

2021 年 07 月 06 日

看好

相关研究

证券分析师

张雷 A0230519100003
zhanglei@swsresearch.com

研究支持

陈明雨 A0230120040001
chenmy@swsresearch.com
黄华栋 A0230120050002
huanqhd@swsresearch.com

联系人

陈明雨
(8621)23297818×转
chenmy@swsresearch.com

多晶硅景气度持续，格局优化洗牌加速

——多晶硅行业深度报告

本期投资提示：

- **多晶硅存技术及资金双重壁垒，投资成本与生产成本持续优化。**多晶硅产线偏重资产，初始设备投资额达 10.2 亿元/万吨，扩产周期约 12-18 个月，行业具有明显化工属性。改良西门子法系目前市场主流技术路线，占比超 95%，其单位初始投资成本不断下行，2025 年有望降至 7-8 亿元/万吨。同时，改良西门子法还原电耗、综合电耗持续下行，2030 年预计下降至 44 kWh/kg-Si，60 kWh/kg-Si，实现生产过程降本增效。
- **碳中和愿景拉升光伏装机需求预期，中短期维持供需紧平衡，长期行业格局优化。**需求侧多晶硅充分受益于全球光伏装机需求提升，预计 2021-2023 年多晶硅料全球总需求分别约 61.1 万吨、75.6 万吨、89.9 万吨，同比增速 23.4%、23.8%、18.8%。由于多晶硅环节扩产周期较长，2021 年供需紧平衡，Q1-Q4 有效产能分别为 15.5 万吨、16 万吨、16 万吨、16.5 万吨，对应有效产能利用率 86%、72%、96%、127%。据测算 2022Q1-Q4 有效产能利用率分别为 83%、75%、77%、89%，维持供需偏紧局面。中短期内，供需关系偏紧支撑多晶硅盈利能力，中长期来看，随着龙头厂商低成本产能加速投产，龙头集中度持续提升。根据统计，2020 年国内多晶硅有效产能前四厂商分别为通威股份、保利协鑫能源、大全新能源、新特能源，CR4 市占率为 67%。随着 CR4 扩产提速，成本与品质优势加持下，龙头市占率呈加速提升趋势，预计 2023 年 CR4 市占率有望达到 86%。
- **颗粒硅具备理论成本低的核心优势，品质问题逐步优化。**流化床法主要优势为转化率高、能耗低、可连续生产、副产物污染小，但由于产品纯度控制、安全性较差、炉壁沉积存在问题尚未普及应用。目前改良西门子法综合电耗约 60-65KWh/kg，硅烷流化床法综合电耗约 25-35KWh/kg，等量产品耗电量下降约 50%。颗粒硅质量参数不断突破，下游头部厂商将其纳入供应链进行验证，市场接受度预计逐步提升。供给方面，保利协鑫有望突破量产瓶颈，2021-2022 年加速推进颗粒硅产能扩张，预计至 2022 年将新增 20 万吨颗粒硅新产能，带动供给端产能快速提升。
- **电池技术路线向 N 型迭代提升多晶硅品质要求，电子级硅料加速国产化。**N 型电池转换效率具有明显优势，2025 年 TOPCon 电池、异质结电池转换效率预计分别为 25.0%、25.2%，突破 P 型 PERC 电池效率极限，有望成为市场主流技术。同时，半导体行业复苏及国产化趋势具有高确定性，打开国内电子级多晶硅市场。光伏行业多晶硅纯度要求为 7-8N，半导体需达到 11-12N，基本上提高 2-3 个数量级，提升多晶硅品质成为我国多晶硅未来技术发展重心。截至 2020 年底，国内电子级多晶硅主要厂商包括江苏鑫华 5000 吨、黄河水电 3300 吨、天宏瑞科 1000 吨等，总产能超过 15000 吨/年。同时，大全能源、亚洲硅业、新特能源等多个多晶硅领域龙头企业发力电子级多晶硅。
- **投资建议：短期供需紧平衡支撑多晶硅盈利能力高位维持，中长期规模成本优势构筑竞争护城河，龙头加速扩产推动竞争格局优化。**看好兼具规模成本优势与技术优势龙头厂商，重点推荐通威股份、特变电工（新特能源），建议关注大全能源。
- **风险提示：**光伏装机需求不及预期；电价及硅粉价格上涨；硅料价格下跌。



申万宏源研究微信服务号

投资案件

结论和投资建议

短期供需紧平衡支撑多晶硅盈利能力高位维持，中长期规模成本优势构筑竞争护城河，龙头加速扩产推动竞争格局优化。看好兼具规模成本优势与技术优势龙头厂商，重点推荐通威股份、特变电工（新特能源），建议关注大全能源。

原因及逻辑

供需方面，碳中和引领光伏长期需求增长斜率增大，全球多晶硅需求量 2020-2025 年 5 年 CAGR 约 17.4%。供给端，由于多晶硅产能释放周期较长，与终端需求变化及下游环节产能释放周期存在错配。2021 年，行业内无新增产能释放叠加上一轮高成本产能出清，供需维持紧平衡。经历上一轮格局调整后，龙头厂商盈利诉求较强。根据测算，2022 年全年有效产能利用率约 86%，维持供需偏紧状态，中短期维度多晶硅有望维持较高的盈利能力。

中长期维度，国内龙头厂商具备显著的规模优势，2021 年有效产能前四厂商分别为通威股份、新特能源、大全新能源、协鑫新疆，有效产能分别达 10 万吨、8 万吨、8 万吨、8 万吨，可变成本均低于 40 元/kg，位居第一梯队。随着 CR4 扩产提速，成本与品质优势加持下，龙头市占率呈加速提升趋势，预计 2023 年 CR4 市占率有望从 2020 年的 67% 提升到 86%。

N 型电池+半导体产业链国产化加速多晶硅品质提升趋势，龙头厂商具备更强的技术优势。截至 2020 年底，国内电子级多晶硅主要厂商包括江苏鑫华 5000 吨、黄河水电 3300 吨、天宏瑞科 1000 吨等，总产能超过 15000 吨/年。同时，大全能源、亚洲硅业、新特能源等多个多晶硅领域龙头企业发力电子级多晶硅。

有别于大众的认识

市场普遍认为，多晶硅行业的进入壁垒逐步降低，龙头厂商竞争优势减弱。我们认为多晶硅化工行业属性导致其天然存在较高的技术壁垒；多晶硅单万吨产能投资额在 10 亿元左右，意味着 10 万吨多晶硅产能的投资在百亿级别，因此存在较高的资金壁垒；多晶硅属于高能耗行业，获取产能建设指标及电价优惠政策存在较强的政策壁垒。随着龙头厂商逐步构筑规模成本优势，同时在资金和优惠政策获取能力上具备显著优势，我们认为未来龙头厂商市占率将加速提升，竞争力进一步增强。

市场普遍认为，多晶硅业务盈利能力波动较大。我们认为历史上来看多晶硅行业竞争格局较为分散、成本曲线斜率较为陡峭，由于产能扩张周期与下游需求周期的错配导致了盈利能力的大幅波动。随着市场份额逐步转移至国内龙头厂商，龙头的产业链议价能力增强、成本曲线斜率变缓，未来多晶硅盈利能力波动性将大幅减弱。

目录

1. 多晶硅行业投资逻辑.....	6
2. 技术及资金壁垒较高，投资成本与生产成本持续优化.....	7
3. 终端高景气度拉动多晶硅需求，供需短期紧平衡.....	10
3.1 碳中和推动能源结构转型，光伏长期装机空间广阔	10
3.2 受限于扩产周期，中短期多晶硅供需紧平衡	12
3.3 龙头厂商加速扩产，长期竞争格局优化.....	15
4. 颗粒硅万吨级量产验证开启，品质问题逐步优化.....	18
5. N 型电池推动产品品质升级，电子级硅料加速国产化.....	22
6. 投资标的梳理.....	26
6.1 通威股份（600438）	26
6.2 大全能源（688303）	27
6.3 新特能源（1799.HK）	28
6.4 保利协鑫能源（3800.HK）	29
7. 风险提示.....	31

图表目录

图 1：光伏产业链示意图	7
图 2：第三代改良西门子法工艺流程	9
图 3：2019-2030E 颗粒硅渗透率（单位：%）	9
图 4：2016-2025E 多晶硅改良西门子法投资成本变化趋势（单位：亿元/干吨）	9
图 5：2019-2025E 多晶硅生产综合能耗变化趋势（单位：kgce/kg-Si）	10
图 6：改良西门子法各环节及综合电耗（单位：kWh/kg-Si）	10
图 7：2015-2025E 全球光伏新增装机及预测（单位：GW、%）	12
图 8：2017-2025E 国内光伏新增装机量（单位：GW，%）	12
图 9：2020-2025E 多晶硅市场供需测算（单位：万吨、%）	13
图 10：2020-2021M6 多晶硅价格（单位：元/kg）	14
图 11：2015-2020 年中国多晶硅进口量及变化情况（单位：万吨，%）	16
图 12：2015-2020 年我国进口硅料占比及国产硅料全球占比（单位：%）	16
图 13：全球 TOP10 多晶硅企业产能排名（单位：万吨）	16
图 14：2021 年全球多晶硅主流企业可变成本、产能分布一览（单位：元/千克、吨）	17
图 15：硅烷流化床法生产颗粒多晶硅流程	19
图 16：多次拉晶技术（RCZ）加料装置示意图	19
图 17：连续直拉技术（CCZ）技术原理示意图	19
图 18：颗粒硅复投使用方法案例	20
图 19：2020-2022E 颗粒硅供给量（单位：万吨）	21
图 20：2018-2030E P、N 型各类电池平均转换效率（单位：%）	22
图 21：2019-2030E 各类电池技术渗透率情况（单位：%）	22
图 22：2015-2020 年全球半导体市场规模及同比增长率（单位：亿美元，%）	24
图 23：2015-2020 年中国半导体市场规模及全球占比（单位：亿美元，%）	24
图 24：2019 年各国或地区半导体行业市占率（单位：%）	25
图 25：2016-2021Q1 通威股份营业收入及同比增长（单位：百万元、%）	27
图 26：2016-2021Q1 通威股份归母净利润及同比增长（单位：百万元、%）	27
图 27：2020 年通威股份分业务营收占比情况（单位：%）	27

图 28 : 2016-2021Q1 通威股份毛利率及净利率 (单位 : %)	27
图 29 : 2016-2021Q1 年大全能源营业收入及同比增长 (单位 : 百万元、%)	28
图 30 : 2016-2021Q1 大全能源归母净利润及同比增长 (单位 : 百万元、%)	28
图 31 : 2020 年大全能源分业务营收占比情况 (单位 : %)	28
图 32 : 2016-2021Q1 大全能源毛利率及净利率 (单位 : %)	28
图 33 : 2016-2020 年新特能源营业收入及同比增长 (单位 : 百万元、%) ...	29
图 34 : 2016-2020 年新特能源净利润及同比增长 (单位 : 百万元、%)	29
图 35 : 2020 年新特能源分业务营收占比情况 (单位 : %)	29
图 36 : 2016-2020 年新特能源毛利率、净利率 (单位 : %)	29
图 37 : 2016-2020 年保利协鑫营业收入及同比增长 (单位 : 百万元、%) ...	30
图 38 : 2016-2020 年保利协鑫净利润及同比增长 (单位 : 百万元、%)	30
图 39 : 2019 年保利协鑫分业务营收占比情况 (单位 : %)	30
图 40 : 2016-2020 年保利协鑫毛利率、净利率 (单位 : %)	30

表 1 : 太阳能级多晶硅国家标准技术要求 (单位 : 10^{-9}ppba , atoms/cm^3 , μs , ng/g , $\Omega \cdot \text{cm}$)	8
---	---

表 2 : 2020-2060E 全球电力结构分析及预测 (单位 : TWh、GW、小时、%)	10
--	----

表 3 : 2019-2025E 多晶硅料需求量测算 (单位 : GW , % , g/W , 万吨) ...	12
--	----

表 4 : 光伏产业链各环节产能相对比例 (单位 : 万吨、GW)	13
--	----

表 5 2021 年 1 月与 2021 年 6 月光伏产业链利润分配 (单位 : 元/KG、元/片、元/W、%)	14
--	----

表 6 : CR4 有效产能占总需求比例 (单位 : 万吨、%)	17
---	----

表 7 : 全球主要多晶硅厂商名义产能统计 (单位 : 吨)	17
--------------------------------------	----

表 8 : 改良西门子法及硅烷流化床法对比 (单位 : $^{\circ}\text{C}$, KWh/kg , %)	19
---	----

表 9 : 保利协鑫能源颗粒硅产品杂质含量指标 (单位 : ppbw , ppma , ppba)	20
---	----

表 10 : 各种电池技术路线对比介绍	22
---------------------------	----

表 11 : 行业内部分企业 HIT 电池扩产规划 (单位 : 亿元 , %)	23
--	----

表 12 : 其他 N 型电池扩产计划	23
---------------------------	----

表 13 : 国内电子级多晶硅已有产能及扩产计划	25
--------------------------------	----

表 14 : 电子级多晶硅等级及技术要求 (单位 : 10^{-9} , μs , atoms/cm^3)	26
---	----

表 15 : 重点推荐公司盈利预测与估值 (单位 : 亿元、元/股、倍)	31
--	----

1. 多晶硅行业投资逻辑

供需方面，碳中和引领光伏长期需求增长斜率增大，供给端由于多晶硅产能释放周期较长，与终端需求变化及下游环节产能释放周期存在错配，中短期供需维持紧平衡，硅料价格维持高位，盈利能力强；中长期随着龙头厂商低成本产能加速扩产，后部高成本产能逐步出清，龙头市占率加速提升，行业格局改善。

需求：碳中和引领全球终端装机需求爆发，多晶硅需求增长斜率增大。全球电力结构向清洁化转型，预计到 2060 年，全球非化石能源发电占比有望达到 98.4%，其中可再生能源发电占比有望达到 81.7%。预计 2021-2025 年，全球光伏新增装机分别有望达到 160GW、200GW、240GW、270GW、300GW，同比分别增长 26%、25%、20%、13%、11%，对应多晶硅需求量分别为 61.1 万吨、75.6 万吨、89.9 万吨、100.1 万吨、110.2 万吨，2020-2025 年 5 年 CAGR 约 17.4%。

供给：产能释放周期需 1-2 年，中短期维持供需偏紧，盈利能力较强。多晶硅产能建设周期约 12-18 个月，产能爬坡周期约 3-6 个月，整体扩产周期显著长于下游环节。2021 年，行业内无新增产能释放叠加上一轮高成本产能出清，供需维持紧平衡，Q1-Q4 对应有效产能利用率分别为 86%、72%、96%、127%。经历上一轮格局调整后，龙头厂商盈利诉求较强。根据测算，2022 年全年有效产能利用率约 86%，维持供需偏紧状态，中短期维度多晶硅有望维持较高的盈利能力。

盈利：供需关系紧张推升多晶硅价格，多晶硅盈利能力有望维持高位。2021 年 1 月，按照 76.99 元/KG 不含税硅料价格测算，硅料环节平均毛利率约为 49%；2021 年 6 月，按照 185.84 元/KG 不含税硅料价格测算，硅料环节平均毛利率约为 78%，多晶硅环节盈利能力显著提升。

中长期竞争格局优化：国内龙头厂商具备显著的规模优势，2021 年有效产能前四厂商分别为通威股份、新特能源、大全新能源、协鑫新疆，有效产能分别达 10 万吨、8 万吨、8 万吨、8 万吨，可变成本均低于 40 元/kg，位居第一梯队。随着 CR4 扩产提速，成本与品质优势加持下，龙头市占率呈加速提升趋势，预计 2023 年 CR4 市占率有望从 2020 年的 67%提升到 86%。

颗粒硅有望贡献有效增量：目前改良西门子法综合电耗约 60-65KWh/kg，硅烷流化床法综合电耗约 25-35KWh/kg，等量产品耗电量下降约 50%。颗粒硅质量参数不断突破，下游头部厂商将其纳入供应链进行验证，市场接受度预计逐步提升。供给方面，保利协鑫有望突破量产瓶颈，2021-2022 年加速推进颗粒硅产能扩张，预计至 2022 年将新增 20 万吨颗粒硅新产能，带动供给端产能快速提升。

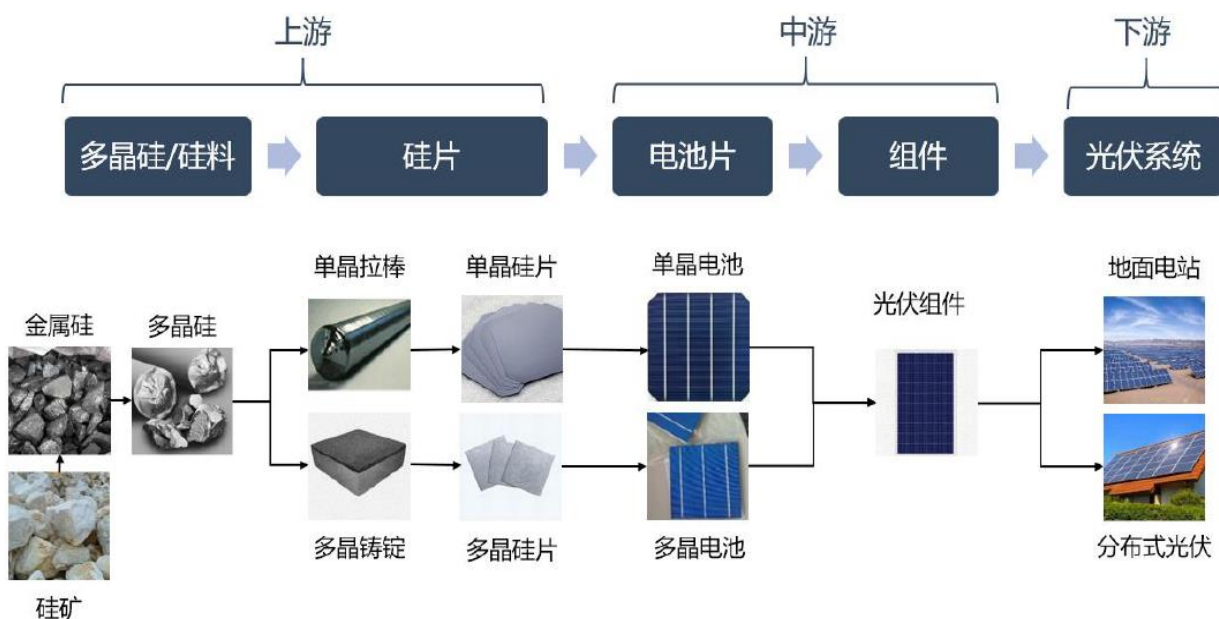
N 型电池+半导体产业链国产化加速多晶硅品质提升趋势：光伏行业多晶硅纯度要求为 7-8N，半导体需达到 11-12N，基本上提高 2-3 个数量级，提升多晶硅品质成为我国多晶硅未来技术发展重心。截至 2020 年底，国内电子级多晶硅主要厂商包括江苏鑫华 5000 吨、

黄河水电 3300 吨、天宏瑞科 1000 吨等，总产能超过 15000 吨/年。同时，大全能源、亚洲硅业、新特能源等多个多晶硅领域龙头企业发力电子级多晶硅。

2. 技术及资金壁垒较高，投资成本与生产成本持续优化

多晶硅位于光伏产业链上游，技术和资金壁垒较高。多晶硅位于光伏产业链最上游，通过化学反应从硅金属中提炼高纯度多晶硅，以备下游进一步拉晶、切片形成光伏用硅片，系光伏产业链初始原材料。从行业特征看，多晶硅具有化工行业属性，存在技术及资金双重高壁垒，具体表现为高纯度要求、高设备投资及较长扩产周期，高壁垒助力多晶硅行业构筑天然护城河。

图 1：光伏产业链示意图



资料来源：Solarzoom，申万宏源研究

- 1) 高技术壁垒：纯度系多晶硅产品核心参数，产业链技术迭代倒逼上游技术更新。**太阳能级多晶硅纯度要求约为 6N-9N，对产品中氧、碳、金属等各类化学杂质均制定精确标准。纯度是衡量多晶硅产品质量的关键因素，杂质水平对下游拉晶环节具有显著影响，因此多晶硅厂商需对工艺流程、包装及运输过程均进行严格的技术优化及管控。随着光伏产业链向 N 型技术迭代提速，预计将倒逼上游硅料环节进一步提升产品纯度，对多晶硅产品提出更高的技术要求。

2) 资金密集性：多晶硅产线偏重资产，扩产周期相对较长。以改良西门子法为例，多晶硅生产初始设备投资要求较高，2020 年万吨级多晶硅生产线设备投资成本约 10.2 亿元/万吨。产线的重资产属性同时导致了较长的扩产周期，从投资建设到调试完毕并量产，建设周期约 12-18 个月，产能爬坡周期约 3-6 个月，明显长于下游环节 6-8 个月的建设周期与 1-2 个月的爬坡周期，产能调整灵活度相对较低且易形成产业链扩产节奏的错配。

表 1：太阳能级多晶硅国家标准技术要求（单位： 10^{-9} ppba，atoms/cm³， μ s，ng/g， $\Omega \cdot \text{cm}$ ）

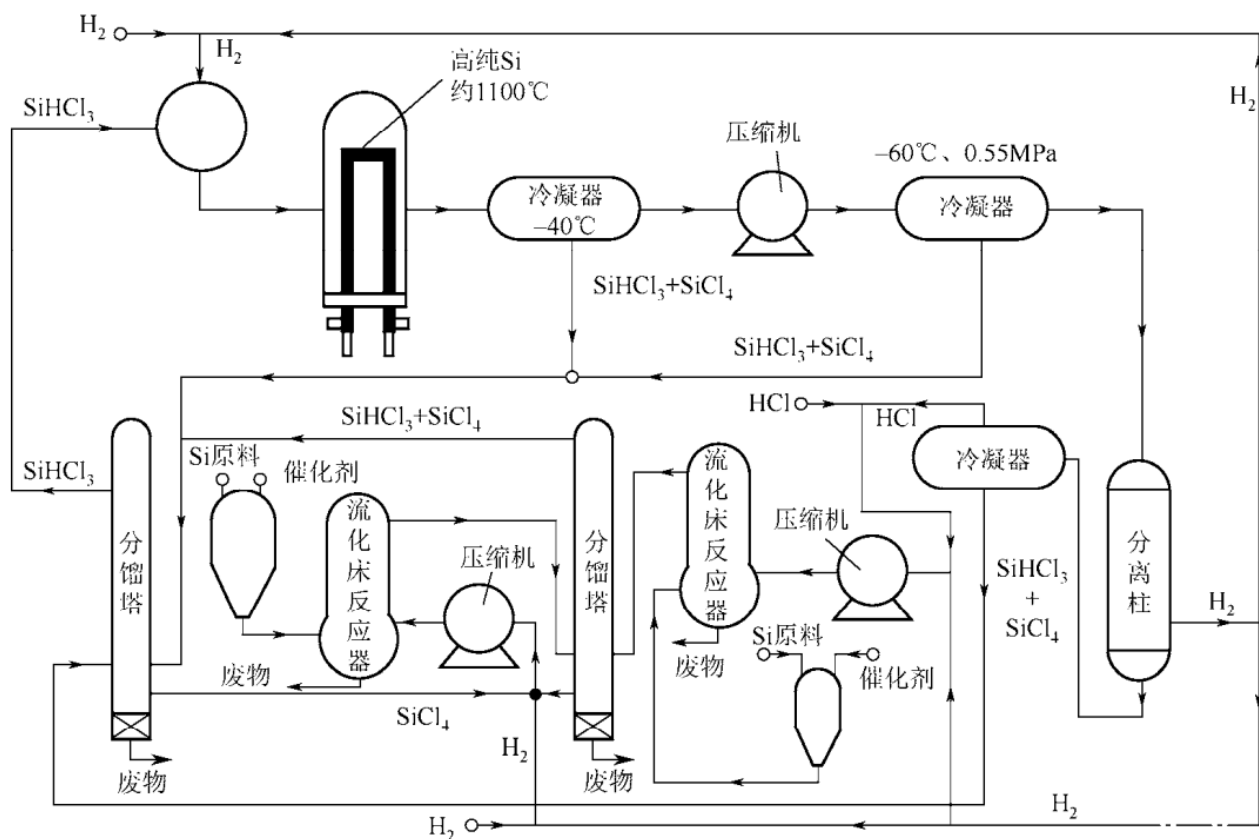
太阳能级多晶硅技术指标				
项目	技术指标			
	特级品	1 级品	2 级品	3 级品
施主杂质浓度 (10^{-9} ppba)	≤ 0.68	≤ 1.40	≤ 2.61	≤ 6.16
受主杂质浓度 (10^{-9} ppba)	≤ 0.26	≤ 0.54	≤ 0.88	≤ 2.66
氧浓度 (atoms/cm ³)	$\leq 0.2 \times 10^{17}$	$\leq 0.5 \times 10^{17}$	$\leq 1.0 \times 10^{17}$	$\leq 1.0 \times 10^{17}$
碳浓度 (atoms/cm ³)	$\leq 2.0 \times 10^{16}$	$\leq 2.5 \times 10^{16}$	$\leq 3.0 \times 10^{16}$	$\leq 4.0 \times 10^{16}$
少数载流子寿命 (μ s)	≥ 300	≥ 200	≥ 100	≥ 50
基体金属杂质含量-Fe、Cr、Ni、Cu、Zn (ng/g)	≤ 15	≤ 50	≤ 100	≤ 100
表面金属杂质含量-Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na (ng/g)	≤ 30	≤ 100	≤ 100	≤ 100
基磷检验电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	≥ 200	≥ 100	≥ 50	≥ 25
基硼检验电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	$\geq 1\,000$	≥ 500	≥ 300	≥ 100

注：1、基体金属杂质检测可采用二次离子质谱、等离子体质谱和中子活化分析，由供需双方协商解决。
2、每个等级的产品应该同时满足本等级的要求，若某项超出指标，则降为下一级。
3、3 级品主要应用于多晶硅锭的生产。

资料来源：《国家标准 GB/T 25074-2017》，申万宏源研究

改良西门子法是目前主流多晶硅制备方法。多晶硅生产的主要技术路线可分为改良西门子法与流化床法，前者为目前主流的技术路线。改良西门子法以工业冶金级硅粉为原料，与氯化氢（HCl）反应形成三氯氢硅（SiHCl₃），经进一步分离提纯后进入还原炉与氢气发生化学气相沉积反应，在硅棒表面形成高纯多晶硅。同时改良西门子法还引入尾气回收和四氯化硅氢化工艺，实现了生产过程的闭环循环。改良西门子法的主要优势为工艺成熟、安全性强、产品纯度高；主要不足为转化率低，目前仅为 10%-20%，间接导致了高能耗。

图 2：第三代改良西门子法工艺流程



资料来源：《多晶硅生产技术的发展方向探讨》，申万宏源研究

改良西门子法投资成本持续优化，至 2025 年下行空间有望达 20%-30%。改良西门子法初始设备投资成本持续优化，2020 年改良西门子法产线设备投资成本约为 10.2 亿元/万吨，预计到 2025 年产线设备投资成本有望下降至 7 亿元/万吨-8 亿元/万吨，下行空间达 20%-30%。短期内成本下行助力改良西门子法维持市场主导地位，据 CPIA 统计，2020 年我国多晶硅市场改良西门子法生产棒状硅占比约 97.2%。

图 3：2019-2030E 颗粒硅渗透率（单位：%）

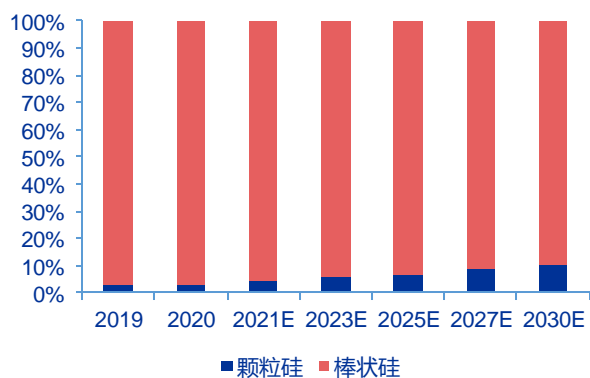
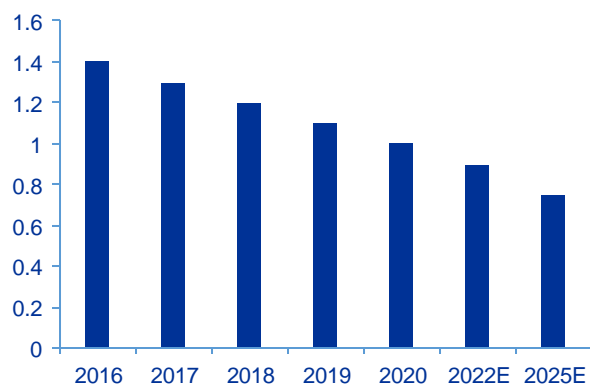


图 4 :2016-2025E 多晶硅改良西门子法投资成本变化趋势 (单位: 亿元/千吨)

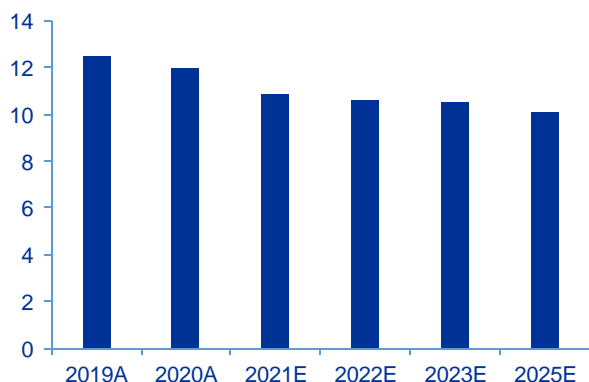


资料来源：CPIA、申万宏源研究

资料来源：CPIA、申万宏源研究

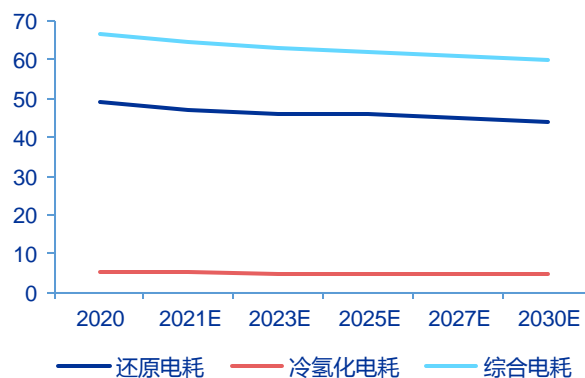
生产能耗逐步降低推动多晶硅单位生产成本下降。降本系多晶硅环节核心关注点及长期发展方向，近年厂商逐步提高电能利用率，从而降低生产综合能耗及整体生产成本，单位生产成本自 2016 年的 60 元/kg 降至 2020 年末的 40-42 元/kg。目前改良西门子法综合能耗约 11kgce/kg-Si 左右，且未来 2-3 年内拥有 1kgce/kg-Si 的下降空间；至 2030 年，改良西门子法的还原电耗、综合电耗预计有望分别从 2020 年的 49 kWh/kg-Si，66.5 kWh/kg-Si 下降至 44 kWh/kg-Si，60 kWh/kg-Si，进一步推动多晶硅制备成本下降。

图 5：2019-2025E 多晶硅生产综合能耗变化趋势
(单位：kgce/kg-Si)



资料来源：CPIA，申万宏源研究

图 6：改良西门子法各环节及综合电耗 (单位：kWh/kg-Si)



资料来源：CPIA，申万宏源研究

3. 终端高景气度拉动多晶硅需求，供需短期紧平衡

3.1 碳中和推动能源结构转型，光伏长期装机空间广阔

全球电力结构向清洁化转型，光伏风电贡献主要装机增量。按照 2021-2025、2026-2030、2031-2050、2051-2060 年全球发电量年均增速 2.4%、2%、1.8%、1% 测算，到 2060 年，全球非化石能源发电占比有望达到 98.4%，其中可再生能源发电占比有望达到 81.7%。截至 2020 年底，全球光伏累计装机为 713GW；2021-2025 年，全球光伏年均新增装机有望达到 234GW；2026-2030 年，新增电力需求几乎全部由清洁能源满足，光伏年均新增装机有望达到 350GW；2031-2050 年，光伏年均新增装机有望达到 400GW；2051-2060 年，光伏年均新增装机有望达到 220GW。

表 2：2020-2060E 全球电力结构分析及预测 (单位：TWh、GW、小时、%)

TWh	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2030E	2050E	2060E
-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

全球发电量 (TWh)	26870	27622	28340	29020	29659	30252	33401	47721	52714
YOY	-0.5%	2.8%	2.6%	2.4%	2.2%	2.0%	2.0%	1.8%	1.0%
化石能源发电量	16374	16228	16087	15951	15820	15693	13640	3227	827
YOY	-3.4%	-0.9%	-0.9%	-0.8%	-0.8%	-0.8%	-2.8%	-7.0%	-12.7%
非化石能源发电量	10496	11394	12253	13070	13839	14559	19760	44495	51886
YOY	4.4%	8.6%	7.5%	6.7%	5.9%	5.2%	6.3%	4.1%	1.5%
核能发电量	2803	2817	2831	2845	2858	2872	2942	3220	3359
水能发电量	4247	4319	4348	4374	4397	4416	4497	4822	4985
可再生能源发电量	3258	3734	4298	4953	5690	6511	11481	35270	43069
YOY	16.1%	14.6%	15.1%	15.3%	14.9%	14.4%	12.0%	5.8%	2.0%
太阳能发电量	909	1131	1411	1753	2145	2589	5087	16287	19367
YOY	25.6%	24.3%	24.8%	24.2%	22.4%	20.7%	14.5%	6.0%	1.7%
风能发电量	1657	1870	2110	2377	2673	2997	5214	15852	18602
YOY	15.9%	12.8%	12.8%	12.7%	12.4%	12.1%	11.7%	5.7%	1.6%
其他可再生能源发电量	691	732	776	823	872	925	1180	3131	5100
其他	188	525	777	897	893	759	840	1183	474
累计装机 (GW)									
光伏	713	873	1073	1313	1583	1883	3633	11633	13833
风电	716	801	896	1001	1116	1241	2141	6341	7441
新增装机 (GW)									
光伏	127	160	200	240	270	300	350	400	220
风电	93	85	95	105	115	125	180	210	110
平均利用小时数 (小时)									
光伏	1275	1295	1315	1335	1355	1375	1400	1400	1400
风电	2316	2336	2356	2376	2396	2416	2436	2500	2500
发电量占比 (%)									
化石能源	60.9%	58.7%	56.8%	55.0%	53.3%	51.9%	40.8%	6.8%	1.6%
非化石能源	39.1%	41.3%	43.2%	45.0%	46.7%	48.1%	59.2%	93.2%	98.4%
核电	10.4%	10.2%	10.0%	9.8%	9.6%	9.5%	8.8%	6.7%	6.4%
水电	15.8%	15.6%	15.3%	15.1%	14.8%	14.6%	13.5%	10.1%	9.5%
可再生能源	12.1%	13.5%	15.2%	17.1%	19.2%	21.5%	34.4%	73.9%	81.7%
光伏	3.4%	4.1%	5.0%	6.0%	7.2%	8.6%	15.2%	34.1%	36.7%
风电	6.2%	6.8%	7.4%	8.2%	9.0%	9.9%	15.6%	33.2%	35.3%

资料来源：BP、IRENA、申万宏源研究

注：2030E、2050E、2060E 对应增速/新增装机量分别为 2026-2030、2031-2050、2051-2060 年均增速/新增装机量

未来 5 年，全球及国内光伏新增装机需求有望超预期。政策端利好及全球光伏经济性逐渐凸显有望推动全球光伏新增装机快速增长。2018-2020 年，全球新增光伏装机容量分别为 104.8GW、117.4GW、127.3GW，同比增长 2.71%、12.07%、8.47%。预计 2021-2025 年，全球光伏新增装机分别有望达到 160GW、200GW、240GW、270GW、300GW，同比分别增长 26%、25%、20%、13%、11%。2020 年，国内光伏新增装机量达到 48.2GW，占全球新增规模比例约 38.5%，位列第一。预计 2021-2025 年国内新增装机量分别为

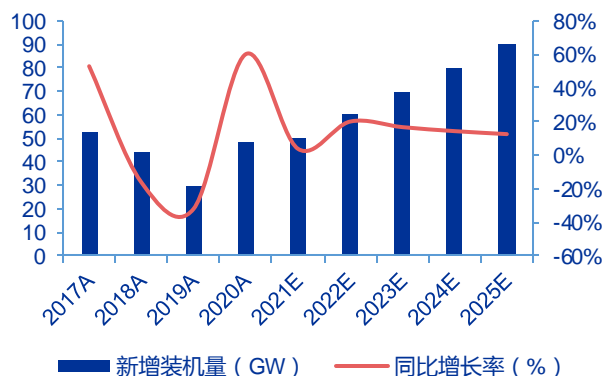
50GW、60GW、70GW、80GW、90GW，占全球新增装机比例为 31%、30%、29%、30%、30%。

图 7：2015-2025E 全球光伏新增装机及预测（单位：GW、%）



资料来源：GTM，申万宏源研究

图 8：2017-2025E 国内光伏新增装机量（单位：GW、%）



资料来源：国家能源局，申万宏源研究

3.2 受限于扩产周期，中短期多晶硅供需紧平衡

多晶硅需求受益光伏装机需求提升，2025 年总需求有望达到 110.2 万吨。多晶硅行业增长将充分受益于全球光伏装机需求提升。2021-2023 年全球新增装机 160GW、200GW、240GW，假设 2021-2023 年单晶路线比例分别为 96.4%、97.5%、98.5%，单晶硅片单瓦硅耗量分别为 3.18g/W、3.15g/W、3.12g/W，多晶硅片单瓦硅耗量分别为 3.22g/W、3.19g/W、3.16g/W，则 2021-2023 年多晶硅料总需求量分别为 61.1 万吨、75.6 万吨、89.9 万吨，同比增速 23.42%、23.80%、18.84%；其中单晶路线硅料需求量分别为 58.9 万吨、73.7 万吨、88.5 万吨。预计至 2025 年，全球多晶硅需求量可达 110.2 万吨，五年 CAGR 约 17.4%。

表 3：2019-2025E 多晶硅料需求量测算（单位：GW，%，g/W，万吨）

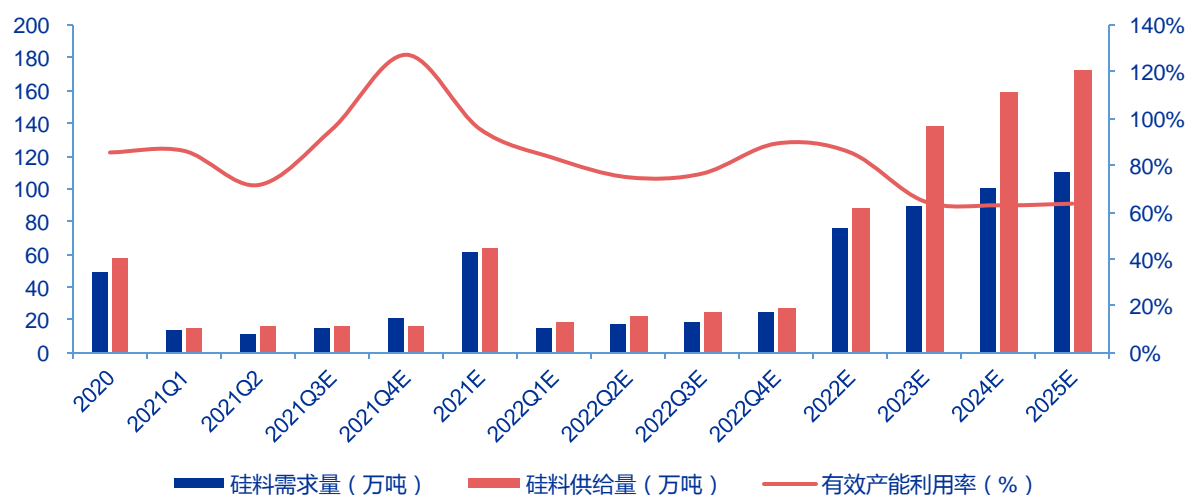
年份	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球光伏新增装机（GW）	117.4	127.3	160	200	240	270	300
容配比	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
光伏组件需求量（GW）	140.9	152.76	192	240	288	324	360
单晶比例（%）	65.0%	90.2%	96.4%	97.5%	98.5%	98.7%	99.0%
多晶比例（%）	35.0%	9.8%	3.6%	2.5%	1.5%	1.3%	1.0%
单晶硅片每 W 硅耗量（g/W）	3.33	3.23	3.18	3.15	3.12	3.09	3.06
多晶硅片每 W 硅耗量（g/W）	3.56	3.33	3.22	3.19	3.16	3.13	3.1
单晶路线硅料需求量（万吨）	30.5	44.5	58.9	73.7	88.5	98.8	109.1
多晶路线硅料需求量（万吨）	17.6	5.0	2.2	1.9	1.4	1.3	1.1

硅料需求量 (万吨)	48.0	49.5	61.1	75.6	89.9	100.1	110.2
------------	------	------	------	------	------	-------	-------

资料来源：GTM，硅业分会，CPIA，申万宏源研究

考虑终端需求，短期内硅料供需维持紧平衡，缓解需 1-2 年周期。由于硅料化工属性带来的较长扩产周期，2021 年多晶硅供需紧平衡，Q1-Q4 全球需求量分别为 13.4 万吨、11.5 万吨、15.3 万吨、21.0 万吨，有效产能供给约 15.5 万吨、16 万吨、16 万吨、16.5 万吨，对应有效产能利用率分别约为 86%、72%、96%、127%，2021 年全年有效产能利用率约 96%。2022 年多晶硅有望维持供需偏紧状态，据测算，2022Q1-Q4 有效产能利用率分别为 83%、75%、77%、89%，2022 年全年有效产能利用率约 86%。随着产能逐步释放，2023 年之后供需偏紧局面将逐步缓解，根据测算，2023-2025 年有效产能利用率分别约为 65%、63%、64%。

图 9：2020-2025E 多晶硅市场供需测算（单位：万吨、%）



资料来源：硅业分会，申万宏源研究

下游环节加速扩产加剧本轮供需紧张局面。2020 年以来，硅片、电池片、组件环节处于大尺寸化的快速迭代期，以行业龙头为代表的企业加速推动大尺寸产能扩产，下游环节普遍为 9-12 个月的扩产周期，产能释放速度显著快于多晶硅环节，导致短期内多晶硅产能与下游环节产能不匹配。根据 Solarzoom 数据，2019Q4，硅片/电池片/组件相对多晶硅环节产能倍数为 0.9/0.9/0.9；到 2020 年底，硅片/电池片/组件相对多晶硅环节产能倍数为 1.6/1.4/1.3；预计至 2021 年底，硅片/电池片/组件相对多晶硅环节产能倍数进一步扩大为 2.0/1.8/1.5。

表 4：光伏产业链各环节产能相对比例（单位：万吨、GW）

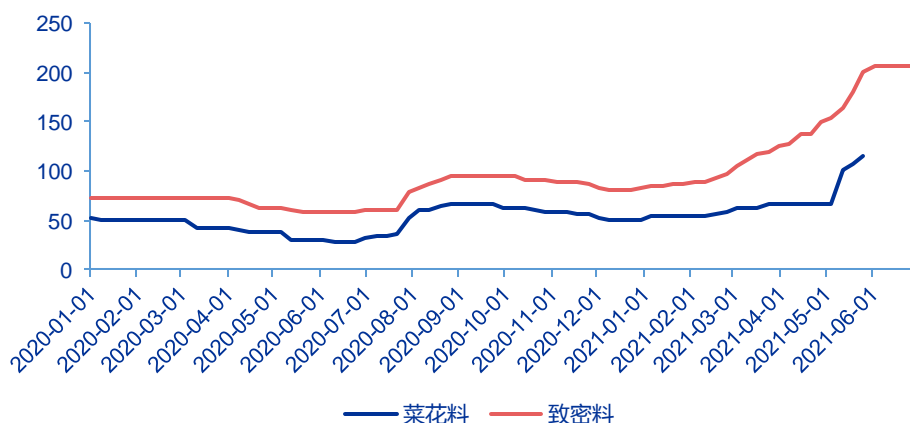
环节	2019Q2	2019Q3	2019Q4	2020Q1	2020Q2	2020Q3	2020	2021Q1	2021Q2	2021E
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	--------	--------	-------

多晶硅(万吨)	52.4	59.6	62.2	57.5	58.3	59.9	60.3	61.5	63.5	80
多晶硅-等效装机 (GW)	157	179	187	173	175	180	181	185	191	240
硅片 (GW)	135	151	173	181	206	235	281	281	357	483
硅片/多晶硅	0.9	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.6	1.5	1.9	2.0
电池片 (GW)	114	145	171	177	191	210	250	284	315	421
电池片/多晶硅	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8
组件 (GW)	132	139	168	172	194	196	240	265	265	371
组件/多晶硅	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.3	1.4	1.4	1.5

资料来源：Solarzoom,申万宏源研究

硅料供给短缺推升多晶硅价格,预计2021年维持相对高位。自2020年下半年硅料事故后,硅料价格持续攀升,2020年9月达到阶段性高点,致密料价格约94元/kg。事故导致的硅料高价抬升下游对价格的预期,叠加光伏需求爆发带来的供需错配,2021年硅料价格持续高涨,截至2021年6月,多晶硅致密料价格达206元/kg,相比2020年6月涨幅达249%。考虑产能释放节奏无法在短期内有效缓解供需关系,预计多晶硅价格2021年将维持相对高位。

图 10：2020-2021M6 多晶硅价格 (单位：元/kg)



资料来源：PVinfolink, 申万宏源研究

2021年多晶硅环节盈利能力显著提升。各环节供需变动推动光伏产业链中利润实现重新分配。2021年1月,按照76.99元/KG不含税硅料价格测算,硅料环节平均毛利率约为49%;2021年6月,按照185.84元/KG不含税硅料价格测算,硅料环节平均毛利率约为78%,多晶硅环节盈利能力显著提升。

表 5：2021 年 1 月与 2021 年 6 月光伏产业链利润分配 (单位：元/KG、元/片、元/W、%)

环节	单位	项目	2021 年 1 月	2021 年 6 月
硅料	元/KG	不含税价格	76.99	185.84

硅片	元/KG	合计成本	39.37	40.80
	元/KG	单位毛利	37.62	145.04
	%	毛利率	49%	78%
	元/片	不含税价格	2.88	4.18
	元/片	硅成本	1.45	3.50
	元/片	非硅成本	0.69	0.69
	元/片	合计成本	2.13	4.18
	元/片	单位毛利	0.74	-0.01
	%	毛利率	26%	0%
	元/W	不含税价格	0.81	0.88
电池片	元/W	硅成本	0.47	0.68
	元/W	非硅成本	0.23	0.23
	元/W	合计成本	0.70	0.90
	元/W	单位毛利	0.12	-0.02
	%	毛利率	14%	-2%
	元/W	不含税价格	1.49	1.62
组件	元/W	硅成本	0.84	0.90
	元/W	非硅成本	0.64	0.57
	元/W	合计成本	1.48	1.47
	元/W	单位毛利	0.01	0.15
	%	毛利率	1%	9%

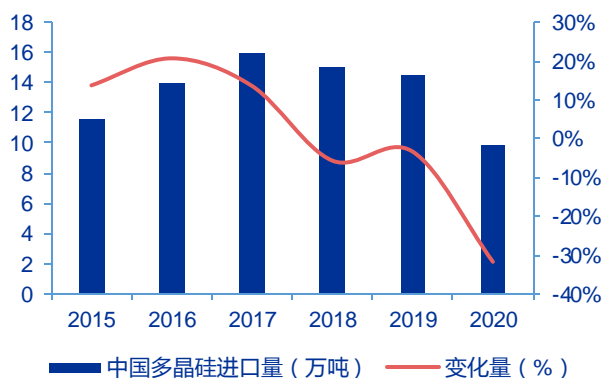
资料来源：Solarzoom、申万宏源研究

注：按照 166 硅片进行测算

3.3 龙头厂商加速扩产，长期竞争格局优化

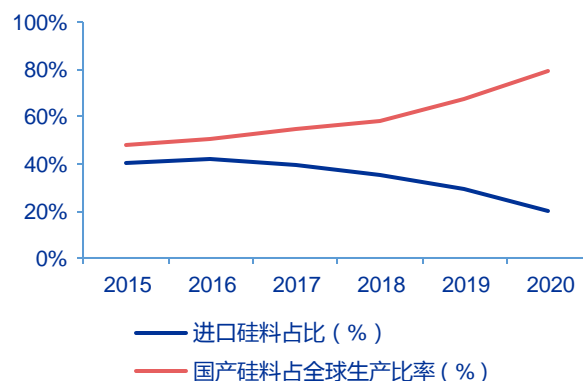
国内低成本产能不断释放，进口依赖度逐年下降。近年来随着国产厂商技术进步提速，我国多晶硅料进口依赖程度逐渐下降，2016-2020 年我国多晶硅进口量分别约 14 万吨、15.9 万吨、15 万吨、14.5 万吨、9.9 万吨，进口硅料占用量比分别为 41.70%、39.80%、35.10%、29.70%、20.20%，五年降幅 21.5pct。预计未来进口硅料占比将进一步下降，实现多晶硅国产替代。

图 11：2015-2020 年中国多晶硅进口量及变化情况（单位：万吨，%）



资料来源：CPIA，硅业分会，申万宏源研究

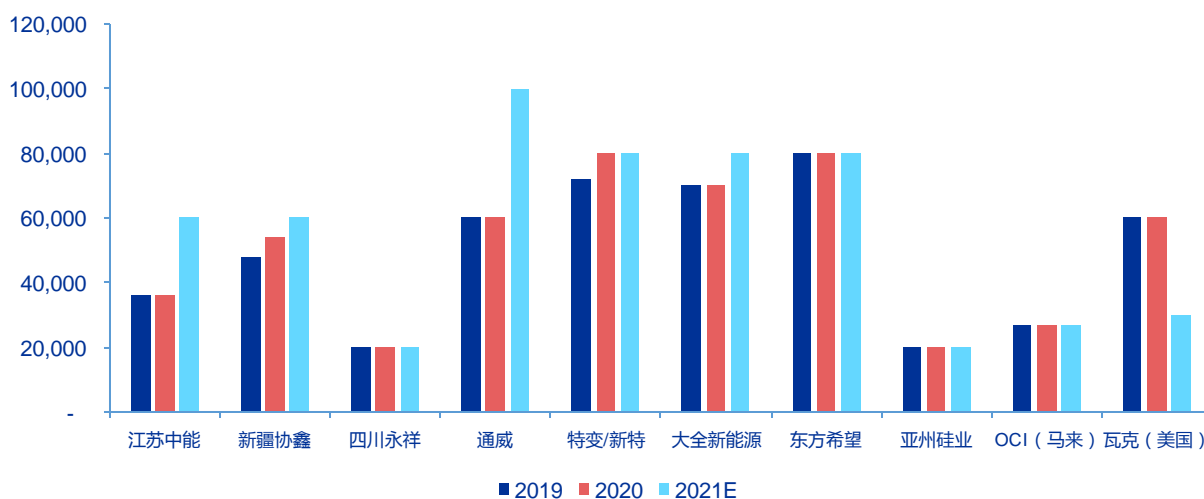
图 12：2015-2020 年我国进口硅料占比及国产硅料全球占比（单位：%）



资料来源：CPIA，申万宏源研究

海外高成本产能逐渐退出市场，国内厂商占据市场主要份额。得益于国内低电价及低人工成本，国内多晶硅厂商成本端具有显著优势。随着国内低成本产能投产，海外高成本厂商如 OCI 韩国、Wacker 等逐步退出市场，全球产能前十多晶硅厂商中，国内厂商占据 8 席。2020 年，全球多晶硅在产企业总有效产能约为 58 万吨，其中国内有效产能 46 万吨，占比约 79%，同比提升 11.7pct，连续八年位居全球首位。

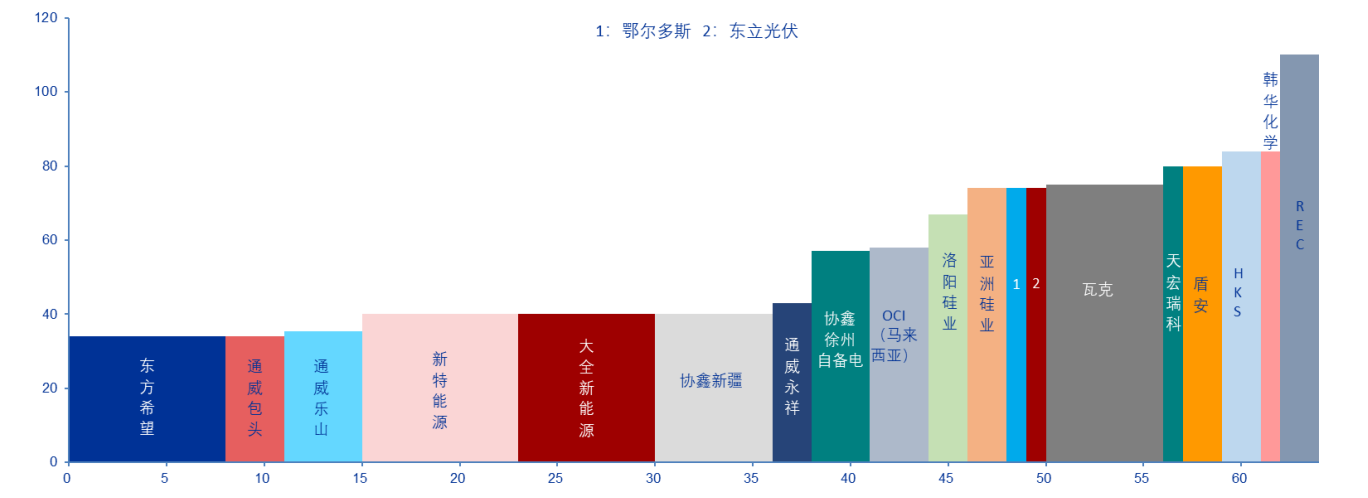
图 13：全球 TOP10 多晶硅企业产能排名（单位：万吨）



资料来源：SOLARZOOM，申万宏源研究

国内龙头厂商兼具规模及成本优势。供需关系缓解后成本支撑盈利能力，2021 年有效产能前四厂商分别为通威股份、新特能源、大全新能源、协鑫新疆，有效产能分别达 10 万吨、8 万吨、8 万吨、8 万吨。规模效应助力国内龙头企业兼具成本端优势，2021 年上述厂商可变成本均低于 40 元/kg，位居第一梯队。产销规模扩张带来成本优势，预计在长期供需结构改善时支撑龙头盈利能力，维持相对市场份额。

图 14：2021 年全球多晶硅主流企业可变成本、产能分布一览（单位：元/千克、吨）



资料来源：SOLARZOOM，申万宏源研究

龙头厂商低成本产能加速扩产，市场集中度有望进一步提升。一方面，国内龙头厂商具备成本与资金优势，加快扩张低成本产能，另一方面，龙头厂商具备较强的研发实力与技术储备，能够更快应对 N 型技术路线带来的多晶硅品质提升要求。根据统计，2020 年国内多晶硅有效产能前四厂商分别为通威股份、保利协鑫能源、大全新能源、新特能源，CR4 市占率为 67%。随着 CR4 扩产提速，成本与品质优势加持下，龙头市占率呈加速提升趋势，预计 2023 年 CR4 市占率有望达到 86%。

表 6：CR4 有效产能占总需求比例（单位：万吨、%）

年份	2019	2020	2021E	2022E	2023E
硅料需求量（万吨）	48.0	49.5	61.1	75.6	89.9
通威股份（含永祥）（万吨）	8	9	10	20	33
大全新能源（万吨）	7	7	8	12	12
保利协鑫能源（江苏中能+新疆协鑫）（万吨）	8.4	9.4	10.6	10.6	12
新特能源	7.2	8	8	10	20
其他	17.4	16.1	24.5	23.0	12.9
CR4	64%	67%	60%	70%	86%

资料来源：Solarzoom、申万宏源研究

表 7：全球主要多晶硅厂商名义产能统计（单位：吨）

分类	类别	企业	2019	2020	2021E	2022E	2023 以后
国内多晶硅	一线企业	江苏中能	36,000	36,000	36,000	60,000	260,000
		江苏中能(颗粒)		10,000	10,000		
		新疆协鑫	48,000	48,000	60,000	60,000	

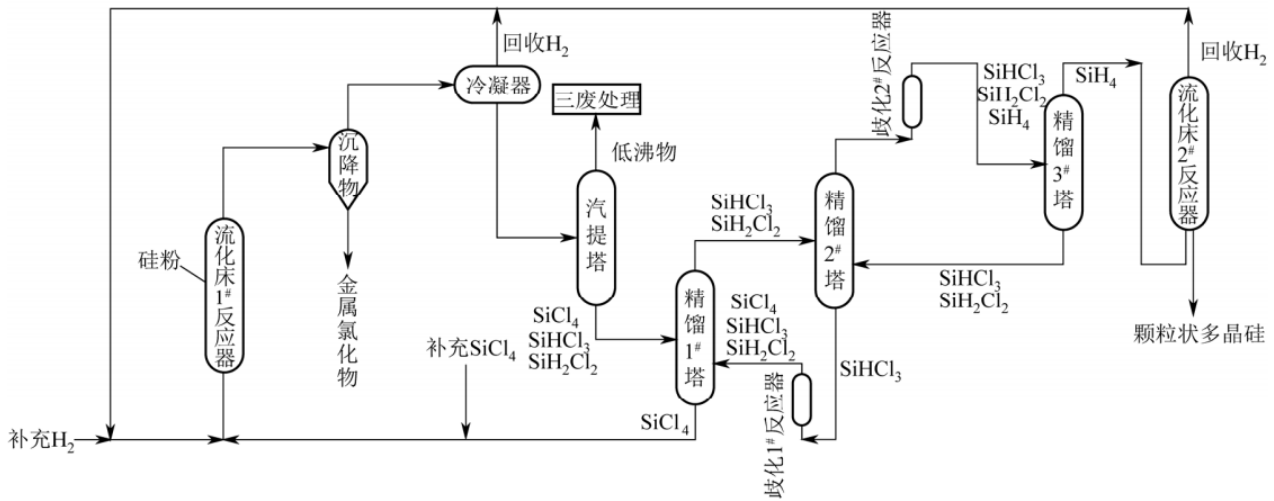
	四川永祥	20,000	20,000	20,000	330,000	430,000
	通威	60,000	70,000	170,000		
	特变/新特	72,000	80,000	100,000	200,000	
	大全新能源	70,000	70,000	115,000	115,000	
	小计	306,000	334,000	511,000	765,000	
	东方希望	80,000	80,000	80,000	140,000	540,000
	亚州硅业	20,000	20,000	20,000	50,000	
	东立光伏	12,000	12,000	12,000	12,000	
	鄂尔多斯	11,000	11,000	11,000	11,000	
	盾安（聚光）	15,000	15,000	15,000	15,000	
其他在产企业	黄河水电	4,000	4,000	4,000	4,000	
	天宏瑞科	8,000	8,000	18,000	18,000	
	宜昌南玻			10,000	10,000	
	小计	150,000	150,000	170,000	260,000	
	新疆晶诺				50,000	100,000
	宝丰能源					600,000
	青海丽豪					200,000
	润阳					100,000
	合计					1,000,000
	合计	456,000	484,000	681,000	1,025,000	
海外多晶硅	OCI（马来西亚）	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000
	OCI（韩国）	52,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	瓦克（美国）	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
	瓦克（德国）	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
	Elkem（埃肯）	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
	合计	166,000	119,000	119,000	119,000	119,000
合计		622,000	603,000	800,000	1,144,000	

资料来源：Solarzoom、申万宏源研究

4. 颗粒硅万吨级量产验证开启，品质问题逐步优化

硅烷流化床法产出颗粒状多晶硅，有效降低综合电耗，仍存纯度、安全性等未解决技术问题。在硅烷流化床法生产多晶硅过程中，硅烷与氢气的混合气体以一定速度从流化床反应器底部通入，高纯晶种从反应器上部加入作为沉积载体并处于流化状态，在一定高温下通过硅烷发生气相沉积反应生成硅单质，在高纯晶种表面沉积，使高纯晶种逐渐长大并排出流化床形成颗粒状多晶硅产品。流化床法主要优势为转化率高、能耗低、可连续生产、副产物污染小，但由于产品纯度控制、安全性较差、炉壁沉积存在问题尚未普及应用。得益于反应条件及连续化生产，硅烷流化床法能耗优势显著。目前改良西门子法综合电耗约 60-65KWh/kg，硅烷流化床法综合电耗约 25-35KWh/kg，等量产品耗电量下降约 50%。

图 15：硅烷流化床法生产颗粒多晶硅流程



资料来源：《多晶硅生产技术的发展方向探讨》、申万宏源研究

表 8：改良西门子法及硅烷流化床法对比（单位：℃，KWh/kg，%）

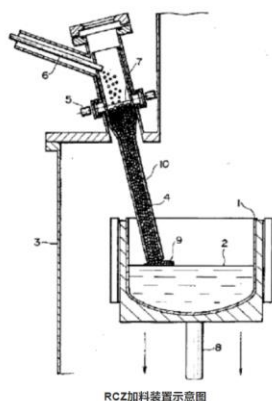
生产方法	改良西门子法	硅烷流化床法
工业生产情况	工艺成熟，适合大工业生产	工艺不够成熟，只有少数厂家使用
反应温度（℃）	1150~1200	550~700
综合电耗（KWh/kg）	60	30
硅沉积方式	在还原炉内还原出的硅沉积在硅芯表面	在流化床反应器内制备出的硅沉积在加入的硅粒表面
沉积效果	硅只在硅芯表面沉积	温度一致，硅粒沉积快，效率高
转化率（%）	10%~20%	> 90%
生产连续性	批次生产，需进行装，拆炉	连续性不间断生产
副产物	产生大量付产 Si Cl ₄ 需要通过氯化处理	副产物少，污染性排放少
产品质量	产品纯度高，可生产太阳能级和电子级多晶硅	产品纯度不高，基本能达到太阳能级的要求
安全性	工艺成熟，操作安全	SiH ₄ 易燃，易爆

资料来源：《多晶硅生产方法探讨及展望》，索比光伏网，申万宏源研究

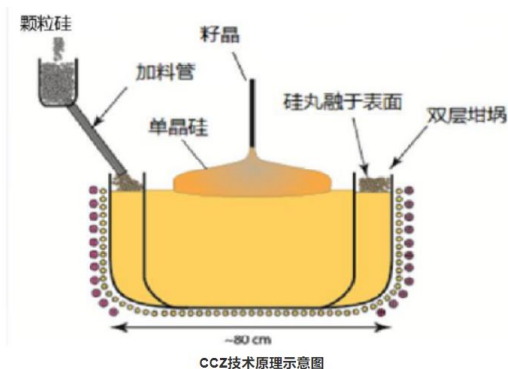
颗粒硅符合连续拉晶技术（CCZ）要求，有望解决下游技术限制。移动式自动复投技术是 CCZ 和 RCZ 的核心差异，对复投料的尺寸要求极高。颗粒硅产品呈小型球状，中位粒径在 2mm 左右，流动性佳，有效减少了块状硅料所面临的堵塞问题，可应用于外置复投装置，因而高品质颗粒硅产品是 CCZ 的最佳用料选择。结合 CCZ 技术及颗粒硅可降低单晶拉棒时间及坩埚成本，并实现下游硅片品质升级。

图 16：多次拉晶技术（RCZ）加料装置示意图

图 17：连续直拉技术（CCZ）技术原理示意图



资料来源：观研网，申万宏源研究



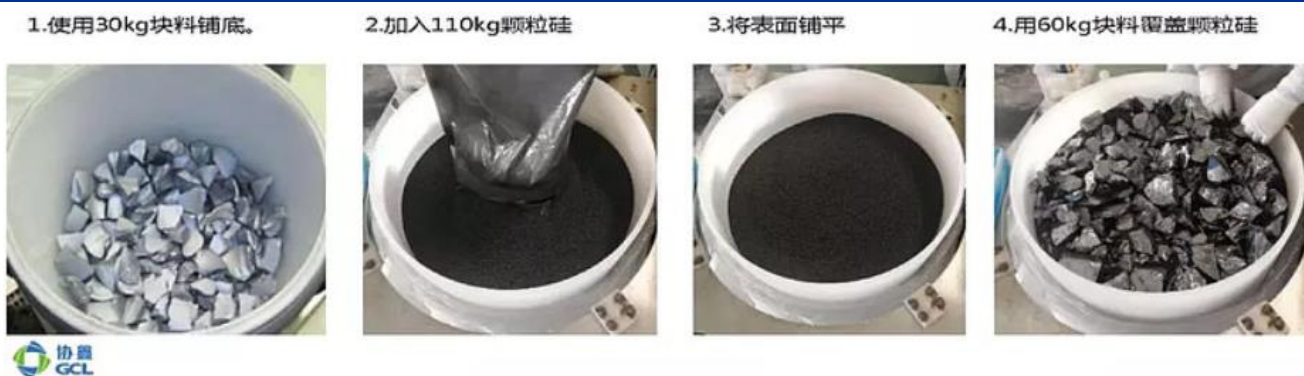
资料来源：观研网，申万宏源研究

“氢跳”、表面杂质等问题有望逐步解决。

(1) “氢跳”现象主要是由于硅烷流化床法本身工艺流程导致颗粒硅较块状硅表面吸附更多氢气，未充分加热时接触硅液液面造成硅液溅出。“氢跳”现象一方面会造成生产工序的中断，另一方面会损坏加热线圈、石英坩埚等部件，对下游拉晶的效率及成本造成负面影响。为避免“氢跳”问题，颗粒硅作为复投料使用需遵循一定的加料方式，如先利用循环料的破碎块料铺满硅液表面，在块料上添加颗粒硅以避免颗粒硅与硅液的大面积直接接触。

(2) 硅烷流化床法生产颗粒硅过程中，硅晶种容易撞击流化床内衬，内壁的碳基及金属混入颗粒硅沉积过程，形成杂质。同时，由于颗粒状外形表面积较大，在包装运输过程中沾染更多空气及外界杂质，造成表面杂质问题。现行厂商多通过改变生产工艺、加压提纯或通入惰性气体隔绝部分杂质的方法来降低颗粒硅表面杂质，并取得了明显的改善效果。

图 18：颗粒硅复投使用方法案例



资料来源：保利协鑫能源，申万宏源研究

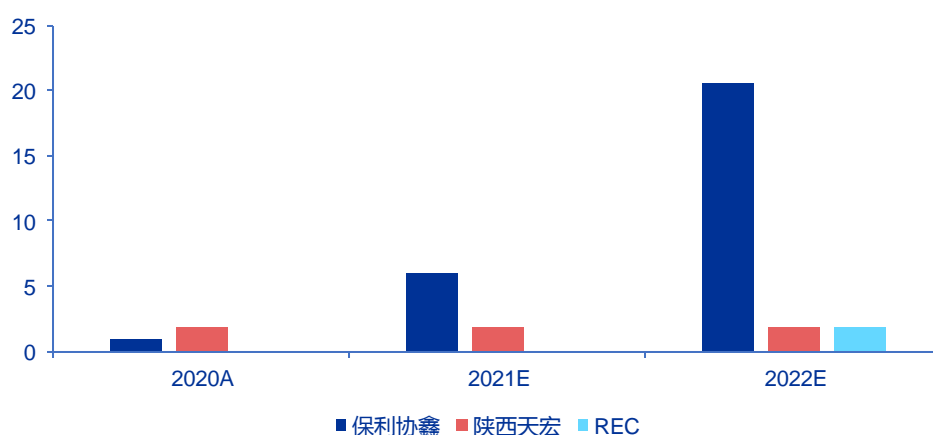
表 9：保利协鑫能源颗粒硅产品杂质含量指标（单位：ppbw，ppma，ppba）

项目	ZN900	ZN901A	棒状硅特级国标	颗粒硅特级国标	颗粒硅一级国标
体金属含量 (ppbw)	<10	<15	<15	<10	<100
表金属含量 (ppbw)			<30		
碳 (ppma)	<0.4	<1.0	<0.4	<0.4	<5
施主杂质 (ppba)	<0.3	<0.8	<0.68	<0.3	<1.1
受主杂质 (ppba)	<0.2	<0.4	<0.26	<0.2	<0.26
氢 (ppma)	<30	<30	-	<30	<30

资料来源：保利协鑫能源，国家标准化管理委员会，申万宏源研究

颗粒硅品质改善推动下游接受度提升，保利协鑫能源大力推动颗粒硅产能扩张。颗粒硅质量参数不断突破，下游头部厂商将其纳入供应链进行验证，市场接受度预计逐步提升，打开需求侧空间。供给方面，保利协鑫有望突破量产瓶颈，2021-2022 年加速推进颗粒硅产能扩张，预计至 2022 年将新增 20 万吨颗粒硅新产能，带动供给端产能快速提升。现行市场具备颗粒硅量产能力的厂商包括保利协鑫、天宏瑞科及海外厂商 REC，2020 年市场颗粒硅产能约 2.9 万吨。2021-2022 年保利协鑫能源进入产能扩张期，分别于江苏徐州及四川乐山开展 10 万吨颗粒硅扩产项目及 10 万吨颗粒硅生产基地项目，预计 2022 年逐步达产，形成约 20.6 万吨颗粒硅产能。天宏瑞科目前拥有 1.9 万吨产能，同时，REC 美国摩西湖工厂 1.8 万吨产能受中美贸易及中国光伏行业波动影响现处于关停状态，并考虑在 2021-2022 年逐步重启，预计 2022 年颗粒硅总产能可达约 24.3 万吨。

图 19：2020-2022E 颗粒硅供给量（单位：万吨）

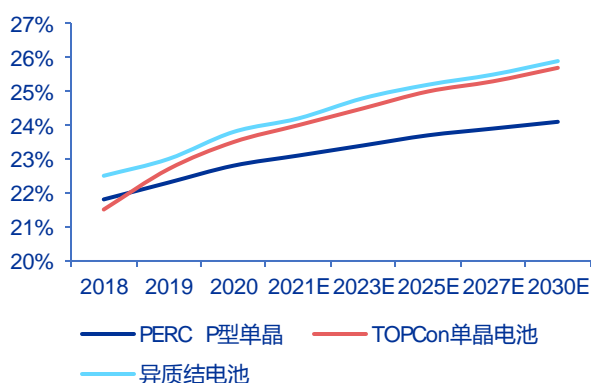


资料来源：各公司公告，界面新闻，申万宏源研究

5. N 型电池推动产品品质升级，电子级硅料加速国产化

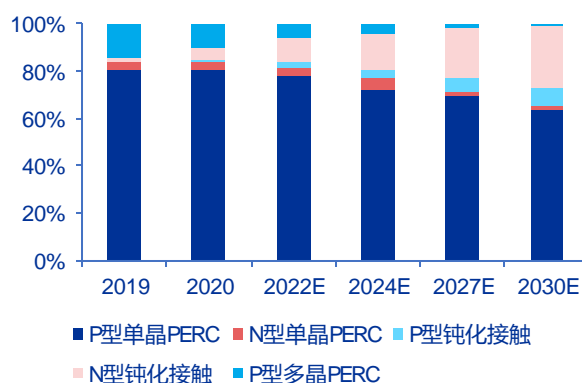
N 型电池突破效率瓶颈，有望成为未来主流技术路线。N 型单晶硅电池具有少子寿命高,无光致衰减,弱光效应好,温度系数小等优点。2020 年,P 型单晶 PERC 电池、TOPCon 单晶电池、异质结电池转换效率分别为 22.8%、23.5%、23.8%，预计至 2025 年,P 型单晶 PERC、TOPCon、异质结电池转换效率分别为 23.7%、25.0%、25.2%，差距进一步扩大,后两者已逐渐接近或突破 PERC 电池转换效率极限。随着设备逐步国产化实现降本,预计市场对 N 型电池接受度逐年提升,据 ITRPV2019 测算,2019 年 N 型电池渗透率约 5.22%,2022 年可提升至 14.11%,2030 年有望突破 25%,成为市场主流技术方向之一。

图 20：2018-2030E P、N 型各类电池平均转换效率（单位：%）



资料来源：CPIA，申万宏源研究

图 21：2019-2030E 各类电池技术渗透率情况（单位：%）



资料来源：ITRPV，申万宏源研究

表 10：各种电池技术路线对比介绍

技术路线	P-PERC	N-TOPCon	N-HJT	IBC
现电池片效率	21.8-22%	24%	24-25%	25-26%
目前主要量产企业	主流电池片厂商	LG、REC 中来、晶科、隆基	Panasonic 通威、华晟、爱康、钧石、晋能	MAXEON、LG 爱旭
优点	性价比高	有机会从现有产线升级	工序少	效率高
量产性	非常成熟	已可量产，但难度高	已可量产，但难度高	小批量量产
技术难度	容易	难度很高	难度高	难度极高
工序	少	多	最少	非常多
设备投资	少	设备仍贵	设备仍贵	非常高

与现有产
线兼容性

已有许多产能

有机会由新产线升级

完全不兼容

几乎不兼容

目前问题

产能扩充非常快速，后续
提效线路不明朗量产难度高，效率提升空间
可能略低于 HJT与现有设备不兼容，设
备投资成本高难度高、成本也远高于
前述技术

资料来源：PV Infolink，申万宏源研究

电池厂商 N 型电池产能布局开启。 N 型电池片具有较高的转换效率，同时双面性价比较高，具有代表的技术路线包括 N-TOPCon 和 N-HIT（异质结）。隆基股份 2021 年拟发行可转债募集资金 70 亿元用于建设 18GW 单晶高效电池，该项目也采用了 N 型高效单晶电池技术。通威股份为眉山 2 期和金堂 1 期合计 15GW 的电池项目都预留了 N 型 TOPCon 设备升级的位置；中来股份的 N 型 TOPCon 电池项目正在积极推进中。多家公司发布 HIT 产能规划，钧石能源、爱康科技分别规划建设 5GW、6GW 异质结制造基地。

表 11：行业内部分企业 HIT 电池扩产规划（单位：亿元，%）

企业	投资（亿元）	项目所在地	量产效率（%）	现有异质结产能	异质结规划产能
晋能集团	59	山西晋中	24.73	100MW	规划产能 2GW
通威股份	-	-	25.18	1GW（21 年）	规划产能 1GW，中试线 400MW
中智电力	-	山东东营	-	160MW	规划产能 1.2GW
钧石能源	50	福建晋江	-	600MW	晋江建设 5GW 制造基地，第一阶段 2GW 在建
东方日升	33	浙江宁波	24.55	-	规划产能 2.5GW，一期 500MW 在建
汉能	-	四川成都	-	120MW	规划产能 600MW
国家电投	-	江西南昌	24.5	100MW	5GW（国家电投&钜能电力）
彩虹集团	35	浙江嘉兴	-	-	规划产能 2GW
新日光	-	台湾	-	50MW	-
晋锐能源	125	福建晋江	-	-	规划产能 5GW，一期 2GW 在建
阿特斯	5	浙江嘉兴	-	-	规划产能 250MW
爱康科技	50	浙江湖州	24.59	4GW（21 年）	规划产能 6GW
腾晖光伏	12	江苏常熟	23.56	-	规划产能 1GW
安徽华晟	-	-	24.39	500MW	规划 2GW 的 HJT 电池+组件扩产

资料来源：索比光伏网，申万宏源研究

表 12：其他 N 型电池扩产计划

企业	项目名称	进度
隆基股份	西咸乐叶年产 15GW 单晶高效单晶电池项目 宁夏乐叶年产 5GW 单晶高效电池项目（一期 3GW）	全面导入公司自主研发的下一代 N 型高效单晶电池成熟技术，量产平均转换效率将超过 24%，项目建设整体周期约 22 个月。
爱旭股份	珠海年产 6.5GW 新世代高效晶硅太阳能电池建设项目	计划建设期为 1 年，计划总投资额为 54 亿元

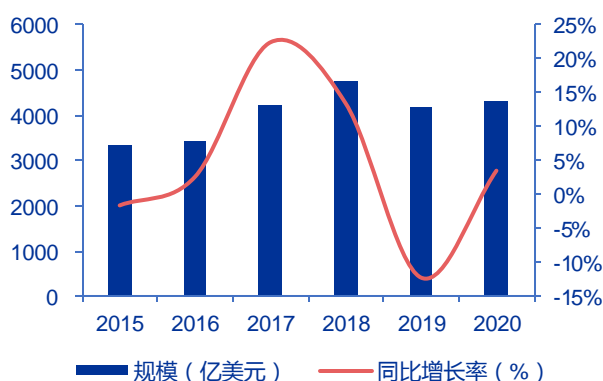
中来股份	义乌年产 10GW 新世代高效太阳能电池项目	计划建设期为 1 年，计划总投资额为 17 亿元
	第一阶段 2GW 建设项目	
	年产 2.1GW N 型单晶双面太阳能电池项目	2019 年底已达到预定可使用状态
	年产 1.5GW N 型单晶双面 TOPCon 电池项目	资金募集完毕，预计 2022 年 3 月 31 日达到可使用状态
	年产 16GW 高效单晶电池智能工厂项目	项目总投资 56 亿元，建设总周期为 36 个月。其中一期项目 8GW，建设周期 24 个月，2021 年拟向特定对象发行 A 股股票募集资金

资料来源：公司公告、申万宏源研究

全球半导体市场规模增长平稳，五年复合增长率 5.27%。得益于 5G 通信、物联网、人工智能、云计算、大数据等技术的发展和规模化应用，2015-2020 年，全球半导体市场规模分别为 3348.00 亿美元、3435.00 亿美元、4204.00 亿美元、4767.00 亿美元、4183.00 亿美元和 4329.23 亿美元。其中受中美贸易战、内存类芯片价格下降、终端需求减弱等因素的影响，2019 年全球半导体规模出现了近些年最大幅度的负增长，同比增长-12.25%。2020 年，随着全球需求逐渐增加，半导体规模逐渐回升，同比增长 3.5%。

中国半导体市场规模已达 1500 亿美元，世界占比超 30%。2015-2020 年，中国半导体市场规模分别为 832.70 亿美元、1056.70 亿美元、1297.20 亿美元、1585.30 亿美元、1463.40 亿美元和 1510.90 亿美元，五年复合增长率 12.66%。中国半导体市场的整体增长平稳，平均增速远高于全球的平均增速。自 2016 年起，中国半导体市场规模世界占比超 30%，近几年来稳步上升，2020 年，占世界半导体规模 34.9%。

图 22：2015-2020 年全球半导体市场规模及同比增长率
(单位：亿美元，%)



资料来源：Wind，申万宏源研究

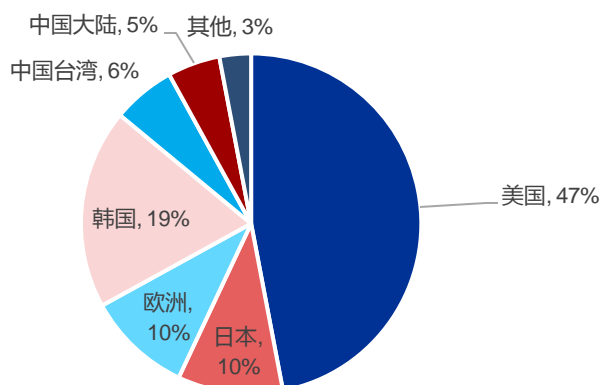
图 23：2015-2020 年中国半导体市场规模及全球占比
(单位：亿美元，%)



资料来源：WSTS，申万宏源研究

电子级多晶硅迎来需求拐点，目前产能集中于欧美、日本。2019 年全球电子级多晶硅产量约 3.5 万吨，区熔多晶硅产量约 3000 吨，主要集中于欧美及日本，其中美国 Hemlock 约 9000 吨、德国 Wacker 约 6000 吨、日本 Tokuyama 约 5500 吨、日本住友约 2500 吨、日本和美国三菱约 2500 吨、REC 约 1300 吨。我国进口电子级多晶硅产量约 3500 吨，其中区熔级多晶硅约 300 吨，多依赖进口。

图 24：2019 年各国或地区半导体行业市占率（单位：%）



资料来源：前瞻产业研究院，申万宏源研究

国内厂商积极推进电子级多晶硅国产化。《中国制造 2025》规划提出 2020 年半导体核心基础零部件、关键基础材料应实现 40% 的自主保障，2025 年须达到 70% 的自给率，政策端助力半导体行业国产化趋势。国内企业加速推进电子级多晶硅国产化进程，电子级多晶硅对于海外进口的依赖正在逐渐缓解。截至 2020 年底，国内电子级多晶硅主要厂商包括江苏鑫华 5000 吨、黄河水电 3300 吨、天宏瑞科 1000 吨等，总产能超过 15000 吨/年。同时，多个多晶硅领域龙头企业发力电子级多晶硅，亚洲硅业启动年产 30000 吨电子级多晶硅项目，大全能源 A 股 IPO 募资建设 1000 吨半导体级多晶硅，新特能源新扩产项目共 10 万吨全部满足电子级应用要求。

表 13：国内电子级多晶硅已有产能及扩产计划

公司		电子级多晶硅进展
		已有产能
鑫华半导体	电子级多晶硅产能约 5000 吨/年，产品已全面实现在 4-8 寸半导体硅片和半导体硅部件上的批量应用	
天宏瑞科	引进美国 REC Silicon 的电子级多晶硅生产技术，现产能约 1000 吨/年	
黄河水电	2021 年产能达 3300 吨，产品已完全满足 8 英寸抛光片、外延片制造要求	
中硅高科	电子级多晶硅产能超 1000 吨/年，已在下游客户中展开试用及销售	
云芯硅材	我国最早实现电子级多晶硅生产的企业，2017 年初步实现稳定供货；2019 年预计产能达 3000 吨/年	
南玻硅材料	2015 年扩产电子级多晶硅产能约 2500 吨	
		新进入产能
大全能源	2021 年 A 股 IPO 募资扩产 1000 吨半导体级多晶硅，预计 2023 年投产	
亚洲硅业	IPO 募资计划建设 6 万吨电子级多晶硅，其中一期项目 3 万吨预计 2023 年投产	
新特能源	建设 10 万吨多晶硅项目，品质全部可以达到电子级	

资料来源：公司公告，公司官网，芯思想研究院，央广网，申万宏源研究

N 型电池技术发展及半导体国产化趋势确定性强，深耕纯度成多晶硅未来趋势。半导体产业需更加精确地控制产品的物理性质，因此对多晶硅的纯度要求更高。光伏行业多晶硅纯度要求为 7-8N，半导体需达到 11-12N，基本上提高 2-3 个数量级。同时，N 型电池也需应用更高纯度的多晶硅原材料，因此解决杂质问题并进一步精进纯度预计成为多晶硅生产未来的发展重心和确定性趋势。

表 14：电子级多晶硅等级及技术要求（单位： 10^{-9} ， μs ， atoms/cm^3 ）

项目	技术指标要求		
	电子 1 级	电子 2 级	电子 3 级
施主杂质浓度 (10^{-9})	≤ 0.15	≤ 0.25	≤ 0.30
受主杂质浓度 (10^{-9})	≤ 0.05	≤ 0.08	≤ 0.10
少数载流子寿命 (μs)	≥ 1000	≥ 1000	≥ 500
碳浓度 (atoms/cm^3)	$< 4.0 \times 10^{15}$	$< 1.0 \times 10^{16}$	$< 1.5 \times 10^{16}$
氧浓度 (atoms/cm^3)	$\leq 1 \times 10^{16}$	-	-
基体金属杂质浓度 (10^{-9})	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总金属杂质含量： ≤ 1.0	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总金属杂质含量： ≤ 1.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总金属杂质含量： ≤ 2.0
表面金属杂质浓度 (10^{-9})	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总金属杂质含量： ≤ 5.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总金属杂质含量： ≤ 10.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总金属杂质含量： ≤ 15

资料来源：《国家标准 GB/T 12963-2014》，申万宏源研究

6. 投资标的梳理

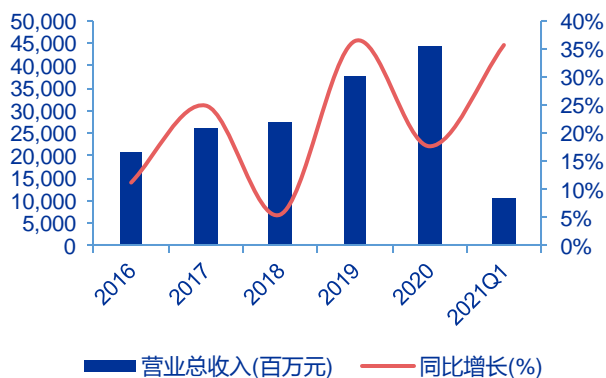
6.1 通威股份（600438）

通威股份系多晶硅及电池片双龙头，产能规模有望实现跃升。公司已形成农业+光伏两大板块业务模式，光伏板块专注多晶硅及电池片生产与销售。其中公司多晶硅业务兼具规模及成本优势，截至 2020 年底已形成 8 万吨多晶硅产能，新建产能平均生产成本已下降至 3.63 万元/吨。公司积极布局产能扩张项目，有望实现市场占有率的大幅跃升，2021-2023 年多晶硅名义产能预计可达 18 万吨、33 万吨、38 万吨，单晶料占比维持在 85%以上，N 型料占比约 40%-80%，并积极开展电子级多晶硅的研发及生产。同时，公司不断优化成本管控能力，未来 3 年多晶硅生产成本控制在 3-4 万元/吨且现金成本控制在 2-3 万元/吨，成本优势叠加扩产力度，支撑公司多晶硅业务龙头地位。

光伏业务推动公司业绩稳健增长，盈利水平维稳。公司于 2016 年注入光伏业务并战略性调整业务结构，加码多晶硅及光伏电池片。得益于海内外光伏需求高增，公司业绩实现稳健增长。2018-2020 年公司分别实现营业收入 275.35 亿元、375.55 亿元、442.00 亿元，同比增速 5.54%、36.39%、17.69%；实现归母净利润 20.19 亿元、26.35 亿元、36.08 亿元，同比增速 0.33%、30.51%、36.95%。

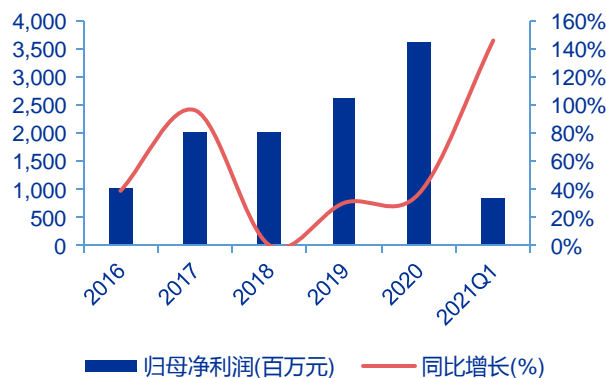
2021 年第一季度公司实现营业收入 106.18 亿元，同比增长 35.69%；实现归母净利润 8.47 亿元，同比增长 145.99%。公司销售毛利率约为 20.75%，销售净利率为 8.41%。

图 25：2016-2021Q1 通威股份营业收入及同比增长（单位：百万元、%）



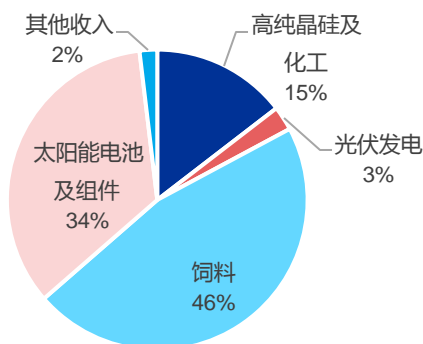
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 26：2016-2021Q1 通威股份归母净利润及同比增长（单位：百万元、%）



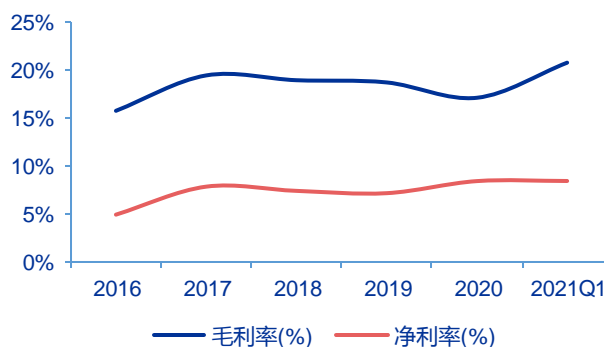
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 27：2020 年通威股份分业务营收占比情况（单位：%）



资料来源：Wind，申万宏源研究

图 28：2016-2021Q1 通威股份毛利率及净利率（单位：%）



资料来源：Wind，申万宏源研究

6.2 大全能源（688303）

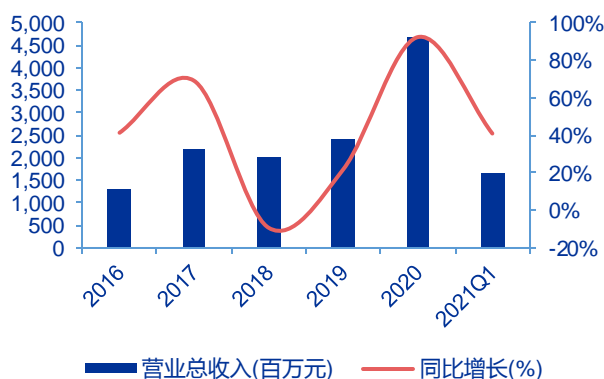
公司系多晶硅生产专业化厂商，长期位居第一梯队。公司自 2011 年成立以来一直专注生产高纯多晶硅，2018-2020 年多晶硅业务营收占比均超 98%，其中单晶用料占比已达 99%以上。截至 2020 年底，公司多晶硅产能达 7 万吨，全球产能市占率超 10%，稳定位居第一梯队。同时，公司与下游头部厂商已达成稳固合作关系，包括隆基股份、晶科能源、晶澳科技、上机数控、天合光能等，并与上述客户签订销售长单，保障供应链安全。

公司业绩复苏势头良好，盈利能力迎来拐点。公司专注于多晶硅生产，因此充分受益于 2020 年硅料价格上升业绩实现高增。2018-2020 年公司分别实现营业收入 19.94 亿元、

24.26 亿元、46.64 亿元，同比增速-9.43%、21.69%、92.25%；实现归母净利润 4.05 亿元、2.47 亿元、10.43 亿元，同比增速-39.61%、-39.02%、322.34%。盈利能力同样受益出现拐点，2020 年公司毛利率 33.63%，净利率 22.37%。

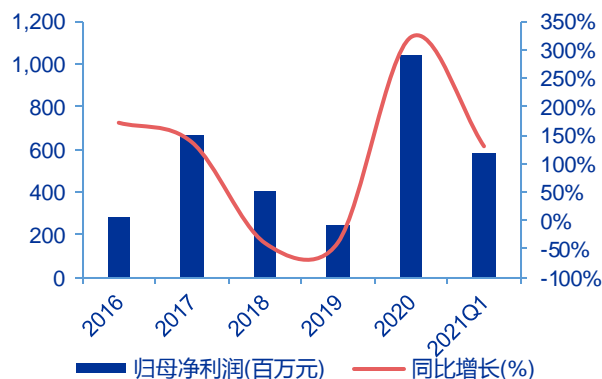
2021 年第一季度公司实现营业收入 16.61 亿元，同比增长 40.83%；实现归母净利润 5.82 亿元，同比增长 130.42%。公司销售毛利率约为 46.44%，销售净利率为 35.03%。

图 29：2016-2021Q1 年大全能源营业收入及同比增长（单位：百万元、%）



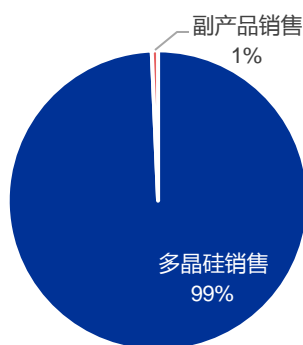
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 30：2016-2021Q1 大全能源归母净利润及同比增长（单位：百万元、%）



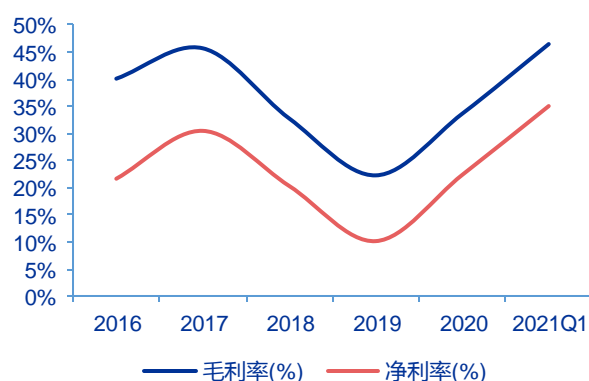
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 31：2020 年大全能源分业务营收占比情况（单位：%）



资料来源：Wind，申万宏源研究

图 32：2016-2021Q1 大全能源毛利率及净利率（单位：%）



资料来源：Wind，申万宏源研究

6.3 新能源（1799.HK）

公司业务覆盖多晶硅与电站建设及运营，稳步扩产支撑市场地位。公司系特变电工控股子公司，主要业务覆盖多晶硅、光伏及风电电站建设及运营、光伏硅片销售及电力销售等，其中多晶硅业务营收占比约 30%。截至 2020 年底，公司多晶硅产能达 8 万吨，全球有效产能市占率约 14%，实现出货量约 6.63 万吨，同比增速 86.91%；预计至 2025 年公

司稳步扩产，产能将达 22 万吨，维持市场第一梯队地位。同时，公司与晶澳科技、隆基股份达成销售长单，至 2025 年已锁定约 37 万吨多晶硅订单，支撑公司产销规模。

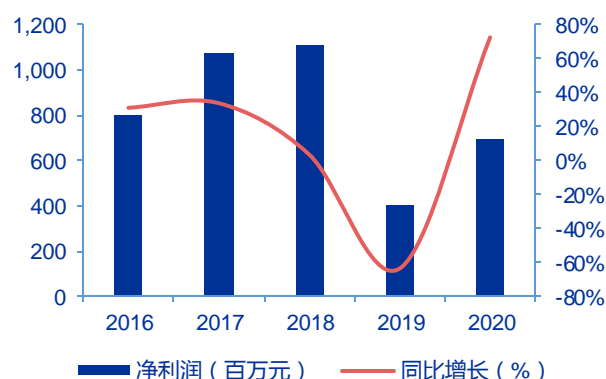
产能释放带动业绩提升，盈利水平保持稳定。公司 2020 年稳步释放 3.6 万吨新产能，产销规模扩张带动营收快速提升。2018-2020 年公司分别实现总营业收入 120.71 亿元、87.60 亿元、135.42 亿元，同比增速 5.47%、-27.43%、54.59%；实现净利润 11.08 亿元、4.03 亿元、6.95 亿元，同比增速 3.45%、-63.63%、72.46%。2020 年公司销售毛利率约 15.86%，净利率约 6.59%。

图 33：2016-2020 年新特能源营业收入及同比增长
(单位：百万元、%)



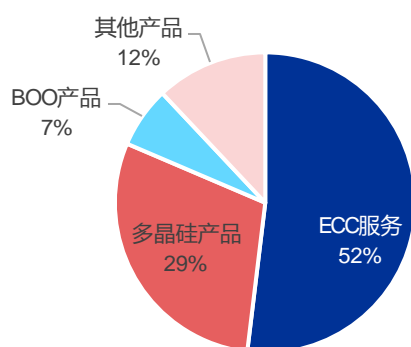
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 34：2016-2020 年新特能源净利润及同比增长
(单位：百万元、%)



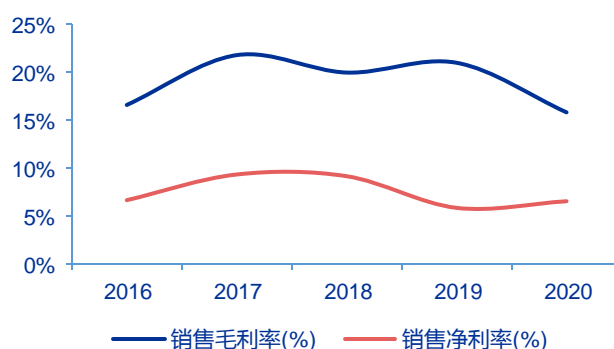
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 35：2020 年新特能源分业务营收占比情况 (单位：%)



资料来源：Wind，申万宏源研究

图 36：2016-2020 年新特能源毛利率、净利率 (单位：%)



资料来源：Wind，申万宏源研究

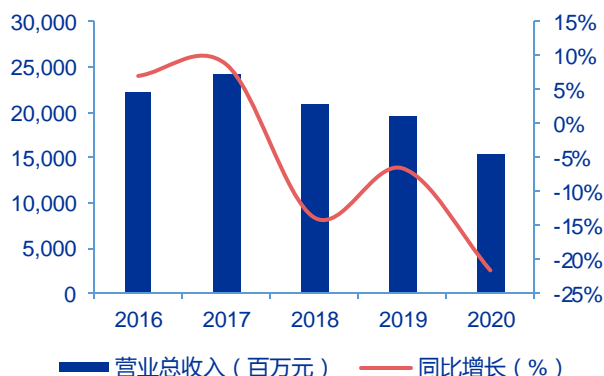
6.4 保利协鑫能源 (3800.HK)

公司系颗粒硅技术路线先行者，积极开展量产验证。保利协鑫能源经过多年积淀，形成三大业务板块，分别为光伏材料业务、光伏电站业务及新能源业务。2017 年收购 MEMC

相关技术后大力发展流化床颗粒硅技术，成为市场为数不多主推颗粒硅的先行厂商。2020年起公司先后开始建设颗粒硅徐州 10 万吨产能项目及四川乐山 10 万吨产能项目，预计 2022 年产能可达 20.6 万吨，具有绝对先发优势。目前公司产品质量及成本水平居世界领先地位，产品 ZN900 各项杂质水平已达到棒状硅特级国标水平，进入隆基股份、晶澳科技等龙头厂商供应链，量产技术验证已开启。

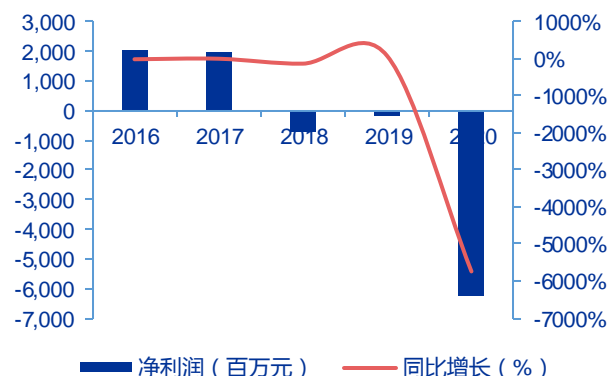
先发布局颗粒硅产能，公司业绩短期受损下行。受子公司剥离财报及大量资本支出影响，公司短期内业绩受挫下行。2018-2020 年公司分别实现营业收入 209.08 亿元、195.30 亿元、153.07 亿元，同比增速-13.84%、-6.59%、-21.62%；实现净利润-6.93 亿元、-1.97 亿元、-62.54 亿元，同比增速-135%、72%、-5743%。2020 年公司销售毛利率约 25.32%，净利率约-40.86%。

图 37：2016-2020 年保利协鑫营业收入及同比增长
(单位：百万元、%)



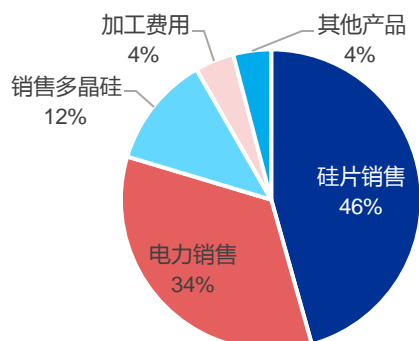
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 38：2016-2020 年保利协鑫净利润及同比增长
(单位：百万元、%)



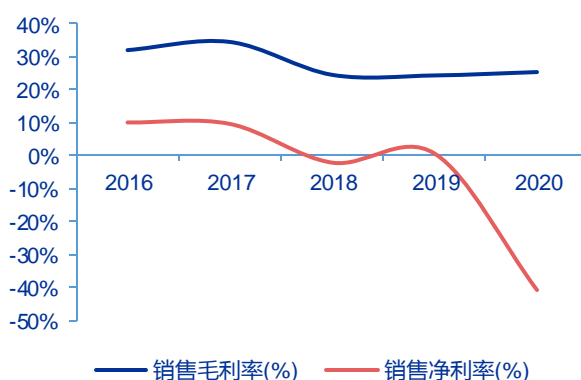
资料来源：Wind，申万宏源研究

图 39：2019 年保利协鑫分业务营收占比情况 (单位：%)



资料来源：Wind，申万宏源研究

图 40：2016-2020 年保利协鑫毛利率、净利率 (单位：%)



资料来源：Wind，申万宏源研究

表 15：重点推荐公司盈利预测与估值（单位：亿元、元/股、倍）

代码	简称	最新收盘价	总市值	EPS（元/股）				PE			
		2021/7/5	（亿元）	20A	21E	22E	23E	20A	21E	22E	23E
600438.SH	通威股份	42.60	1918	0.80	1.45	1.82	2.08	53	29	23	20
600089.SH	特变电工	12.70	472	0.67	1.01	1.12	1.29	19	13	11	10
601012.SH	隆基股份	84.06	4550	2.27	2.13	2.74	3.38	37	39	31	25
688599.SH	天合光能	29.01	600	0.59	0.95	1.47	1.85	49	31	20	16
603806.SH	福斯特	102.04	948	2.03	2.09	2.56	3.11	50	49	40	33
002459.SZ	晶澳科技	47.86	765	0.94	1.29	1.89	2.47	51	37	25	19
300751.SZ	迈为股份	435.68	449	7.57	5.51	7.72	10.77	58	79	56	40
300724.SZ	捷佳伟创	103.54	360	1.63	2.58	3.54	4.56	64	40	29	23
300274.SZ	阳光电源	107.72	1569	1.34	1.99	2.64	3.24	80	54	41	33
300763.SZ	锦浪科技	176.00	436	2.18	2.23	3.21	4.32	81	79	55	41
688390.SH	固德威	335.20	295	2.96	5.04	7.33	9.34	113	67	46	36
平均值								59	47	34	27

资料来源：wind，申万宏源研究

7. 风险提示

光伏需求不及预期的风险。全球光伏装机增长的主要驱动力已经转变为经济性需求，全球光伏装机整体呈现稳定增长趋势。然而，在部分新兴市场国家，光伏装机需求增长仍然依靠政策拉动，随着新兴市场国家对全球光伏装机份额贡献度提升，光伏产业政策的波动仍将影响全球光伏装机需求。同时，疫情等突发事件可能影响光伏装机的节奏。行业波动会导致多晶硅的供需关系和市场价格随之波动。此外，由于多晶硅新增产能建设周期和产能释放周期较长，难以匹配需求波动，可能形成一定时期内的供需错配，从而导致多晶硅市场出现一定波动。

电价及硅粉价格上涨的风险。由于多晶硅生产成本中合计有超七成为原材料硅粉及生产当地电价构成，硅粉的市场价及厂商所在地电价在很大程度上决定了多晶硅生产的整体成本。当前市场下，硅粉价格为 13-14 元/kg，电价为 0.25-0.3 元/度。在特定情况下，硅粉市场价存在波动风险。多晶硅厂商与当地供电公司多签长期电价优惠合同，若优惠价格到期或政府调整电价，厂商生产多晶硅成本将出现波动，并直接影响公司盈利水平。

硅料价格下跌的风险。若多晶硅价格在未来出现持续较大幅度的向下波动，将对业内公司的盈利水平造成较为不利的影响。多晶硅生产投资规模大、投资成本高、技术含量高，产能一旦投放将难以退出，多晶硅供给弹性较小。因此，当行业的下游需求出现波动时，供需错配将造成产品价格出现更大幅度的波动。

信息披露**证券分析师承诺**

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

与公司有关的信息披露

本公司隶属于申万宏源证券有限公司。本公司经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司关联机构在法律许可情况下可能持有或交易本报告提到的投资标的，还可能为或争取为这些标的提供投资银行服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。客户可通过 compliance@swsresearch.com 索取有关披露资料或登录 www.swsresearch.com 信息披露栏目查询从业人员资质情况、静默期安排及其他有关的信息披露。

机构销售团队联系人

华东	陈陶	021-23297221	chentao1@swsresearch.com
华北	李丹	010-66500631	lidan4@swsresearch.com
华南	陈左茜	755-23832751	chenzuoxi@swsresearch.com

股票投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入 (Buy)	：相对强于市场表现 20% 以上；
增持 (Outperform)	：相对强于市场表现 5% ~ 20%；
中性 (Neutral)	：相对市场表现在 - 5% ~ + 5% 之间波动；
减持 (Underperform)	：相对弱于市场表现 5% 以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好 (Overweight)	：行业超越整体市场表现；
中性 (Neutral)	：行业与整体市场表现基本持平；
看淡 (Underweight)	：行业弱于整体市场表现。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系，如果您对我们的行业分类有兴趣，可以向我们的销售员索取。

本报告采用的基准指数：沪深 300 指数

法律声明