

# 工业硅研究系列专题（三）——商品研究工具之从初级消费耗硅量推导工业硅的实际需求

——金瑞期货工业硅专题报告      2022 年 11 月 10 日

## 核心观点：

- 本文通过聚焦工业硅下游初级消费的耗硅量变化情况，从耗硅比例的角度，从下而上地推导验证工业硅的实际需求变化情况。
- 对三大初级消费的耗硅量测算，我们从化学方程式理论角度和实际生产经验两方面展开，研究发现：1）1 单位的有机硅单体可耗硅 0.26 单位工业硅，换算成 1 单位的有机硅 DMC 中间体则耗硅 0.6 单位；2）得益于技术改良和节能环保重复利用，生产多晶硅所需的工业硅比例连年下降，预计今年生产 1 单位的多晶硅，耗费 1.19 单位左右工业硅；3）最近几年汽车领域轻量化发展对含硅量大的铸造铝合金的需求与日俱增，铝合金的耗硅比例也在不断的增加，预计今年维持在 1：0.084 左右的比例。
- 对国内的工业硅消费量与下游测算的耗硅量进行比较，可以发现消费量的增长趋势基本相同，其中两条线之间的相交面积可能与库存和隐形库存有关。而在国内消费量同比和测算消费量同比比较中，发现测算的同比曲线相对平缓，除 2015 年同比变化趋势不同，其余年份的增减趋势基本保持一致。这一发现有助于未来通过消费端的耗硅量测算来反向推导交叉验证工业硅的需求变化情况。

曾童

F3007268

电 话：0755-82712945

邮 箱：zengtong@jrqh.com.cn

高飞鸿

F03105102

邮箱：gaofeihong@jrqh.com.cn

工业硅的完整产业链包含了上游的开采冶炼加工生成工业硅，还有下游的有机硅、多晶硅和铝合金三大主要消费去向。在之前的专题中，我们已经对硅产业的上游生产和利润成本情况做了详细梳理，此次研究我们将从三大初级消费耗硅量的角度对工业硅消费做细致的研究，进而从下而上地推导工业硅需求实际变化情况。

## 一、三大初级消费的耗硅比例测算

在研究下游消费对工业硅的需求影响前，我们需要对三大初级消费的单位耗硅比例进行测算。工业硅三大初级消费主要为有机硅、多晶硅和铝合金，呈鼎足三分之势。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，是我国工业硅最大的消费领域，消费占比约 29.2%。多晶硅为原料可用于光伏、半导体等新兴产业，是蓬勃发展的未来主要消费增长点，占比 22.3%。铝硅合金行业，硅通常作为添加剂，应用领域主要为汽车制造和建筑业，需求基数大，消费占比 16.6%。

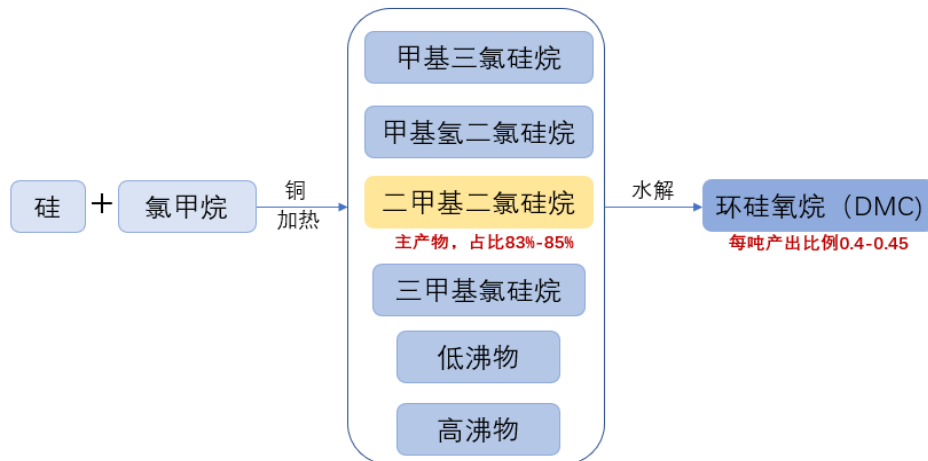
### 1. 有机硅初级消费耗硅比例

对于有机硅的耗硅量测算，我们从化学方程式理论角度和实际生产经验两方面进行。首先在有机硅的生产化学反应上，其主要是依靠硅原子与氯甲烷反应，得到二甲基二氯硅烷（单体），选择性在 83%-85%之间。之后，单体二甲基二氯硅烷进行水解生成环硅氧烷(DMC)。DMC 作为有机硅聚合物的中间体，其用量占全部有机硅聚合产品的 85%以上。在化学方程式的从原子质量比中，理论上可以得出 1 单位的硅获得 4.6 单位的单体二甲基二氯硅烷，考虑到反应过程中的选择性约 84%，每单位单体约消耗 0.26 单位的工业硅。

其次，从实际生产经验的角度测算，硅产业龙头企业合盛硅业在报告中显示，生产 1 吨有机硅单体约需要消耗 0.24 吨工业硅。而且我们对有机硅年度产量和工业硅消耗量进行计算，可计算得约 1: 0.26 的有机硅单体的硅消耗比例。

综上，我们预计 1 单位的有机硅单体可耗硅 0.26 单位工业硅，如果再换算成 1 单位的有机硅 DMC 中间体，则约耗硅 0.6 单位。

图表 1 有机硅单体及中间体化学反应图



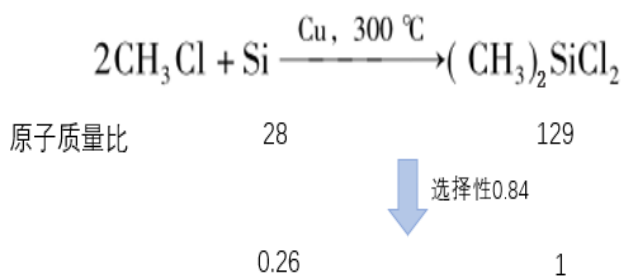
资料来源：金瑞期货

表格 1 国内单体及 DMC 主要技术指标

名称	项目	技术水平
甲基单体合成	二甲基二氯硅烷选择性	83%-85%
	总收率	95%-97%
二甲基二氯硅烷水解、裂解	每吨粗 MCS 得 DMC	0.40-0.45

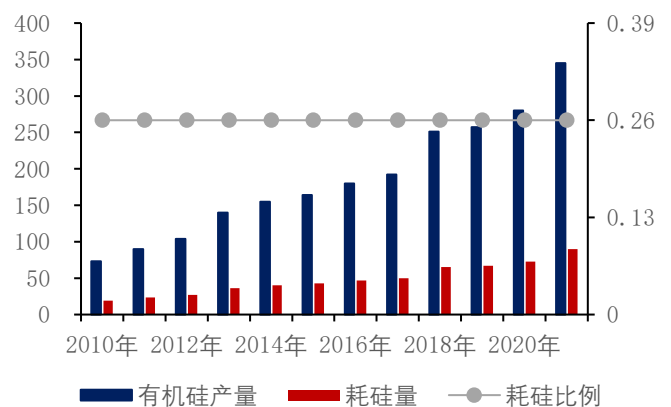
注：参考文献《环硅氧烷精制方法的概述》丁文波等著

图表 2 有机硅单体化学反应方程式原子质量比



资料来源：金瑞期货

图表 3 有机硅年度产量与耗硅量



资料来源：SMM、金瑞期货

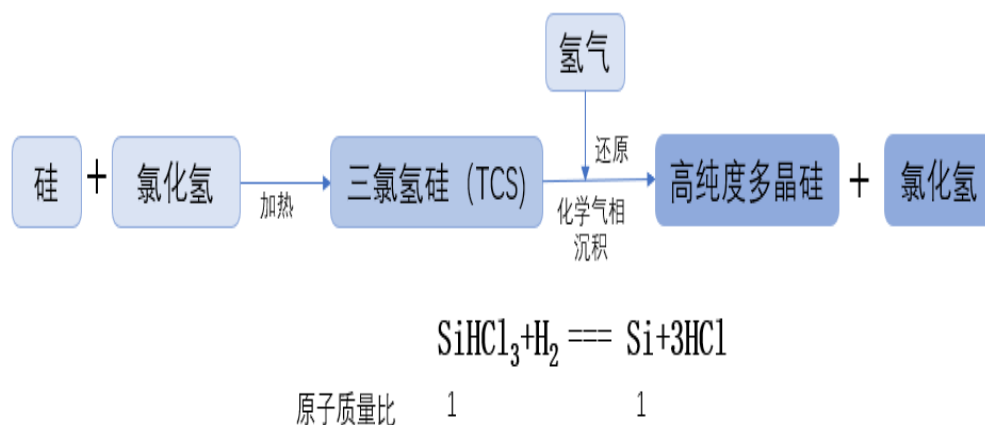
## 2. 多晶硅初级消费耗硅比例

对于多晶硅生产的耗硅量测算，首先从化学生产工艺来计算，多晶硅生产方法采用改良西门子法，利用冶金硅与氯化氢（HCl）合成产生便于提纯的三氯氢硅气体（ $\text{SiHCl}_3$ ，下文简称 TCS），然后将 TCS 精馏提纯，最后通过还原反应和化学气相沉积（CVD）将高纯度的 TCS 转化为高纯度的多晶硅。在化学方程式  $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{Si} + 3\text{HCl}$  上，理论上生产 1 单位的多晶硅会耗费 1 单位的硅原子，但考虑实践中的冶炼损耗，可能略高于 1 单位的耗硅比例。

其次根据过去多晶硅的年度产量与耗硅量来计算，得益于最近几年技术改良和节能环保重复利用，生产多晶硅所需的工业硅比例连年下降，从 2011 年的 1: 1.5 下降到 2021 年的 1: 1.278，预计今年的耗硅比例为 1: 1.19。

综上所述，多晶硅的耗硅比例，大致约生产 1 单位的多晶硅，耗费 1.19 单位左右的工业硅。

图表 4 多晶硅化学反应方程示意图



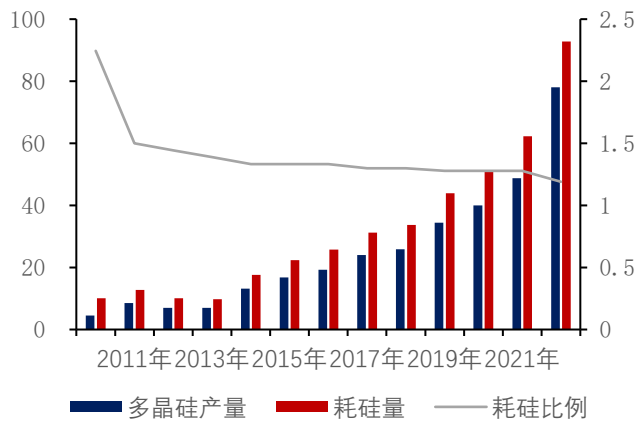
资料来源：金瑞期货

## 3. 铝合金初级消费耗硅比例

在铝硅合金的耗硅量测算中，由于铝硅合金是一种以铝为主成分的锻造和铸造合金，硅用作材料添加剂，改善合金金属的特性，使制成的铝硅合金更有韧性而不易碎裂。因此含硅比例整体在铝合金占比中并不是很大。

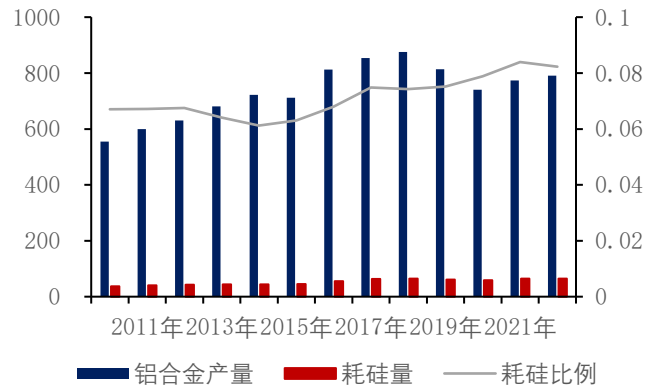
从过去铝合金产量和耗硅量的测算，我们可以大致得到最近几年铝合金的耗硅比例在不断的增加，主要原因在于下游主要消费去向的汽车领域的轻量化发展，使得单车用铝从平均 190 公斤向 250 公斤过渡，对于含硅量大的铸造铝合金的使用需求逐渐增加。2011 年的耗硅比例为 6.7%，2021 年的耗硅比例为 8.4%，预计今年维持在 1: 0.084 的比例左右。

图表 5 多晶硅年度产量与耗硅量



资料来源: SMM、金瑞期货

图表 6 铝合金年度产量与耗硅量



资料来源: SMM、金瑞期货

## 二、三大初级消费反推验证工业硅需求

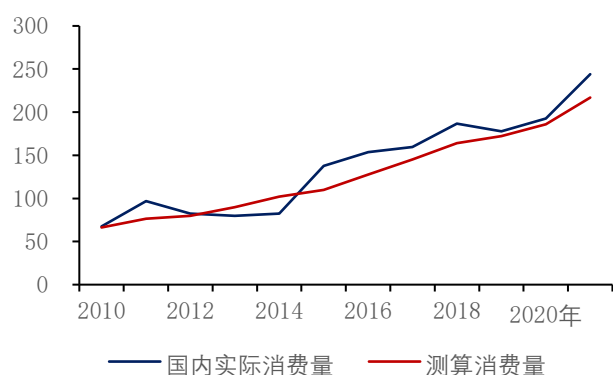
按照之前所测算出来的各个消费去向耗硅比例,我们对 2010 年-2022 年度的三大消费去向的耗硅量进行测算汇总,得到以下的硅总消耗量。

之后我们从国内的工业硅消费量与下游测算的耗硅量进行比较,可以发现消费量的增长趋势基本相同,其中两条线之间的相交面积可能与库存和隐形库存有关。而在国内消费量同比和测算消费量同比比较中,发现测算的同比曲线相对平缓,除 2015 年同比变化趋势不同,其余年份的增减趋势基本保持一致。这一发现有助于我们通过消费端的耗硅量测算来反向推导交叉验证工业硅的需求变化情况。

表格 2 2010 年-2022 年度初级消费耗硅量

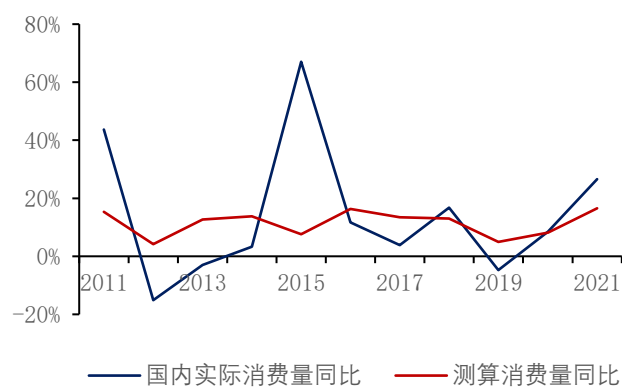
单位: 万吨	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 年 E
有机硅单体	73	90	104	140	155	164	180	192	251.1	257.3	280.2	345.2	421.2
耗硅比例	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
多晶硅	4.5	8.5	7	7	13.2	16.8	19.3	24	25.9	34.4	40	48.7	78
耗硅比例	2.24	1.5	1.44	1.39	1.33	1.33	1.33	1.3	1.3	1.278	1.278	1.278	1.19
铝合金	555	600	630	681	722	712	813	854	876	814	740	773	791
耗硅比例	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.084
工业硅消耗	66	76	80	90	102	110	128	145	164	172	186	217	269

图表 7 国内消费量与测算消费量



资料来源: SMM、金瑞期货

图表 8 国内实际消费量同比和测算消费量同比



资料来源: SMM、金瑞期货

## 分析师声明

负责撰写本研究报告的研究分析师，在此申明，报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰、准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正。作者薪酬的任何部分不会与本报告中的具体建议或观点直接或间接相联系。

## 免责声明

本报告仅供金瑞期货股份有限公司（以下统称“金瑞期货”）的客户使用。本公司不会因为接收人受到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告由金瑞期货制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开的资料，但金瑞期货对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。金瑞期货可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。

本报告中的信息、意见等均仅供投资者参考之用，并非作为或被视为实际投资标的交易的邀请。投资者应该根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用报告之内容，独立做出投资决策并自行承担相应风险。本公司及其雇员不对使用本报告而引致的任何直接或者间接损失负任何责任。

本报告版权归金瑞期货所有。未获得金瑞期货事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制或出版作任何用途。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道。

## 金瑞期货研究所

地址：广东省深圳市彩田路东方新天地广场 A 座 32 层

电话：400-888-8208