息产业中不可缺少的基础材料。生产技术主要为改良西门子法和硅烷法，有着产能投资金额大、技术工艺复杂、投产周期长等特点，且具备较高的进入壁垒。目前我国部分先进企业的生产成本已达全球领先水平，产品质量多在太阳能级一级品水平。

根据光伏行业协会的数据显示，2015-2020 年我国多晶硅产量稳定上升，2020 年多晶硅产量达 39.2 万吨。我国多晶硅企业多分布于低电价区域，如新疆、四川和内蒙古等地。

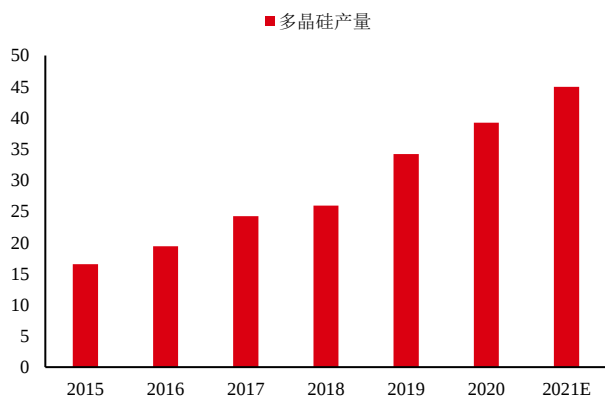
图 17: 多晶硅产业链



数据来源: SOLARZOOM 华泰期货研究院

图 18: 多晶硅产量

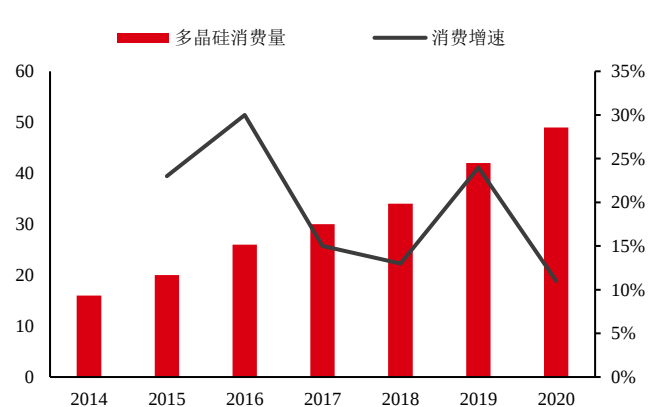
单位: 万吨



数据来源: 中国光伏业协会 华泰期货研究院

图 19: 多晶硅消费量及消费增速

单位: 万吨、%



数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

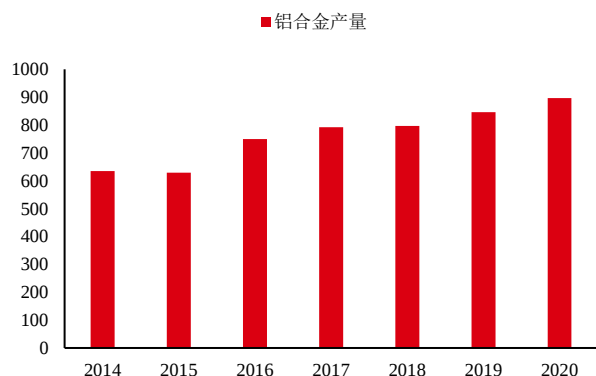
工业硅下游—铝合金

硅与其他金属可以制成合金，以此提升其金属性能，主要包括：硅铝合金、硅铜合金、硅铁合金、硅锰合金等。其中，硅铝合金是合金硅行业的主要产品。铝硅合金是一种以铝、硅为主要成分的锻造和铸造合金，含硅量为11%左右，同时加入少量铜、铁、镍以提高强度。

中国是铝及铝合金产品行业生产大国，根据数据显示，2020 年我国铝硅合金产量达 899 万吨，同比增长 6.26%。铝合金产品广泛应用于汽车轻量化发展、电子消费品增长、建筑材料等领域。

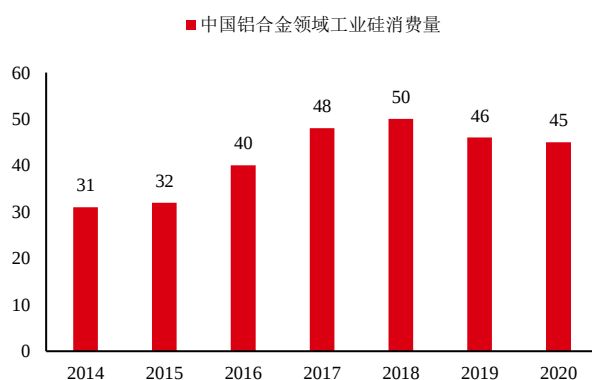
根据中国有色金属工业协会硅业分会的数据显示，2014-2019 年我国工业硅在铝合金合金领域消费量年复合增长 9.9%。而 2020 年受新冠肺炎疫情影响，全球汽车产销处于低迷状态，导致铝合金领域工业硅消费量下滑至 45 万吨，但预计随着疫情得到控制和双碳政策的推动，铝合金的消费将稳步提升。

图 20: 铝合金产量 单位: 万吨



数据来源: WIND 华泰期货研究院

图 21: 铝合金领域工业硅消费量 单位: 万吨



数据来源: 中国有色金属硅业分会 华泰期货研究院

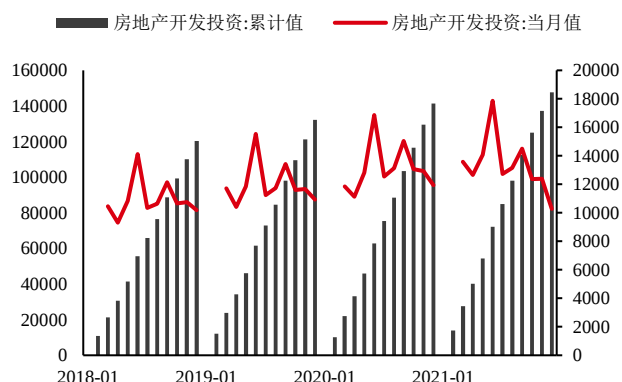
终端应用

工业硅的终端应用较为广泛。有机硅作为现代工业和日常生活不可缺少的高性能材料，应用范围已由最初的国防军工行业扩展到建筑、电力、电子电器、汽车、纺织、个人护理等各个领域。同时在新兴产业方面，例如航空航天、新材料、新能源等有机硅也发挥着其不可或缺的作用。

多晶硅主要应用于光伏产业和半导体产业。自提出 2030 年“碳达峰”和 2060 年“碳中和”的目标后，光伏产业受到前所未有的关注，行业发展提速。在“碳中和”政策的驱动下，预计未来五年内光伏产业将呈现快速发展，对多晶硅的需求将有持续拉动。

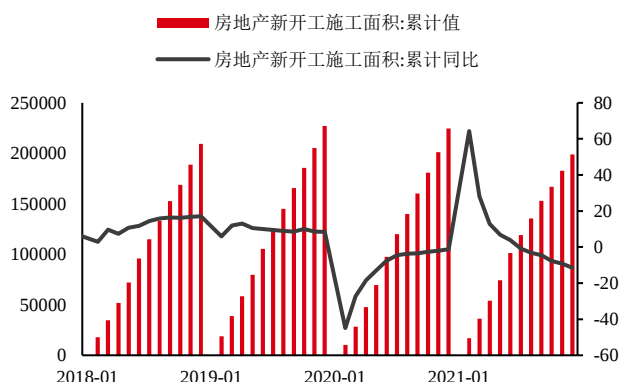
而铝合金主要应用于汽车制造产业。由于铝合金具有减重效果好、安全性能好等突出优点，成为汽车轻量化目标的主要应用材料。铝制零部件可以应用在汽车的各个方面，包括车身、发动机壳体、底盘、电池组外壳等。汽车轻量化有助传统燃油车节能减排，因而与二氧化碳排放有着较为直接的关系。根据研究数据表明，若汽车整车质量减少 10%，燃油效率可提高 6%-8%；汽车质量减少 1%，油耗可降低 0.7%；汽车整车质量每减少 100 公斤，百公里油耗可降低 0.3L-0.6L，二氧化碳排放可减少约 5 克/公里。因此，汽车轻量化作为汽车节能减排的重要手段，成为未来汽车工业的发展方向。而对于新能源车而言，轻量化也有利于增加续航里程，促进其推广应用。相对于内燃机汽车，新能源汽车用铝强度和变形铝合金占比均更高。据中汽协数据，2021 年我国新能源汽车产销分别达到 354.5 万辆和 352.1 万辆，同比增长均为 1.6 倍，其中纯电动和插电式混合动力汽车产销均呈高速增长势头。随着轻量化的进一步发展，汽车制造方面对铝合金的需求也会逐步抬高。

图 22: 房地产开发投资 单位: 亿元



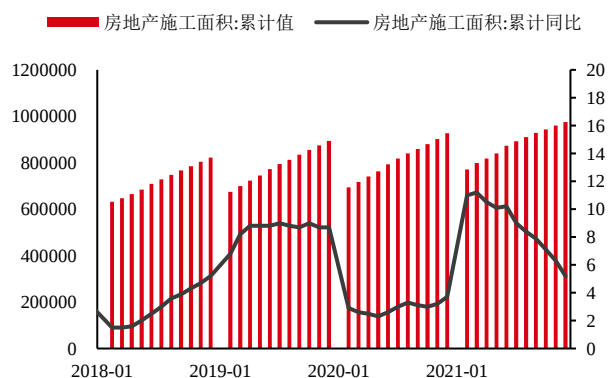
数据来源: 同花顺 华泰期货研究院

图 23: 房地产新开工施工面积 单位: 万平方米



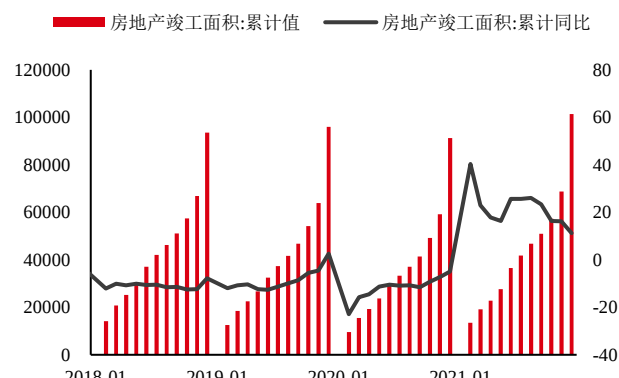
数据来源: 同花顺 华泰期货研究院

图 24: 房地产施工面积 单位: 万平方米



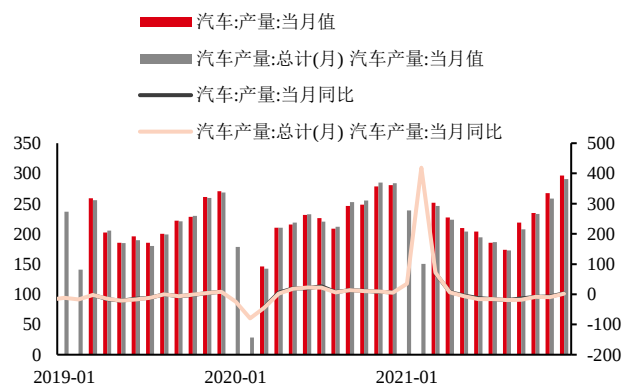
数据来源: 同花顺 华泰期货研究院

图 25: 房地产竣工面积 单位: 万平方米



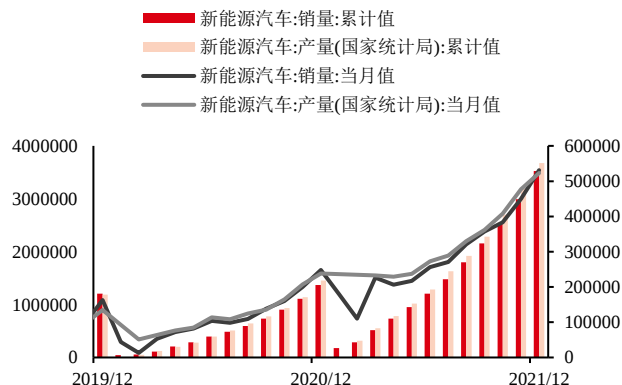
数据来源: 同花顺 华泰期货研究院

图 26: 汽车产量数据 单位: 万辆



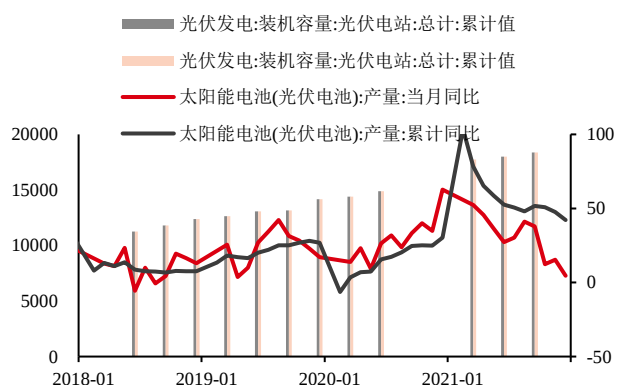
数据来源: 同花顺 华泰期货研究院

图 27: 新能源汽车数据 单位: 万辆



数据来源: 同花顺 华泰期货研究院

图 28: 光伏数据 单位: 万千瓦



数据来源: 同花顺 华泰期货研究院

● 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力。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

地址：广东省广州市越秀区东风东路761号丽丰大厦20层

电话：400-6280-888

网址：www.htfc.com