

多晶硅系列专题 8：多晶硅历史价格回顾及行业成本利润变迁

报告要点

过去 20 年，多晶硅价格经历剧烈波动，政策变化与需求波动为主要驱动因素。国内企业在困境中持续创新，技术不断突破，推动成本持续下降。当前供需逐步改善，期货上市及行业自律有望改善行业利润，但产能过剩仍将是未来面临的主要挑战。

摘要

从过去 20 年时间来看，多晶硅共经历四轮涨跌周期：2004-2009 年、2010-2012 年、2013-2018 年以及 2019 年至今。

从多晶硅价格上涨时期来看，上涨主要由政策支持和需求增长推动。2004-2008 年，海外光伏政策促进全球需求增长；2010-2011 年，国内市场崛起推动全球光伏装机加速；2019 年后，“双碳”政策激发国内光伏需求。

从多晶硅价格下跌时期来看，下跌主要由政策收紧、产能过剩和外部冲击引起。2008 年次贷危机、2011-2012 年欧债危机导致全球光伏需求萎缩；2018 年国内光伏补贴退坡，加剧价格下跌；2022 年后产能过剩使价格暴跌。

在多晶硅价格下跌过程中，面对行业困境，曾采用多重措施应对，例如政策支持、技术革新和行业自律等。2012-2013 年欧美国家的反倾销与反补贴税，以及国外对内倾销行为，国内政府对外实施“双反”措施，并将多晶硅从产能过剩行业名单中移除，并大力推动光伏行业发展。2013-2018 年，企业在不断进行技术突破，例如冷氢化工艺和大还原炉的应用。至 2024 年，硅料厂商通过减产和行业自律控制供应，稳定市场。

2024 年，随着硅料价格跌破行业成本线，行业开始持续减产，新增产能推迟，市场进入深度调整期。2025 年初，多晶硅供应保持低位，供需逐步调整。短期来看，期货上市和行业自律将推动供需持续改善，预计产量在丰水期前维持低位，期货蓄水池作用也将帮助消化现货库存并推动价格上涨。中期来看，新能源电价市场化改革将加速光伏电力入市，预计 2025 年上半年将出现光伏装机抢装。长期来看，尽管产能过剩问题短期难解，但未来 1-2 年内，产能出清预计将持续进行。后续需关注丰水期产量变动情况以及光伏装机情况。

风险因素： 供应端超预期复产；光伏装机超预期；光伏政策变动

有色与新材料团队

研究员：

李苏横

从业资格号：F03093505

投资咨询号：Z0017197

郑非凡

从业资格号：F03088415

投资咨询号：Z0016667

白帅

从业资格号：F03093201

投资咨询号：Z0020543

杨飞

从业资格号：F03108013

投资咨询号：Z0021455

王雨欣

从业资格号：F03108000

投资咨询号：Z0021453

重要提示： 本报告非期货交易咨询业务项下服务，其中的观点和信息仅作参考之用，不构成对任何人的投资建议。中信期货不会因为关注、收到或阅读本报告内容而视相关人员为客户；市场有风险，投资需谨慎。如本报告涉及行业分析或上市公司相关内容，旨在对期货市场及其相关性进行比较论证，列举解释期货品种相关特性及潜在风险，不涉及对其行业或上市公司的相关推荐，不构成对任何主体进行或不进行某项行为的建议或意见，不得将本报告的任何内容据以作为中信期货所作的承诺或声明。在任何情况下，任何主体依据本报告所进行的任何作为或不作为，中信期货不承担任何责任。

目录

一、 多晶硅历史供需格局.....	5
二、 多晶硅历史价格及成本利润回顾.....	5
（一） 2010 年以前：“两头在外” 艰难发展.....	5
1. 2004-2008 年：海外政策推动光伏装机增长，多晶硅价格飙升	6
2. 2008-2009 年：金融危机影响光伏需求，多晶硅价格暴跌	7
3. 我国多晶硅行业发展之路在此时打开	7
4. 2010 年以前多晶硅行业成本利润变化	7
5. 2010 年以前多晶硅价格及成本变化总结	8
（二） 2010-2012：价格大幅波动，行业经历深度调整	9
1. 2010-2011 年：光伏装机快速增长，市场情绪偏乐观	9
2. 2011-2012 年：海外双反+倾销重创中国光伏行业，国内企业大规模停产	10
3. 2010-2012 年多晶硅行业成本利润变化	10
4. 2010-2012 年多晶硅价格及成本变化总结	10
（三） 2013-2018：光伏规模发展，政策驱动行业波动	11
1. 2013-2015 年：政策支持与对外制裁提振市场，过剩压力下多晶硅价格回落	11
2. 2016-2017 年：国内光伏市场规模化发展，价格波动运行	12
3. 2018 年：“531 新政” 冲击需求，多晶硅价格持续探底	12
4. 2013-2018 年多晶硅行业成本利润变化	13
5. 2013-2018 年多晶硅价格及成本变化总结	14
（四） 2019-至今：“双碳” 带动需求激增，国内产能大量投放	15
1. 2019-2022 年：双碳背景全球装机加速，多晶硅新增产能有限价格大涨	15
2. 2022 年至今：产能大量投放，过剩背景下价格承压	16
3. 2019 年至今多晶硅行业成本利润变化	17
4. 2019-2024 年多晶硅价格及成本变化总结	19
三、 多晶硅历史价格驱动因素总结及展望.....	20
（一） 历史回顾：价格上涨的驱动因素	20
（二） 历史回顾：价格下跌的驱动因素	20
（三） 展望：多晶硅供需延续改善，产能出清长期进行	21

图表目录

图表 1： 2008–2016 年全球多晶硅供需平衡表	5
图表 2： 2017–2025 年全球多晶硅供需平衡表	5
图表 3： 1995–2009 年中国多晶硅进口价格	6
图表 4： 2007–2010 年多晶硅产量	6
图表 5： 2007–2010 年光伏新增装机	6
图表 6： 2008–2009 年国内多晶硅行业完全成本及利润	8
图表 7： 2010 年以多晶硅完全成本、利润最值	8
图表 8： 2010–2012 年中国多晶硅进口价格	9
图表 9： 2010–2013 年全球多晶硅产量	9
图表 10： 2009–2013 年全球光伏装机	9
图表 11： 2010–2012 年国内多晶硅行业完全成本及利润	10
图表 12： 2010–2012 年多晶硅完全成本、利润最值	10
图表 13： 2013–2018 年多晶硅价格	11
图表 14： 2013–2018 年多晶硅产量	12
图表 15： 2013–2018 年全球光伏装机量	12
图表 16： 2011–2018 年国内多晶硅供需平衡表	13
图表 17： 2013–2018 年国内多晶硅行业完全成本及利	14
图表 18： 2013–2018 年多晶硅完全成本、利润最值	14
图表 19： 2019–2024 年多晶硅价	15
图表 20： 国内多晶硅致密料均价	15
图表 21： 2020–2023 年国内硅料供应	16
图表 22： 2020–2023 年全球光伏装机量	16
图表 23： 2019–2025 年国内多晶硅供需平衡	17
图表 24： 多晶硅现金成本	17
图表 25： 多晶硅完全成本	17
图表 26： 多晶硅毛利润	18
图表 27： 多晶硅毛利	18
图表 28： 主要硅料企业现金成本曲线	18
图表 29： 主要硅料企业完全成本曲线	19

图表 30： 2019-2024 年多晶硅完全成本、利润最值	19
图表 31： 多晶硅历史价格及完全成本汇总	20

一、多晶硅历史供需格局

多晶硅行业在过去几十年中经历了价格的剧烈波动，呈现出明显的周期性特征。供需错配是导致价格出现剧烈波动的原因之一，在价格上涨时期供需多处于偏紧状态，而下跌时期多晶硅供需一般较为宽松。从多晶硅价格上涨较为明显的时期来看，全球多晶硅供需基本都处于偏紧格局。例如，2008 年海外装机需求快速上升，多晶硅供不应求；2013-2014 年全球光伏开启景气周期，中国、日本和美国光伏市场的快速升温；2017 年国内光伏装机量首次突破 50GW，以中国、印度为主的亚洲市场新增装机保持快速增长，并成为支撑全球光伏扩张的重要力量，供应紧张推动价格回升；2020-2021 年，“双碳”目标下国内光伏装机需求激增，供需错配带动价格快速上涨。

图表1：2008-2016 年全球多晶硅供需平衡表

单位：万吨，GW

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
多晶硅供应	中国产量（万吨）	0.5	1.8	4.4	8.0	6.3	8.3	13.5	16.9	19.5
	海外产量（万吨）	6.1	8.9	12.6	16.5	17.3	17.2	16.5	17.9	19.1
	全球产量（万吨）	6.5	10.7	17.0	24.5	23.6	25.5	30.0	34.9	38.7
光伏装机	中国装机量（GW）	0.0	0.1	0.5	2.5	3.3	13.7	13.2	19.1	30.1
	海外装机量（GW）	6.5	8.2	17.9	26.3	27.3	27.3	31.8	36.9	44.9
	全球装机量（GW）	6.5	8.3	18.3	28.8	30.6	41.0	45.0	56.0	75.0
各环节需求量	全球组件需求量（GW）	6.9	8.7	20.2	31.7	33.7	45.1	49.5	61.6	82.5
	全球硅片需求量（GW）	7.5	9.5	21.9	34.5	36.6	49.0	53.8	67.0	89.7
	全球硅料需求量（万吨）	6.7	7.6	15.3	22.4	22.0	28.4	30.1	34.1	38.6
供需平衡	全球硅料供需平衡（万吨）	-0.2	3.1	1.6	2.1	1.6	-2.9	-0.1	0.7	0.1

资料来源：Wind 硅业分会 SMM 中信期货研究所

图表2：2017-2025 年全球多晶硅供需平衡表

单位：万吨，GW

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025E
多晶硅供应	中国产量（万吨）	24.0	25.9	34.4	39.6	49.0	81.1	150.4	174.8	160.0
	海外产量（万吨）	19.9	18.9	17.5	12.9	14.1	12.7	9.2	8.3	8.5
	全球产量（万吨）	43.9	44.8	51.9	52.5	63.1	93.8	159.6	183.1	168.5
光伏装机	中国装机量（GW）	53.0	44.3	30.1	48.2	54.9	87.4	216.0	277.0	280.0
	海外装机量（GW）	46.0	57.7	84.9	88.7	112.1	162.6	175.0	220.0	265.0
	全球装机量（GW）	99.0	102.0	115.0	136.9	167.0	250.0	391.0	497.0	545.0
各环节需求量	全球组件需求量（GW）	108.9	122.4	138.0	164.3	205.4	307.5	480.9	611.3	670.4
	全球硅片需求量（GW）	118.4	133.0	150.0	178.6	223.3	334.2	511.6	650.3	713.1
	全球硅料需求量（万吨）	45.0	43.9	49.5	53.6	62.5	86.2	127.9	156.1	160.5
供需平衡	全球硅料供需平衡（万吨）	-1.1	0.9	2.4	-1.0	0.6	7.6	31.6	27.0	8.0

资料来源：Wind 硅业分会 SMM 中信期货研究所

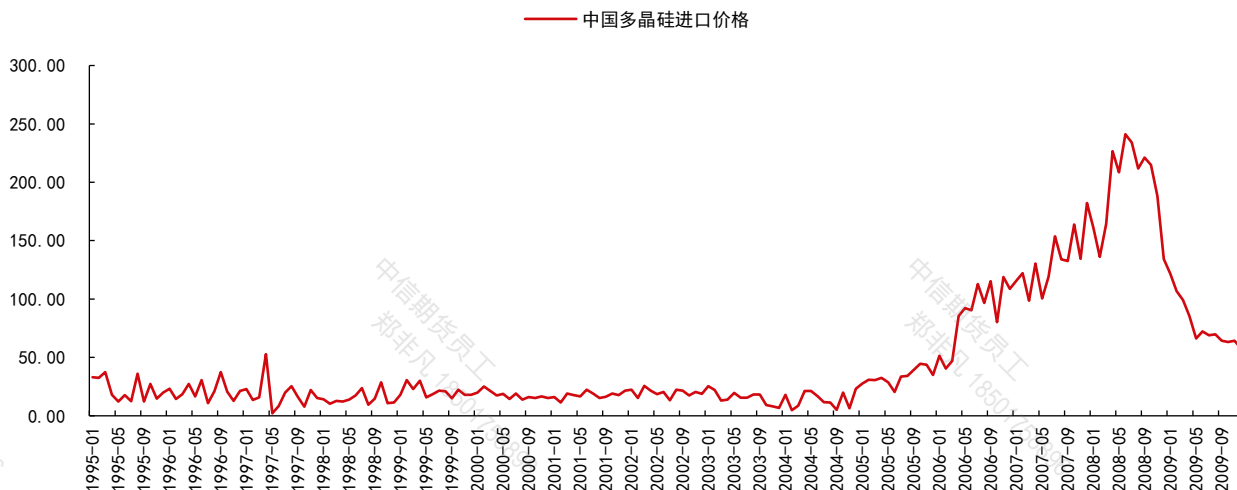
二、多晶硅历史价格及成本利润回顾

（一）2010 年以前：“两头在外”艰难发展

1. 2004-2008 年：海外政策推动光伏装机增长，多晶硅价格飙升

图表3：1995-2009 年中国多晶硅进口价格

单位：美元/千克



资料来源：Wind 中信期货研究所

21 世纪初，石油危机促使发达国家加大对可再生能源的支持力度。2004 年，德国修订《可再生能源法案》(EEG 法案)，规定光伏发电的上网电价为 45.7-57.4 欧分/千瓦时，远高于零售电价的 20 欧分/千瓦时。此后，欧洲、美国和日本等国家也相继出台上网电价和安装补贴政策，推动了光伏装机量的快速增长。2004 年，德国的新增光伏装机量增长超过三倍，全球光伏新增装机量同比增长达 90%。需求的增加导致太阳能级多晶硅的现货价格几乎翻倍，从 28 美元/公斤涨至 55 美元/公斤。

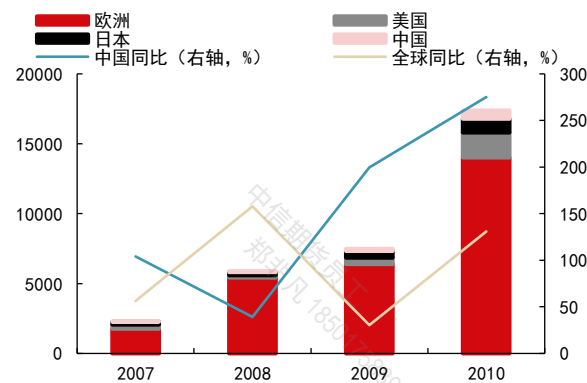
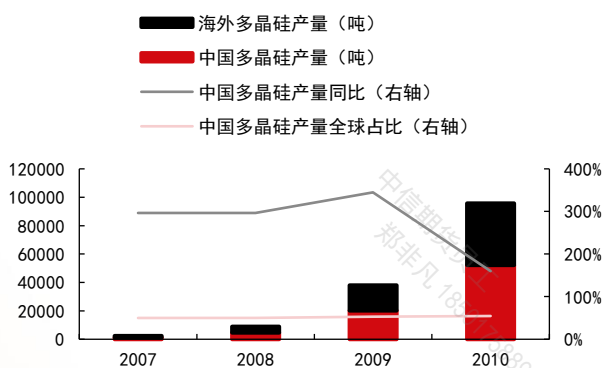
2005-2006 年，全球光伏装机量继续增长，而多晶硅供应仍然短缺，现货价格持续飙升，2006 年已达 100 美元/公斤，最高达 300 美元/公斤。2005 年全球多晶硅产量仅为 3.2 万吨，供给远远跟不上需求增长。由于技术壁垒和扩产周期较长，多晶硅生产未能迅速增加，导致价格持续暴涨。我国多晶硅进口价格从 2005 年初的 27.67 美元/千克飙升至 2008 年的 241.12 美元/千克，涨幅高达 771%，现货价格高点甚至突破 400 美元/千克。根据硅业分会资料显示，2008 年 4 月，多晶硅现货价格曾达到 475 美元/公斤的峰值。

图表4：2007-2010 年多晶硅产量

单位：吨，%

图表5：2007-2010 年光伏新增装机

单位：MW，%



资料来源：Wind 中信期货研究所

资料来源：Wind 中信期货研究所

2. 2008-2009 年：金融危机影响光伏需求，多晶硅价格暴跌

2008 年次贷危机导致光伏装机需求放缓，多晶硅整体不再短缺。2008 年 9 月，西班牙发布光伏补贴上网电价的上限政策，导致光伏市场的需求大幅缩水。需求回落后，多晶硅价格从塔尖瞬间坍塌，从 2008 年 4 月的 475 美元/kg 跌至 2010 年 4 月的 52 美元 /kg，跌幅高达 89.1%。

进入 2009 年，金融危机的全面爆发以及新建产能的大规模投产使得多晶硅市场供应压力加剧。2009 年国发 38 号文《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展的若干意见》将多晶硅列为产能过剩行业，抑制了一部分多晶硅的快速扩张。多晶硅项目融资困难，加之国外倾销压制，国内多晶硅项目建设停滞，已建项目因无法扩大规模或技术改造失去竞争力，大量企业面临生存危机。

3. 我国多晶硅行业发展之路在此时打开

从上世纪 70 年代到 90 年代，国内多晶硅企业因完全成本高昂，在市场开放后无法与进口硅料竞争，导致企业相继关停，数量从 20 余家迅速减少到 90 年代末的两家。当时全球多晶硅年产量约 1.6 万吨，主要集中在美国、德国和日本。国内早期主要采用传统的西门子法，因其能耗高、污染重、成本高，难以持续经营。1986 年后，我国自主研发多晶硅生产新技术，直到 1999 年底才建成峨眉半导体材料厂 100 吨/年的改良西门子法工业化示范线。

金融危机前，全球光伏产业进入高速发展期，各国政府对新能源产业发展的政策支撑刺激了多晶硅在太阳能光伏市场的需求大爆发。2006 年，我国光伏组件产能约 1450MW，但多晶硅产量仅 400 吨，硅料大量依赖进口。海外多晶硅厂商对中国实行限购，促使国内企业开始规划多晶硅产线，有关部门也展开技术攻关。在高额利润的驱动下，2007 年，我国多晶硅正式进入规模化生产，国内年产量首次突破 1000 吨，并且出现万吨级投资项目，2007 年国内掀起了建设多晶硅项目的高潮，新建、扩建项目达 20 多个，在建规模达到 2 万吨以上，计划产能超过 6 万吨/年。我国多晶硅行业发展之路自此打开。

4. 2010 年以前多晶硅行业成本利润变化

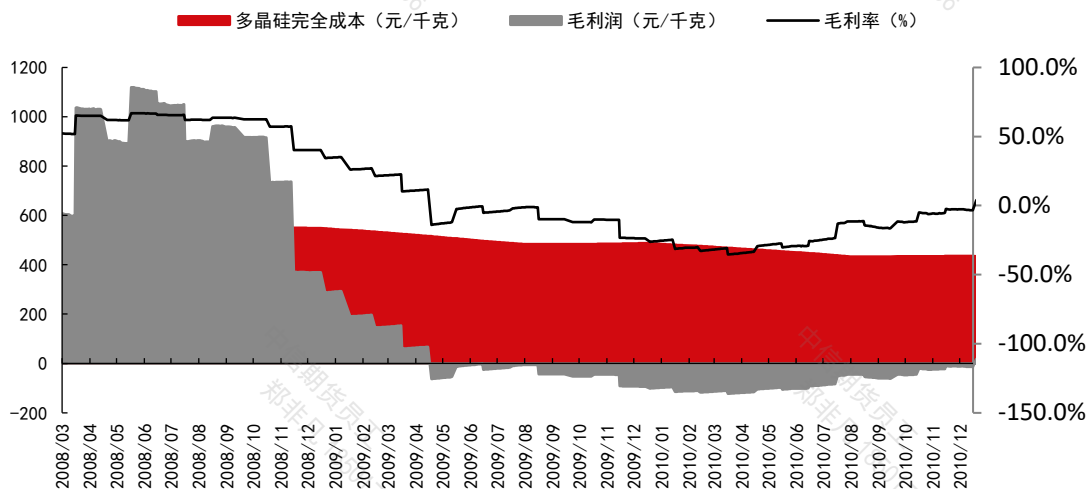
在这一阶段，国内光伏行业呈现“两头在外”的特点：多晶硅原料严重依赖进口，光伏装机需求主要来自海外市场。同时，由于技术壁垒，高利润生产环节被国外企业垄断，国内企业只能从事利润较低的劳动密集型环节。

2005 年以前，多晶硅生产技术完全掌握在国际企业手中，技术封锁极为严密。国际领先企业如 Hemlock、MEMC、OCI、Wacker、REC、德山、三菱等，凭借规模化生产、能源技术及资源利用优势，将完全成本控制 在 30 美元/千克左右；而我国多晶硅产业刚刚起步，完全成本高达 70-80 美元/千克，全球产能及产量占比均不足 0.5%。

自 2005 年起，国家通过科技计划和产业政策支持，推动国内逐步打破技术封锁。一系列科技成果得以鉴定，并于 2007 年逐步实现产业化。此后，国内企业依靠自主创新与技术引进再创新，加速扩张产能，逐渐掌握了太阳能级多晶硅生产技术。

图表6：2008-2009 年国内多晶硅行业完全成本及利润

单位：元/千克，%



资料来源：SMM Wind 硅业分会 中信期货研究所

5. 2010 年以前多晶硅价格及成本变化总结

图表7：2010 年以前多晶硅完全成本、利润最值

	价格（元/千克）		完全成本（元/千克）		利润（元/千克）		毛利率（%）	
最高	2008/6/5	1673	2008/4/17	556	2008/6/5	1120	2008/6/5	66.9%
最低	2009/12/2	393	2009/8/19	483	2009/12/30	-94	2009/12/30	-23.9%

资料来源：Wind 中信期货研究所

在 2010 年以前，多晶硅价格经历较为明显的一轮起落。上涨时期为 2004-2008 年上半年，多晶硅价格上涨主要是欧洲、美国和日本等国的政策支持，带动了全球光伏市场需求大幅增长。根据 wind 多晶硅进口价格数据，2008 年 6 月硅料价格达到 1673 元/千克的历史高点，测算国内多晶硅行业完全成本最高达到了 556 元/千克。价格上涨期间，企业利润大幅提升，毛利率在 2008 年 6 月达 66.9%。

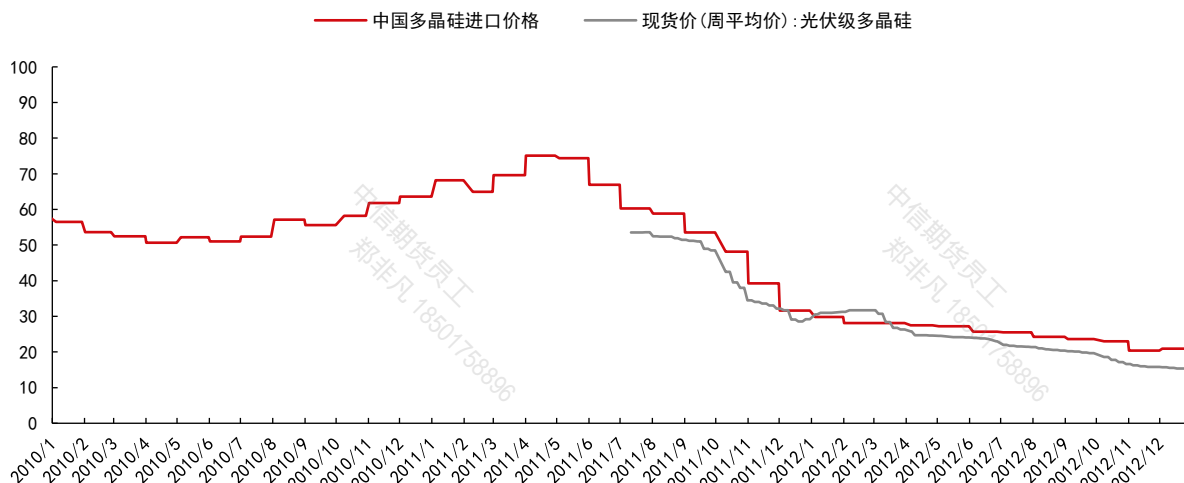
下降时期为 2008 年下半年-2019 年。价格下降主要受次贷危机影响，光伏市场需求急剧下降。全球新建产能的投产导致供给过剩，造成市场供大于求。价格从 2008 年高点迅速下跌，到 2009 年 12 月降至 393 元/千克，毛利率也由正转负，企业面临亏损。

（二）2010-2012：价格大幅波动，行业经历深度调整

1. 2010-2011 年：光伏装机快速增长，市场情绪偏乐观

图表8：2010-2012 年中国多晶硅进口价格

单位：美元/千克



资料来源：Wind 中信期货研究所

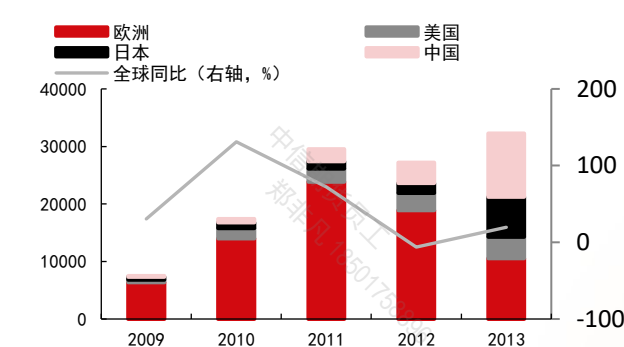
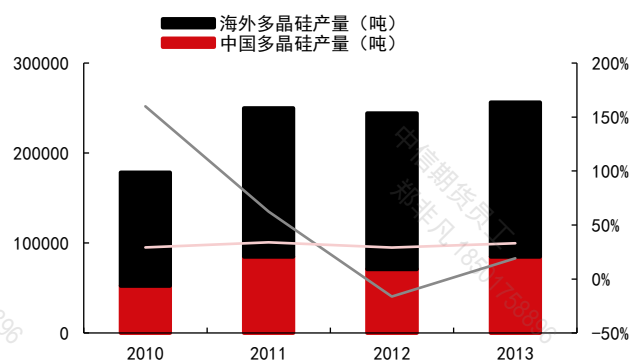
2010 年，中国光伏市场快速崛起，带动全球光伏装机快速增长，全球装机增速同比超过 130%，刺激了多晶硅价格反弹，此时市场对硅料价格的预期还较为乐观。2011 年初，由于国内企业检修，市场供应偏紧，硅料价格还维持在 70 美元/千克左右。到 2011 年 4 月，现货价格一度攀升至 75 美元/公斤以上。

随后 2011 年欧债危机爆发，欧洲光伏产业受到拖累，全球光伏装机增速放缓，欧洲部分国家如德国、意大利削减补贴和取消光伏行业补贴。欧洲需求显著减少，全球光伏市场迅速下滑，多晶硅价格开始快速下跌。

2011 年下半年，欧债危机持续恶化，欧美银行收紧信贷，欧美多个光伏企业破产，多晶硅价格进一步承压，硅料价创当时历史新低。国际市场方面，受欧美企业长单优势及高质量需求支撑，2011 年国际多晶硅均价为 60 美元/公斤，同比上涨 11.1%，跌幅小于国内市场。

图表9：2010-2013 年全球多晶硅产量 单位：吨

图表10：2009-2013 年全球光伏装机 单位：MW



资料来源：硅业分会 中信期货研究所

资料来源：BP 中信期货研究所

2. 2011-2012 年：海外双反+倾销重创中国光伏行业，国内企业大规模停产

2011 年，随着国内光伏需求的波动和市场对价格的过度乐观预期，市场经历了短暂的价格回升后，最终进入了下行通道。多晶硅价格在 2011 年下半年暴跌，短短一个季度内现货价格下跌了 20 美元/公斤，跌破 30 美元/公斤，进入低迷期。

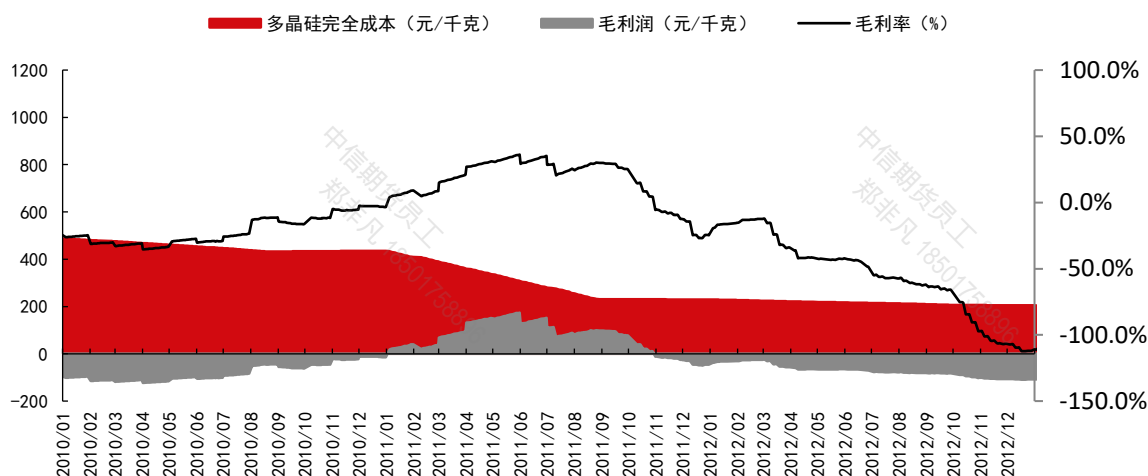
2011 年底至 2012 年，美国和欧盟先后对中国光伏行业发起“双反”调查，对相关企业加征反倾销与反补贴税。此时我国光伏产业对外依存度极高，光伏组件 90%以上出口海外，“双反”严重冲击中国光伏产品出口。同时，美、韩及欧盟低价多晶硅大量涌入国内市场，导致国内多晶硅企业大面积停产，行业陷入困境。截至 2012 年底，43 家多晶硅工厂全部停产，价格跌至 15 美元/公斤，远低于当时国内多晶硅企业完全成本。

3. 2010-2012 年多晶硅行业成本利润变化

对于国内多晶硅行业，受 2011 年下半年多晶硅价格飞速下跌的影响，三氯氢硅价格已从高峰时期的 10500 元/吨滑落至 6500-7000 元/吨左右，使得多晶硅原料成本大幅下降，再加上不少企业蒸汽成本及人员福利下降，多数多晶硅企业综合成本已同比下降 50-60 元/千克至 270-290 元/千克左右。在此时期，国内多晶硅行业成本中枢虽整体下移，但由于价格跌幅更大，行业面临较大亏损。

图表11：2010-2012 年国内多晶硅行业完全成本及利润

单位：元/千克，%



资料来源：SMM Wind 硅业分会 中信期货研究所

4. 2010-2012 年多晶硅价格及成本变化总结

图表12：2010-2012 年多晶硅完全成本、利润最值

	价格（元/千克）		完全成本（元/千克）		利润（元/千克）		毛利率（%）	
最高	2011/4/1	492	2010/1/4	487	2011/5/31	174	2011/5/31	36.1%
最低	2012/11/27	128	2012/12/31	205	2010/4/1	-122	2012/12/19	-112.3%

资料来源：Wind 中信期货研究所

在本轮多晶硅价格涨跌周期中，上涨时期在 2010-2011 年，主要由于 2010 年国内光伏市场的快速崛起推动了全球光伏装机的快速增长，全球光伏装机增速超过 130%。此外，当时市场对硅料价格的预期较

为乐观，供应略显紧张，助推价格上涨。多晶硅价格在 2010 年和 2011 年间持续上涨，至 2011 年 4 月，现货价格一度上涨至 492 元/千克，在历史上属于较高水平。此时期行业整体处于调整期，成本中枢不断下移，成本高位为周期开始时 2010 年 1 月的 487 元/千克。价格上涨带来了短期利润，毛利率最高时为 2011 年 5 月的 36.1%。

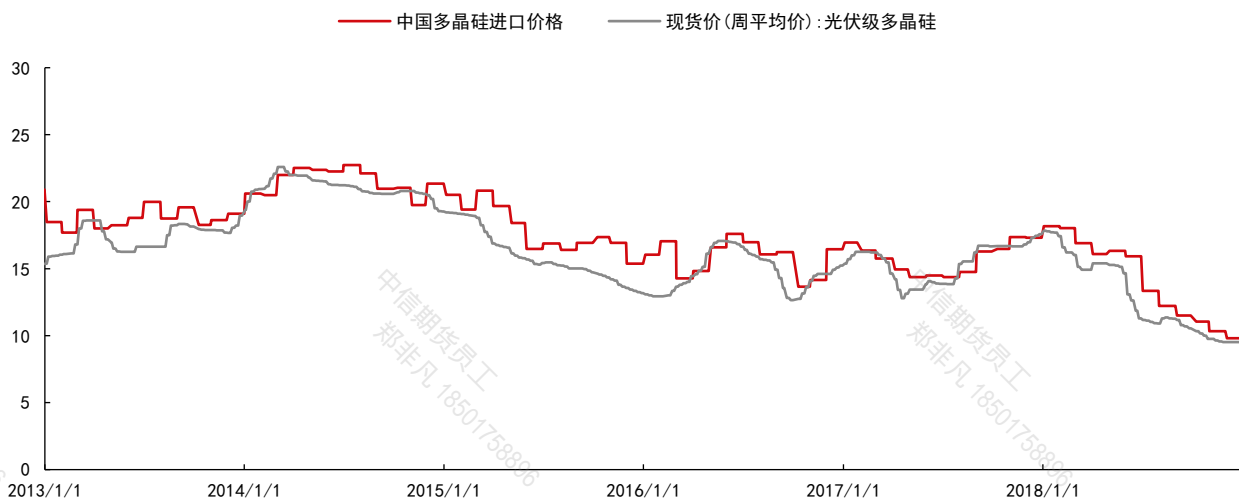
价格下降时期为 2011-2012 年，下降主要是由于欧债危机爆发导致欧洲光伏需求大幅萎缩、欧美对国内双反+倾销等多重因素导致。受需求下降和市场情绪影响，2011 年下半年价格大幅暴跌，到 2012 年 11 月价格降至 128 元/千克，创下当时的新低。原料价格下跌使得完全成本不断下降，到 2012 年底，成本降至 205 元/千克。由于国内成本仍高于国外，受海外倾销及国内价格暴跌影响，行业亏损不断扩大，到 2012 年 12 月，行业毛利率达到-112.3%。

（三）2013-2018：光伏规模发展，政策驱动行业波动

1. 2013-2015 年：政策支持与对外制裁提振市场，过剩压力下多晶硅价格回落

图表13：2013-2018 年多晶硅价格

单位：美元/千克



资料来源：Wind 中信期货研究所

2013 年，国务院发布《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，旨在通过产业结构调整、技术创新和政策支持，推动光伏产业健康发展，并发文将多晶硅从产能过剩行业中摘除，推动国内光伏市场规模化扩展。同时，商务部对美、韩及欧盟进口的低价多晶硅进行“双反”裁决，限制了海外多晶硅的进口。国内政策支持和海外进口减少共同促使多晶硅整体价格上行，国内多家多晶硅企业开始复产，价格回升至 15-20 美元/公斤区间，并呈现震荡走势。在此期间，国内企业加快技术升级，推动产能集中化发展。部分企业通过技术改造实现瓶颈突破，行业产能逐步恢复。江苏中能、洛阳中硅、宜昌南玻、亚洲硅业等龙头企业率先复产，国内在产企业增至 16 家，行业景气度回升明显。到 2013 年底，我国多晶硅产量达 8.3 万吨，占全球总产量 32.7%，首次跃居全球第一。

2014 年初，受益于中国对美、韩及欧盟“双反”终裁以及政策支持，短期内推升硅料价格上涨。然而，国外的多晶硅通过加工贸易进口的方式来规避制裁，惩罚性关税并未很好得到执行。下半年商务部和海关总署发布“暂停加工贸易”公告，短期内刺激了多晶硅的突击进口，而国内需求启动缓慢，供应过剩导致价格随之大幅下降，并延续至 2015 年。2014-2015 年新增约 10 万吨多晶硅产能，供应增速快于需求增速，

2015 年年初价格约为 19 美元/公斤，6 月跌破 2012 年低点，年末多晶硅价格在 10-15 美元/公斤。

2. 2016-2017 年：国内光伏市场规模化发展，价格波动运行

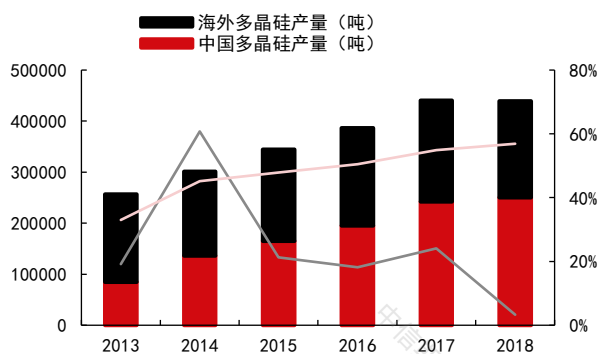
2016 年多晶硅均价 127.8 元/千克（17-18 美元/千克）。“630”电价政策推动下游需求集中释放，光伏抢装潮提前至上半年，多晶硅价格上涨，高点 147.8 元/千克（超过 20 美元/千克）。随后需求变弱，下游库存不同程度累积，部分企业受利润下降影响停产减产，价格有所回落，低点 86.5 元/千克（12-13 美元/千克）。四季度部分一线大厂主动减产检修，供应大幅减少，年底终端需求逐步恢复，价格短暂反弹。

2017 年，多晶硅市场均价为 135 元/千克（19-20 美元/千克），同比上涨 5.6%，全年呈现“√”形走势。一季度国内终端需求疲软的局势下多晶硅价格承压回落，低点 108.5 元/千克（15-16 美元/千克）。之后受“630”、“930”等政策推动影响，价格有所反弹，高点至 152.8 元/千克（20-22 美元/千克），涨幅达 40.8%。2017 年全国光伏装机量首次突破 50GW，并且分布式光伏装机成为 2017 年亮点，同比增长 400%。在需求爆发与企业检修背景下，供应紧张推动价格回升。年底国内万吨级以上产能企业增至 10 家，总产能占比达 77.4%，市场集中度进一步提高。

3. 2018 年：“531 新政”冲击需求，多晶硅价格持续探底

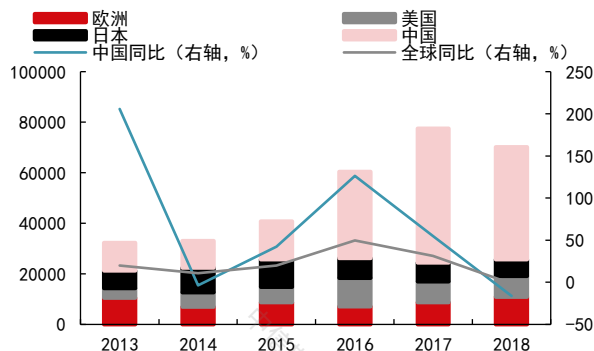
2018 年 5 月 31 日，国家发展改革委、财政部、国家能源局联合下发《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》，光伏发电补贴退坡加快，新投运光伏电站及分布式光伏发电项目度电补贴下调 0.05 元。受“531 新政”影响，国内光伏装机需求骤减，多晶硅价格大幅下跌。全年均价为 105.9 元/千克（15 美元/千克），同比下降 21.6%，价格从年初的 153 元/千克（20-22 美元/千克）跌至年底的 76 元/千克（10-11 美元/千克），累计跌幅达 50.3%。硅料价格全年经历三次探底：一季度因安装淡季及硅片降价竞争，价格跌至 119.6 元/千克（16-17 美元/千克）；5-7 月受“531 新政”冲击，价格降至 87.8 元/千克（12-13 美元/千克）；9-12 月因新增产能投放及需求疲软，价格跌至历史低点 76 元/千克（10-11 美元/千克），部分企业售价低于成本线。

图表14：2013-2018 年多晶硅产量 单位：吨



资料来源：硅业分会 中信期货研究所

图表15：2013-2018 年全球光伏装机量 单位：MW



资料来源：BP 中信期货研究所

图表16：2011-2018 年国内多晶硅供需平衡表

		2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
中国多晶硅产量	万吨	26	24	19	17	14	8	6	8
环比	%	8%	24%	15%	24%	63%	32%	-21%	
进口量	万吨	14.0	14.1	13.6	11.7	10.2	8.1	8.3	6.5
出口量	万吨	0.2	0.6	0.7	0.9	0.4	0.6	0.3	0.3
净进口	万吨	13.8	13.5	12.9	10.8	9.8	7.5	8.0	6.2
表观消费量	万吨	39.7	37.5	32.2	27.6	23.3	15.8	14.3	14.2
环比	%	6%	17%	17%	18%	48%	10%	1%	
单吉瓦耗硅量	吨/GW	3600	4200	5100	5400	5800	6000	7000	8000
中国硅片产量	GW	109	88	65	48	38	30	28	24
多晶硅需求量	万吨	39	37	33	26	22	18	20	19
环比	%	6%	11%	28%	18%	22%	-8%	2%	
供需平衡	万吨	0.5	0.5	-1.0	1.7	1.3	-2.2	-5.3	-5.0

资料来源：SMM 中信期货研究所

4. 2013-2018 年多晶硅行业成本利润变化

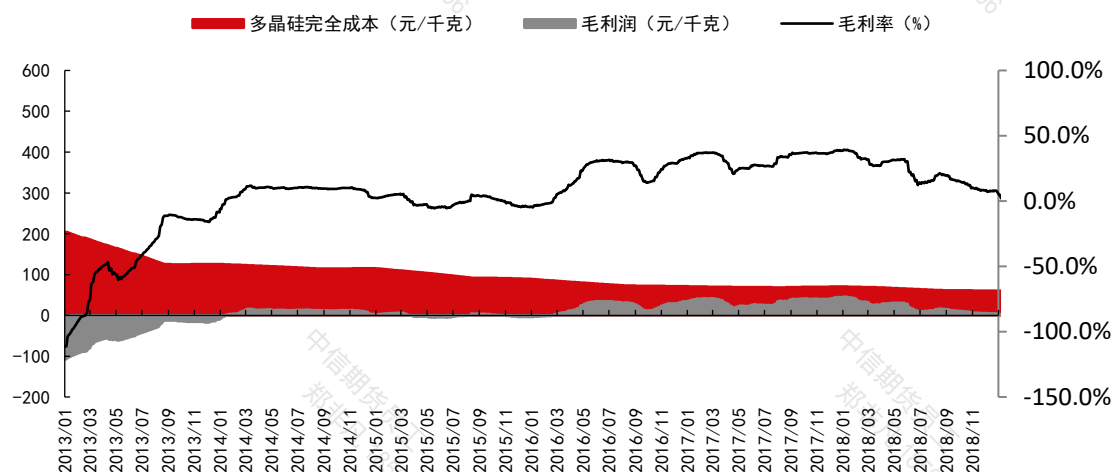
2013-2018 年期间，国内企业经历漫长的蛰伏，通过技术改造、降本增效，生产技术和工艺快速提高。在 2014 年之前，全球硅行业主要采用改良西门子法，只有美国 REC 和 MEMC 采用硅烷法。陕西天宏瑞科引进 REC 技术，建成 1.9 万吨/年硅烷流化床法项目，填补了国内颗粒硅生产技术空白。

针对改良西门子法副产物四氯化硅的污染问题，国内逐步将热氢化工艺改为冷氢化，既解决了污染问题，又实现了生产线闭路循环，进一步降低了成本。冷氢化技术自 2015 年推广以来，显著降低了电耗。到 2018-2019 年，低成本多晶硅产能逐步释放，综合电耗降至约 70kWh/kg，高成本产能退出市场。

自 2007 年以来，国内改良西门子法多晶硅还原炉型从 12 对棒升级为 24 对棒、36 对棒、48 对棒等，大幅降低了电耗和能耗。主流企业硅耗已从 1.35kg/kg 降至 1.1kg/kg 以下，降幅 18.5%。企业综合电耗从 350kWh/kg 降至 72kWh/kg 以下，降幅 79.4%，部分先进企业已降至 62kWh/kg。随着工艺进一步优化，电耗和能耗仍有下降空间。根据硅业分会数据，2017 年行业平均完全成本已降至 11.5 美元 / 千克，一些先进企业完全成本甚至达到 10 美元 / 千克以下，在全球同类企业中保持绝对领先地位。

图表17：2013-2018 年国内多晶硅行业完全成本及利润

单位：元/千克，%



资料来源：SMM Wind 硅业分会 中信期货研究所

5. 2013-2018 年多晶硅价格及成本变化总结

图表18：2013-2018 年多晶硅完全成本、利润最值

	价格（元/千克）		完全成本（元/千克）		利润（元/千克）		毛利率（%）	
最高	2014/7/31	140	2013/1/4	204	2018/1/10	46	2018/1/10	39.3%
最低	2018/12/5	67	2018/12/28	60	2013/1/4	-107	2013/1/4	-111.1%

资料来源：Wind 中信期货研究所

2013-2018 年期间，上涨时期主要为 2013-2015 年。多晶硅价格上涨主要是因为多晶硅从产能过剩行业名单中移除，商务部对美、韩和欧盟的进口多晶硅实施“双反”裁决，政府大力支持光伏行业，推动光伏行业逐步回暖。由于政策支持和市场需求的提振，多晶硅价格在 2014 年回升至约 140 元/千克（约 20 美元/千克）。

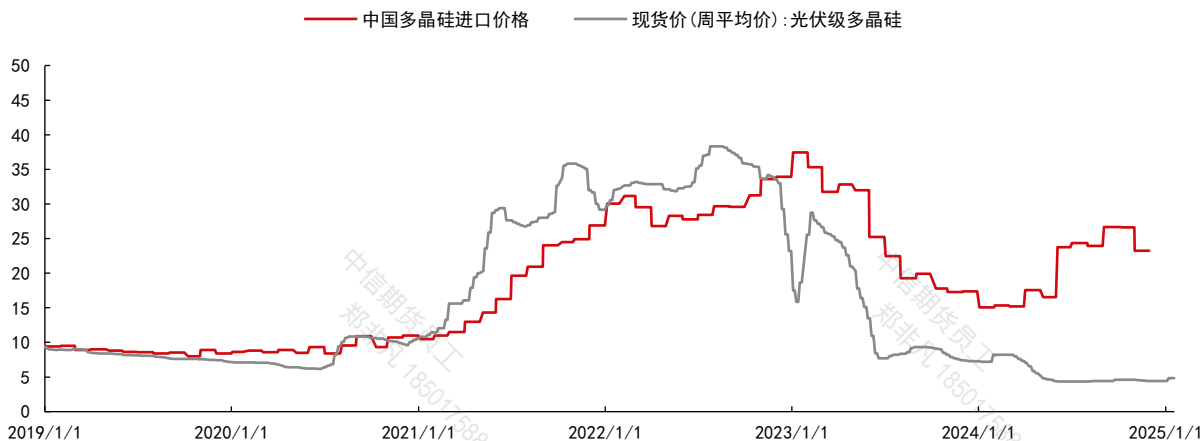
2016-2017 年多晶硅价格上下波动，下跌时期主要在 2018 年，主要受国内光伏补贴退坡影响。从 2014 年下半年起，国内需求增长放缓，再加上“暂停加工贸易”公告的影响，导致进口激增，供应过剩压力加大。2015 年新建多晶硅产能的投产加速，供给增速超过需求增速，导致价格快速下跌。2018 年，国家“531 新政”出台，光伏补贴退坡加快，导致光伏装机需求骤减，进而多晶硅价格大幅下跌。2015 年，多晶硅价格从 2014 年中期的约 140 元/千克急剧回落。2018 年，受“531 新政”冲击，价格进一步暴跌，从年初的 153 元/千克跌至年底的最低位 67 元/千克。

在此轮周期中，尽管价格大幅下跌，国内企业通过技术改造和降本增效，整体完全成本得到大幅降低。2013 年初成本约 204 元/千克，到 2018 年底成本下降至 60 元/千克，技术改造及进步使得国内多晶硅企业生产利润出现好转。

（四）2019-至今：“双碳”带动需求激增，国内产能大量投放

图表19：2019-2024年多晶硅价格

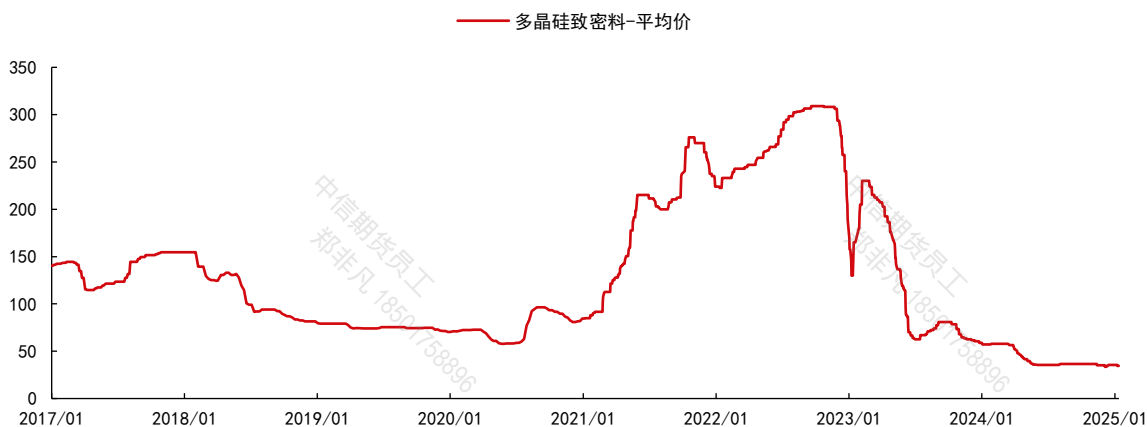
单位：美元/千克



资料来源：Wind 中信期货研究所

图表20：国内多晶硅致密料均价

单位：元/千克



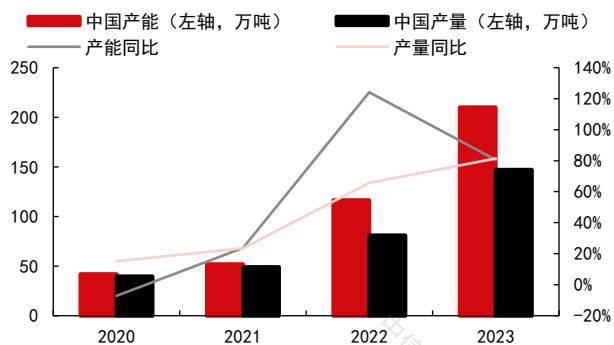
资料来源：SMM 中信期货研究所

1. 2019-2022年：双碳背景全球装机加速，多晶硅新增产能有限价格大涨

2019年，多晶硅价格持续震荡下行，国内新增产能阶段性释放，而需求增长低于预期，供需失衡加剧。受下游需求变化影响，品种间价格分化愈发显著，单晶硅料因需求增长支撑，价格走势相对平稳；多晶硅料则受需求疲软影响，价格持续下探。单晶致密料全年仅下跌8元/公斤，跌幅为10.1%，而多晶致密料全年价格下跌22.2元/公斤，跌幅达30.1%；

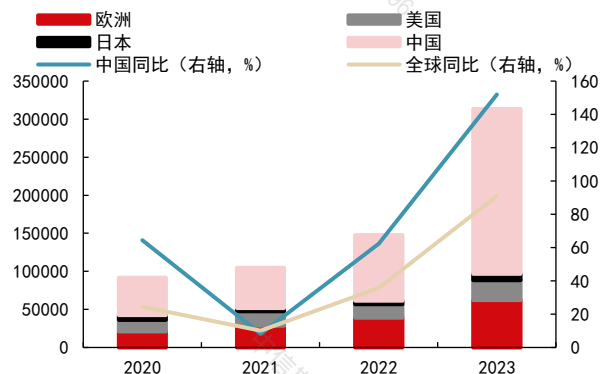
2020年，多晶硅价格先抑后扬，上半年单晶硅料一度跌至60元/千克左右，而到三季度价格快速反弹至90元/千克以上，波动较大，但全年平均价格基本和2019年持平。2020年6-7月，新疆多家多晶硅厂大规模减产。同年9月，国家正式提出“碳达峰”、“碳中和”政策，刺激光伏需求再次释放，多晶硅价格开启上行周期。2020年后，光伏平价上网逐步实现，在双碳的大背景下，全球光伏装机出现明显增长。而供应端由于531政策后，许多深度依赖补贴的厂家宣布破产，同时行业整体的扩产速度明显放缓，导致多晶硅的供需偏紧，多晶硅价格（SMM致密料均价）也2020年低点的58元/千克涨到2022年最高的309元/千克，涨幅达433%。

图表21：2020-2023 年国内硅料供应 单位：万吨



资料来源：Wind 中信期货研究所

图表22：2020-2023 年全球光伏装机量 单位：MW



资料来源：Wind 中信期货研究所

2. 2022 年至今：产能大量投放，过剩背景下价格承压

前期多晶硅的高利润，不仅吸引了原有多晶硅玩家扩产，同时也吸引了许多跨界玩家入局，但由于多晶硅生产具有高技术门槛、高资金投入的特点，整体的投产周期较长。高利润时期规划的产能，在 2022 年四季度开始逐步放量，到 2022 年底，随着新增产能的释放，供需关系得以缓和，2022 年底多晶硅价格快速从高位回落。

2023 年，尽管全球光伏装机持续增长，但多晶硅整体供需开始转向过剩，23 年我国多晶硅产量约 150 万吨，同比增长 81%。2023 年初硅料厂在经历了前期从 300 元/千克跌至 130 元/千克的暴跌后选择了停产来压降产量，叠加下游开始补库，价格再度反弹至 250 元/千克左右。二季度开始新增产能如期投放，供需再度转向过剩，多晶硅库存开始累积，多晶硅价格一度跌至 60 元/千克以下。部分高成本产能出现亏损而选择停产，且一部分产能选择延迟投放，多晶硅价格逐渐止跌企稳。

2024 年初，多晶硅价格从 60 元/千克快速下跌至 35 元/千克，年中价格跌破行业平均成本线，引发三四线企业批量停产，开工率大幅下降。下半年，部分头部企业也开始减产停产，行业陷入低迷。年末光伏行业协会呼吁行业进行自律控制供应，并且多晶硅期货顺利上市，下游硅片备货使得供需出现改善，硅料价格在长时间低位企稳后小幅回升，在 42 元/千克。

图表23：2019-2025 年国内多晶硅供需平衡

		2025E	2024	2023	2022	2021	2020	2019
中国多晶硅产量	万吨	160	175	150	82	49	40	34
环比	%	-8%	16%	84%	68%	22%	16%	33%
进口量	万吨	4.6	3.9	5.0	9.0	11.4	9.9	14.5
出口量	万吨	5.8	4.0	0.8	1.1	1.0	0.3	0.1
净进口	万吨	-1.2	-0.1	4.2	7.9	10.4	9.6	14.3
表观消费量	万吨	158.8	174.7	154.6	89.6	59.1	49.6	48.7
环比	%	-9%	13%	73%	52%	19%	2%	23%
单吉瓦耗硅量	吨/GW	2350	2400	2500	2700	2800	3000	3300
中国硅片产量	GW	660	650	598	328	227	161	135
多晶硅需求量	万吨	155	156	149	89	64	48	45
环比	%	-1%	4%	69%	39%	32%	8%	14%
供需平衡	万吨	3.7	18.6	5.2	1.0	-4.5	1.3	4.2

资料来源：SMM 中信期货研究所

3. 2019 年至今多晶硅行业成本利润变化

2019-2021 年上半年，多晶硅成本相对稳定。2021 年“双碳”目标推动光伏装机量激增，下半年工业硅价格因能耗双控政策大涨，多晶硅完全成本迅速攀升，行业平均成本最高超过 65 元/千克。不过此段时间硅料价格也迅速上涨，多晶硅利润处于历史高位，毛利率一度超过 80%，最高毛利润接近 250 元/千克。在极端行情过后，下游需求减弱，成本与利润逐渐回归正常水平。

2021-2022 年多晶硅的高利润，吸引了较多新产能布局。2022 年末起前期规划的产能逐步放量，2023-2024 年多晶硅整体供需开始转向过剩，虽然行业成本中枢随着原料价格下跌及技术的进步整体下移，但由于硅料价格下跌更快，企业毛利率快速下滑。到 2024 年二季度，硅料价格跌破行业现金成本线，大多数硅料厂商进入检修。

图表24：多晶硅现金成本

单位：元/千克



资料来源：SMM CPIA 中信期货研究所

图表25：多晶硅完全成本

单位：元/千克



资料来源：SMM CPIA 中信期货研究所

图表26：多晶硅毛利润

单位：元/千克



资料来源：SMM CPIA 中信期货研究所

图表27：多晶硅毛利率

单位：元/千克



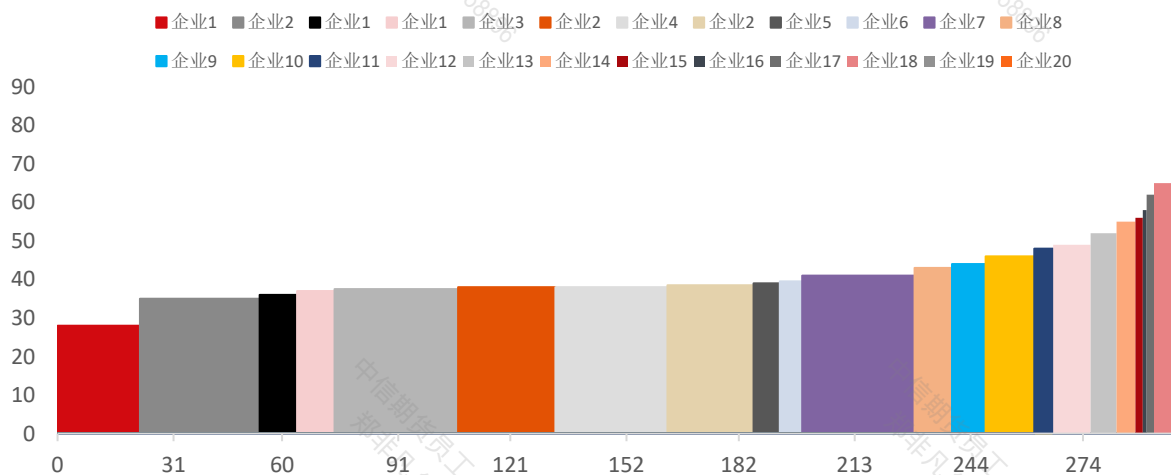
资料来源：SMM CPIA 中信期货研究所

当前多晶硅生产已采用先进的冷氢化工艺和大还原炉，能耗与物耗技术指标接近极限，进一步降低成本的空间有限。然而，由于各企业的电价和投资水平存在差异，其电耗成本和折旧成本仍有较大差距。

当前我国多晶硅产能集中度较高，少数几家企业拥有绝大多数的多晶硅产能，国内除协鑫及天宏瑞科生产颗粒硅外，其余企业均使用改良西门子法生产棒状硅。不同企业由于规模及技术差异，完全成本有所不同。硅烷流化床法整体成本较低，完全成本在 40 元/kg 以下，而改良西门子法完全成本在 40-80 元/kg。对于硅烷流化床法，2025 年初协鑫最新公告中表示，2024 年第四季度公司含研发费用的现金成本仅为 28.17 元/公斤，较之前再度降低。对于改良西门子法，通威股份在 2024 年半年报中披露，其生产每 kg 多晶硅的综合电耗已降至 50kWh 以下，硅耗低至 1.04kg 以内，成本保持行业领先。大全能源在 2024 年三季报中披露，单位现金成本达到 38.93 元/kg，单位销售成本达到 48.83 元/kg。当前由于多晶硅价格维持在低位，高成本企业面临较大压力，随着产能出清持续进行，预计未来 1-2 年高成本落后产能将逐步退出。

图表28：主要硅料企业现金成本曲线

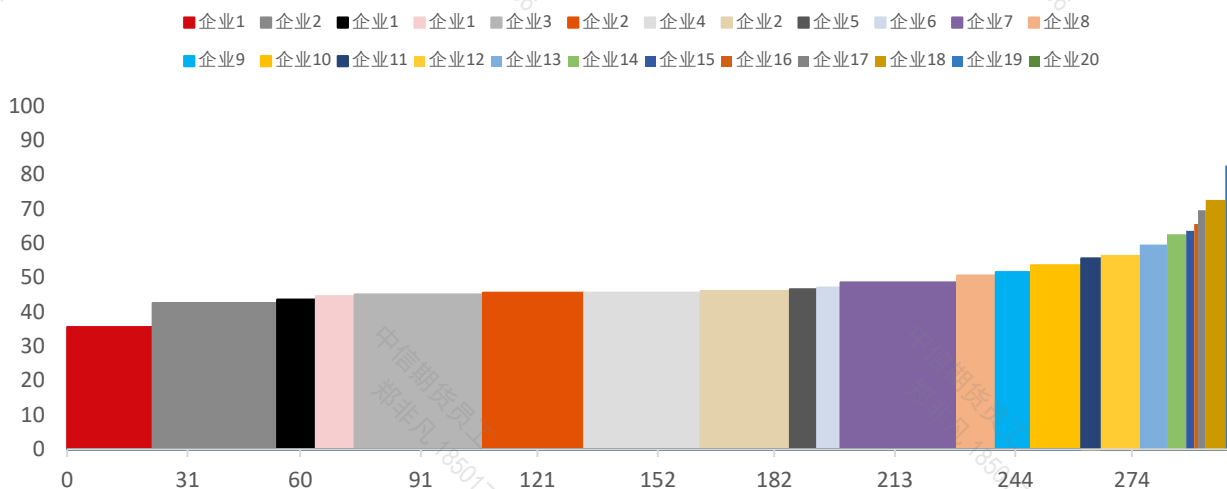
单位：元/千克，万吨



资料来源：SMM 百川盈孚 各公司公告 公开资料整理 中信期货研究所

图表29：主要硅料企业完全成本曲线

单位：元/千克，万吨



资料来源：SMM 百川盈孚 各公司公告 公开资料整理 中信期货研究所

4. 2019-2024 年多晶硅价格及成本变化总结

图表30：2019-2024 年多晶硅完全成本、利润最值

	价格（元/千克）		完全成本（元/千克）		利润（元/千克）		毛利率（%）	
最高	2022/8/25	261	2022/4/13	80	2022/8/25	192	2022/8/25	73.3%
最低	2024/6/4	31	2024/12/31	51	2024/6/3	-22	2024/6/3	-71.3%

资料来源：Wind 中信期货研究所

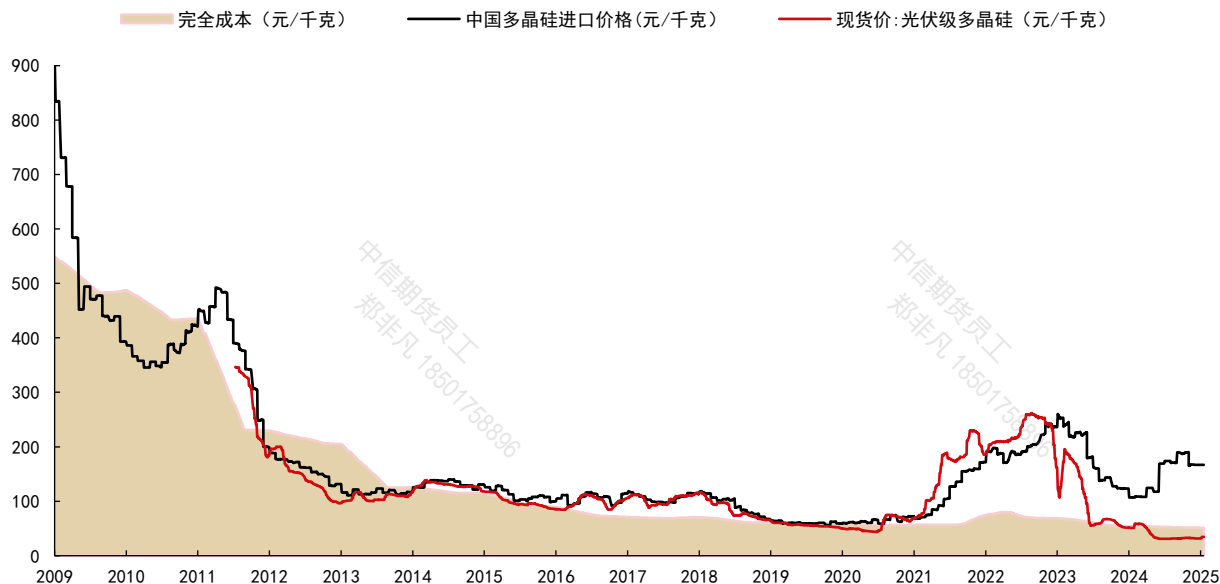
2019 年至 2022 年上涨周期，531 政策后许多厂家扩产速度放缓，导致供需偏紧。随后国内光伏行业受益于“双碳”政策的推动，带动全球光伏装机大幅增长，市场需求急剧释放。多晶硅价格在 2020 年下半年开启上行周期，根据 Wind 数据，价格最高涨至 2022 年最高的 261 元/千克。由于多晶硅价格的上涨，国内多晶硅生产企业的利润大幅增加，毛利率最高处于 70%以上。

2022 年开始，多晶硅价格处于下行时期。大量新产能投放，市场供应迅速增加，多晶硅供需关系从偏紧转向过剩。多晶硅价格开始大幅回落，并在 2024 年二季度开始企稳，行业整体开始减产检修。尽管技术进步和原料价格下跌推动完全成本不断下移，但由于价格下降更为迅速，多晶硅的毛利率迅速下滑。2024 年上半年，多晶硅价格再度下跌，低于行业的现金成本线，大多数硅料厂商进入检修阶段，行业持续亏损。

三、多晶硅历史价格驱动因素总结及展望

图表31：多晶硅历史价格及完全成本汇总

单位：元/千克



资料来源：SMM Wind 硅业分会 中信期货研究所

（一）历史回顾：价格上涨的驱动因素

政策支持激发需求。政策在推动光伏装机需求方面扮演了重要角色。例如，2010 年前欧美等发达国家相继出台上网电价和安装补贴政策；2013-2015 年间中国对进口多晶硅实施“双反”裁决（反倾销和反补贴），限制了海外低价硅料的进口，提振了国内市场；2020 年中国“双碳”政策的提出，叠加光伏平价上网的推进，显著提升了光伏装机量，多晶硅价格进入快速上涨通道。

供需错配形成价格上涨动力。多晶硅的生产周期较长，扩产需经过规划、建设及投产的漫长过程。当需求快速增长时，新增供应难以匹配。例如，2020-2022 年全球光伏装机需求显著上升，但新增多晶硅产能因设备和技术限制释放较慢。2020 年新疆地区的几家硅料厂因突发事故停产，进一步加剧供应紧张，推动价格从 2020 年的 58 元/千克飙升至 2022 年的 309 元/千克，涨幅高达 433%。

技术进步带来的阶段性利润释放。技术优化显著降低了完全成本，使得行业在价格上涨期间获得更高利润。例如，2015 年冷氢化工艺的推广，使主流企业的电耗从 350kWh/kg 下降至 70kWh/kg 以下，主流企业硅耗从 1.35kg/kg 降至 1.1kg/kg 以下。这些技术进步为企业释放了大量利润，同时吸引更多资本进入行业，加速了上涨周期的延续。

（二）历史回顾：价格下跌的驱动因素

政策收紧导致需求下滑。政策收紧往往是价格下跌的重要因素。例如，2018 年的“531 新政”快速削减光伏补贴，大幅降低了光伏装机需求，多晶硅价格从年初的 153 元/千克暴跌至年底的 76 元/千克，全年跌幅超过 50%。类似的情况还出现在 2008 年，西班牙出台政策限制光伏补贴上网电价，同时设定年度装机上限，导致多晶硅需求萎缩。

供给端集中释放加剧过剩压力。高利润刺激了行业扩产潮，新增产能集中释放往往会导致价格大幅下

跌。例如，2022 年底至 2023 年，高利润吸引了大量新建项目陆续投产，中国多晶硅年产量从 2022 年的 82 万吨激增至 2023 年的 150 万吨，同比增长 81%。供需关系迅速转向宽松，价格从 300 元/千克暴跌至 60 元/千克以下。类似情况还发生在 2014-2015 年，当时全球新增产能超过 10 万吨，但需求增速放缓，价格从年初的 19 美元/千克跌至年末的 10 美元/千克。

外部冲击。外部因素也是价格下跌的重要原因。例如，2008 年的全球次贷危机导致光伏市场需求急剧下降，多晶硅价格从 475 美元/千克的历史高位暴跌至 2010 年的 52 美元/千克。2011 年，美国和欧盟对中国光伏行业发起“双反”调查，征收高额反倾销和反补贴税，限制了中国光伏产品的出口能力。与此同时，韩国 OCI 和德国瓦克等企业的低价硅料大量涌入中国，进一步挤压了国内企业的市场份额，价格跌破 30 美元/千克。

产能效率差异加剧市场竞争。龙头企业成本优势显著，而部分高成本企业价格下跌压力较大。例如，2024 年多晶硅价格跌破行业现金成本线，多数中小型企业停产或推迟产能释放，而少数大型企业仍然维持生产，这种现象加剧了市场结构调整，同时进一步压低了价格。类似的情况在 2012 年也曾发生，当时国内 90% 以上的多晶硅企业因成本过高无力生产，行业仅剩少数龙头企业维持运营。

（三）展望：多晶硅供需延续改善，产能出清长期进行

2024 年，随着硅料价格跌破行业成本线，行业开始持续减产，新增产能推迟，市场进入深度调整期。2025 年初，多晶硅供应保持低位，供需逐步调整。短期来看，期货上市和行业自律将推动供需持续改善，预计产量在丰水期前维持低位，期货蓄水池作用也将帮助消化现货库存并推动价格上涨。中期来看，新能源电价市场化改革将加速光伏电力入市，预计 2025 年上半年将出现光伏装机抢装。长期来看，尽管产能过剩问题短期难解，但未来 1-2 年内，产能出清预计将持续进行。后续需关注丰水期产量变动情况以及光伏装机情况。

免责声明

除非另有说明，中信期货有限公司拥有本报告的版权和/或其他相关知识产权。未经中信期货有限公司事先书面许可，任何单位或个人不得以任何方式复制、转载、引用、刊登、发表、发行、修改、翻译此报告的全部或部分材料、内容。除非另有说明，本报告中使用的所有商标、服务标记及标记均为中信期货有限公司所有或经合法授权被许可使用的商标、服务标记及标记。未经中信期货有限公司或商标所有权人的书面许可，任何单位或个人不得使用该商标、服务标记及标记。

如果在任何国家或地区管辖范围内，本报告内容或其适用与任何政府机构、监管机构、自律组织或者清算机构的法律、规则或规定内容相抵触，或者中信期货有限公司未被授权在当地提供这种信息或服务，那么本报告的内容并不意图提供给这些地区的个人或组织，任何个人或组织也不得在当地查看或使用本报告。本报告所载的内容并非适用于所有国家或地区或者适用于所有人。

此报告所载的全部内容仅作参考之用。此报告的内容不构成对任何人的投资建议，且中信期货有限公司不会因接收人收到此报告而视其为客户。

尽管本报告中所包含的信息是我们于发布之时从我们认为可靠的渠道获得，但中信期货有限公司对于本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性以及完整性不作任何明确或隐含的保证。因此任何人不得对本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性产生任何依赖，且中信期货有限公司不对因使用此报告及所载材料而造成的损失承担任何责任。本报告不应取代个人的独立判断。本报告仅反映编写人的不同设想、见解及分析方法。本报告所载的观点并不代表中信期货有限公司或任何其附属或联营公司的立场。

此报告中所指的投资及服务可能不适合阁下。我们建议阁下如有任何疑问应咨询独立投资顾问。此报告不构成任何投资、法律、会计或税务建议，且不承担任何投资及策略适合阁下。此报告并不构成中信期货有限公司给予阁下的任何私人咨询建议。

中信期货有限公司

深圳总部

地址：深圳市福田区中心三路8号卓越时代广场（二期）北座13层1301-1305、14层

邮编：518048

电话：400-990-8826

传真：(0755) 83241191

网址：<http://www.citicsf.com>