

谨慎推荐（首次）

硅料供需趋紧持续，龙头扩产提速

风险评级：中风险

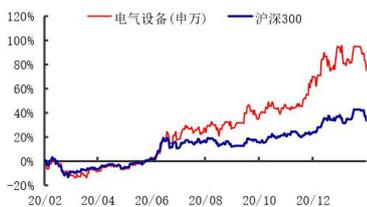
光伏硅料专题报告

2021年3月2日

投资要点：

分析师：黄秀瑜
 SAC 执业证书编号：
 S0340512090001
 电话：0769-22119455
 邮箱：
 huangxiuyu@dgzq.com.cn

研究助理：刘兴文
 SAC 执业证书编号：
 S0340120050004
 电话：0769-22119416
 邮箱：
 liuxingwen@dgzq.com.cn

公司指数走势


资料来源：东莞证券研究所，Wind

- **多国政策推动发展，光伏发电需求向上。**全球光伏处于高景气时期，全球能源结构不断向新能源转型，多国先后多次制定政策促进光伏产业发展，增强光伏产业长期发展确定性。随着光伏发电成本逐渐下降，光伏发电性价比不断凸显，长期来看，光伏度电成本将继续下降，光伏有望成为全球范围内最便宜的电力能源之一，未来光伏发电需求将继续增长。
- **光伏发电以晶硅太阳能发电为主，多晶硅综合电耗不断下降。**光伏发电以晶硅太阳能发电为主，目前生产多晶硅的方法以改良西门子法为主，硅烷流化床法目前产量占比仍较低。2020年多晶硅平均综合电耗已降至66.5kWh/kg-Si，未来随着生产装备技术提升、系统优化能力提高、生产规模增大等，预计至2030年有望下降至60kWh/kg-Si。短期金属硅价格出现一定波动，但和多晶硅售价及成本影响较小，多晶硅主要受下游需求变化影响。
- **国产替代趋势明显，颗粒硅有望打开增量空间。**历年全球多晶硅产量均不断提升，全球多晶硅产业正进一步向中国转移，目前中国是生产多晶硅最主要的国家，产量占全球比例大幅提升至67.3%。国外多晶硅主要企业陆续退出、减产、裁员，以致进口量持续下降，进口占比也呈现下滑趋势，国内多晶硅企业加速扩产，未来将维持国产替代趋势。颗粒硅优势明显，未来待下游企业持续验证后有望成为新一代的硅料技术，打开增量空间。
- **全球光伏装机量持续提升，供需趋紧格局延续。**全球装机量逐渐提升，国内装机量有望维持较高增长。短期内下游需求旺盛，多晶硅料供不应求，价格出现一定上涨。考虑到国内主要企业2021年新增产能有限，供需趋紧格局将延续到2021年底。
- **投资建议：**上游原材料具有较高话语权的龙头企业将受益于硅料价格上涨及销量的提升，建议关注多晶硅龙头通威股份。
- **风险提示：**宏观经济下滑；行业景气度下降；市场竞争加剧等。

目 录

1 全球光伏行业景气向上.....	5
1.1 全球能源结构加速调整.....	5
1.2 各国制定政策促进光伏产业快速发展.....	5
1.3 光伏发电的性价比持续提升，行业进入发展新阶段.....	7
2 太阳能光伏发电以晶硅太阳能发电为主.....	8
2.1 多晶硅是上游重要原材料.....	8
2.2 生产多晶硅的主要工艺.....	10
2.3 多晶硅综合电耗成本不断下降.....	12
2.4 金属硅价格长期较为稳定，其波动对多晶硅影响较小.....	13
3 供给：历年多晶硅产量持续扩大，国产替代趋势明显.....	14
3.1 多晶硅生产集中在国内.....	14
3.2 颗粒硅扩产有望带来增量空间.....	17
4 需求：多晶硅需求旺盛.....	18
4.1 光伏新增装机量高速增长提振多晶硅需求.....	18
4.2 中国光伏行业后来居上，新增并网装机容量跃升全球首位.....	19
5 多晶硅行业呈较高集中度.....	23
5.1 国内多晶硅 CR4 占比超七成.....	23
5.2 通威多晶硅业务优势明显.....	25
6 投资建议.....	26
7 风险提示.....	27

插图目录

图 1：全球可再生能源发电累计装机量.....	5
图 2：2013-2020 年全球光伏发电最低中标电价.....	7
图 3：光伏发电与其他能源发电成本比较（非补贴平准化成本）.....	8
图 4：太阳能光伏发电的技术路线.....	9
图 5：光伏产业链.....	9
图 6：高纯多晶硅工艺流程图（改良西门子法）.....	11
图 7：改良西门子法多晶硅成本构成.....	12
图 8：2019-2030 年改良西门子法生产单位多晶硅综合电耗（kWh/kg-Si）.....	13
图 9：金属硅价格.....	13
图 10：工业硅粉价格、新疆大全多晶硅单位成本和多晶硅单价对比.....	14
图 11：2008-2019 年我国多晶硅产能和产量情况.....	14
图 12：2011-2019 年国内多晶硅产能及增速.....	15
图 13：2018-2021E 产业链各环节产能利用率.....	15
图 14：2008-2019 年中国多晶硅产量及占全球产量的比重.....	16
图 15：2010-2021E 国内多晶硅产量及增速.....	16
图 16：2018-2021E 我国多晶硅进口量及进口占比.....	17
图 17：块状多晶硅.....	17
图 18：颗粒硅.....	17
图 19：全球光伏新增装机量（GW）.....	19
图 20：2019 年全球前十国家光伏新增装机容量占比情况.....	20
图 21：2010-2020 年我国光伏发电量及增长率.....	20
图 22：2010-2021E 中国光伏新增并网装机量及增长率.....	21
图 23：2020-2025E 国内光伏新增装机量.....	21
图 24：2016 年-2021 年国内光伏新增装机量.....	22
图 25：硅料价格走势.....	22
图 26：2019 年国内主要企业多晶硅产能分布.....	25
图 27：主要上市企业多晶硅业务毛利率对比.....	26

表格目录

表 1：海外各国光伏行业的主要产业政策.....	6
表 2：硅片用料分类.....	10
表 3：2010-2019 年不同生产工艺的多晶硅产量及占比.....	12
表 4：2020-2025 年不同生产工艺的多晶硅产量及占比.....	12
表 5：2020 年 8 月-12 月主要企业采购多晶硅情况.....	16
表 6：国内多晶硅行业主要公司情况.....	23
表 7：国内多晶硅行业主要公司生产情况和市场地位对比.....	24

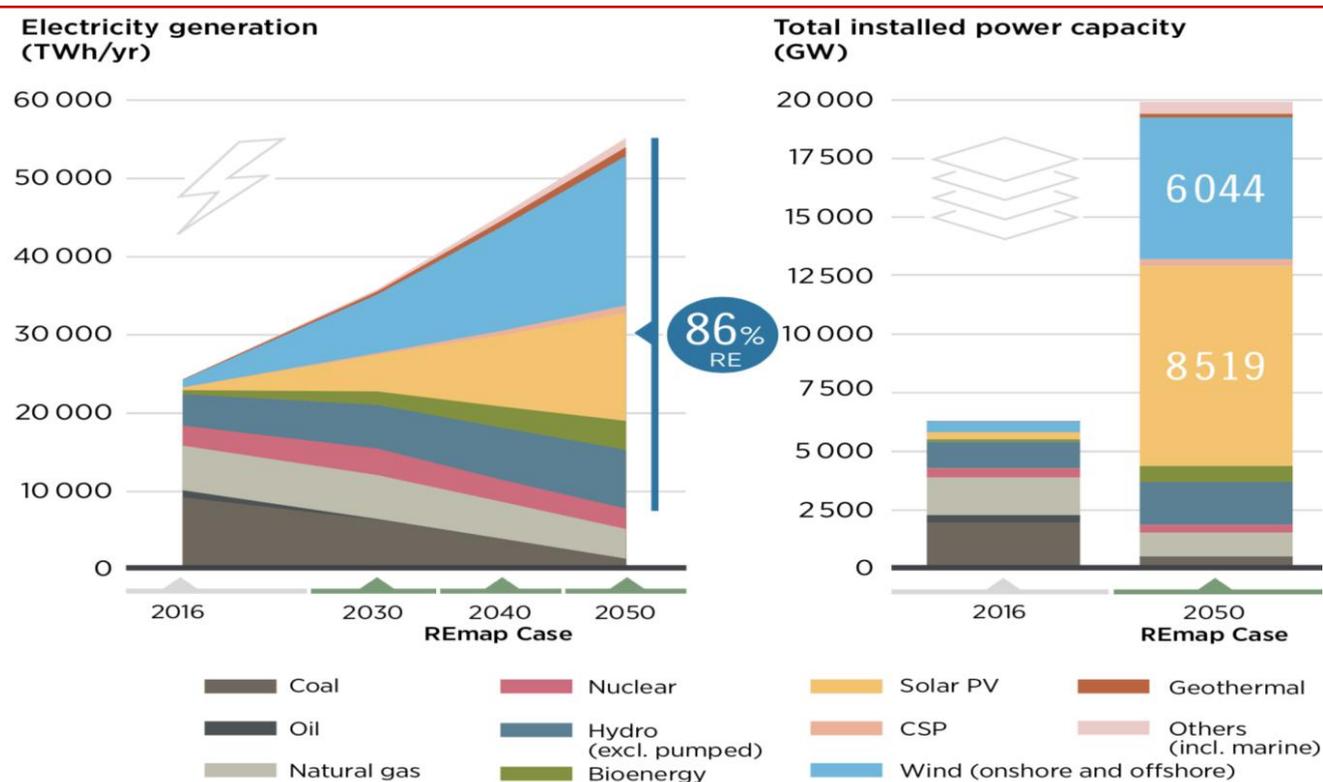
1 全球光伏行业景气向上

1.1 全球能源结构加速调整

受全球气候变暖、不可再生的化石能源不断消耗等因素影响，全球能源消费结构正加快向低碳化转型。国际社会对保障能源安全、保护生态环境、应对气候变化等问题日益重视，许多国家已将可再生能源作为新一代能源技术的战略制高点和经济发展的重要新领域，其中太阳能光伏发电是可再生能源利用的重要组成部分之一。

可再生能源规模化利用与常规能源的清洁低碳化将是能源发展的基本趋势。加快发展可再生能源已成为全球能源转型的主流方向。根据国际可再生能源机构（IRENA）发布的《全球能源转型：2050 路线图（2019 年版）》的预测数据，2050 年全球光伏装机量将达到 8,519GW。

图 1：全球可再生能源发电累计装机量



数据来源：IRENA《2050 年能源路线图》，东莞证券研究所

1.2 各国制定政策促进光伏产业快速发展

海外多个国家均出台了一系列产业政策，推动光伏行业发展，如德国、美国、日本相继提出了“光伏屋顶计划”、“太阳能屋顶计划”等。各国产业政策都成为了光伏市场增长的重要推力。

表 1：海外各国光伏行业的主要产业政策

序号	国家	时间	政策	内容
1	美国	1992 年	通过 1992 年能源政策法案	该法案确立了美国光伏产业的投资税收抵免政策，该法案规定对于太阳能光电项目永久减税 10%。对于新的符合条件的可再生能源发电项目也给予为期 10 年的减税，减税额度为 1.5 美分/度。
		1997 年	通过百万太阳能屋顶计划	提出采取政府直接补贴投资的财税政策，在 100 万个屋顶上安装太阳能光伏系统，该计划到 2010 年完成。
		2005 年	通过 2005 年能源政策法案	该法案提出实现 2010 年在 20000 个联邦大楼太阳能屋顶安装太阳能设备的目标，并为此目标出台了众多政策支持，包括税收优惠、津贴补助与强制上网政策、配额制度。
		2010 年	发布千万太阳能屋顶计划	计划在 2012 到 2021 年的十年时间，在千万个屋顶上安装总装机容量达到 35GW 的太阳能光伏系统，每年投专项资金（2012 投入 2.5 亿美元，2013-2020 每年投入不少于 2.5 亿美元）用于补贴在建筑上安装太阳能系统，补贴方式为太阳能系统投资成本的 50%。
		2015 年	太阳能投资税收抵免	该政策允许投资太阳能的企业获得相当于投资总额 30% 的税收抵免。
2016 年	光伏投资税收抵免政策延期	太阳能的投资税收抵免政策获得五年的延长期限。		
2	德国	1991 年	发布 1000 光伏屋顶计划	政府为每位安装太阳能屋顶的住户提供补贴。
		1998 年	发布 10 万光伏屋顶计划	计划 6 年安装总容量在 304-500MW 的光伏系统，该计划主要采用了两种方法：一是通过贷款优先鼓励居民购买安装太阳能光伏发电设备，并对其贷款贴息；二是强制命令电网公司用高价收购居民的太阳能电力汇入总电网。
		2000 年	颁布可再生能源法案	光伏固定上网电价高于市场价，全额优先上网。
		2012 年	通过光伏补贴削减法案	光伏补贴下调 20%-29%，光伏补贴每月递减，10GW 以上公用事业光伏项目取消补贴。
2019 年	批准《2030 年气候保护计划》	将光伏装机目标提高到 98GW，为当前德国累计光伏装机量的两倍。		
3	西班牙	2013 年	修改光伏补贴法案	对 2009 年至 2011 年安装的光伏电站上网价补贴进行了下调。FIT 补贴将根据最新修正的 CPI 进行下调，每年削减幅度为 0.028%。
		2014 年	批准追溯性政策取代 FIT 政策	取消了 FIT 计划后，西班牙采用市场交易模式代替上网电价，光伏电站在没有国家补贴情况下（有最低保障，但仍远低于批发市场售价），通过现货市场售电或者签署 5-15 年的购电协议实现电站运维盈利。
4	印度	2014 年	通过太阳能振兴计划	到 2022 年，印度要实现可再生能源发电总量 175GW，其中太阳能装机容量 100GW 电价方面，太阳能电价将从预计 2020 年的 4.2 卢比/度下调至 2025 年的 3.59 卢比/度。补贴方面，将提高 30%，但主要针对居民、政府机构、医院及教育机构，不适合工厂及商用户，同时针对离网项目也将提供相应的补贴。

		2019年	发布屋顶太阳能光伏项目激励计划	在中央财政援助 CFA 下设立多达 4000 兆瓦的住宅屋顶太阳能并网项目，其中供电公司及其各地办事处将成为实施该计划的重要节点。对于容量高达 3kW 的屋顶太阳能光伏系统，将提供高达 40% 的 CFA 补贴。将根据电力分配公司在最初布置的 18000 兆瓦并网屋顶太阳能光伏项目上的成就提供激励措施，将为每个兆瓦容量的太阳能屋顶提供奖励。
5	越南	2017年	发布有关光伏发电政策规定的通知	通知规定光伏电力并入国家电网的价格为 9.35 美分（约 2086 越盾）/度，从 2019 年 6 月 30 日起，买方负责全部接收光伏项目的生产电力，收购期限 20 年。
		2019年	采用竞价上网模式	在地面光伏电站项目中引入竞价上网模式：屋顶光伏项目和某些已经批准的地面安装项目仍然适用固定电价的 FITs 模式：宁顺省 2GW 以内的光伏项目仍然可享受现有高电价，采用先建先得的方式确定享受资格。

资料来源：新疆大全招股说明书，东莞证券研究所

1.3 光伏发电的性价比持续提升，行业进入发展新阶段

2018 年我国发布“531 光伏新政”，旨在推动技术进步、降低发电成本、减少补贴依赖，从而加快实现“平价上网”，促进光伏行业健康可持续发展。随着光伏发电成本快速下降，海外光伏发电建设规模快速上升、国内光伏“平价上网”、“竞价上网”项目建设规模快速增加，光伏行业正由政策驱动发展阶段进入由市场驱动的“平价上网”新阶段。

在光伏产业技术水平持续快速进步的推动下，光伏发电成本步入快速下降通道，与其他发电方式相比已经越来越具有竞争力。光伏度电成本不断下降，全球光伏招标电价屡创新低。2020 年 8 月，葡萄牙的光伏项目最低中标电价达到 1.316 美分/kWh，光伏发电竞争力不断凸显，性价比继续优化。

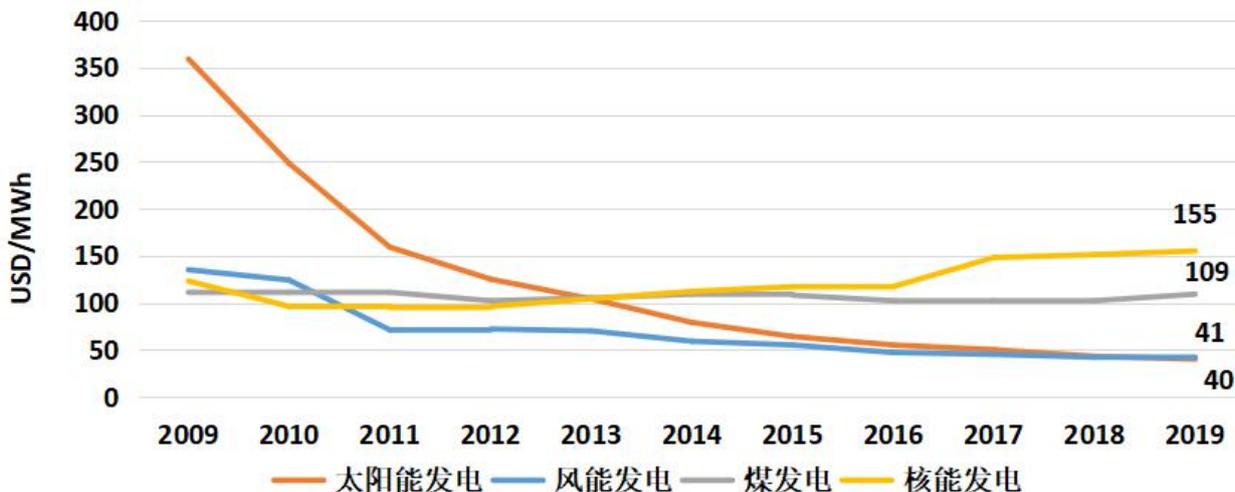
图 2：2013-2020 年全球光伏发电最低中标电价



数据来源：CPIA，国际能源网，东莞证券研究所整理

光伏的竞争力随着其发电成本的不断下降而得以大幅提升。SolarPower Europe 在《全球光伏市场展望 2020-2024》报告中提到，光伏发电经过十年发展，全球光伏发电成本(LCOE)从 2009 年的 359USD/MWh 左右下降到 2019 年的 40USD/MWh。2019 年光伏发电成本已低于风能发电（41USD/MWh），煤发电（109USD/MWh），核能发电（155USD/MWh）等能源发电成本。

图 3：光伏发电与其他能源发电成本比较（非补贴平准化成本）



数据来源：SolarPower Europe，东莞证券研究所整理

国内光伏发电实现“平价上网”后将大幅降低对政策补贴的依赖，成为一种具有成本竞争力的、可靠的和可持续的电力来源。行业的未来发展也将从依靠国家政策扩大规模的发展阶段转变为通过提质增效、技术进步逐步摆脱补贴并由市场驱动发展的新阶段。光伏行业的向上空间将逐渐打开，从而极大带动上游产业的健康持续发展。

2 太阳能光伏发电以晶硅太阳能发电为主

2.1 多晶硅是上游重要原材料

光伏是一种利用太阳能电池半导体材料的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换为电能的一种新型发电系统。光伏产业是半导体技术与新能源需求相结合而衍生的产业。太阳能光伏发电的技术路线主要包括晶体硅太阳能发电和薄膜太阳能发电。

薄膜太阳能电池具有衰减低、重量轻、材料消耗少、制备能耗低、适合与建筑结合（BIPV）等特点，目前能够商品化的薄膜太阳能电池主要包括铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe），砷化镓（GaAs）等。但是，由于国内薄膜电池产业起步较晚，受生产设备和技術瓶颈的制约，薄膜太阳能电池生产设备复杂昂贵，目前生产设备制造成本占我国薄膜太阳能电池发电成本的七成左右，关键设备高达上千万美元，因此以往一直被欧美日等发达国家垄断，其产业化瓶颈明显，未来薄膜太阳能发电市场仍有待开拓，目前规模不大。

晶体硅太阳能发电是当前最主流的太阳能发电方式，包括单晶硅太阳能发电、多晶

硅太阳能发电。

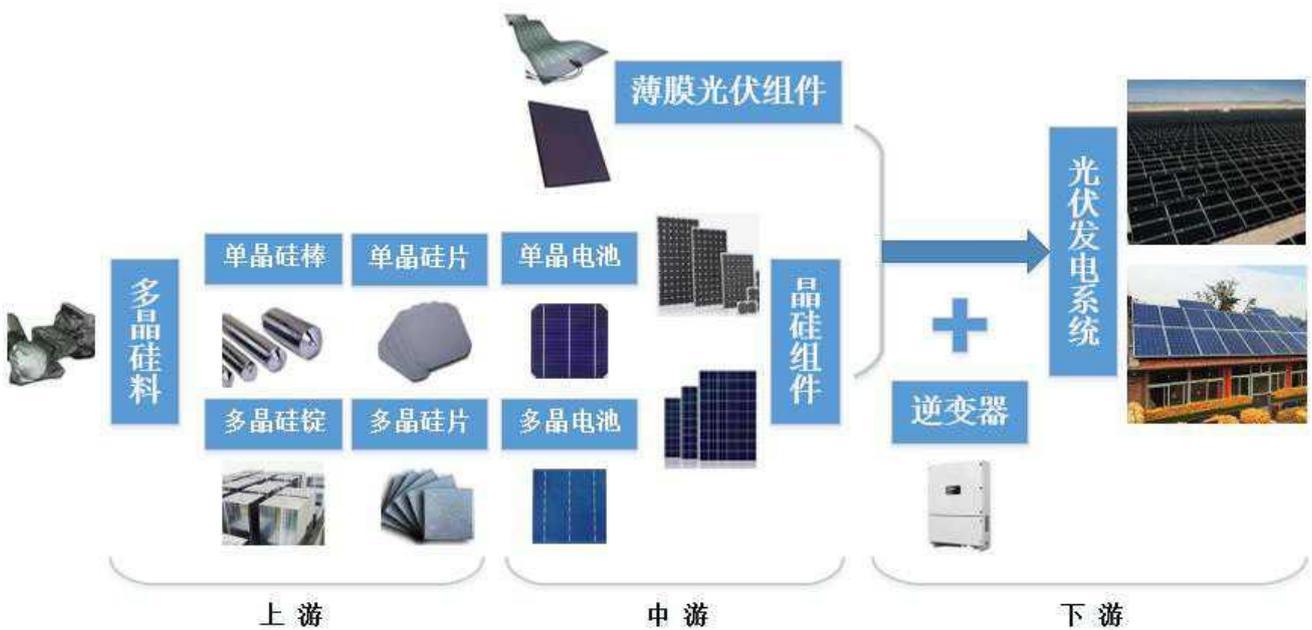
图 4：太阳能光伏发电的技术路线



资料来源：东莞证券研究所

在晶体硅光伏电池体系中，上游为其原材料的生产供应端，包括从硅料到硅片的整个生产环节；晶体硅光伏电池及组件是中游；下游主要是逆变器和光伏发电系统应用领域。

图 5：光伏产业链



资料来源：CPIA，东莞证券研究所

多晶硅是光伏行业上游的基础原材料，有产能投资门槛高、生产技术工艺复杂、投产周期长等特点，进入壁垒高，具有较高行业附加值。

按纯度要求及用途不同，可以将多晶硅分为太阳能级多晶硅和电子级多晶硅，太

太阳能级多晶硅主要用于太阳能电池的生产制造，而电子级多晶硅作为主要的半导体电子材料，广泛应用于电子信息领域。

目前，光伏行业是多晶硅使用量最大的行业领域。根据中国光伏行业协会数据，2019年全球多晶硅产量50.8万吨，其中，太阳能级块状硅约为45.8万吨，占比约为90.1%。太阳能级多晶硅对杂质有严格的要求，通常要求其中杂质总含量低于 10^{-6} ，即多晶硅的纯度需达到99.9999%以上，尤其是对其硼、磷元素的要求尤为严格，高纯多晶硅的制备是光伏产业链中技术含量较高的环节。

太阳能级多晶硅主要分类如下：（1）根据下游生产硅片的不同，可将多晶硅分为单晶硅片用料和多晶硅片用料，单晶硅片用料指用于单晶硅拉制并生产单晶硅片的多晶硅，多晶硅片用料指用于多晶铸锭并生产多晶硅片的多晶硅；（2）根据多晶硅掺入杂质及导电类型的不同，可分为P型、N型，其中，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，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，为P型多晶硅；（3）根据技术指标的差别可以将太阳能级多晶硅分为四级，即特级品、1级品、2级品、3级品；（4）根据客户是否可以直接投炉使用，可以将多晶硅分为免洗料和非免洗料，免洗料经检验后可以直接投炉使用，非免洗料需要经过分拣、打磨、清洗等工序方可使用；（5）根据多晶硅的表面质量不同，又可将多晶硅细分为致密料、菜花料、珊瑚料等；（6）根据外形可以分为块状和棒状。

表 2：硅片用料分类

产品类型	产品执行的国家标准	下游应用	下游客户
单晶硅片用料	符合电子三级以上免洗料标准(GB/T 12963-2014) 施主杂质浓度 $N \leq 15 \text{ppba}$ 受主杂质浓度 $\leq 04 \text{ppba}$ 氯浓度 $\leq 0.6 \times 10^{-6} \text{at/cm}^3$ 碳浓度 $\leq 1.5 \times 10^{-6} \text{at/cm}^3$ 少子寿命 $\geq 500 \text{ps}$	用于拉制单晶硅棒， 并生产单晶硅片	光伏单晶硅片 厂商
多晶硅片用料	符合太阳能一级以上免洗料标准(GB/T 25074-2017) 施主杂质浓度 $\leq 1.40 \text{ppba}$ 受主杂质浓度 $\leq 54 \text{ppba}$ 氯浓度 $\leq 1.5 \times 10^{-6} \text{at/cm}^3$ 碳浓度 $\leq 1.5 \times 10^{-6} \text{at/cm}^3$	用于铸造多晶硅锭， 并生产多晶硅片	光伏多晶硅片 厂商

数据来源：新疆大全招股说明书，东莞证券研究所

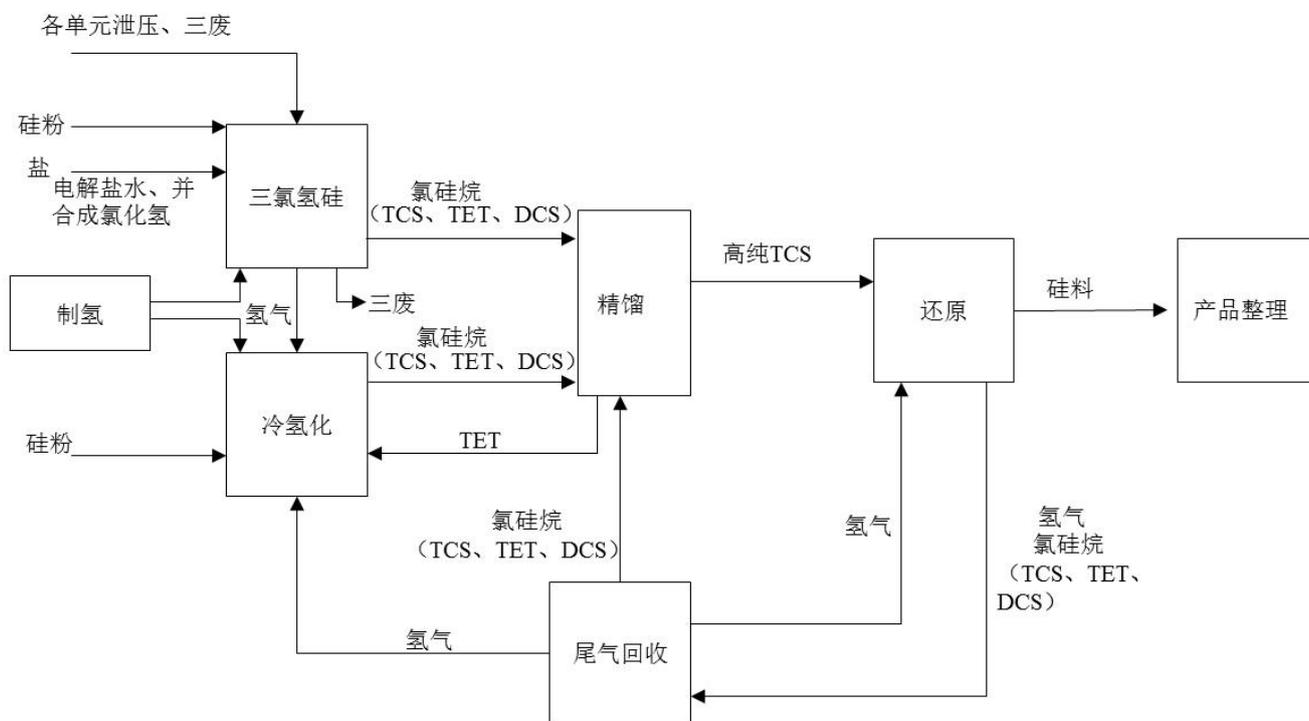
2.2 生产多晶硅的主要工艺

西门子法。西门子法为生产多晶硅的原有工艺，是以氢气还原高纯度三氯氢硅，在加热到 $1,100^\circ\text{C}$ 左右的硅芯上沉积多晶硅的生产工艺。

改良西门子法。目前国内外最主流及最成熟的多晶硅生产工艺，又称“闭环西门子法”。其主要是在西门子法基础上增加了尾气回收和四氯化硅氢化工艺，实现了生产过程的闭路循环，避免副产品直接排放污染环境，并实现原料的循环利用，有效降低了生产成本。目前，改良西门子法技术已经相对成熟，技术较为稳定，当前的技术发展目标主要是持续提高生产效率，提升产品质量，降低物耗、能耗，降低多晶硅成本。因此，短期内技术迭代的风险较小。

硅烷流化床法。多晶硅生产工艺之一。硅烷流化床法是以四氯化硅、氢气、氯化氢和工业硅为原料在流化床内（沸腾床）高温高压下生成三氯氢硅，将三氯氢硅再进一步歧化加氢反应生成二氯二氢硅，继而生成硅烷气。制得的硅烷气通入加有小颗粒硅粉的流化床反应炉内进行连续热分解反应，生成粒状多晶硅产品。

图 6：高纯多晶硅工艺流程图（改良西门子法）

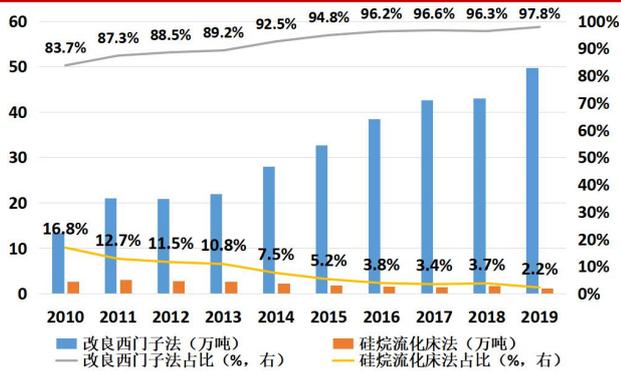


资料来源：新疆大全招股说明书，东莞证券研究所

硅烷流化床法虽然经过几十年的发展，但目前产量占比仍然很低，2019 年全球多晶硅产量中硅烷流化床法生产的颗粒多晶硅占比为 2.2%。相比于改良西门子法，硅烷流化床法具有投资强度低、尾气易于回收利用、硅烷分解温度低、能耗低、便于采用流化床连续生产、项目人员需求少等竞争优势。但硅烷易燃、易爆的突出特点和安全隐患，限制了硅烷流化床法的推广使用。此外，质量方面，硅烷流化床法生产的产品金属杂质、碳含量等与电子级或太阳能级多晶硅的国家标准要求还有差距。

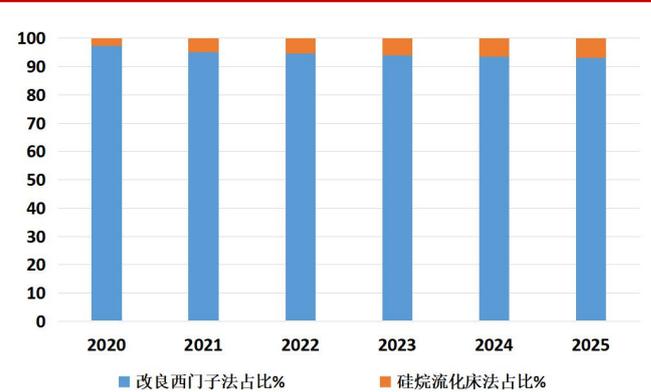
硅烷流化床法短期内取代改良西门子法的可能性较低，但中长期来看，硅烷流化床法占比有望逐渐提高，CPIA 预计，至 2025 年硅烷流化床法占比将提高到 7%。

表 3:2010-2019 年不同生产工艺的多晶硅产量及占比



资料来源：CPIA，东莞证券研究所

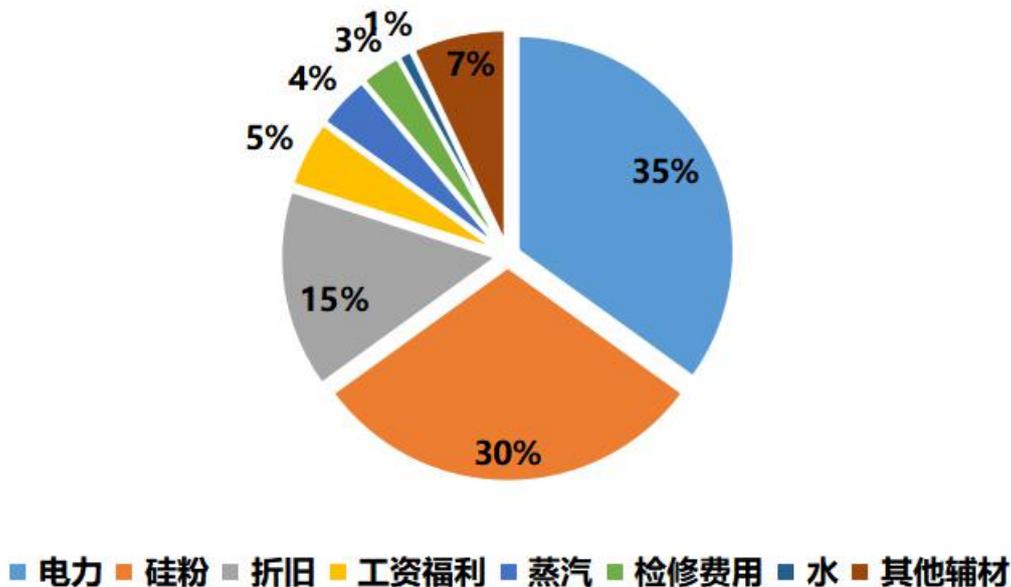
表 4: 2020-2025 年不同生产工艺的多晶硅产量及占比



资料来源：CPIA，东莞证券研究所

目前在主流的改良西门子法中，多晶硅生产成本主要由电力、原料和折旧组成，其中电力成本占比最大，约 35%；硅粉成本占比约 30%；折旧成本占比约 15%，三者合计占到总成本的 80%左右。

图 7: 改良西门子法多晶硅成本构成

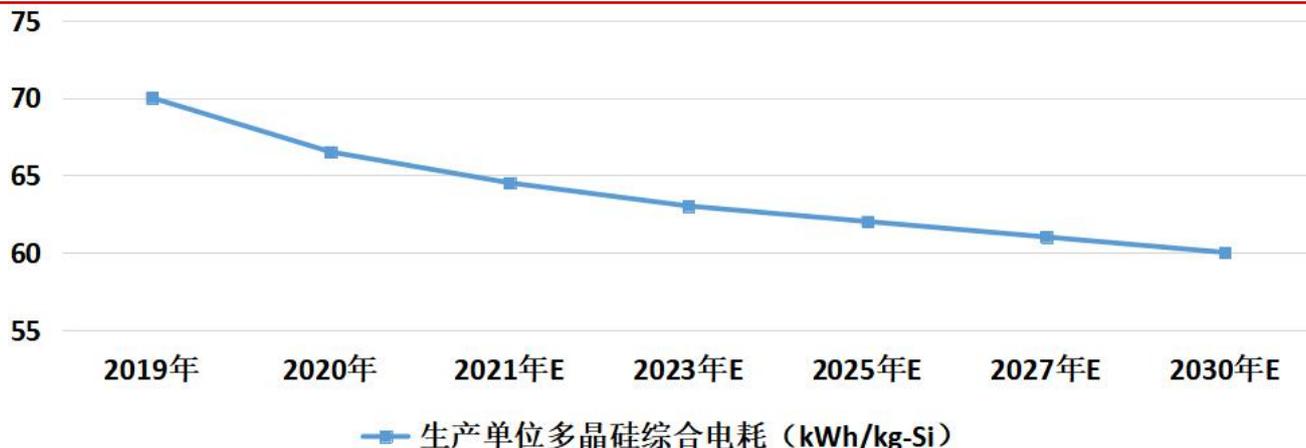


资料来源：SOLARZOOM，东莞证券研究所

2.3 多晶硅综合电耗成本不断下降

综合电耗是工厂生产单位多晶硅产品所耗用的全部电力，包括合成、电解制氢、精馏、还原、尾气回收和氢化等环节的电力消耗。2020 年，改良西门子法生产多晶硅平均综合电耗已降至 66.5kWh/kg-Si，同比下降 5%。未来随着生产装备技术提升、系统优化能力提高、生产规模增大等，CPIA 预计至 2030 年有望下降至 60kWh/kg-Si。目前硅烷流化床法颗粒硅综合电耗较改良西门子法棒状硅低 40%-50%。

图 8：2019-2030 年改良西门子法生产单位多晶硅综合电耗（kWh/kg-Si）

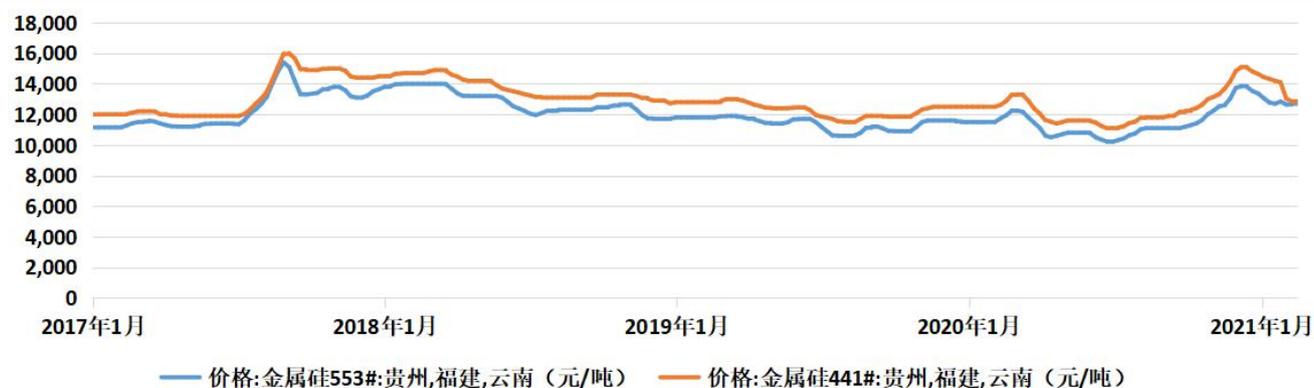


资料来源：CPIA，东莞证券研究所整理

2.4 金属硅价格长期较为稳定，其波动对多晶硅影响较小

目前工业硅粉尚无公开的市场价格。工业硅粉系由金属硅/工业硅加工而成，因此，工业硅粉的价格一般参照金属硅市场价格。2020 年下半年，受下游需求旺盛影响，金属硅 553 价格从 11000 元/吨左右上涨至 15000 元/吨，金属硅 441 价格从 10200 元/吨上涨至 13800 元/吨。2021 年 1 月开始，金属硅价格有所回落。

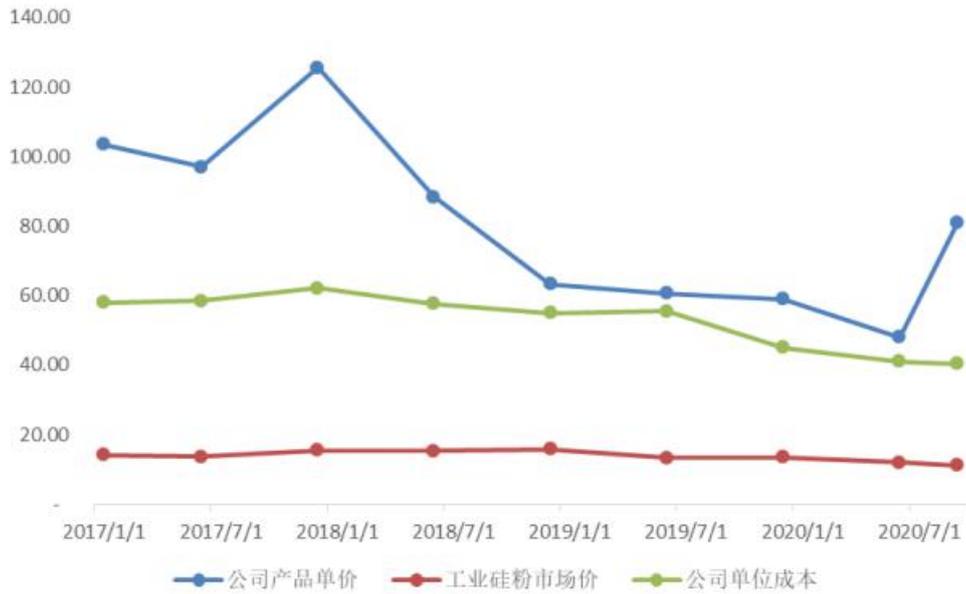
图 9：金属硅价格



资料来源：Wind，东莞证券研究所

工业硅的价格主要受其本身供需关系的影响，工业硅主要用于铝合金和其他非铁基合金的添加剂，以及生产有机硅等，其作为多晶硅生产的原材料的市场需求相对其整个市场容量来说比例较小，多晶硅需求和价格上升对工业硅没有明显拉动作用。多晶硅的价格主要受多晶硅供需关系影响，多晶硅的售价和成本不构成直接的线性关系，因而与单种原材料价格没有明显的相关关系。

图 10：工业硅粉价格、新疆大全多晶硅单位成本和多晶硅单价对比



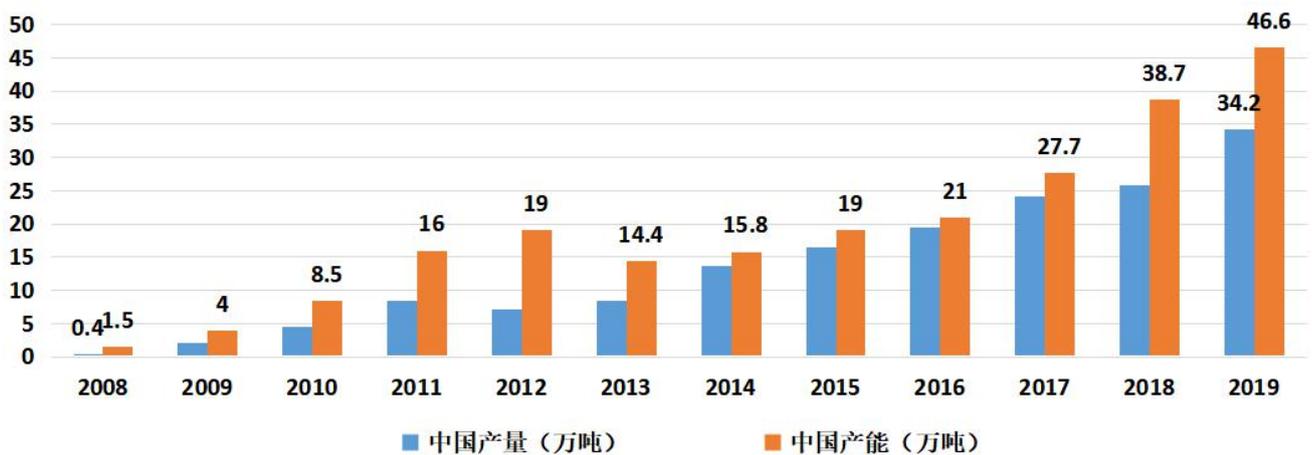
资料来源：新疆大全招股说明书，东莞证券研究所

3 供给：历年多晶硅产量持续扩大，国产替代趋势明显

3.1 多晶硅生产集中在国内

2019 年，我国多晶硅产能达 46.6 万吨，产量达 34.2 万吨。2008-2019 年，我国多晶硅产能和产量年复合增长率分别为 36.67%和 49.84%。

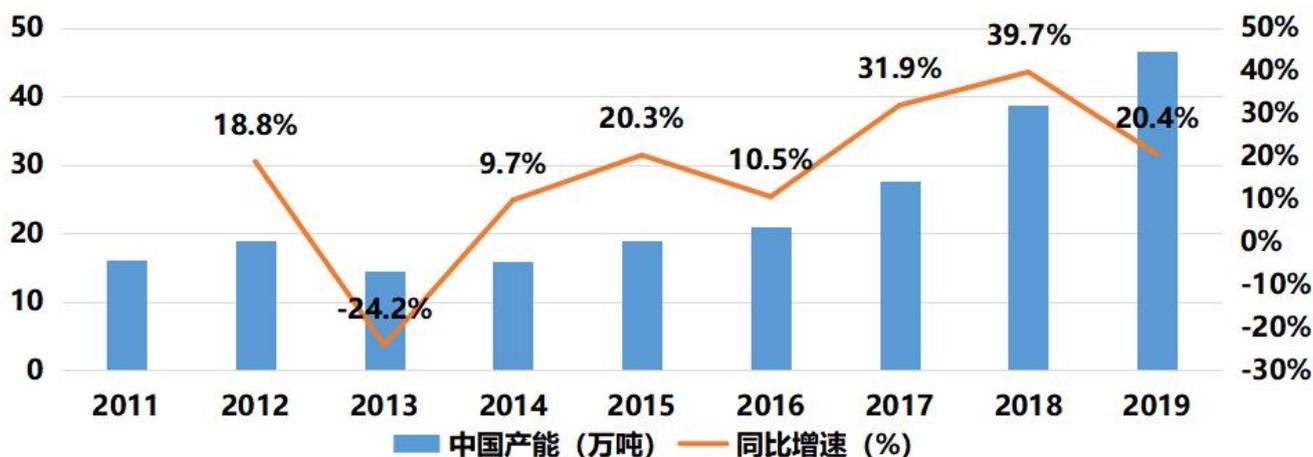
图 11：2008-2019 年我国多晶硅产能和产量情况



资料来源：CPIA，东莞证券研究所

2017-2018 年，国内多晶硅行业掀起集中扩产潮，保利协鑫、通威股份、新特能源、新疆大全、东方希望 5 家一梯队厂商为扩产的主力，合计扩产规模约 20 万吨，多晶硅产能在 2017-2019 年快速提升，2017 年、2018 年国内多晶硅产能增速分别达 31.9%和 39.7%，2019 年增速有所放缓。

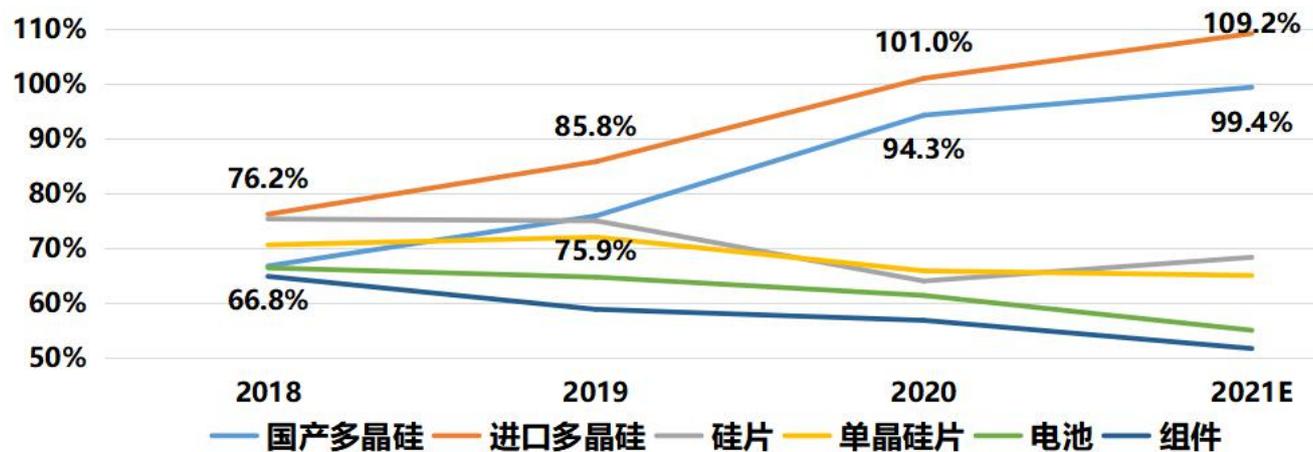
图 12：2011-2019 年国内多晶硅产能及增速



资料来源：硅业分会，东莞证券研究所

2018-2020 年多晶硅料产能利用率出现快速上升趋势，2020 年下半年由于国内下游需求旺盛，主要多晶硅企业宣布扩产，但是多晶硅投产时间较长，从项目新建到产能投产一般需要 1-2 年，短期硅料将持续趋紧，2020 年国产多晶硅料产能利用率超过 100%，硅业分会预计 2021 年产能利用率仍将维持较高水平。

图 13：2018-2021E 产业链各环节产能利用率



资料来源：硅业分会，东莞证券研究所

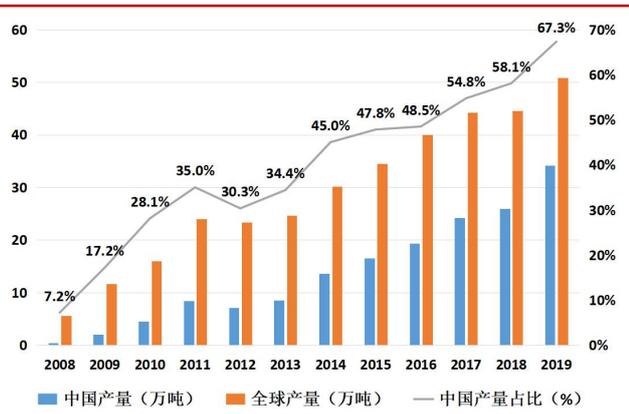
从产量来看，中国多晶硅产量占全球产量的比重总体保持增长趋势。2008-2020 年，中国多晶硅产量占全球比重从 7.2% 大幅攀升至 67.3%，中国成为全球生产多晶硅最主要的国家之一。

全球多晶硅产业正进一步向中国转移，主要因为：一、中国多晶硅企业大规模扩产，而下游硅片环节的生产制造产能主要集中在中国，2019 年中国硅片产能、产量占全球的比重分别为 93.1%、97.3%，中国的多晶硅自给率逐步提升，抢占了海外多晶硅企业的市场；二、中国多晶硅企业的成本优势凸显，国内低成本产能不断扩张，而海外主要产能投资较早、单位投资成本高，且海外电价、人工成本较高，整体生产成

本远高于国内领先企业；三、中国多晶硅企业的产品质量不断提升，不仅能够满足多晶硅片生产所需，而且已经能够提供单晶硅片生产所用硅料。

2020年，全国多晶硅产量达39.2万吨，同比增长14.6%。2021年随着多晶硅企业技改及新建产能的释放，CPIA预计多晶硅产量将达到45万吨，同比增长约14.8%。

图14：2008-2019年中国多晶硅产量及占全球产量的比重



资料来源：CPIA，东莞证券研究所

图15：2010-2021E国内多晶硅产量及增速



资料来源：CPIA，东莞证券研究所

通威股份在建的乐山二期和保山一期项目产能预计将于2021年底释放，东方希望预计2021年新增约3万吨产能，保利协鑫产能小幅增加。2021年后，随着通威股份新建产能的释放和持续的扩产、新疆大全和亚洲硅业募投项目的逐步投产，行业产能有望得到较大幅度的提升。

表5：2020年8月-12月主要企业采购多晶硅情况

2020年8月	上机数控-大全	无锡上机数控全资子公司弘元新材料（包头）有限公司与新疆大全签订多晶硅采购合同，2020~2022年将向新疆大全采购原材料多晶硅料2.16~3.2万吨，按照当前市场价格（PVInfoLink最新公布的多晶硅致密料均价）测算，预计采购金额约19.44~28.80亿元。
2020年8月	隆基-亚洲硅业	约定2020年9月1日至2025年8月31日（共5年），合计采购多晶硅料12.48万吨，平均每年2.5万吨，且不受设备检修影响
2020年9月	隆基-通威	根据《合作协议》，多晶硅料供需合作包括双方以每年10.18万吨多晶硅料的交易量为基础目标。隆基的硅料需求优先从通威采购，通威硅料优先保障供给隆基。
2020年9月	晶澳-新特	晶澳科技与新特能源签订战略合作买卖协议，将采购原生多晶硅9.72万吨
2020年11月	天合光能-通威股份	天合光能宣布拟于2021年1月至2023年12月期间向通威股份有限公司下属公司采购多晶硅产品合计约72000吨，产品价格随行就市
2020年11月	晶科-通威	合同约定2020年11月-2023年12月期间，晶科能源及四川晶科向通威股份下属永祥多晶硅、永祥新能源、内蒙通威、云南通威合计采购多晶硅9.3万吨。
2020年11月	美科硅能源-通威	美科硅能源拟于2021年1月至2023年12月期间向通威下属公司采购多晶硅产品合计6.88万吨，产品价格随行就市。
2020年12月	隆基股份-新特能源	银川隆基硅材料有限公司等7家子公司与新特能源签订五年期多晶硅料采购协议。合同约定2021年1月至2025年12月期间，隆基向新特能源合计采购原生多晶硅料数量不少于27万吨

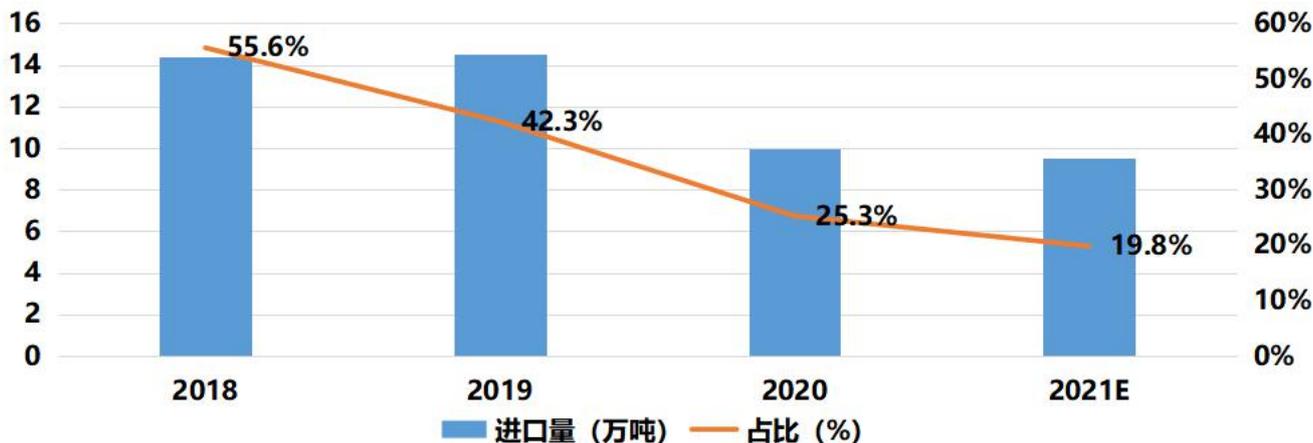
数据来源：CPIA，东莞证券研究所

2020年中国多晶硅产能在全球产能占比约80.9%，虽然国内多晶硅产能逐渐快速

提升，但目前国内供应还暂时无法完全满足国内需求，仍需要进口。2020年我国进口多晶硅料约10万吨，进口硅料占比约25.3%。2020年，多晶硅海外进口量同比下降较多，2020年初韩国多晶硅工厂退出以及2020年上半年市场低迷企业停产或者降低开工率导致进口量出现明显减少。

随着国内多晶硅新增产能继续释放，将维持国产替代趋势，我国对于进口多晶硅料的依赖度将不断下降，硅业分会预计2021年进口多晶硅料占比进一步下降到19.8%左右。

图 16：2018-2021E 我国多晶硅进口量及进口占比



资料来源：硅业分会，东莞证券研究所

多晶硅新增产能从2018年起陆续投产爬坡，同时，“531”政策导致行业需求大幅下降，导致多晶硅价格受下游需求调整和产能集中投放出现大幅下降。2020年下半年，硅料出现周期性紧缺，各大企业开始纷纷签订长单，保障产品供应。

随着下游硅片产能快速扩产及光伏终端需求向好，以及考虑到硅料厂从产能投放到稳定产出需要3~6个月时间，因此2021年虽有部分新增产能，预计硅料供需紧张将至少延持续至2021年底，2021年多晶硅价格上涨具备一定延续性。

3.2 颗粒硅扩产有望带来增量空间

当前主流的多晶硅生产技术主要有三氯氢硅西门子法和硅烷流化床法，产品形态分别为棒状硅和颗粒硅。棒状硅需要在破碎后才能后续单晶控制、多晶铸造晶体的过程中使用，破碎过程相当麻烦，同时还容易引入杂质。

颗粒硅是硅烷法生产出来的颗粒状多晶硅。和块状硅相比，颗粒硅形似球状，流动性好，更好满足复投料尺寸要求，无需破碎，避免破碎损耗，降低破碎成本，消除破碎过程中引入杂质的风险。目前国内单晶产能迅速扩张，单晶复投小料比例提高，颗粒硅无需破碎，能避免杂质引入，料性完美契合单晶用料需求，未来待下游企业持续验证后，有望成为新一代的硅料技术。

图 17：块状多晶硅

图18：颗粒硅



资料来源：保利协鑫能源官网，东莞证券研究所



资料来源：保利协鑫能源官网，东莞证券研究所

当前三氯氢硅西门子法生产工艺相对成熟，2020 年采用此方法生产出的棒状硅约占全国总产量的 97.2%，目前仍是主流生产工艺。

保利协鑫是生产颗粒硅最主要的企业，其在徐州已建成万吨级硅烷流化床法生产线，经过了近 3 年的运营、改造和提升，2019 年颗粒硅产量达 3000 吨，2020 年产量提升到 6000 吨。2021 年 2 月 3 日，保利协鑫能源旗下颗粒硅（FBR）研发与制造主体江苏中能年有效产能已由此前的 6000 吨提升至 10000 吨。2020 年 9 月，江苏中能扩产 5.4 万吨颗粒硅项目开工，总投资 47 亿元，计划分两期建设，一期于 2021 年 6 月年产能扩至 3 万吨，二期于 2021 年底年产能扩至 5.4 万吨，部分客户已经提前锁定其未来的颗粒硅供应。

江苏中能将于 2021 年 3 月至 2023 年 12 月期间向隆基股份及其 7 家附属公司销售合共不少于 9.14 万吨多晶硅，多晶硅供应量之中将包括颗粒硅产品。另外，江苏中能将于 2022 年 1 月至 2026 年 12 月期间向天津环睿销售合共 35 万吨多晶硅，每年多晶硅供应量之中将包括较大比例保利协鑫附属公司现有及未来规划颗粒硅产能的实际产量。颗粒硅其投产及长单协议的签订将给保利协鑫带来增量空间，强化其成长性，同时，能在一定程度上改善多晶硅趋紧的格局。

4 需求：多晶硅需求旺盛

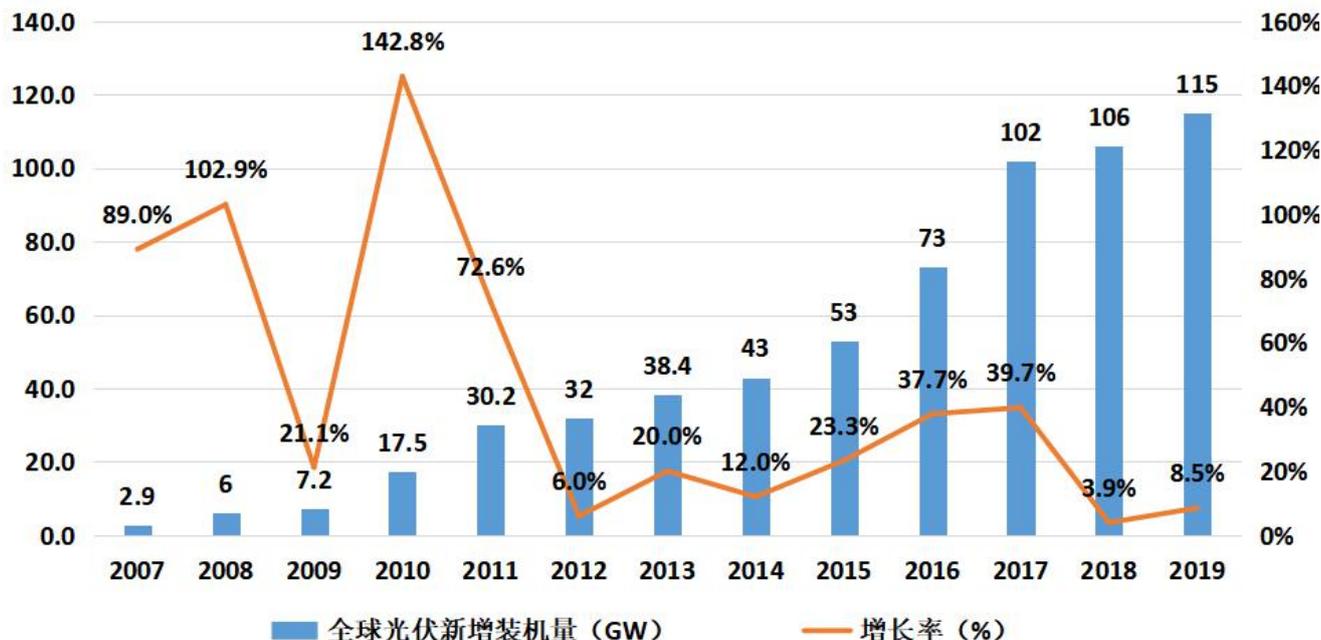
4.1 光伏新增装机量高增长提振多晶硅需求

多晶硅需求和新增光伏装机规模有直接关系，新增光伏装机规模的快速增长将大幅拉动多晶硅的市场需求。

在全球各国光伏产业政策的推动和应用市场需求的拉动下，全球光伏产业总体呈现高速发展，新增装机容量屡创新高。光伏行业新增装机容量自 2007 年以来历经三次波动，分别缘于 2009 年的全球金融危机、2012 年的贸易摩擦和 2018 年的光伏政策调整。这三次波动虽未导致全球光伏新增装机容量下降，但使其增速有所减缓。除 2012 年和 2018 年外，其余年份均保持高于 10% 的同比增长率。

2013年后，在光伏发电成本持续下降、政策持续利好和新兴市场快速兴起等有利因素的推动下，新增装机容量增速快速上升，全球光伏市场持续扩大。根据CPIA，2019年全球新增光伏装机容量为115GW，同比增长8.5%。2007年至2019年的13年间，新增装机容量由2.9GW增至115GW，增长超38倍，2007年-2019年的年均复合增长率高达44.5%。

图 19：全球光伏新增装机量（GW）



资料来源：CPIA，东莞证券研究所

4.2 中国光伏行业后来居上，新增并网装机容量跃升全球首位

和欧洲国家相比，中国的光伏发电行业起步较晚。1958年，我国开始研制光伏电池，并在1971年首次将其成功应用于发射的东方红二号卫星上，1973年，首次将光伏电池应用于地面设施。

1980年之前，我国太阳能光伏产业尚处于雏形，太阳能电池的年产量不足10KW，且价格昂贵。受产量及价格的限制，太阳能电池除用作卫星电源外，在地面上仅用于小功率电源系统。

2000年后，国家启动了送电到乡、光明工程等系列扶持项目，解决偏远无电地区用电问题，国内光伏行业开始蓬勃发展。随着光伏发电技术逐渐成熟、成本逐步降低、上网电价初步明确以及国家改善能源结构的需求日益增加，集中式光伏发电得以迅速发展。

2009年，国家开始实施太阳能光电建筑应用示范项目和金太阳示范工程，促进国内光伏发电的产业化和规模化发展。2011年，国家发改委发布《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》，进一步加快光伏发电产业的发展。

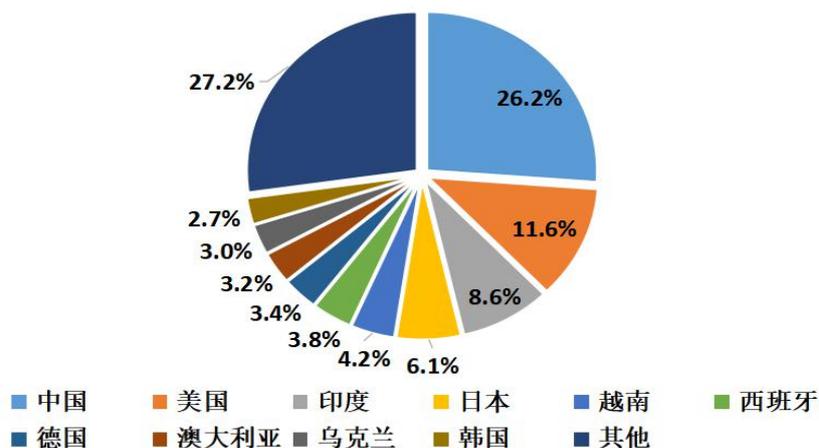
自 2011 年起，欧美对我国光伏组件制造业进行“双反”调查，光伏行业受到了较大的冲击。2013 年后，国内陆续出台政策，光伏发电装机规模迎来爆发式增长。

在 2018 年“531 光伏新政”对于规模、补贴、电价等方面都进行了调整，国内光伏市场受到一定影响，新增装机规模出现小幅下滑。我国光伏发电行业经过十多年的快速发展，目前已是全球光伏发电规模最大、增长最快的市场。

中国、欧盟和美国 2019 年全球光伏新增装机容量排名前三，而中国以新增装机容量 30.1GW 位列第一，占全球光伏新增装机容量的 26.2%。

美国是 2019 年光伏新增装机第二大的国家，光伏新增装机 13.3GW。第三位是印度，2019 年装机达 9.9GW。日本排名第四，年装机容量为 7GW。

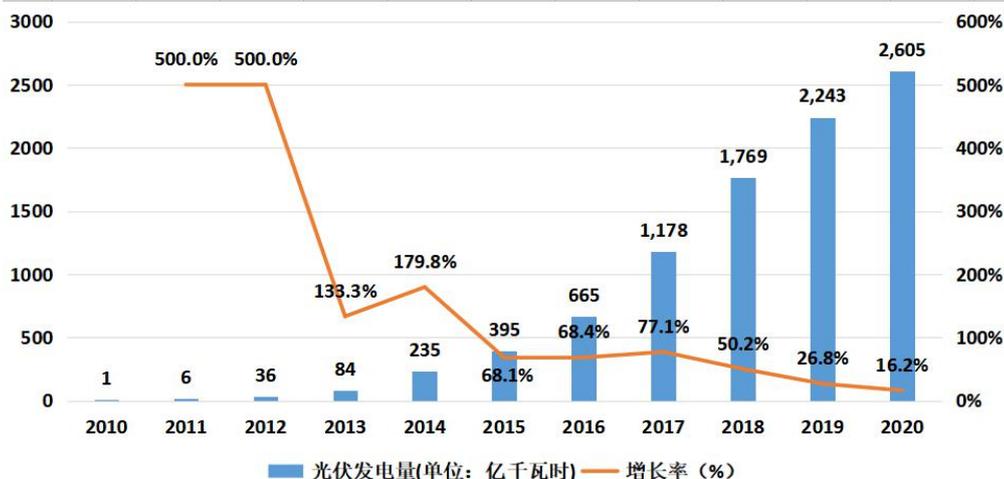
图 20：2019 年全球前十国家光伏新增装机容量占比情况



资料来源：IEA，东莞证券研究所

2010-2020 年，我国光伏发电量持续高速增长。2020 年，光伏发电量达 2605 亿千瓦时，同比增长 16.2%，约占全国全年总发电量的 3.5%，较 2019 年提升 0.4 个百分点。据 IEA 预测，全球光伏发电在总发电量的占比将在 2040 年达到 18.7%，而 2018 年全球范围内光伏发电渗透率仅为 2.2%。和全球光伏发电渗透率目标相比，目前中国光伏发电市场空间广阔。光伏作为可再生能源，未来国内光伏发电渗透率不断提升是大势所趋。

图21：2010-2020年我国光伏发电量及增长率



数据来源：中国电力企业联合会，CPIA，东莞证券研究所

2020年，国内光伏新增装机48.2GW，创历史第二高，同比增加60.1%，累计光伏并网装机容量达到253GW，新增和累计装机容量均为全球第一。CPIA预计2021年国内光伏新增装机量超过55GW，累计装机有望达到约308GW。2020年受疫情影响，上半年电站装机规模较少，全年装机主要集中在下半年。2020年12月，在抢装推动下，单月新增光伏装机规模达到29.5GW，创历史新高。2020年户用光伏装机超10GW，占到了全年光伏新增装机约20%。

图 22：2010-2021E 中国光伏新增并网装机量及增长率

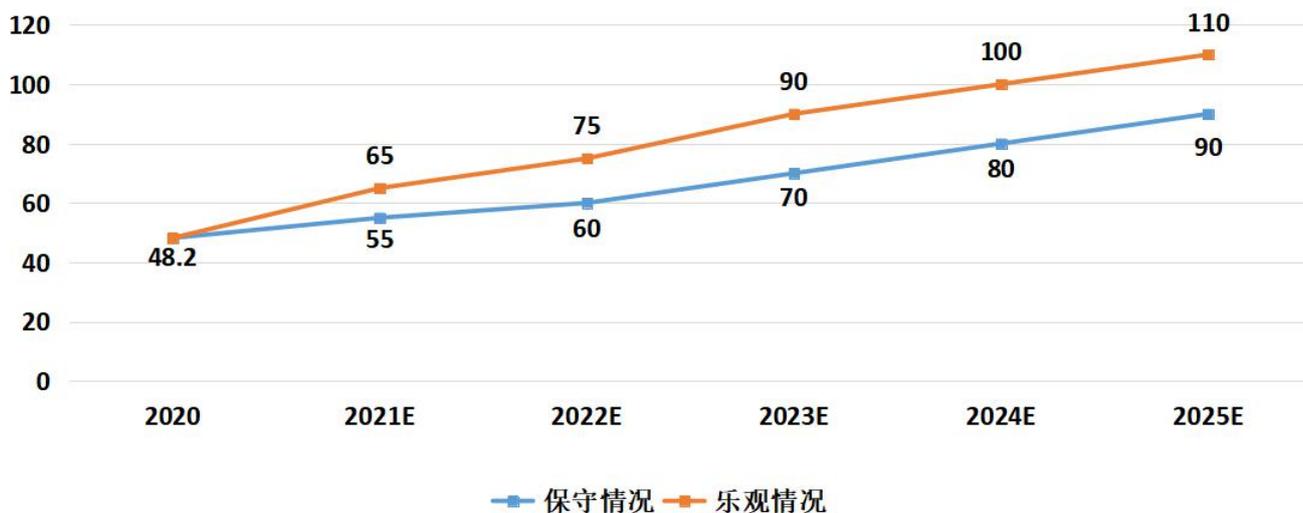


资料来源：CPIA，东莞证券研究所

2020年12月12日，在气候雄心峰会上，习主席宣布，到2030年，中国非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右。为达到此目标，CPIA预计，2025年我国光伏年均新增光伏装机或将在90-110GW之间。

图 23：2020-2025E 国内光伏新增装机量

国内光伏新增装机量（单位：GW）



数据来源：CPIA，东莞证券研究所

2016-2019年，国内多晶硅需求量从29.8万吨上升至41.1万吨，CPIA预测2020年需求量继续提高到45.2万吨。2021年，CPIA预测全球新增装机量有望达到170GW，2022年将达到180-225GW。2021年若以170GW测算，对应多晶硅需求量约54.2万吨，2022年将进一步提升到57.4万-71.7万吨。其中，单晶技术路线硅料需求量占比持续提升，从2016年的17.2%大幅提高到2019年的58.4%，单晶为目前公认的主流技术路线，CPIA预计至2021年单晶对多晶硅硅料需求量的占比仍将继续提升。

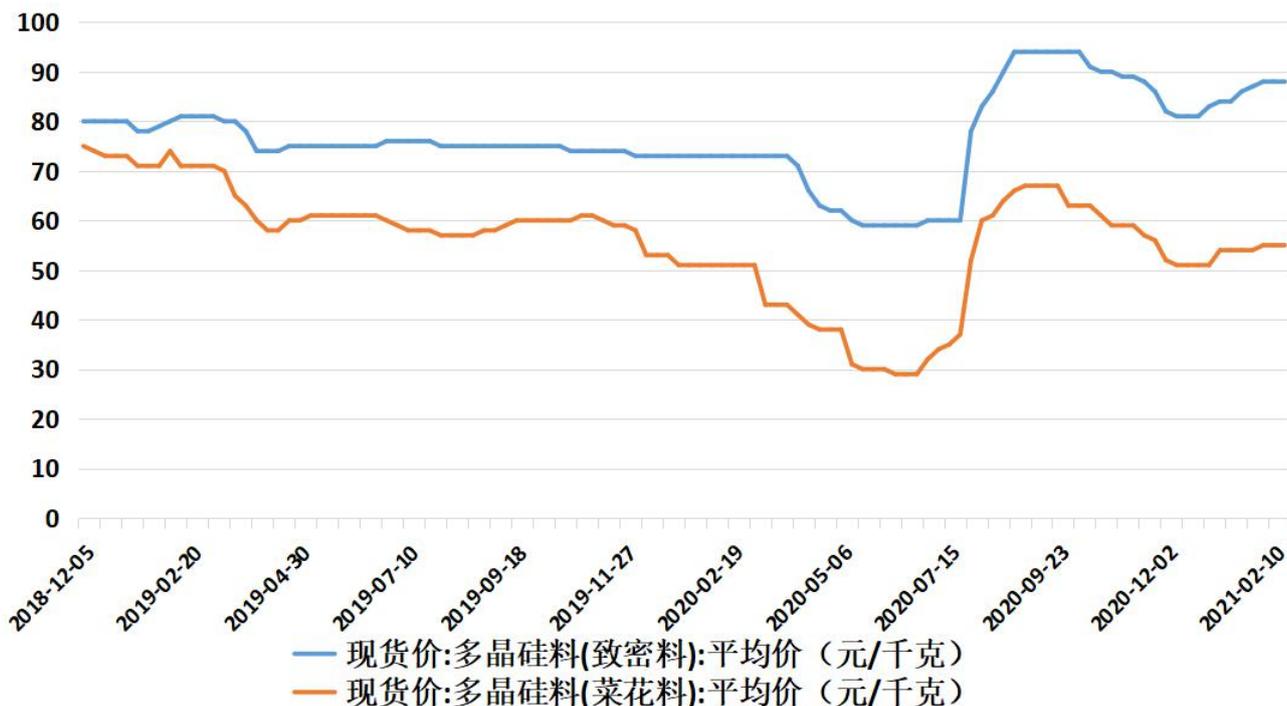
图 24：2016 年-2021 年国内光伏新增装机量



数据来源：CPIA，东莞证券研究所测算

据 PV Infolink 统计，硅料价格自 2020 年 12 月以来持续回升，春节前下游备货需求拉动下，单晶用料现货均价环比再上涨 2.4% 至 86 元/kg 左右。

图 25：硅料价格走势



数据来源：PV Infolink，东莞证券研究所

光伏需求持续上涨，对硅料的需求不断加大，2021年多晶硅行业新增产能有限。2020年8月以来，为充分保障原材料的供应，多家企业通过长单形式锁定硅料，2021年80%以上硅料产能已被下游企业预定，供需格局趋紧或将持续到2021年底。

5 多晶硅行业呈较高集中度

5.1 国内多晶硅 CR4 占比超七成

国内前五的高纯多晶硅市场主要参与者包括通威股份、保利协鑫、新特能源、东方希望 and 新疆大全。这五家主要企业 2018-2019 年均进行了大规模的产能扩张，本轮扩张是在技术趋于成熟、投资成本大幅下降、行业前景更趋明朗的背景下实施的，由国内规模和技术水平靠前的高纯多晶硅企业主导的，新投产能具有产品品质高、单位投资强度低、单位产品电耗低等显著优点。经过本轮产能扩张，国内外落后产能陆续被替代。

表 6：国内多晶硅行业主要公司情况

公司名称	基本情况
通威股份	通威股份（股票代码：600438）以农渔业、新能源为双主业，主要产品包括饲料和多晶硅、太阳能电池和组件。在光伏新能源方面，通威股份以高纯多晶硅、太阳能电池等产品的研发、生产、销售为主，同时致力于“渔光一体”终端电站的投资建设及运维。
新特能源	新特能源（股票代码：01799.HK）系特变电工（股票代码：600089）控股子公司，专业从事光伏新能源产品研制，硅基新材、先进陶瓷、锗基新材、粉体新材等产品研发，风、光资源的开发及运营以及节能环保技术应用。
保利协鑫	保利协鑫（股票代码：03800.HK），主要经营高纯多晶硅和硅片制造业务，其在境内的主要运营实体为江苏中能硅业科技发展有限公司，保利协鑫与中环股份合资在新疆建有多晶硅生产基地。
东方希望	东方希望是集重化工业（矿山、发电、铝业、硅业、水泥、化工等10多个行业）、农业（饲料、养殖等）、商业地产为一体的特大型跨国民营企业集团。2013年，东方希望进入光伏行业，从事多晶硅的生产。
新疆大全	公司主要从事高纯多晶硅的研发、制造与销售，主要用于光伏硅片的生产，硅片应用于下游光伏电池、光伏电池组件、光伏发电系统等太阳能光伏产品的生产。

数据来源：新疆大全招股说明书，东莞证券研究所

2019年，保利协鑫产能为11.8万吨，产量为6.03万吨，销量为3.88万吨，保利协鑫的产能位居全球第一。保利协鑫使用自产的多晶硅生产硅片，因此其多晶硅产量和对外销量相差较大。通威股份产能为8万吨，其2019年产量和销量均为全球第一。

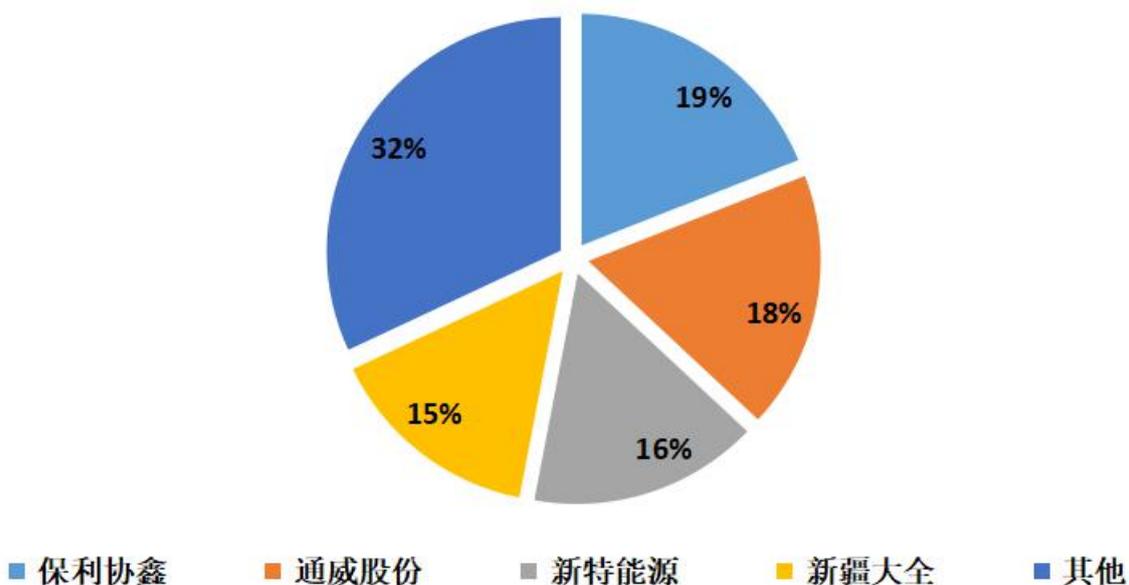
表 7：国内多晶硅行业主要公司生产情况和市场地位对比

公司	2019年末产能 (万吨)	2019年产量 (万吨)	2019年销量 (万吨)	2019年多晶硅销售收入 (亿元)	市场地位
新疆大全	7.00	4.16	3.81	23.91	2020年1-9月国内市场占有率19.30%，国内单晶硅片产量的市场占有率为20.94%，2019年度产量、销售全球第五，国内第三
通威股份	8.00	6.44	6.38	51.79	2019年度全球产量第一、销量第一
保利协鑫	11.80	6.03	3.88	/	2019年末产能全球第一，2019年度产量全球第三
新特能源	7.10	3.7	/	22.3	2019年末产能全球第五、2019年度产量全球第六
东方希望	4.00	2.8	/	/	2019年末产能全球第七

数据来源：CPIA，公司年报，新疆大全招股说明书，东莞证券研究所

根据硅业分会，2019年底保利协鑫多晶硅产能占比约19%高居首位，其次为通威股份、新特能源和新疆大全，分别占比约18%、16%和15%，CR4约68%，市场集中度较高。

图 26：2019 年国内主要企业多晶硅产能分布



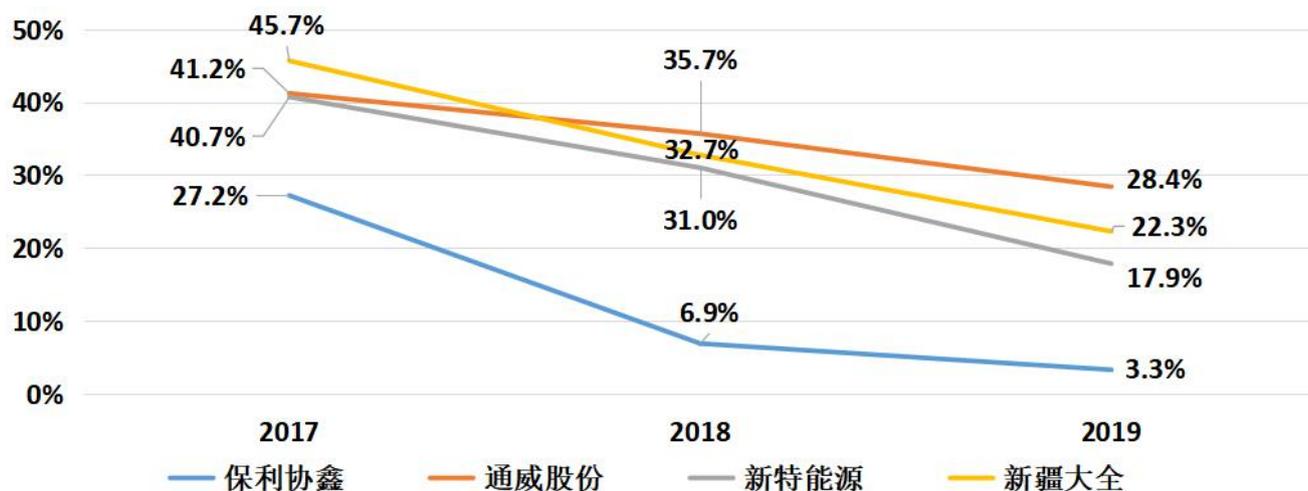
资料来源：硅业分会，东莞证券研究所

根据硅业分会，从产能来看，2020 年底通威股份、保利协鑫、新特能源和新疆大全 4 家年产能在 5 万吨以上的企业产能合计约 31.7 万吨，约占国内多晶硅总产能的 75.5%，较 2019 年提升约 7.5 个百分点；从产量来看，这 4 家企业 2020 年产量合计约为 30.2 万吨，占国内总产量的 76.3%。从全球占比来看，通威股份、保利协鑫、新特能源、新疆大全和德国瓦克 2020 年产量排名全球前五的多晶硅企业产量共计约 35.8 万吨，占全球多晶硅总产量的比例达到 68.2%，市场集中度较高。

5.2 通威多晶硅业务优势明显

毛利率方面，由于东方希望没有上市，因此取保利协鑫、通威股份、新特能源和新疆大全四家企业的多晶硅相关业务毛利率作为对比。2017-2019 年，四家企业的毛利率均呈现下滑趋势。主要因为受到“531 光伏政策”实施的影响，虽然 2019 年保利协鑫的多晶硅及硅片销量较 2018 年增加，但是多晶硅及硅片平均售价下跌较多，导致保利协鑫光伏材料毛利从 2018 年的 9.95 亿元进一步下跌至 2019 年的 4.23 亿元，毛利率从 27.2% 降至 3.3%。2018-2019 年，通威股份多晶硅业务毛利率在四家可比公司中均保持第一，分别为 35.7% 和 28.4%，体现较强竞争力。

图 27：主要上市企业多晶硅业务毛利率对比



资料来源：硅业分会，东莞证券研究所

6 投资建议

上游原材料具有较高话语权的龙头企业将受益于硅料价格上涨及销量的提升，建议关注多晶硅龙头通威股份。

通威股份（600438）。通威股份以农业、新能源双主业为核心，年饲料生产能力超过 1000 万吨、高纯晶硅年产能突破 8 万吨、高效电池年产能 20GW，光伏电站并网规模近 1.5GW。未来三至五年，通威高纯晶硅产能预计达到 22—29 万吨，形成 80—100GW 高效太阳能电池产能。经过多年跨越式发展，通威已成为农业产业化国家重点龙头企业、全球主要的水产饲料生产企业、全球高纯晶硅龙头企业及全球领先的晶硅电池生产企业。

通威于 2006 年进军光伏新能源产业，历经 10 余年快速发展，已成为拥有从上游高纯晶硅生产、中游高效太阳能电池片生产、到终端光伏电站建设与运营的光伏企业，形成了完整的拥有自主知识产权的光伏新能源产业链条。

通威的多晶硅业务 2016 年收入为 20.63 亿元，2019 年提高到 51.79 亿元，年复合增速达 35.9%，占比从 2016 年的 9.88% 提升到 2019 年的 13.79%，提升 3.91 个百分点。

2020 年 11 月 17 日，通威股份宣布将与天合光能合资建设 4 万吨硅料、15GW 硅片、15GW 电池片产能。2021 年 2 月 9 日，通威股份宣布将与晶科能源合资建设 4.5 万吨硅料、15GW 硅片产能。上述合作共涉及 20 万吨硅料、30GW 硅片、15GW 电池片产能。借助这些合资项目，通威股份将补齐硅片短板，实现从硅料到电池的产业链贯通，将打开未来的成长空间，竞争力将不断提升，未来通威对关键原材料、多环节等的进一步掌控有利于其更灵活应对各种外部市场环境的变化。

7 风险提示

- (1) 宏观经济下滑风险；
- (2) 行业景气度下降风险；
- (3) 市场竞争加剧风险。

东莞证券研究报告评级体系：

公司投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
中性	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%以上
行业投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 5%-10%之间
中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5%以上
风险等级评级	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	可转债、股票、股票型基金等方面的研究报告
中高风险	科创板股票、新三板股票、权证、退市整理期股票、港股通股票等方面的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

本评级体系“市场指数”参照标的为沪深 300 指数。

分析师承诺：

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

声明：

东莞证券为全国综合性证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（以下简称“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客户。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，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，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。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，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

东莞证券研究所

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：(0769) 22119430

传真：(0769) 22119430

网址：www.dgzq.com.cn