

行业专题

2023年09月09日

光伏银浆产业研究展望： 格局持续优化，银电极主流地位不改

——新能源产业研究系列（十一）

姓名：王浩（分析师）

邮箱：wanghao013539@gtjas.com

电话：0755-23976068

证书编号：S0880513090004

摘要

01

上游格局稳定，银粉国产化趋势明显

光伏银浆是光伏电池金属电极关键材料，电池成本占比12%。

背银已基本实现国产化，正银国产化趋势明显。

近年国内银粉制备技术取得了很大进步，已经能够满足正面银浆厂商的部分需求。

02

中游竞争格局清晰，集中度将持续提升

2020年，中国光伏正面银浆前三大中国企业累计市占率为55.7%，2022年达63%。头部企业有聚和股份、帝科股份与苏州固锴。

中国光伏银浆国产化进程加速，中国企业打破了长期贺利氏、三星SDI、杜邦在中国光伏银浆的垄断地位。

预计未来龙头企业市占率将持续提升。国产替代与PERC技术渗透率提升是2019年以来国产银浆龙头市占率快速提升的核心原因。

03

新技术有望提升下游集中度，预计未来银电极主流地位不改

新技术对电池制备提出了新要求，高技术门槛有望提升下游集中度。

预计未来银电极依然主流地位不改。2021年银电极市场占比达99.9%。

新技术有待发展。银包铜技术以及电镀铜技术依然不够成熟，如何让银粉均匀附着于铜粉上是实现该技术的主要障碍。

04

风险提示

(1) 新能源场景落地不及预期；(2) 排产趋势变动；(3) 产品研发不及预期等。

目录 /CONTENTS

- 01 上游格局稳定，银粉国产化趋势明显
- 02 中游竞争格局清晰，集中度将持续提升
- 03 新技术有望提升下游集中度，预计未来银电极主流地位不改
- 04 风险提示

01 上游格局稳定，银粉国产化趋势明显

光伏银浆是光伏电池金属电极关键材料，电池成本占比12%

□ 银浆是一种以银粉为基材的功能性材料，是制备光伏电池金属电极的关键材料，直接关系着光伏电池的转换效率。

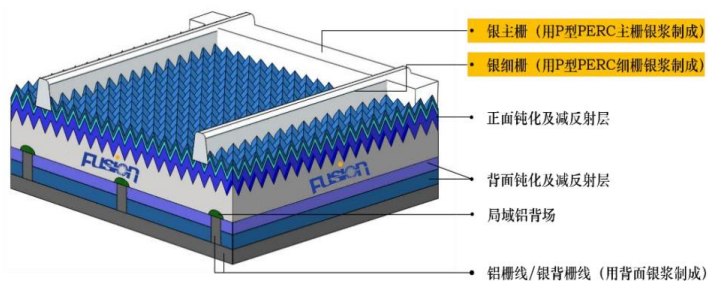
□ 参考7月光伏产业链报价，当前光伏正银价格约为6000-6500元/kg，背银价格约为4000元/kg，参考perc电池正面银浆单耗70mg/片，背面22mg/片，对应银浆在电池中的成本占比约为12%，成本占比较大，仅次于硅片。

□ 光伏银浆的分类：

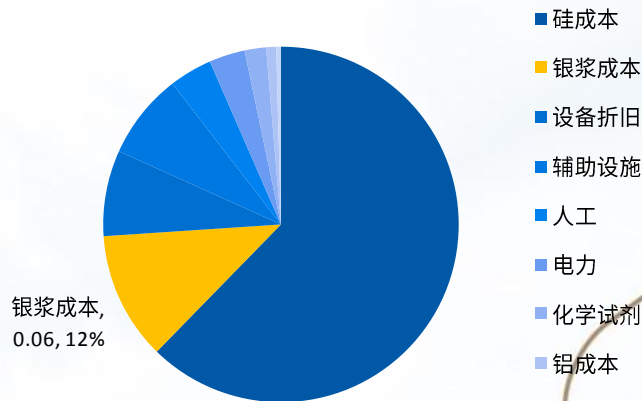
- 按照位置和功能：正面银浆、背面银浆；
- 按照栅线类型：主栅银浆、细栅银浆；

图：银浆是制备光伏电池金属电极的关键材料

P 型单晶 PERC 电池：



图：银浆在电池中成本占比约为12%，仅次于硅成本（元/片）



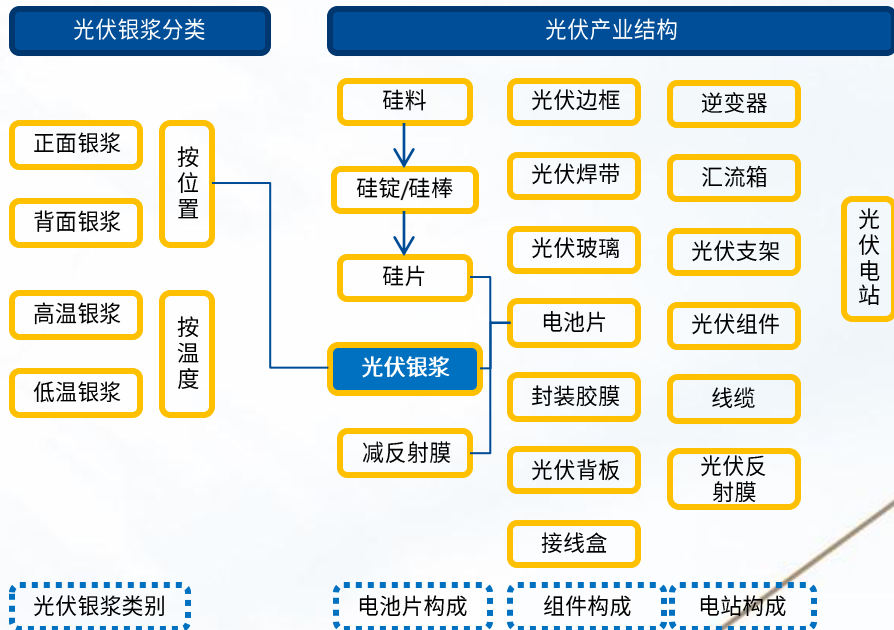
01 背银已实现国产化，正银国产化趋势明显

- 根据光伏银浆位置的不同，将光伏银浆分为正面银浆与背面银浆。其中，背面银浆功能性较弱，技术门槛相对较低，业内主要需求为降本，目前能够完全国产化；正面银浆制备难度较高，是光伏电池的重要组成部分，主要用于收集电流，2020年正面银浆国产化率为50%，主要企业有聚和股份、帝科股份、苏州固锔等
- 正面银浆作用更大，消耗量更多。正面银浆主要起到汇集、导出光生载流子的作用，常用在P型电池的受光面以及N型电池的双面；背面银浆主要起到粘连作用，对导电性能的要求相对较低，常用在P型电池的背光面。正面银浆是太阳能电池片最大的原材料耗材之一，其质量直接影响太阳能电池片的光电转化效率，相对于背面银浆，正面银浆需要实现更多的功能和效用，对产品的技术要求更高。根据CPIA的数据，2020年全球光伏银浆总消耗量达2990吨，其中正面银浆消耗量2137吨，占比约71.5%，背面银浆消耗量853吨，占比约28.5%。

图：光伏银浆特性

	特征	适合光伏电池
正面银浆	收集电流，汇集、导出光生载流子	P、N受光面
背面银浆	粘接作用，对导电性要求低	P背光面
高温银浆	烧结温度>500℃	BSF、PERC、TOPCon
低温银浆	烧结温度<250℃	HJT

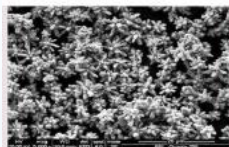
图：光伏银浆分类



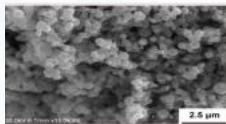
01 上游：银粉、玻璃原料与有机原料

- **光伏银浆的生产原材料主要有银粉、玻璃原料与有机原料。**其中，玻璃原料主要作为银浆中的传输媒介，有机原料主要用于承载银粉与玻璃原料，银粉是光伏银浆生产中的核心原材料。
- **银粉是生产光伏银浆最重要的原材料，在银浆生产中成分占比与成本占比可达近98%。**聚和股份2021年度原材料采购成本占总主营业务成本99.6%，其中，银粉采购金额占总原材料采购金额比例为97.2%。
- **银粉的形貌、粒径、分散性及振实密度等特性皆对其电性能、接触性、流动性以及生产成本具有显著影响。**根据银粉外貌形状的不同，银粉可以分为球状银粉、片式结构银粉以及枝状结构银粉，不同的银粉形状将引起银浆烧结厚膜结构的不同，从而对电池片性能有所影响。
- **中国用于生产光伏银浆的银粉目前主要以进口为主。**其中，日本DOWA是中国银粉进口的主要供应商，DOWA银粉粒径更小、分散性更佳、有机物包覆效果更好且质量更加稳定。银粉研发投入高具有较高的技术壁垒，目前中国银粉的稳定性不足是制约国产银粉走向市场化的重要因素，由于光伏电池电极为电池生产尾部步骤之一，沉没成本较高，故而下游电池厂商对于稳定性要求较为严格。目前中国生产银粉的主要有苏州思美特、宁波晶鑫等。

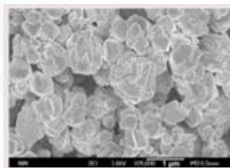
图：树枝状、球形、片状银粉SEM图



印刷时难透过丝网，一般不用

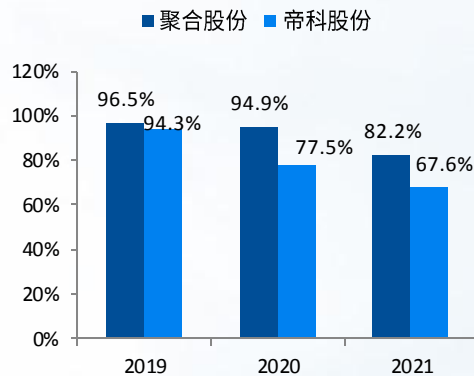


一般用作正面银浆



一般用作背面银浆

图：DOWA进口银粉占比居高不下



01 上游：银粉、玻璃原料与有机原料（续）

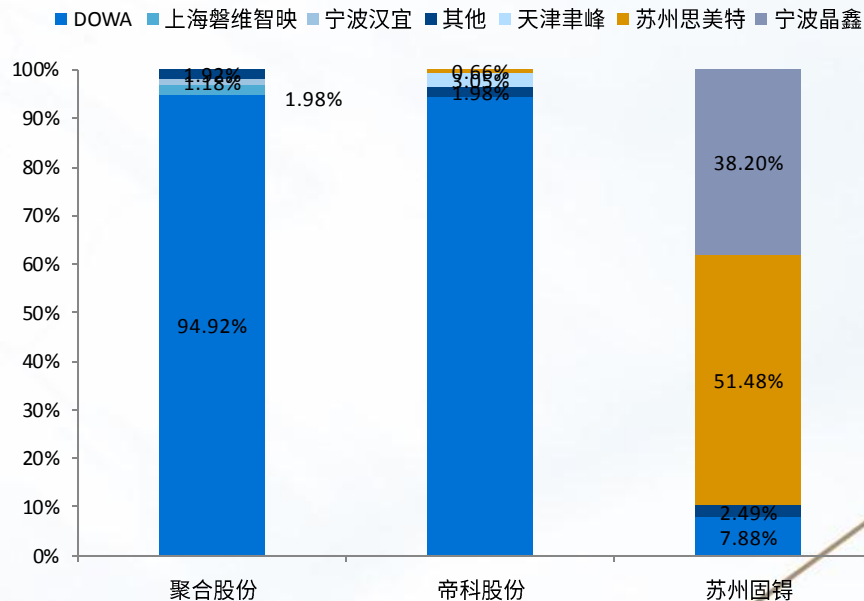
□ 国外银粉供应商垄断优势明显，国内产品进步明显。

- 全球银粉市场格局相对集中，主要包括日本DOWA、美国AMES等，其中日本DOWA是全球最大的光伏银浆用银粉供应商，占据了全球50%以上的市场份额。
- 国内厂商主要包括苏州思美特、宁波晶鑫、山东建邦、博迁新材、贵研铂业等。

□ 近年国内银粉制备技术取得了很大进步，已经能够满足正面银浆厂商的部分需求。

- 进口银粉比国产银粉在技术参数上具有一定优势，可以提供更好的印刷、欧姆接触和烧结性能，因此银浆企业制备浆料更容易以及开发难度更低。
- 使用国产银粉需要银浆企业优异的玻璃粉组合物和有机载体配合，以提高正面银浆的印刷能力、欧姆接触性能和烧结性能，这对银浆企业的技术要求较高。

图：银粉供应商国外具有垄断优势，国内产品进步明显



01 上游：银粉、玻璃原料与有机原料（续）

- **正面银浆用球形银粉目前仍依赖进口，背面银浆用片状银粉基本实现国产化。**我国银粉以进口为主，是全球最大的银粉进口国。据《光伏银浆用银粉研究》（钟敬明等）介绍，国内正面银浆用球形银粉产业化尚处于起步阶段。背面银浆用片状银粉的不同粒度和片厚比已实现国产化 and 大规模量产。正面银浆和背面银浆消耗量约7:3，中国片状银粉(平均粒径<10um)进口量较低。光伏银浆原材料银粉主要来源于进口，导致我国光伏银浆整体价格居高不下，如何解决银粉进口问题或降低银粉使用是降本的关键因素。

表：银粉供应商不同型号银粉性能对比

公司	型号	平均粒径 (μm)	D50 (μm)	D90 (μm)	振实密度 (g/mL)	比表面积 (m^2/g)
DOWA	AG4-8F		1.9	2.8	5.4	0.43
	AG2-1C		0.8	1.3	5.3	0.93
	AG3-11F		1.4	2.2	5	0.71
AmesGoldsmith	SilverPowderK1-ED		0.54	0.88	4.2	2.1
Ferro	AgSP107		<1.5	<3.5	5.0-5.5	0.6-2.0
宁波晶鑫	16#A	2.0-2.3			5.5-6.0	0.3-0.4
	16#B	1.7-2.0			5.4-5.9	0.4-0.5
山东建邦	S115G		1.0-1.5	1.7-2.3	5.0-5.8	0.4-0.8
	S215G		1.5-2.0	2.2-3.4	5.5-6.3	0.4-0.8
	S315G		2.0-2.5	2.9-3.9	5.6-6.5	0.3-0.6
博迁新材	Ag-S0400	0.38-0.45	0.45-0.58	0.85-1.02	≥ 4.2	1.27-1.50
	Ag-S0800	0.82-0.95	0.90-1.30	1.40-2.80	≥ 4.6	0.60-0.70
	Ag-S2000	1.80-2.20	2.00-2.65	3.80-5.20	≥ 5.0	0.25-0.32
贵研铂业	Sag-2		2.0-4.0		4.5-6.0	<0.6

- **银浆加工费降低趋势明显。**据波隆银业数据，2017年之前正面银浆用银粉的加工费高达1000 元/kg。近年加工费降低趋势明显，国产银粉的市场份额提升，竞争加剧。
- **PERC银浆加工费持续下降。**随着银浆国产化率提升，银浆加工费持续下降，2022年主流银浆企业毛利率为451-675元/kg。PERC 细栅加工费维持在 600-800 元/kg 甚至更低，PERC 浆料的毛利率是 10-11%。
- **TOPCon银浆、HJT低温银浆、银包铜加工费相对较高，未来或持续提升。**TOPCon银浆加工费1200-1300元/kg，HJT低温银浆、银包铜加工费1200-1500元/kg。TOPCon 毛利率比 PERC 高 3-4%。新技术银浆渗透率提升，预计银浆加工费也将持续提升。

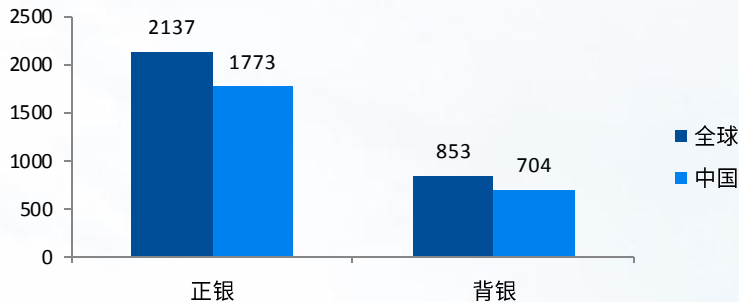
请参阅附注免责声明

9

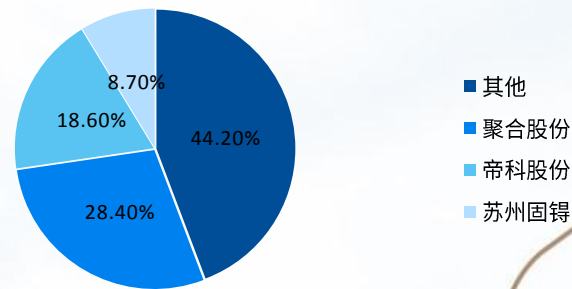
02 中游竞争格局清晰，集中度将持续提升

- **中游竞争格局清晰，集中度将持续提升。**2020年，中国光伏正面银浆前几大中国企业累计市场占有率为55.7%，2022年CR3达到63%。头部企业有聚和股份、帝科股份与苏州固锝。中国光伏银浆国产化进程加速，中国企业打破了长期贺利氏、三星SDI、杜邦在中国光伏银浆的垄断地位，国产浆料性能与质量相较于从前皆有较大幅度提升，高温银浆大部分能够实现国产化。截至2021年中国仅贺利氏保留与部分厂商的合作供应关系，杜邦与三星SDI银浆业务皆为中国企业所收购。随着银浆国产化进程加速且行业竞争逐渐激烈，产业降本需求迫切，光伏行业银浆企业毛利润逐步下滑。
- **降本需求下，各类型银浆单耗下降趋势明显。**中国2020年正面光伏银浆及背面光伏银浆消耗量皆占全球82.5%，较2019年同比上升1%，尽管各类型银浆单耗有所下降，M6尺寸p型下降6.5%，异质结下降25.6%，受益于光伏组件装机增加，光伏电池产量同比增加22.2%。

图：中国与全球银浆消耗量（吨，2020年）



图：中国光伏正面银浆头部企业市占率（以出货量，2020年）

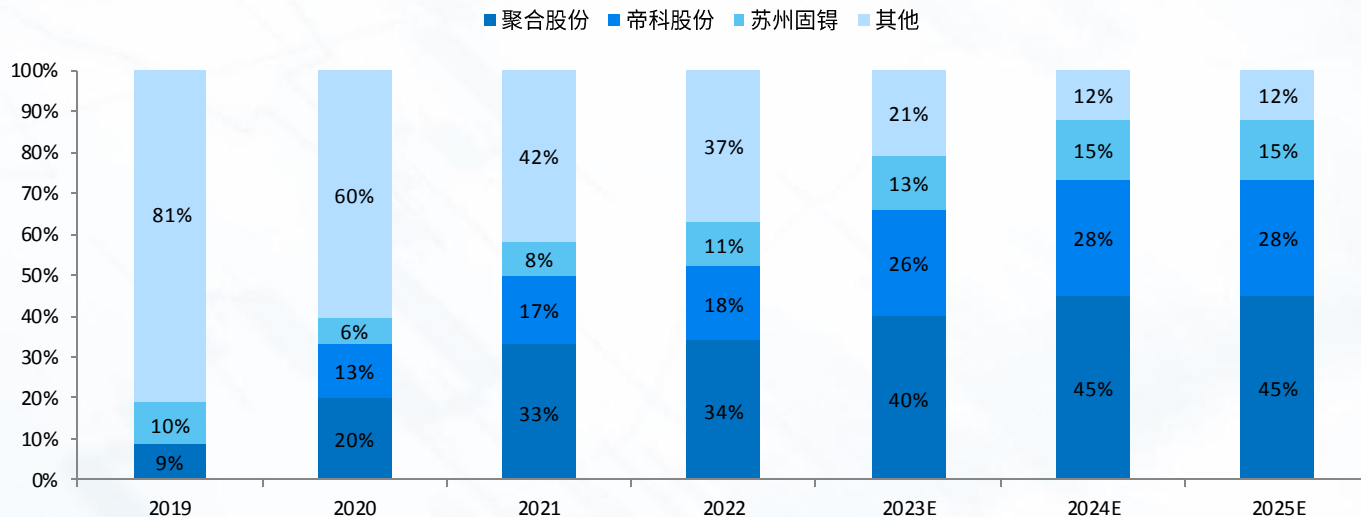


图：主要参与企业



- **技术迭代推动集中度持续提升。**投产单产线16-50万元，建设周期1-2.5年。
- **预计未来龙头企业市占率将持续提升。**国产替代与PERC技术渗透率提升是2019年以来国产银浆龙头市占率快速提升的核心原因，而当前银浆行业正处于TOPCon、HJT电池技术迭代窗口期，行业龙头提前储备相关技术人才、持续积累新技术优势，预计未来龙头企业市占率将得到进一步提升。

图：TOPCon、HJT技术迭代或推动银浆行业格局进一步集中



03 新技术有望提升下游集中度，预计未来银电极主流地位不改

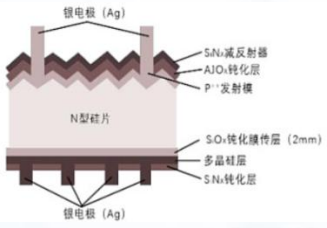
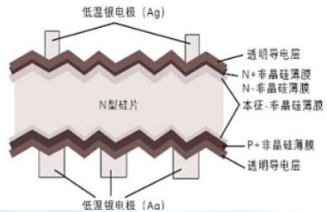
- 新技术对电池制备提出了新要求，高技术门槛有望提升下游集中度。2021年，P型电池为市场主流，占据超过90%光伏电池片市场份额，但N型电池被认为是光伏未来发展的主要方向，其中，TOPCon电池正面银浆以银铝浆为主，需要企业对配方进行一定改进，且TOPCon改良了多晶硅薄层及钝化接触结构，使得银浆降低金属诱导复合速率难度增加；HJT电池使用了非晶硅薄膜制作PN结、减反射层及导电层，生产环节温度需控制在250℃以下，需要采用低温银浆技术，对企业技术要求更高。
- 降本需求催化新技术。预计2030年p型电池与TOPCon正银消耗量将下降至约50mg/片左右，异质结双面银浆消耗量下降至约100mg/片左右，降本空间显著。
 - PERC：182的P型电池，单耗约50mg/片；210的电池约60-70mg/片。PERC背面也用银浆，背银约正银用量的1/3，182电池约15-16mg/片。182的P型电池正背面加起来约60-70mg/片。一般计算的时候不会把背银算进去，主要考虑正银。
 - TOPCon：以182电池为例，相当于P型正银的两倍，P型182电池正银50mg/片，TOPCon正银约105mg/片水平。210约130mg/片。
 - HJT：基本没有做182电池的，双面银浆消耗量更大，单耗更高，正背面加起来约200+mg/片。
- 新技术渗透率提升或提高行业平均银浆单耗。未来银浆耗量总量将随光伏装机量上升，随着N型电池银浆耗量持续下降+银包铜替代方案渗透率提升，未来银浆耗量上升速度或不及行业增速，但考虑未来N型银耗较高的N型电池占比提升，预计行业平均银浆单耗可能增加。

图：主要下游企业



□ **预计未来银电极依然主流地位不改。** 2018至2022年，全球光伏白银需求量稳步上升，CAGR为8.2%，2022年光伏白银使用需求为白银总需求的11.5%，较2018年增长2%，随着光伏白银需求的不断提升，其对白银供需及定价边际影响将逐步提升。光伏电池电极目前主流依然是银电极，2021年银电极市场占比达99.9%，但白银价格较为昂贵，部分企业着手研发利用贱金属如铜对银进行部分取代以降低成本，其中具有代表性的有银包铜浆料结合丝网印刷技术和电镀铜技术，如苏州晶银2021年顺利推出银包铜HJT浆料，通过可靠性测试并进行了户外实证电站验证。但目前总体来看银包铜技术以及电镀铜技术依然不够成熟，其中，如何让银粉均匀附着于铜粉上是实现该技术的主要障碍，预计未来银电极依然处于主流地位。

表：N型电池对银浆性能要求更高

	N型电池对银浆性能要求
	<p>TOPCon 电池</p> <p>(1) 工艺要求：硼扩p+发射极的均匀性问题，有效控制玻璃体系腐蚀活性，保证较宽的欧姆接触窗口拓宽钝化层工艺厚度适应，方阻提升后金属化接触的挑战，带来电压与电流双增益；</p> <p>(2) 印刷性能要求：大尺寸电池是未来趋势，大尺寸会增加断栅风险，需要浆料良好的印刷性，要求能够适配$\geq 20\mu\text{m}$无网结网版开口设计及$\geq 24\mu\text{m}$常规网版开口，兼容单次、分布两种印刷方式；</p> <p>(3) 配合低温烧结的低温主栅：Poly层需求的低温烧结温度下打来AlOx烧镀，浆料与SE工艺的匹配性</p>
	<p>HJT 电池</p> <p>(1) 低温工艺要求+低电阻率：电极成型温度$< 200^\circ\text{C}$；玻璃体系需更换为树脂体系，同时电极体电阻率$< 10\text{ m}\Omega/\text{cm}$，与TCO层接触电阻够低；</p> <p>(2) 印刷性能：要求低温银浆拥有优异的拉力和焊接性，焊接拉力$> 1\text{N/mm}$，快速固化能力，兼容不同类型网版技术，对杂质更敏感；</p> <p>(3) 储存性能：要求具有长期储存稳定性，能够在小于10°C的环境非冷冻储存。</p>

❑ **贱金属替代是降低银耗技术主流新技术，仍有待发展。**针对异质结电池银耗较高、低温银浆价格较高的问题，部分企业及研究及机构一直致力于开发利用贱金属（如铜）等替代银的电极技术。新技术主要有银包铜技术以及电镀铜技术，不够成熟，如何让银粉均匀附着于铜粉上是实现该技术的主要障碍。

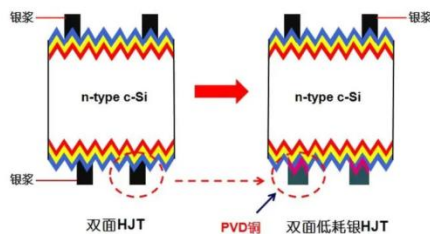
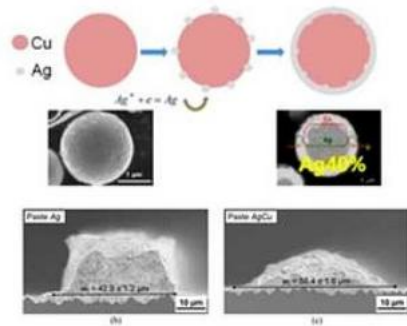
❑ **银包铜浆料结合丝印技术：**主流银包铜浆料为50%银/50%铜，浆料成本能够节省0.03-0.04元/W，工艺较为成熟，终端客户对可靠性有顾虑

- 依附HJT技术，银包铜最大的挑战是做好包覆技术，并且说服终端客户，相信在未来的20年-30年，电站不会发生铜的裸露或发生这种短路事故。且银包铜里HJT的厂家不是隆基这种主流的品牌，而是一些在行业内没有太大的实际影响力的厂家，技术可靠性还需再观察

❑ **电镀铜技术：**与传统的银浆丝网印刷技术差别较大，需新建产线，初始投资成本高，环保方案复杂、工序复杂，目前产业化进度较银包铜技术更慢

- 电镀面临着很大的问题是环保的压力，不知能否解决。目前主流厂商相对看好传统的印刷技术。以隆基为例，隆基一开始选P-IBC，就想完全用无银化做电镀，但实际上最终还是选择了印刷技术。技术能否成为优势，最终看电池的实际效率和生产成本。

图：银包铜浆料原理示意图



图：银包铜浆料技术节省成本约5分/W

	低温银浆	银包铜（50%铜）
HJT电池银耗（mg/W）	20	20
浆料成本（元/kg）	6200	3735
材料成本（元/kg）	5000	2535
银价格（元/kg）	5000	5000
铜价格（元/kg）	70	70
浆料企业加工费（元/kg）	1200	1200
浆料单W成本（元/W）	0.124	0.075

注：假设银价5000元/kg

04 风险提示

□ **新能源场景落地不及预期，排产趋势变化，产品研发不及预期等。**

□ **新能源场景落地或不及预期。**行业处于高速增长期，处于1-N的中高速增长期，新能源相关场景及光伏电池装机或销量不及预期。

□ **排产趋势变化。**产业投资策略影响未来排产规划，影响产业链产品供应或研发等。

□ **产业产品研发或不及预期。**新能源产业中诸多新技术，技术落地或不及预期，落地过程中或产生新的难题，影响产品研发进度。

免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

分析师声明

作者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，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（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本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。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，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。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。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

THANKS FOR LISTENING

国泰君安证券研究所产业研究团队