

**光伏/光伏设备行业**
**颗粒硅：“双控”下的能耗优势；综合电耗降低近70%**
**——颗粒硅行业跟踪报告**
**行业评级**

光伏/光伏设备行业

看好

**分析师：王华君**

执业证书号：S1230520080005

wanghuajun@stocke.com.cn

**联系人：李思扬**

lisiyang@stocke.com.cn

**相关报告**
**【光伏行业】深度：光伏未来10年10倍大赛道！**
**【颗粒硅】深度：光伏硅料新一代技术，获重大突破、助力降本-浙商大制造-**
**【光伏设备】年度策略报告一：“大尺寸”带来新一轮迭代需求**
**【光伏设备】年度策略报告二：异质结：引领光伏技术新一轮革命，国产设备将迎来爆发**
**【上机数控】深度：崛起！光伏210大硅片龙头！全球单晶硅有望“三分天下”**
**【迈为股份】深度：光伏异质结设备领军者，未来5年持续高增长**
**【捷佳伟创】深度：光伏电池设备龙头，未来5年持续高成长**
**【晶盛机电】深度：长晶设备龙头：光伏半导体设备、蓝宝石、碳化硅设备接力增长**
**【金辰股份】深度：光伏异质结电池设备新星，组件设备龙头将二次腾飞**
**【天合光能】深度：引领全球光伏智慧能源；盈利向上拐点渐显、未来弹性大**
**□ 颗粒硅：碳排放降低近60%-70%，扩产更易；“能耗双控”背景下优势显现**

1) **颗粒硅省电70%、碳减排下降60%-70%**。5月29日中国质量认证中心为颗粒硅颁发碳足迹证书，每功能单位颗粒硅碳足迹数值仅为20.74千克二氧化碳当量，相比此前德国瓦克创下的全球最低记录57.559千克下降了64%。**硅料是光伏产业链能耗最高环节，占比达45%**。

9月23日，协鑫集团董事长朱共山在2021中国清洁能源科技资本峰会表示：“**颗粒硅电耗由原来协鑫推出的西门子改良法60Kwh/Kg降低到约15Kwh/Kg，综合电耗降低70%以上**”。

2) **“能耗双控”背景下，颗粒硅优势凸显、扩产更易**。颗粒硅综合电耗较西门子法降低近40-45kWh/kg，假设每1度电排放0.997千克二氧化碳，对应每10万吨颗粒硅将较西门子硅料降低400-450万吨二氧化碳排放（相当约300万辆汽车一年的排放，等同于深圳汽车停驶一年）。“能耗双控”背景下，颗粒硅较传统硅料更易拿到能耗指标，扩产更易。中长期，碳足迹将决定未来全球能源规划，颗粒硅有望加速推动光伏成为“碳中和”主力。

**□ 颗粒硅：市场预期差很大！使用比例已大幅提升，产品品质不亚于传统棒状硅**

1) **使用比例**：市场预期还停留在颗粒硅掺杂10-20%的范畴。经多方调研，实际已可以50%以上、甚至70-100%。相当于主食（米饭），不再是辅食（味精）。核心瓶颈在于颗粒硅的产能小（仅徐州1万吨产能），随着颗粒硅产能的逐步释放，未来市场占有率有望大幅提升。

2) **产品品质**：目前市场担心的颗粒硅金属含量高、碳含量高、氢跳等问题都已基本解决。颗粒硅最初起源于半导体电子级硅料，电子级对产品品质要求很高，后来用于光伏行业。目前颗粒硅拉出的硅片品质已不亚于西门子法硅料，且同样适用于拉N型硅片。

3) 目前，**隆基、中环、晶澳、双良节能均与协鑫签订单采购合同（其中包含颗粒硅）**。其中，**晶澳公告采购专门的颗粒硅近15万吨，万吨级大规模采购表明颗粒硅获得市场认可，标志着大规模产业化的开端**。目前主流硅片厂商已纷纷试用颗粒硅，使用比例较此前已大幅提升，颗粒硅产品供不应求。在量产N型晶棒中使用颗粒硅料，品质稳定、且拉晶成本降低。

**□ 颗粒硅：优势渐显；相较传统西门子法多晶硅，颗粒硅具四大优势**

1) **成本更低**：估算颗粒硅生产成本有望在28元/公斤左右（1.2万/吨工业硅价格，包头和乐山电价），对比棒状硅降低20%以上。中长期看，颗粒硅（坩埚填的更满、单产提升）+CCZ（连续直拉单晶），有望进一步降本增效，在硅料、硅片两大环节有望综合降本20%-30%。

2) **品质更好**：目前颗粒硅拉出的硅片部分电性能甚至更好、适用N型硅片；中长期搭配CCZ连续投料技术，相比棒状硅、颗粒硅拉棒头尾电性能指标一致性更高、更适用拉N型硅片。

3) **投产周期缩短近半**：颗粒硅产能建设周期在1年多一些，而传统西门子法棒状硅需要近2年；投产速度大幅缩短，解决硅料供给失衡问题，加速颗粒硅在市场的渗透率提升。

4) **易拿能耗指标、扩产更容易**：能耗指标更容易过、扩产更为顺利。

**□ 展望未来：颗粒硅大规模产业化临近！有望成新一代硅料技术，助力光伏降本**

(1) 保利协鑫能源在徐州1万吨产能量产，我们粗略估计这表明成功概率可能超60%；

(2) 上机数控和协鑫合资生产颗粒硅：下游客户亲自下场，表明成功概率可能超过70%；

(3) 晶澳采购15万吨颗粒硅，隆基、中环、双良均采购颗粒硅，表明成功概率可能超80%；

(4) 如近期协鑫徐州新增2万吨量产成功，将进入复制阶段，表明成功概率可能超90%；

(5) 如果明年包头（上机数控和协鑫合资）、乐山基地大规模量产，基本判断100%成功。

**□ 未来持续关注：颗粒硅产能提升、CCZ连续投料技术突破、关键设备国产化**

**投资建议：重点推荐：上机数控（大硅片龙头+颗粒硅行业强力推动者，A股）；建议关注：保利协鑫能源（多晶硅龙头，颗粒硅主推力量，H股）。**

**风险提示：光伏产品或技术替代的风险；下游扩产不及预期；疫情对海外需求影响。**

■ 附录 1：重点推荐公司盈利预测及估值。

表 1：颗粒硅：上机数控估值具有提升潜力

日期：2021/9/27				EPS/元				PE				2020A	
公司	代码	股价/元	总市值/亿元	2020A	2021E	2022E	2023E	2020A	2021E	2022E	2023E	PB	ROE (%)
上机数控	603185	272.0	749	1.9	7.3	12.3	17.6	141	38	22	15	16.0	27
保利协鑫能源	3800.hk	2.0	496	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

资料来源：Wind，浙商证券研究所整理（上机数控：估值已考虑 25 亿可转债）

- 附录 2：5 月 29 日，中国质量认证中心为颗粒硅颁发碳足迹证书，每功能单位颗粒硅碳足迹数值仅为 20.74 千克二氧化碳当量。

图 1：颗粒硅是碳足迹证书，每功能单位颗粒硅碳足迹数值仅为 20.74 千克二氧化碳当量



资料来源：中国质量认证中心，浙商证券研究所

■ 附录 3：

- 9 月 22 日，颗粒硅再获新客户双良节能采购，2021 年 9 月-2026 年 12 月双良将向江苏中能（协鑫全资公司）采购硅料（包括块状硅和颗粒硅）5.3 万吨，预计采购金额约 112 亿元。
- 2021 年 5 月 28 日，晶澳公告采购专门的颗粒硅（单独指明颗粒硅）近 15 万吨，万吨级大规模采购表明技术成熟度获得市场认可，标志着颗粒硅大规模产业化的开端。目前，隆基、中环、晶澳、双良节能均有与协鑫签颗粒硅长单采购合同。

**表 2：隆基、中环、晶澳、双良节能已与保利协鑫签订包括颗粒硅在内的硅料长单协议**

公告时间	采购方	采购数量	采购时间	备注
		(万吨)		
2021/9/22	双良节能	5.275	2021 年 9 月至 2026 年 12 月	包括块状硅和颗粒硅
2021/5/28	晶澳科技	14.58	2021 年 7 月至 2026 年 6 月	纯颗粒硅；折算平均每年采购达 2.9 万吨
2021/2/2	隆基股份	9.14	2021 年 3 月至 2023 年 12 月	多晶硅供应量之中将包括颗粒硅产品
2021/2/3	中环股份	35	2022 年 1 月至 2026 年 12 月	产品包括颗粒硅、特级免洗疏松料、特级免洗致密料

资料来源：隆基、中环、晶澳、双良节能、保利协鑫公告，浙商证券研究所整理

- **附录 4：**目前保利协鑫颗粒硅已实现万吨级量产突破，行业规划产能达 50 万吨；隆基、中环、上机、晶澳等均有不同比例掺杂使用颗粒硅，进展顺利。

**表 3：保利协鑫颗粒硅扩产计划，合计规划产能达 50 万吨**

公告/开工时间	地点	产能规划(万吨)	拟投资金额	项目规划	合作方式
2021/2/28	内蒙古	30	180 亿元	共 30 万吨，总投资 180 亿元 其中一期 6 万吨，总投资 36 亿元	上机数控在一期 6 万吨项目参股 35%，江苏中能 65%
2020/10/18	乐山	10	70 亿元	一期 6 万吨、二期 4 万吨。 2021 年 4 月正式打桩，5 月 22 日进行首套装置土建施工，预计调试时间在 2022 年 2 月 28 日	一期已引入战略投资者
2020/9/8	徐州	10	一期拟投资 48 亿元	首期 5.4 万吨，2020 年底已实现 1 万吨产能投产	募集资金
<b>合计产能规划</b>		<b>50</b>			

资料来源：保利协鑫公告、官网，浙商证券研究所整理

- **附录 5：颗粒硅 VS 块状硅：在成本、质量、应用端优势渐显，有望成为新一代光伏硅料技术**

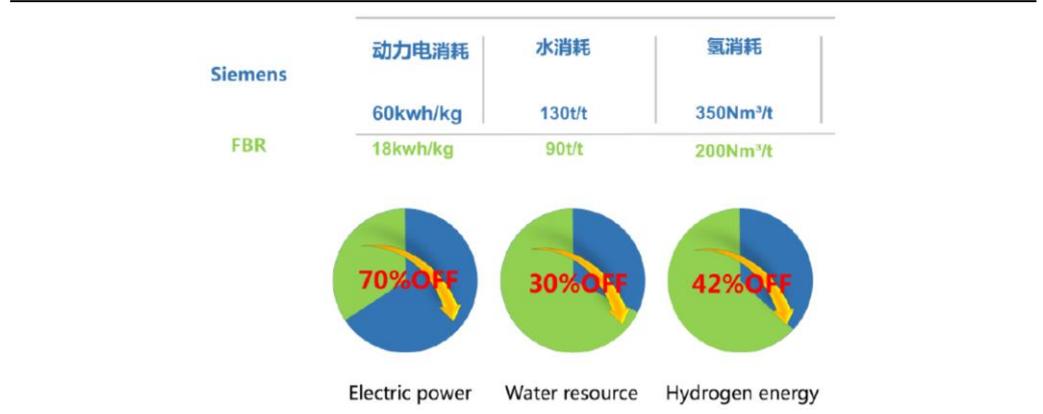
- 1) **成本端：颗粒硅投资强度、电耗、人工成本更低。**颗粒硅的 FBR 生产流程更短、后处理工序更少、占地空间更小。其投资强度下降 30%、生产电耗降低约 70%、项目人员需求降低 30%、水耗下降 30%、氢耗下降 42%。据实测数据，FBR 法颗粒硅电耗仅为 18 度电/KG，远低于传统多晶硅综合电耗 60-70 度电/KG。

**颗粒硅成本测算假设：**

- (1) **硅耗：**假设金属硅在 1.2 万/吨（8 月 12 日价格）\*1.05（硅耗）=12.6 元/公斤的原料成本。
- (2) **电耗：**20 度电\*0.26 元/度（内蒙包头电价）=5.2 元/公斤。
- (3) **人工：**2 元/公斤人工。颗粒硅工序缩短、且硫化床所需人力少。
- (4) **折旧：**6-7 元/公斤折旧，对应 6-7 亿/万吨的前期投资成本。
- (5) **耗材：**假设 2 元/公斤，主要耗材更换、及停机成本。但无破碎成本（西门子法破碎成本在 2 元/公斤左右）。

(6) 合计：颗粒硅生产成本近 28-29 元/公斤。

图 2：颗粒硅在拉棒电耗、水耗、氢耗上均优于传统硅料



资料来源：保利协鑫推介资料，浙商证券研究所

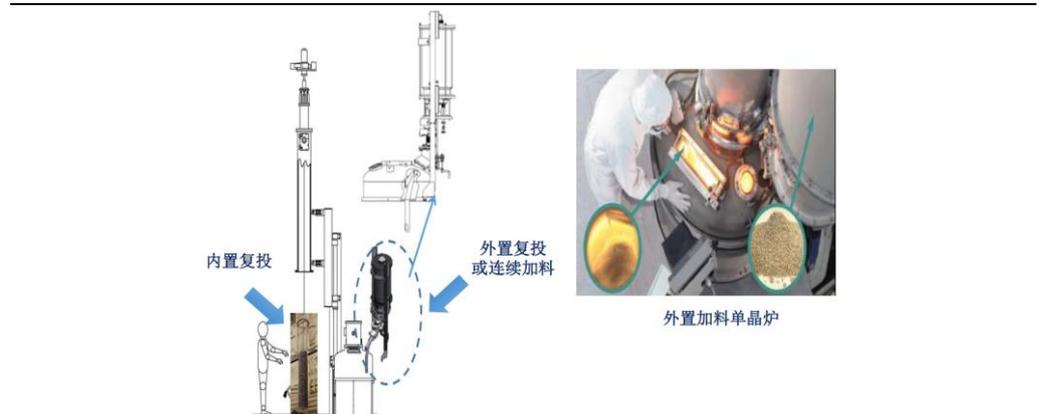
表 4：颗粒硅生产成本有望较传统硅料降低

项目	颗粒硅与传统硅料成本对比
投资成本	-30%
拉棒电耗	-70%
人工需求	-30%
水耗成本	-30%
氢耗成本	-42%

资料来源：保利协鑫推介资料，浙商证券研究所整理

2) 使用端：颗粒硅填充性更好、利于连续直拉拉晶。颗粒硅形似球状，流动性好，可以多装 15%-20%的颗粒硅（增加单位产出，降低生产成本，避免大块料堵塞），是大规模 CCz 技术应用的必要条件，相比目前传统的 RCZ 单晶复投法，拉晶效率更高。同时，颗粒硅的外置复投系统更容易实现自动化，节省人工成本、以及复投硅料的时间。

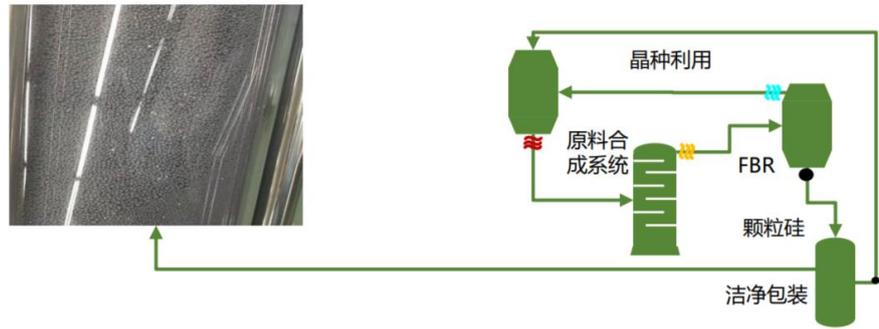
图 3：颗粒硅是 CCz 连续加料及 ERCz 外置复投技术的必选硅料



资料来源：保利协鑫推介资料，浙商证券研究所

3) 品质端：颗粒硅没有破碎时的杂质风险。因颗粒硅无需破碎工艺，避免硅料的损耗，并降低破碎成本，消除破碎过程中引入杂质的风险，综合品质已达到了单晶用料要求。

图 4：FBR 法流程短，损耗低，排放少，出料的颗粒硅无需破碎，可直接用于投料



资料来源：保利协鑫推介资料，浙商证券研究所

- **附录 6：**2021 年 6 月 26 日，保利协鑫颗粒硅技术应用示范项目正式投产，本次颗粒硅技术应用示范项目于 2021 年 3 月启建，仅 97 天实现项目投产运行。预计颗粒硅技术应用示范项目将加速颗粒硅未来产业化进程，提升市场对颗粒硅的接受度。

图 5：2021 年 6 月，保利协鑫颗粒硅技术应用示范项目正式投产



资料来源：能源一号，浙商证券研究所整理

图 6：2021 年 2 月，保利协鑫颗粒硅正式迈入万吨级产能



资料来源：保利协鑫新闻，浙商证券研究所整理

## 股票投资评级说明

以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、买入：相对于沪深 300 指数表现 + 20% 以上；
- 2、增持：相对于沪深 300 指数表现 + 10% ~ + 20%；
- 3、中性：相对于沪深 300 指数表现 - 10% ~ + 10% 之间波动；
- 4、减持：相对于沪深 300 指数表现 - 10% 以下。

## 行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深 300 指数表现 + 10% 以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10% ~ + 10% 以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10% 以下。

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。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

## 法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路 729 号陆家嘴世纪金融广场 1 号楼 29 层

北京地址：北京市广安门大街 1 号深圳大厦 4 楼

深圳地址：深圳市福田区太平金融大厦 14 楼

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>