

国信期货多晶硅专题报告

多晶硅

多晶硅价格及供需情况介绍

2024 年 11 月 12 日

● 主要结论

从长期来看，多晶硅价格具有明显周期性，这种周期性受供需两方面影响。在供给端资本投入高、建设周期长，需求端以政策驱动为主，供给提升速度远远滞后于需求爆发，供需节奏不同使得多晶硅价格每隔几年就会出现一轮暴涨暴跌。目前多晶硅价格进入了本轮下行周期的底部区间，但产能释放高峰期尚未结束，多晶硅价格或将在底部徘徊至 2025 年底，一方面依靠高成本产能出清收缩供给同时提升行业集中度，另外一方面等待需求的转机或新一轮政策刺激。

分析师：李祥英
从业资格号：F03093377
投资咨询号：Z0017370
电话：0755-23510000-301707
邮箱：15623@guosen.com.cn

独立性申明：

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

一、多晶硅价格及价差

（一）价格走势

多晶硅长期价格走势具有属于明显的周期性，近 20 年以来，多晶硅经历了两波大涨大跌行情。

第一波大涨：2004 年—2008 年欧洲光伏补贴政策驱动多晶硅价格从 30 美元/kg 上涨至 450 美元/kg。2000—2003 年，光伏级多晶硅需求增长平缓，价格稳中有升，但基本维持在 20-30 美元/千克。2004 年德国光伏补贴政策开始对市场产生影响，随着西班牙、意大利的跟进，全球多晶硅需求暴涨，市场价格飙升。2005—2006 年，多晶硅短缺成为制约光伏行业发展的最主要因素。2005 年，多晶硅价格涨至 65-70 美元/千克，2006 年则超过 200 美元/千克，到 2007 年—2008 年上半年，多晶硅交易价格已达 400-450 美元/千克。

第一波大跌：2008 年—2012 年金融危机之后，多晶硅价格在产能增加、需求萎缩的双重压力下暴跌。2008 年金融危机爆发，发达国家经济增速放缓，大幅削减新能源的补贴力度。德国、西班牙、意大利在 2008 年—2012 年都分别调整了其光伏补贴政策，降低甚至取消了光伏补贴。而 2006 年之后中国多晶硅建设项目如火如荼上马，受建设周期的影响，第一波产能释放时间基本在 2008 年左右，同时海外企业扩产产能也在释放，多晶硅从供不应求开始转向产能过剩，价格大幅下行，到 2009 年已经跌至 60 美元/千克左右。2009—2011 年期间，随着全球市场的回暖及中国 4 万亿元救市政策的刺激下，中国光伏装机量增加。同时欧洲地区因为补贴下滑问题，终端企业赶在补贴结束前抢装电站，短期需求上行。但此时多晶硅产能也在高速释放，多晶硅供需两旺，价格略有反弹，至 2011 年中期，多晶硅价格回升至约 75 美元/千克。2011 年末欧债危机爆发的影响，以德国、意大利为代表的欧盟各国进一步削减了对光伏产业的补贴，欧洲光伏需求迅速萎缩。同时欧美企业对中国光伏组件进口展开“双反”调查，全球光伏新增装机量增速放缓，光伏产业陷入了低谷，多晶硅价格则从 2011 年的高点跌至 2012 年 16 美元/千克。

在 2013 年—2018 年间多晶硅价格在 15 美元-25 美元/千克之间震荡，2018 年下半年-2019 年受中国光伏补贴政策退出光伏装机量下行的影响，多晶硅料价格下行跌破 10 美元/千克。在此期间全球多晶硅产量稳步上行，中国成为多晶硅供给增量的主要来源。

第二波大涨：2020 年—2022 年，碳中和目标实现导致需求大增，多晶硅价格从 6 美元/kg 上涨至 39 美元/kg。2020 年 9 月中国在联合国大会提出了碳中和计划时间表，这为我国能源革命设定了总体时间表。除中国以外，日韩、欧盟、美国等全球主要经济体碳中和目标也明确了在 2050 年之前实现碳中和的目标，确定了光伏行业长期需求的上行趋势。同时随着光伏行业的技术进步和产业链向中国转移，光伏发电成本已经接近甚至低于火电成本，光伏发电已经可以与传统能源在市场平等竞争，光伏发电进入了全面平价期，光伏行业整体呈现出了供需两旺的形势。在 2018 年光伏政策退坡之后，多晶硅价格大幅下行，多晶硅生产企业处于盈亏线甚至亏损边缘，因此在产企业扩产有限，外界资本关注度较低。而中间的硅片、电池片环节由于连续多年维持相对较高的盈利水平，企业自身扩产能力充足。硅片、电池片、组件企业受终端需求驱动，对未来存有高增长预期，2021 年开始产能暴涨。而多晶硅企业的扩产、新投产能建设周期较长，产量短时间难以增加，短周期的供需错配叠加乐观的需求预期，推动了 2020 年—2022 年硅料价格的暴涨。

第二波大跌：2022 年至今，2022 年下半年多晶硅新投产能逐步开始释放，供给紧张问题缓解，2022 年 9 月份多晶硅价格自这波价格最高点下行，进入长周期的下行通道，中间只有 2023 年春节之后反弹幅度较大，其他时间几乎都在不断地阴跌。2024 年多晶硅价格已经击穿了大部分企业的成本线，行业进入了高成本产能出清的阶段。

图：多晶硅价格走势



数据来源：SMM 国信期货

（二）多晶硅分类及价差变化

按照物理形态区分，多晶硅可分为块状硅与颗粒硅。块状硅是采用改良西门子法生产的棒状硅，经过破碎成为块状，尺寸范围在几厘米到几十厘米不等，品质较为稳定，可长期存放。颗粒硅是由硅烷流化床法产的，外观形态如同大豆，直径约为 2mm 左右，能免去破碎步骤，但由于与空气接触的表面积较大，在运输加工的过程中容易受到污染，一般采用真空包装，在库存状态下，真空状态可维持 3~4 个月左右。

块状硅根据表面光滑程度的不同又可分为致密料、菜花料与珊瑚料三种。致密料外表光滑，表面颗粒凹陷程度最低，小于 5mm，无氧化夹层，价格在三者中最高，主要用于拉制单晶硅；菜花料颜色偏灰、表面粗糙，颗粒凹陷程度在 5—20mm 之间，断面适中，价格位于中档；珊瑚料表面凹陷深度大于 20mm，断面疏松，价格最低。菜花料、珊瑚料主要用于制作多晶硅片，部分企业选择在致密料中掺杂不低于 30% 的菜花料来生产单晶硅，从而节约原料成本。另外还有一种复投料，是拉晶产生的头尾或边皮料，一般品质较好，可以作为填充硅料二次循环使用，市场也将复投料归为致密料，但在价格方面复投料更高。

图：颗粒硅



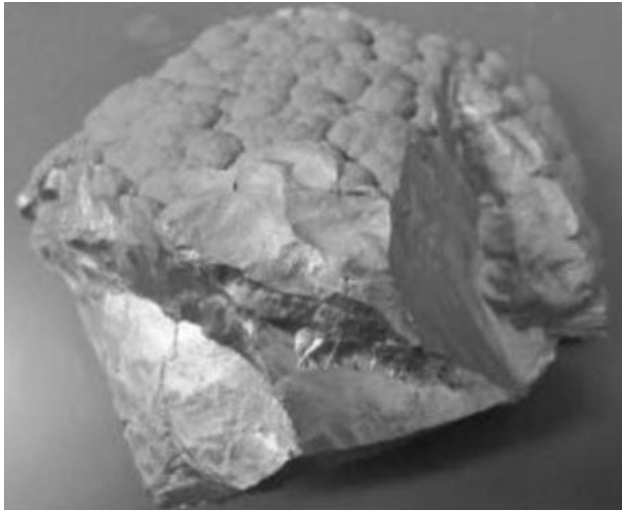
数据来源：百度图片 国信期货

图：块状硅-致密料



数据来源：百度图片 国信期货

图：块状硅-菜花料



数据来源：百度图片 国信期货

图：块状硅-珊瑚料

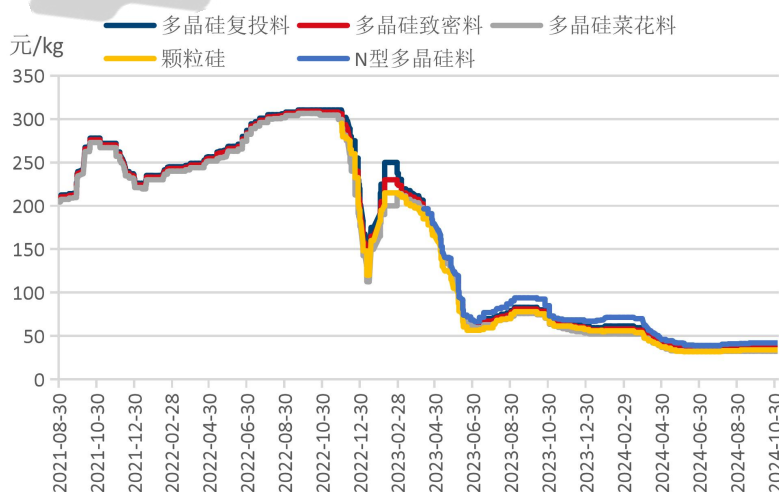


数据来源：百度图片 国信期货

N 型料和 P 型料是根据多晶硅掺入杂质及导电类型的不同划分的。当硅中掺杂以施主杂质（V 族元素，如磷、砷、锑等）为主时，以电子导电为主，被称为 N 型多晶硅；当硅中掺杂以受主杂质（III 族元素，如硼、铝、镓等）为主时，以空穴导电为主，被称为 P 型多晶硅。N 型硅料意味着更高的纯度，对于硅料生产各环节（精馏、还原、破碎、包装等）清洁度要求均提高。

从品质上来讲，n 型要比 p 型料要高两个等级，具体到技术指标差距大概是 2~10 倍。在外观形态方面，国产 N 型料目前基本上是用致密料来做，P 型料不但致密料可以做，就外观形态更差一点的菜花料、珊瑚料也可以作为 P 型料。2023 年 N 型料需求大幅增加之后，市场对 N 型料有专门的定价，从现货报价情况来看，N 型料属于最贵的多晶硅料。

图：不同类型多晶硅价格走势



数据来源：SMM 国信期货

不同品质多晶硅之间价差波动较大，块状硅内部价差关系主要关注 N 型料与 P 型料的价差、致密料与菜花料的价差。另外由于颗粒硅产能规模扩大，块状硅与颗粒硅之间的价差关系也是重要的关注点。

1. N 型料与 P 型料价差

产能过剩与需求上行碰撞带来了下游技术的快速迭代，电池环节向更高转换效率方向演进，在 P 型电池达到理论转换效率极限后，2023 年市开市场逐步转向拥抱 N 型电池，TOPCON 电池出货量逐步反超传统的 PERC 电池。在硅料环节，高品质的 N 型料需求大幅提升。2023 年下半年至 2024 年一季度 N 型料与 P 型致密料价差处在高位，最高价差达到 13500 元/吨，N 型料溢价幅度达到 24%。2024 年二季度之后随着 N 型料产能扩大，叠加多晶硅整体价格走低，两者收缩至 5500 元/吨左右，溢价幅度为 16%。

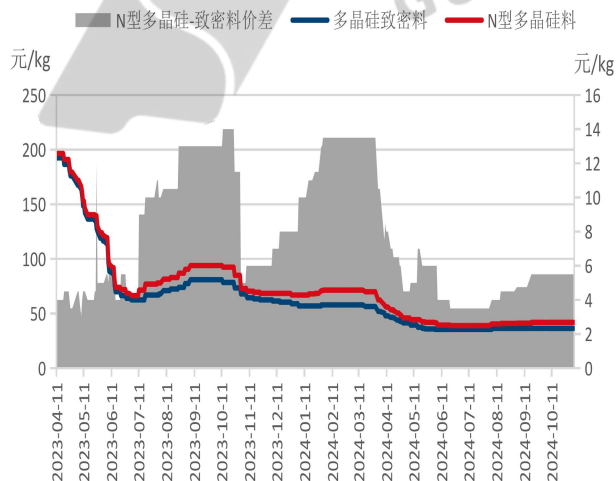
2. 致密料与菜花料价差

单晶硅片对硅料要求相对较高，通常采用价格较高的致密料，而多晶硅则采用质量稍差但价格更低的菜花料。并且两者的供需结构和成本价格均有较大程度的差异。2014 年，单晶掀起金刚石线革命，单晶切割效率大幅提升，切割成本快速下降，这也为单晶份额占比提升奠定了基础。在多晶向单晶转换的过程中致密料相对短缺，致密料与菜花料价差处在偏高的位置。但单晶组件成为市场主流产品之后，两者价差关系主要由绝对价格高低及短期供需关系决定。在 2022 年底多晶硅价格自高位下行时，菜花料先于致密料下跌，导致两者价差拉大至 2.75 万元/吨左右。其他时间两者价差关系都较为稳定，目前致密料价格比菜花料高 4000 元/吨。

3. 块状硅（致密料）与颗粒硅价差

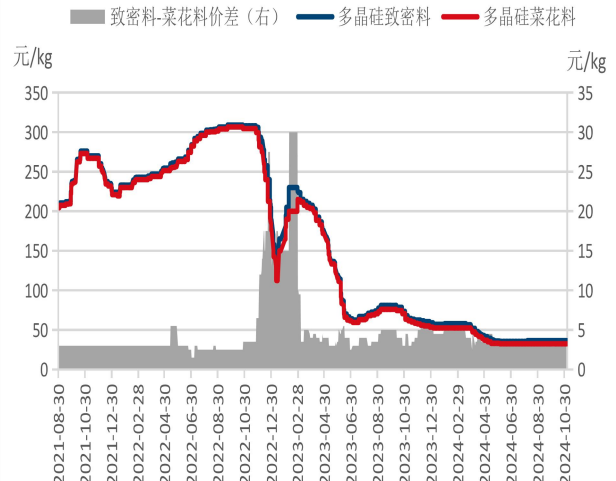
颗粒硅的生产成本远低于块状硅，在价格方面，颗粒硅报价也明显低于块状硅。两者长期价格走势基本一致，价差跟随绝对价格，高价时价差大，低价时价差小。2024 年颗粒硅产能扩张速度较快，颗粒硅市场供给量增加，导致在绝对价格下行的时候，与块状硅的价差有所扩大。

图：N 型料与致密料差价变化



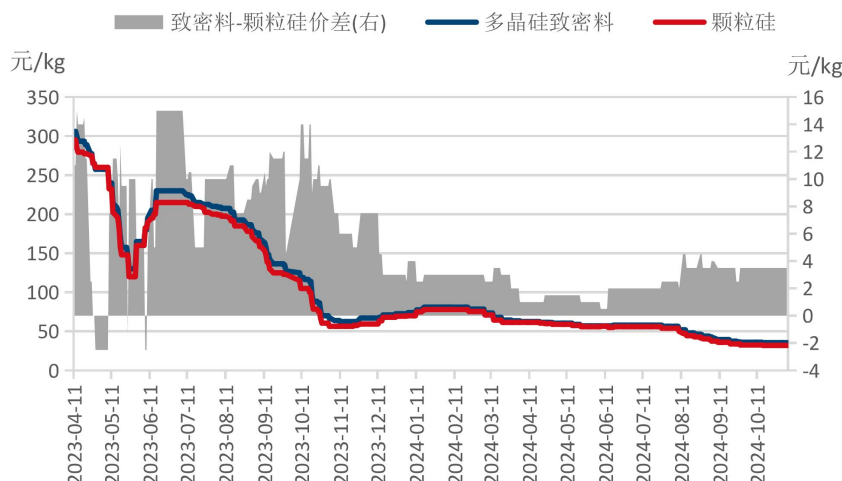
数据来源：SMM 国信期货

图：致密料与菜花料价差



数据来源：SMM 国信期货

图：致密料与颗粒硅价差



数据来源: SMM 国信期货

二、行业供需情况

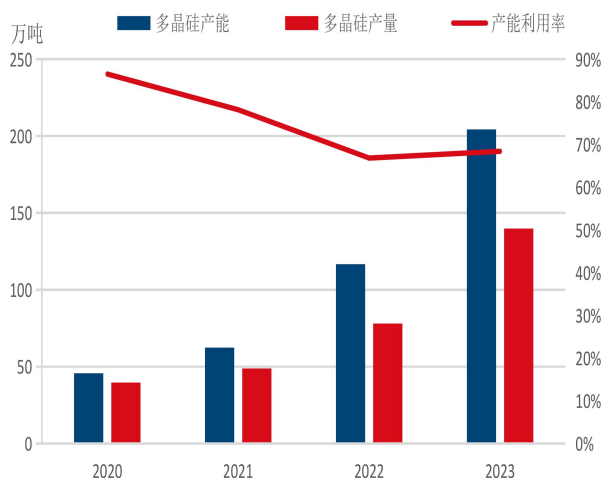
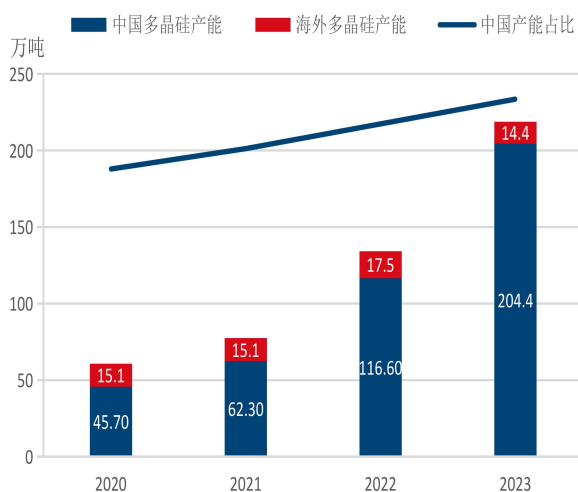
(一) 产能与产量

2020 年之后全球多晶硅产能快速上行,但主要是国内产能扩张为主。2020 年到 2023 年底中国产能增加了 158.7 万吨,而海外产能减少了 0.7 万吨;中国多晶硅产能全球占比从 75% 上升至 93%,2024 年中国多晶硅产能占比将升至 95% 以上。

随着国内多晶硅产能扩张,多晶硅产量也在稳步上行,但产量幅度明显不及产能。产能扩张之后,多晶硅价格暴跌,到 2022 年产能利用率已经开始下行,2020 年的产能利用率达到 86%,到 2023 年下滑至 68%,2024 年产能利用率将进一步下行。

图:全球多晶硅产能

图:中国多晶硅产能与产量



数据来源:百川盈孚 国信期货

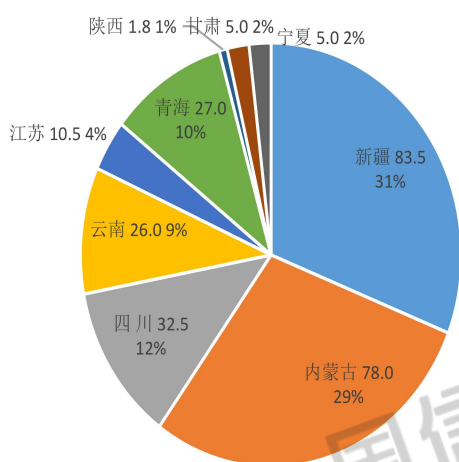
数据来源:百川盈孚 国信期货

(二) 多晶硅产能分布及贸易流向

多晶硅生产需要消耗大量电力，棒状硅单吨综合耗电在 6 万度左右，因此产能集中在电价优惠区域，90%以上产能分布在西南、西北地区。西北地区主要是新疆、内蒙古、青海三地，其中新疆、内蒙古多晶硅产能占国内 60%。西南地区云南、四川的多晶硅产能占比也超过 20%。

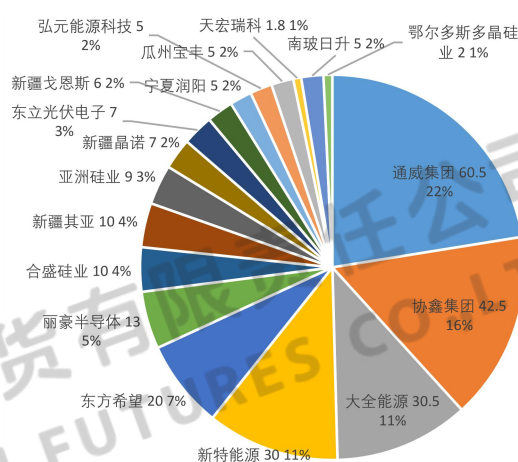
在行业竞争方面，通威集团是国内最大的多晶硅企业，到 2023 年其产能为 60.5 万吨，市场占比 22%。在颗粒硅领域，协鑫是绝对的龙头，其拥有绝对的规模和技术优势，2023 年产能扩张至 42.5 万吨，市场份额增至 16%。整体来看多晶硅属于集中度较高的行业，前五名产能占比达到了 65%，且头部企业的扩张势头仍在持续，后期行业集中度或进一步提高。

图：多晶硅产能区域分布



数据来源：百川盈孚 国信期货

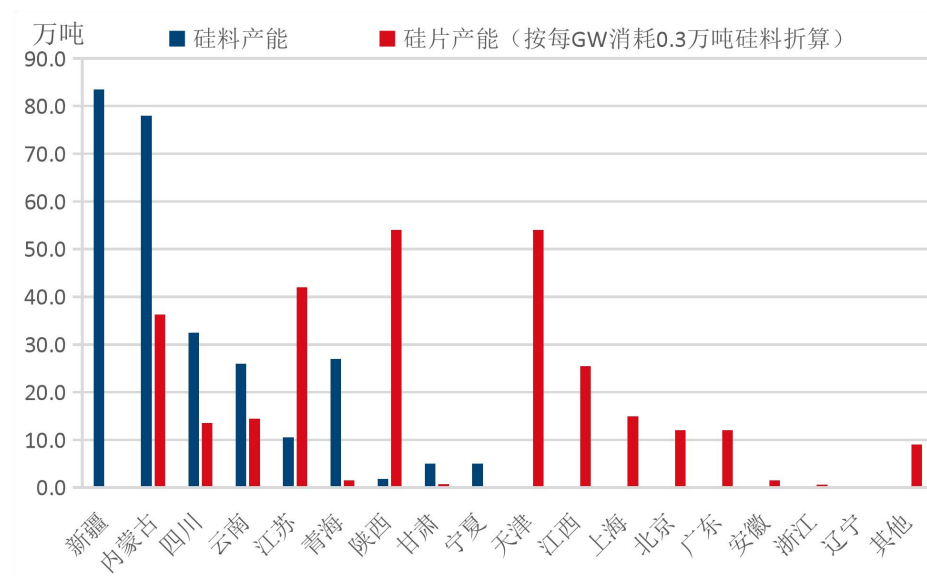
图：2023 年多晶硅各企业产能占比



数据来源：百川盈孚 国信期货

多晶硅直接下游为拉晶、硅片生产，硅片需求分布较为分散，与多晶硅产能分布并不完全一致。硅片产能主要集中在内蒙古、云南、江苏、陕西、天津、江西等地区。对于四川、内蒙古等生产与消费重合的区域，除部分多晶硅被本地消化外，其余部分通常流向其他销区。根据 2023 年数据，多晶硅省内消费量合计约 99.9 万吨，省内贸易占比约 66%，跨省贸易仅 34%。多晶硅主产区的货物主要自西向东、由北向南流向主要硅片产区，例如，从新疆流向内蒙古、云南、江苏等地。（资料来源：广期所）

图：多晶硅产能分布与下游硅片产能区域分布对比

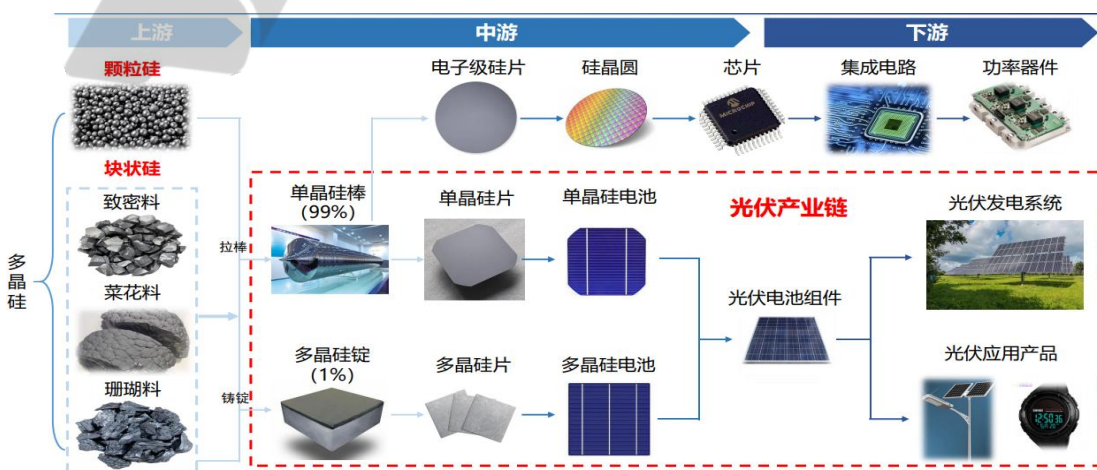


数据来源：百川盈孚 国信期货

(三) 产业链及需求情况

多晶硅在现实应用中可以分为两条产业线：（1）光伏产业链，包括硅料、铸锭/拉棒、切片、电池片、组件、发电系统等6个环节。上游为硅料、硅片环节；中游为电池片、电池组件环节；下游为集中式电站或分布式产品。（2）半导体产业链，有上游硅料、中游晶圆、下游集成电路、芯片等。据 CPIA 统计数据，截至 2023 年年底，光伏级多晶硅产量占比最高达 97.6%，光伏级多晶硅决定市场整体供需形势。

图：光伏产业链

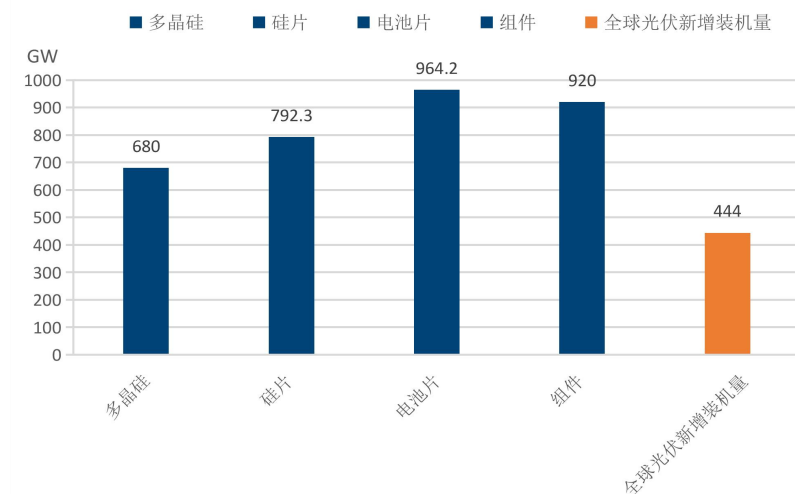


数据来源：广期所 国信期货

2023 年国内多晶硅产能仍然低于下游硅片、电池片、组件环节产能，但目前多晶硅也处在产能高速释放期，2024 年 1-10 月多晶硅产能已经达到 264.8 万吨（折合 882GW），同比增长 48.71%；下游硅片产能达到 1112GW，同比增长 58.34%；电池片产能达到 1096GW，同比增长 21.36%；组件产能也超过了 1100GW。到 2025 年底之前，还有 200 万吨多晶硅规划产能待投，光伏产业链各环节供给都极度充裕，产能利用率

偏低。当前多晶硅需求情况主要取决于终端组件销售情况，今年 1-10 月份光伏组件国内新增装机量、对外出口量累计同比都已经跌至 30% 以内，终端需求增速远不及上游产能投放速度。

图：2023 年光伏产业各环节产能及全球光伏新增装机量



数据来源：百川盈孚 国信期货

三、小结

从长期来看，多晶硅价格具有明显周期性，这种周期性受供需两方面影响。在供给端资本投入高、建设周期长，需求端以政策驱动为主，供给提升速度远远滞后于需求爆发，供需节奏不同使得多晶硅价格每隔几年就会出现一轮暴涨暴跌。目前多晶硅价格进入了本轮下行周期的底部区间，但产能释放高峰期尚未结束，多晶硅价格或将在底部徘徊至 2025 年底，一方面依靠高成本产能出清收缩供给同时提升行业集中度，另外一方面等待需求的转机或新一轮政策刺激。

重要免责声明

本研究报告由国信期货撰写，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布及分发研究报告的全部或部分给任何其他人士。如引用发布，需注明出处为国信期货，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。国信期货保留对任何侵权行为和有悖报告原意的引用行为进行追究的权利。

报告所引用信息和数据均来源于公开资料，国信期货力求报告内容、引用资料和数据客观与公正，但不对所引用资料和数据本身的准确性和完整性作出保证。报告中的任何观点仅代表报告撰写时的判断，仅供阅读者参考，不能作为投资研究决策的依据，不得被视为任何业务的邀约邀请或推介，也不得视为诱发从事或不从事某项交易、买入或卖出任何金融产品的具体投资建议，也不保证对作出的任何判断不会发生变更。阅读者在阅读本研究报告后发生的投资所引致的任何后果，均不可归因于本研究报告，均与国信期货及分析师无关。

国信期货对于本免责声明条款具有修改权和最终解释权。



国信期货有限责任公司
GUOSEN FUTURES CO., LTD.