

全球光伏用银需求下滑预期分析

曹姗姗

(中粮期货有限公司, 北京 100007)

摘要: 在光伏产业技术升级与供应链本土化的双重驱动下, 白银在光伏领域的应用格局正发生结构性变革。银浆作为光伏电池的核心材料, 其成本占比已超越硅片, 成为第一大原料支出, 倒逼产业通过技术创新降低银耗。在此背景下, 银浆生产国产化进程取得突破性进展。2024年, 全球光伏银浆需求增速放缓至1.6%, 中国需求首次出现负增长, 预示着白银在光伏领域的需求拐点即将来临。未来, 产业竞争将聚焦于叠栅工艺量产化、铜基材料应用深化及龙头企业技术迭代速度, 这些因素将重塑光伏用银的供需平衡与价值链格局。

关键词: 光伏产业 白银 N型TOPCon电池 HJT电池 铜电镀技术

国产银粉技术的突破显著降低了进口依赖度, 2025年, 预计用于生产正面银浆的 $3\ \mu\text{m}$ 以下的非片状银粉进口量将降至600吨以下, 占比从2024年的13%降至2025年的个位数, 国产化率超95%。

当前, 中国银浆产能80%集中于长三角地区龙头企业, 行业壁垒显著。技术迭代成为降低银耗的关键驱动力。2024年, N型隧穿氧化层钝化接触(Tunnel Oxide Passivated Contact, TOPCon)光伏电池¹的市占率跃升至65%, 其

银耗通过栅线优化从2019年的179 mg/片降至100 mg/片。高效硅异质结(HJT)电池²

1 TOPCon 电池最早由德国 Fraunhofer 太阳能研究所在 2014 年公布, 是一种新型钝化接触光伏电池。TOPCon 电池的结构为 N 型硅衬底, 即在电池背面制备一层超薄氧化硅, 再沉积一层掺杂硅薄层, 二者共同形成钝化接触结构, 有效降低了表面复合和金属接触复合。

2 HJT 最早由日本三洋公司在 1990 年发明, 以 N 型单晶硅为基底, 在前后表面分别沉积不同特性的硅基薄膜叠层和透明导电薄膜。标准晶体硅光伏电池是一种同质结电池, 即 PN 结在同一种半导体材料上形成, 而异质结电池的 PN 结则由不同半导体材料构成。

作者简介: 曹姗姗, 2011 年获辽宁大学国际经济与贸易专业学士学位, 中粮期货资深研究员, 上海期货交易所优秀分析师、优秀分析团队成员, 《期货日报》特约撰稿人, 新浪财经特约讲师, 中国期货业协会培训讲师。负责商品市场研究分析工作, 擅长海外宏观分析、商品横向对比、工业金属研究等。

收稿日期: 2025-02-17。

则通过银包铜技术实现量产，将银含量缩减30%~70%，并叠加无主栅技术（0 BB）与叠栅工艺，进一步压缩银浆用量。铜电镀技术虽有望完全替代银，但因工艺复杂、环保要求高，短期内产业化仍面临挑战。此外，铜浆（成本仅为银浆的1%）的技术突破为HJT电池降本提供了新路径，可将银耗降至0.5 mg/W，开辟了成本仅为银浆1%的替代路径。

2024年，全球光伏银浆需求增速放缓至1.6%（7 336吨），中国需求同比微降0.9%。尽管光伏装机量持续增长，但单位耗银量的快速下降导致总需求增速疲软。预计2025年后，白银的光伏需求将逐步下滑，供需平衡或向结构性过剩倾斜。未来行业需重点关注铜电镀、叠栅等颠覆性技术的产业化进程，以及龙头企业在技术壁垒与成本竞争中的战略布局，以应对白银需求减弱带来的市场变革。

1 光伏新增装机增速见顶

光伏产业链相对复杂，起始于硅料（多晶硅）的提炼，经过硅片的精密切割，再通过电池的复杂制造过程，最终转化为高效的太阳能组件，这些组件随后被集成到光伏电站中，将太阳能转换为电能。该产业链不仅包括了原材料的生产和加工，还涵盖了技术创新、设备制造、产品组装以及电站的建设和运营等多个环节。

随着光伏技术进步驱动平准化度电成本（LCOE）³ 不断下降（2019年低于生物能源，2021年低于水电，2022年全面低于传统石化能源），光伏平价时代已到来（见图1）。

光伏作为白银的重要需求之一，新增光伏装机量是衡量终端需求增速的重要指标。初步估算，2024年，全球新增光伏装机430 GW，再创历史新高，但同比增速由72%下降至25%（见图2）。同期，中国新增光伏装机278 GW，

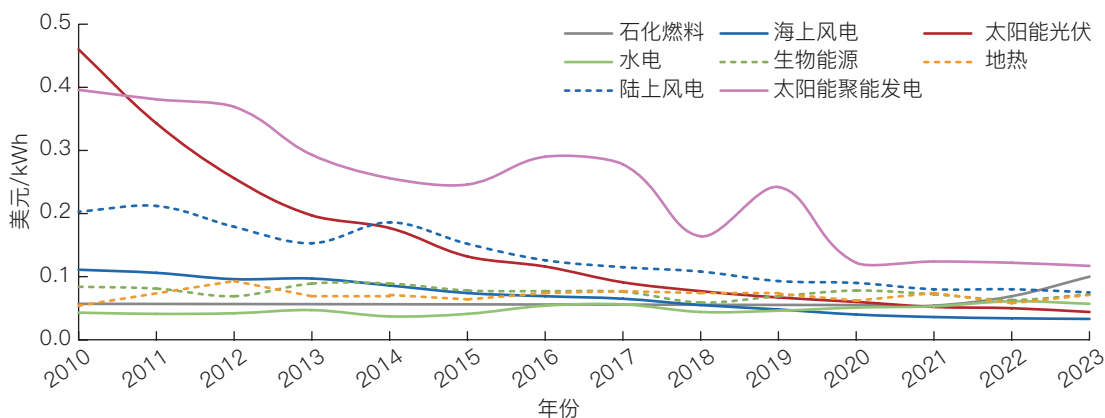


图1 可再生能源LCOE成本

数据来源：国际可再生能源机构（IRENA），中粮期货研究院。

注：e 为根据部分已有数据的预估值，f 为预测值，二者取保守估计和乐观估计的平均值，下同。

增速由147%下降至28%（见图3）。美国再次退出《巴黎协定》，新能源发电的增长势头可能因政策变化而减弱，2025年，预计全球及中国

光伏装机增速将进一步下滑。

³ LCOE 即生命周期内成本现值与发电量现值的比值，是不同形式能源之间成本比较的主要方法。

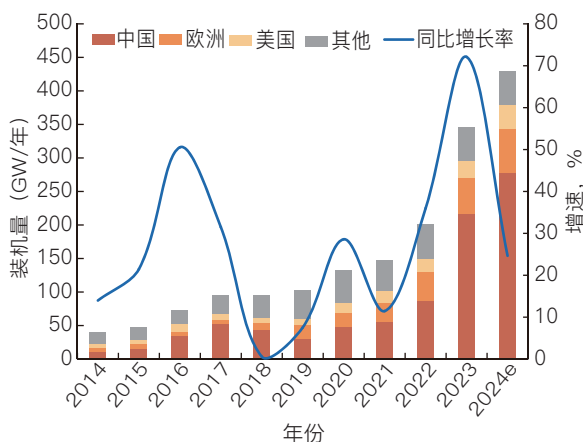


图2 全球新增光伏装机量

数据来源：IRENA, BP, 国家能源局, iFinD, 中粮期货研究院。

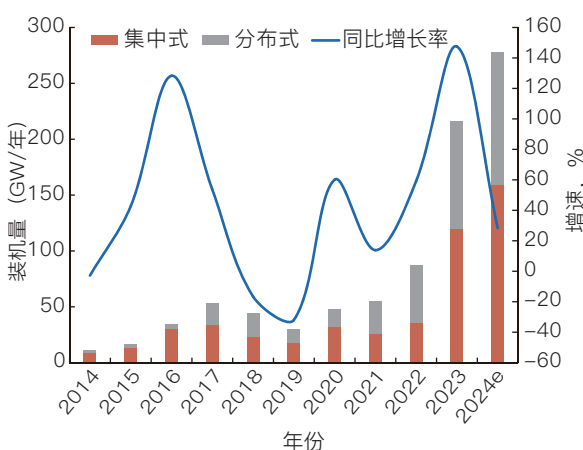


图3 中国光伏新增并网装机量

数据来源：国家能源局，中国光伏行业协会（CPIA），iFinD，中粮期货研究院。

2 银在光伏产业链的应用

光伏银浆是光伏电池的金属电极，处于光伏产业链上游。随着2023—2024年银价上涨和硅价下跌，银浆成本已超越硅片，成为光伏电池的第一大成本原料。

2.1 光伏银浆是光伏电池的关键原材料

光伏银浆主要用于制作光伏电池两端的金属电极，属于电子浆料的一种。丝网印刷工艺

中，光伏银浆分别印刷在硅片的两面，使PN结两端形成欧姆接触，将阳光照射产生的正负电荷输出到外部电路，从而实现光电转化并产生电流。使用光伏银浆制备的电极对提高电池的光电转换效率起决定性作用，光伏银浆的性能将直接影响到电池的质量和最终的光伏发电效率。

光伏银浆是以高纯度银粉为导电相，与玻璃氧化物、有机载体等材料混合，经三辊机搅拌研磨制成的均匀膏状物。光伏银浆通过丝网印刷工艺，利用毛细悬浮液银浆制备出栅线，这一过程可减少添加剂的使用，有助于降低银浆的使用量并提高印刷质量。印刷完成后，硅片将经过烘干和烧结过程，形成光伏电池两端的电极。烧结过程中，有机树脂粘合剂被燃烧耗尽，剩下的银电极由于玻璃质作用而密合在硅片上。通过这一连续的工艺流程，光伏电池得以实现光电转换的功能。

光伏银浆根据其在光伏电池中的位置和功能，可分为正面银浆和背面银浆。正面银浆主要负责收集和导出由光激发产生的载流子，通常被应用于P型电池⁴的受光面以及N型电池的双面。背面银浆则主要承担粘连作用，其导电性能要求相对较低，通常用于P型电池的背光面。与背面银浆相比，正面银浆需实现更多的功能和效用，其产品性能直接影响电池的光电转换效率，对技术要求更严格^[2]。

2.2 “卡脖子”的光伏银粉国产技术实现突破

光伏银粉是光伏银浆的核心原料，其质

4 P型硅片是在硅料中掺杂硼元素制成，N型硅片是在硅材料中掺杂磷元素制成。

量直接关系到电极材料的体电阻、接触电阻和拉力等性能指标，含量和成本均占光伏银浆的90%以上。其中，球状银粉主要用于制备正面银浆，而片状银粉主要用于制备背面银浆。银粉的制备方法有机械球磨法、蒸发冷凝法、化学还原法、电化学沉淀法等，均以银锭为原料。

银粉的稳定性直接影响电极电阻和光电效率。银粉的形貌结构、粒度及分布特征、松装和振实密度、比表面积、烧结性能、耐蚀性等

方面因素都会影响银浆的使用性能^[3]。根据外貌形状的不同，银粉可分为球状银粉、片式结构银粉、树枝状银粉，不同的银粉形状将形成不同的银浆烧结厚膜结构，从而影响电池性能（见表1）。光伏银浆正面主要使用粒径1~3 μm的球形或类球形（非片状）超细银粉⁵，一般由2种或以上规格银粉混合组成；背面则主要使用小于10 μm的片状银粉^[4]。

光伏银粉技术随性能要求持续迭代，技

表 1 银粉的分类

分类	树枝状银粉	球形银粉	片状银粉
简介	银粉自发聚集形成，表面能大，容易团聚，烧结后形成的厚膜疏松，孔洞较多，表面粗糙，导电性差	流动性好，更易通过正极细栅线，符合正面银浆对银粉性能的需求	主要由球形银粉加工制成，具有独特的二维结构，比表面积较大，导电性好，其制得的银浆电阻更小，涂抹面积更大，但流动性较差，无法用于栅线细度极低的正面银浆电极
制备工艺	—	蒸发冷凝法、液相还原法（主流）、银盐分解法等	机械球磨法、化学还原法等
应用	反光材料、催化剂	显示器、光伏电池、锂离子电池、燃料电池	导电粘合剂、光伏电池（背面）

数据来源：头豹研究院，中粮期货研究院。

术壁垒高。全球银粉市场格局相对集中，主要包括日本同和控股（DOWA）、美国 Ames Goldsmith等，国内代表企业包括博迁新材、宁波晶鑫、连城数控等。

早前，中国主要依赖日本 DOWA 进口，其生产的银粉粒径更小、分散性更佳、有机物包覆效果更好且质量更稳定^[5]。进口银粉较国产银粉具有一定技术性优势，可提供更好的印刷、欧姆接触和烧结性能，因此，银浆企业使用海外银粉制备浆料开发难度更低。使用国产银粉时，银浆企业要将优异的玻璃粉组合物与有机载体配合，以提高正面银浆的印刷能力、欧姆

接触性能和烧结性能，技术要求较高^[6]。

由于生产背面银浆的10 μm 以下片状银粉技术相对简单，中国在2019年已基本实现国产化，进口量断崖下跌。而用于生产正面银浆的3 μm 以下非片状银粉国产化率直至2021年才得到提升，主要企业有苏州思美特、宁波晶鑫等。2024年，中国3 μm 以下非片状银粉进口量下降至866吨，而10 μm 以下片状银粉维持在70吨左右，进口依赖度约13%。2025年，预计3 μm 以下非片状银粉进口量将降至600吨以下，

5 银粉根据粒径分为：纳米银粉< 0.1 μm，超细银粉0.1~5 μm，极细银粉5~10 μm，细银粉10~40 μm。

10 μm 以下片状银粉则继续维持在 70 吨左右，

进口依赖度将进一步下降至个位数（见图 4）。

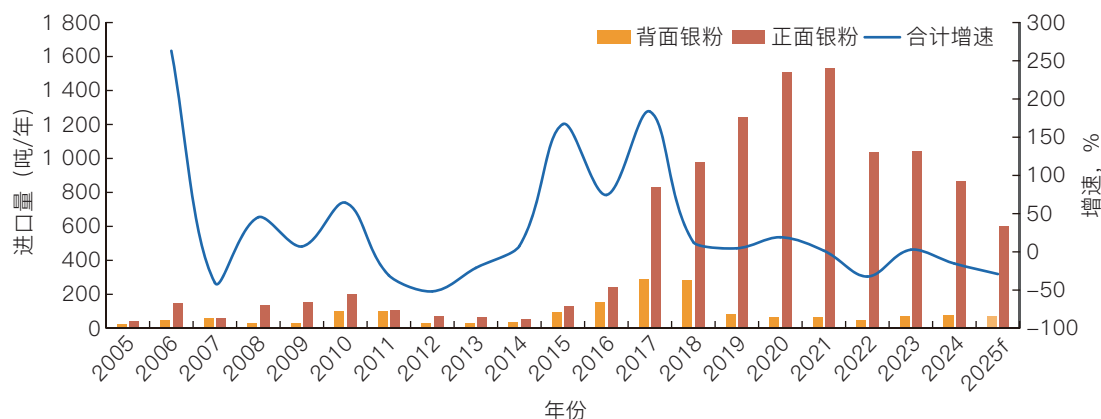


图4 中国光伏银粉进口量

数据来源：海关总署，iFinD，中粮期货研究院。

2.3 光伏银浆国产替代加速

光伏银浆的国产化率与光伏银粉的国产化率同步发展，但光伏银粉的技术难度更大，国产化率进程略慢。在产业链中，光伏银粉和银浆同属于技术密集型和资本密集型行业，一般分属于不同企业生产，属于上下游关系。

N型电池因其结构特性而成为天然的双面电池，其N型硅基体的背面同样需通过银浆来构建类似P型电池正面的电极结构。此外，相较于P型电池，N型电池的正面P型发射极区域需要更多银浆，以在量产时满足导电性要求。因此，N型电池不仅在转换效率上显著优于P型电池，在银浆的需求量上也超过了P型电池^[6]。

中国光伏行业协会数据显示，2023年，P型电池（市占率73%）正面银浆消耗量降低至59 mg/片，背面银浆消耗量约25 mg/片；N型TOPCon电池（市占率23%）双面银浆（95%银，5%铝）平均消耗量约109 mg/片；HJT电池（市占率3%）双面低温银浆消耗量约

115 mg/片（见图5—图6）^[7]。2024年，N型TOPCon电池受益于生产成本降低、良率提升，并叠加P型电池生产线的兼容性，成为主流技术，市占率超过P型电池达到65%，其银浆单耗或降至100 mg/片以下，而HJT电池50%银含量的银包铜浆料将实现大规模量产。

根据技术路线和工艺流程的不同，光伏银浆可分为高温银浆和低温银浆（见表2）。高

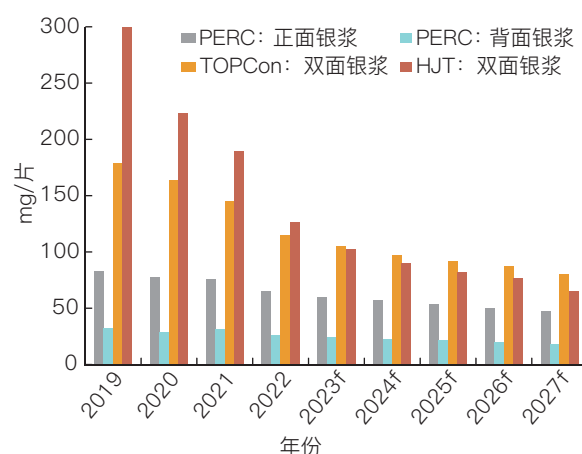


图5 不同类型电池的单位耗银量

数据来源：CPIA，中粮期货研究院。

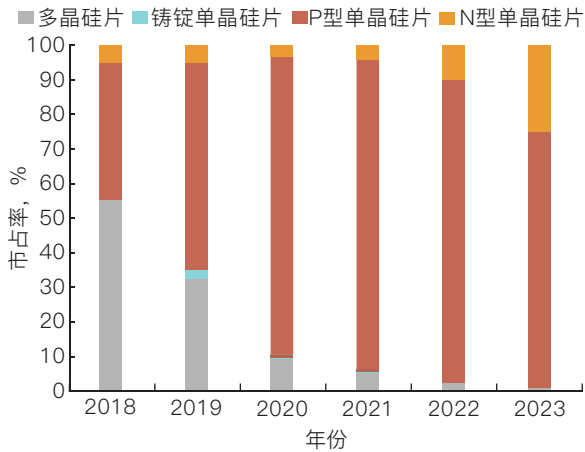


图6 不同类型电池的市占率

数据来源：CPIA, PV InfoLink, 中粮期货研究院。

温银浆是在 500 °C 的环境下通过烧结工艺由银粉、玻璃氧化物、其他溶剂混合而成；低温银浆是在 200~250 °C 的相对低温环境下由银粉、树脂、其他溶剂等原材料混合而成^[1]。

目前，P 型电池和 N 型 TOPCon 电池主要使用高温银浆，HJT 电池主要使用低温银浆⁶。中国已基本实现高温银浆国产化，低温银浆的国产化率保守估算已超过 50%，且高温银浆已部分在银包铜技术中使用。

然而，从技术角度看，尽管 HJT 电池产量

表 2 光伏银浆的分类

分类	特征	光伏电池应用
位置	正面银浆 收集电流，汇集、导出光生载流子	P 型和 N 型电池受光面
	背面银浆 粘结作用，对导电性要求较低	P 型电池背光面
烧结温度	高温银浆 烧结温度 > 500 °C	铝背场（BSF）、发射极和背面钝化（PERC）、TOPCon 等
	低温银浆 烧结温度为 200 ~ 250 °C	HJT

数据来源：聚合材料，亿渡数据，中粮期货研究院。

增加，低温银浆国产化率同步提升，但由于银包铜浆料的技术突破，低温银浆在 HJT 电池技术路径中的占比在下降，因此，低温银浆的总需求量将呈现下降趋势（见图 7）。

光伏银浆的国产化进程早于光伏银粉，其生产技术壁垒主要包括高分子焊接技术与超细银粉的制备，具有轻资产、重运营的特点，属于技术导向性能驱动型产品，核心在于银浆配方的优化设计，生产制造相对简单，扩产周期较短，但对制程的稳定性要求较高。

2011 年以前，以杜邦、贺利氏、三星 SDI 以及硕禾为代表的跨国公司凭借雄厚的资金实力和领先的技术水平，通过先发优势占据了全球银浆市场的绝大多数份额。中国的银浆产业

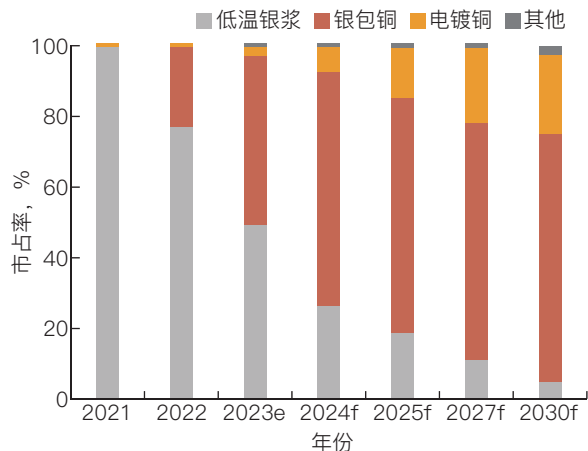


图7 HJT电池金属电极技术市占率

数据来源：CPIA, 中粮期货研究院。

起步较晚，国内产商前期在该领域积淀较少，生产的产品在烧结性能、附着力、耐焊接性方

6 由于 HJT 电池非晶硅薄膜含氢量较高等特有属性，生产环节温度不得超过 250 °C，因此，HJT 电池需使用低温银浆。

面均存在一定缺陷，更无法满足国外环保要求，因此，前期多生产低端产品。

随着近年来中国光伏行业的迅猛发展，光伏电池产能逐步向中国转移，导致国内正面银浆需求激增。境外正面银浆厂商由于地域限制等因素，难以及时满足国内客户对技术和成本降低的需求，进而压缩了客户的利润空间。2011年，受益于国家光伏产业政策扶持，国内光伏企业成立攻关。在此背景下，自2011年起，中国涌现出一批正面银浆制造商，开始挑战海外厂商在正面银浆领域的垄断地位。例如，2011年8月，苏州顾镭设立晶银新材，正式进入光伏银浆领域。2013年之后，国内正面银浆技术取得部分突破。但到2015年，中国银浆的国产化率仅5%^[1]。

2020年12月，聚和材料收购了三星SDI在中国的浆料业务，包括与光伏银浆生产相关的设备以及境内外专利或专利申请权、非专利技术和专利交叉许可等无形资产^[8]。2021年之后，随着光伏银粉技术的国产化率提升，国内银浆产能和技术得以快速提升。2021年6月，聚和材料收购日本昭和化学光伏浆料专利。2021年7月，帝科股份通过收购江苏索特获取了原杜邦Solamet光伏银浆业务以及相关专利与生产线。至此，中国光伏银浆行业进入新纪元，国产化率大幅提升。2021年，中国正面银浆的国产化率达61%，背面银浆实现完全国产化。2024年，正面银浆国产化率超95%，0 BB、HJT电池银包铜、电镀铜等新型浆料的国产替代进程正快速推进。

3 成本驱动光伏用银单耗加速下降

作为光伏电池的关键组成部分，光伏银浆的成本已因银价上涨和硅价下跌而超过多晶硅，成为光伏电池的主要原料成本。光伏行业下行周期，降低银浆单耗成为降本增效的最有效途径，进而成为压制光伏银浆消耗量涨幅的主要因素。银浆单耗的降低制约了银浆需求量，即使全球光伏装机量进一步增长，全球光伏用银需求量也是难增易减。

3.1 技术迭代后，N型电池银浆单耗下降空间增大

2024年，N型电池技术超越P型成为主流。尽管目前N型技术下的银浆单耗大幅高于P型，但N型TOPCon电池的银浆单耗已显著降低。未来，随着HJT电池和背接触（xBC）电池技术的迭代，预计光伏银浆的总需求量将显著降低。

3.2 0 BB技术加速导入，叠栅量产在即

光伏电池的金属电极由主栅和细栅组成，主栅的作用是汇流和串联，细栅的作用是收集载流子^[9]。目前，主要通过取消主栅、减小细栅宽度来缩小正面银浆消耗量。一方面，可通过取消传统主栅结构，使用更细、数量更多的焊带替代主栅收集、导出电流，以降低银浆、网版和辅材成本。另一方面，在保持电池串联电阻不提高的条件下，可通过减小细栅宽度降低遮光损失，并减少正面银浆用量^[7]。

中国光伏行业协会数据显示，2023年，P型电池主栅数量从9 BB改进为11 BB和16 BB，正面银浆消耗量降低至59 mg/片，背面银浆消耗量约25 mg/片；同时，细栅线宽度一般控制

在 23.5 μm 左右, 印刷设备精度为 $\pm 6.8 \mu\text{m}$ 。根据最新技术数据, 0 BB 技术已运用在 TOPCon 电池上, 可降低银浆单耗 1 mg/W。预计到 2030 年, 0 BB 技术将成为主流, 同时, 细栅线宽度或将下降至 18.0 μm 左右, 印刷设备精度可提高至 $\pm 5.4 \mu\text{m}$ ^[7]。

与 0 BB 技术不同, 叠栅技术的电流收集路径是电池表面—导电种子层—导电丝, 只有垂直于电池表面方向的传导, 避免了电流在副栅线中平行于电池表面方向的传导。该技术可降低 75%~100% 的银浆单耗, 并显著降低遮光面积, 有效提升组件功率 25~30 W 以上, 从而实现降本增效的目的。叠栅技术被认为是继多主栅 (MBB)、超多主栅 (SMBB) 和 0 BB 技术⁷ 后的下一代降银增效技术, 是光伏行业技术进步的新方向。叠栅技术已有量产计划, 但仍在良率爬坡阶段。

3.3 HJT 电池银包铜技术取得突破, 铜浆替代技术未来可期

目前, 已有多家企业突破 HJT 电池银包铜技术, 叠加低温银浆的国产化技术突破, 预计 HJT 电池在市占率提升的同时, 其银浆单耗也将实现更大降幅。叠加 0 BB 技术, HJT 电池在单瓦成本上的劣势将扭转, 降本成效更加明显。

铜的电阻率略高于银, 但铜价仅为银价

的 1%, 且碳足迹更低。银包铜技术可降低 30%~70% 的单位银耗, 进一步驱动降本。光伏铜浆的技术难点主要集中在铜粉制备、表面处理和浆料制备, 难度远高于银浆, 但该技术可大幅降低光伏电池成本, 经济效益潜力巨大。

2024 年, 铜浆在 HJT 电池产品上的应用取得了较好效果, 在保证电池效率的情况下, 能使电池银浆单耗由现在的 6.0 mg/W 降至 0.5 mg/W。铜浆技术的突破有望在进一步降低 HJT 电池技术成本的同时, 增强其技术优势。

3.4 铜电镀技术潜力可期

铜电镀技术通过电解工艺在导电层表面沉积铜膜, 可实现铜对银的替代, 材料价格低廉, 并可实现电池正面、背面双面电镀。该技术作为一种相对前沿的光伏产业技术, 相较于成熟的 0 BB+ 银包铜技术, 有望进一步降低单位银耗和成本, 经济性显著。

然而, 铜电镀技术的劣势也非常明显。由于工艺流程复杂, 初期投资成本较高, 且电镀液中含有大量有害化学物质, 环保处理成本较高。此外, 铜在高温烧结过程中易氧化, 易在电池上扩散, 进而影响 PN 结, 且存在焊接稳定性问题, 这些都是该技术亟待攻克挑战^[1]。

3.5 龙头企业汇聚, 展现产业集中优势

2024 年, 3 家龙头企业聚合材料、帝科股份、苏州固锴光伏银浆产能合计约 5 800 吨/年, 产量约占全国总产量 80% 以上。从地域角度看, 光伏银浆企业主要分布在苏州、常州、无锡, 地域集中度极高, 地区产业政策、产业物流等均有较大优势。

⁷ 0 BB 技术是 SMBB 技术的升级, 取消了主栅但留有副栅。叠栅技术可理解为更极致的 0 BB 技术, 主栅和副栅被种子层和导电丝取代。叠栅的结构为上下 2 层, 下层为少量银浆形成的导电种子层 (薄层无高宽比要求故用量少), 上层为极细三角导电丝 (铜), 独特的栅线结构进一步打开了电极金属化环节的降本增效空间。

4 光伏用银需求量测算

白银具有良好的柔韧性和延展性，是导电和导热性能最好的金属，工业应用广泛。2001年，工业用银仅占白银总实物需求的41%。2010年，工业用银占比达55%，主要原因是中国工业腾飞，电子电器等制造业需求大幅上涨，同时，受益于政府补贴，光伏需求异军突起。2023年，工业用银已占白银总需求的一半以上（黄金需求中，仅10%用于工业需求），覆盖电子电器、光伏、钎焊料、感光材料、消毒等领域（见图8）。

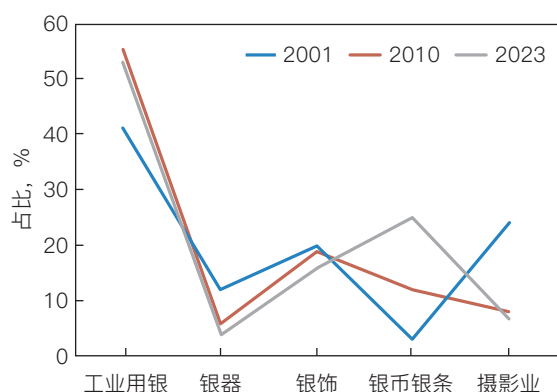


图8 白银需求结构的变化

数据来源：GFMS, MF, Wind, 中粮期货研究院。

光伏银浆的消耗量受下游电池产量、技术路径选择以及各技术路径市场占有率影响。单位GW电池的光伏银浆需求量可通过累加各技术路径电池所占比例与其对应的银浆消耗量来计算。因此，与一般金属需求量计算不同，计算光伏银浆需求量时，需综合考虑技术路径，如电池技术和印刷技术等演变，以调整不同技术电池的银浆单耗。

随着技术进步，光伏银浆的单耗不断下

降，装机和光伏电池产量持续增长，但全球银浆总需求增速却逐步放缓。初步预估，2024年，全球电池产量681 GW，其中，中国产量627 GW；同期，全球光伏银浆总需求7 336吨，同比增加1.6%，增速远低于新增光伏装机量和电池产量，其中，中国需求量6 184吨，同比下降0.9%（见图9—图10）。

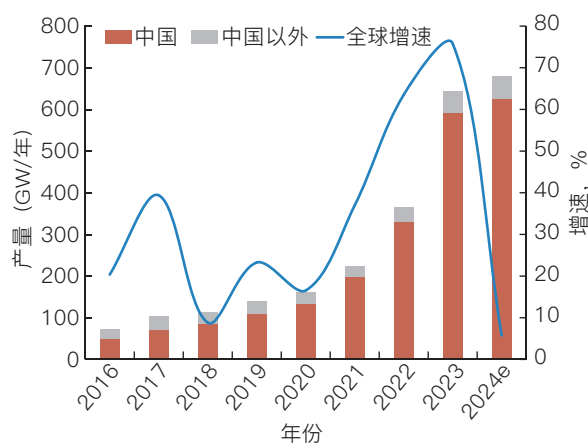


图9 全球和中国电池产量

数据来源：CPIA，国家统计局，iFinD，上海有色网（SMM），中粮期货研究院。

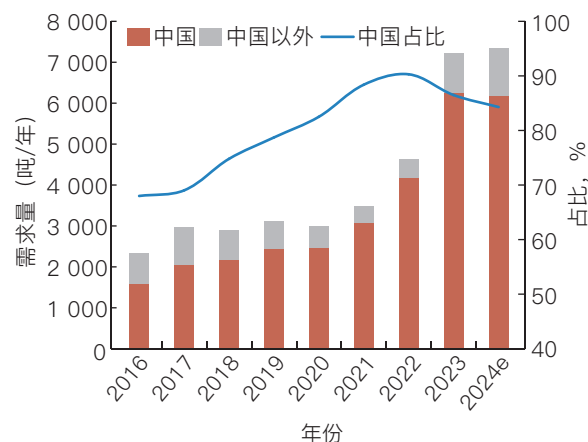


图10 全球和中国光伏银浆需求量

数据来源：CPIA，SMM，中粮期货研究院。

2023 年，光伏用银的大幅增长是银价上涨的重要驱动力。初步估算，2024 年，全球光伏用银消耗量仅比工业需求首位的电子电器少

7.5%。2025 年，光伏用银量虽仍处高位，但随着新增装机增速及单位耗银的下降，白银的光伏需求预计将出现下滑（见表 3—表 4）。

表 3 全球光伏银浆需求量预估

		单位	2022	2023	2024e	2025e
全球新增光伏装机量 1		GW	200.4	344.9	430.0	500.0
光伏电池产量		GW	366.1	643.6	612.0	744.0
电池片市占率	PERC	%	88.0	73.0	30.0	18.0
	TOPCon	%	8.3	23.0	65.0	64.0
	HJT	%	0.6	2.6	5.0	10.0
单片功率	PERC	W/ 片	7.69	7.72	7.79	7.82
	TOPCon	W/ 片	8.09	8.25	8.38	8.48
	HJT	W/ 片	8.12	8.32	8.52	8.65
电池片产量	PERC	亿片	419	609	236	171
	TOPCon	亿片	38	179	475	562
	HJT	亿片	3	20	36	86
单位耗银	PERC：正面银浆	mg/ 片	65	59	57	54
	PERC：背面银浆	mg/ 片	26	25	23	22
	TOPCon：双面银浆	mg/ 片	115	109	95	85
	HJT：双面银浆	mg/ 片	127	115	105	80
	合计	吨	4 626	7 218	7 336	7 200
银浆需求量	同比增长率	%	33.0	56.0	1.6	-1.9
	PERC：正面银浆	吨	2 723	3 591	1 355	925
	PERC：背面银浆	吨	1 089	1 521	542	377
	TOPCon：双面银浆	吨	410	1 858	4 284	4 534
	HJT：低温银浆	吨	34	231	377	688
	其他	吨	369	17	778	676

数据来源：CPIA，Bloomberg，Solarzoom，中粮期货研究院。

注：TOPCon 电池双面银浆的含银量为 95%。

表 4 全球白银供需平衡情况

	2019	2020	2021	2022	2023	2024e
总供应	31 113	29 778	31 113	31 023	31 057	31 225
同比增长率，%	0.7	-4.3	4.5	-0.3	0.1	0.5
矿产银	26 040	24 366	25 785	26 024	25 831	25 614
再生银	4 610	5 110	5 390	5 502	5 555	5 564
净套保供应	432	264	-109	-557	-379	0
官方净出售	31	37	47	53	50	47
总需求	31 243	28 827	34 089	39 218	37 986	38 039
同比增长率	1.3%	-7.7%	18.3%	15.0%	-3.1%	0.1%
工业	16 283	15 853	17 458	18 298	21 550	22 232
同比增长率，%	-0.1	-2.6	10.1	4.8	17.8	3.2
电子电器	7 851	7 025	7 446	6 923	7 826	7 888

续表

	2019	2020	2021	2022	2023	2024e
钎焊料	1 630	1 477	1 571	1 530	1 561	1 611
光伏	2 330	2 990	3 478	4 626	7 218	7 336
其他工业	4 473	4 361	4 964	5 219	4 945	5 396
摄影	955	837	862	855	840	812
银饰	6 270	4 694	5 661	7 294	6 317	6 572
银器	1 907	970	1 266	2 286	1 717	1 829
投资	5 829	6 473	8 843	10 485	7 561	6 594
供需差值	-131	952	-2 977	-8 196	-6 929	-6 814
库存净增加	3 585	1 591	-1 060	-12 273	-1 780	-1 000
ETF 净增持	2 550	10 513	2 022	-3 919	-1 306	1 600
LBMA 白银均价	16.21	20.54	25.14	21.73	23.00	28.00

数据来源: Wind, iFinD, 世界白银协会, MF, 中粮期货研究院。

参考文献

[1] 周啸宇. 东海证券光伏银浆行业深度报告: N型放量正当时, 光伏银浆紧随行[EB/OL]. (2023-09-18)[2025-02-17].https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202309181599079530_1.pdf?1695075643000.pdf.

[2] 长城证券证券研究报告(公司深度报告): 帝科股份, N型时代银浆领跑者[EB/OL]. (2023-10-19)[2025-02-17].<http://www.cgws.com/ccweb/main/zxzx/ccyj/index.html>.

[3] 杨洪霞, 黄立达, 朱敏蔚, 等. 银粉及银导电浆料制备技术的研究进展[J]. 电子元件与材料, 2018, 37(10): 1-7.

[4] 王浩. 国泰君安证券行业专题(新能源产业研究系列): 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[EB/OL]. (2023-09-09)[2025-02-17].<https://www.gtja.com/content/research.html>.

[5] 杨敬梅, 胡璘心, 章启耀, 等. 西部证券行业专题报告(电力设备与新能源行业2024年度策略报告): 百舸争流, 革故鼎新[EB/OL]. (2023-10-31)

[2025-02-17].<https://www.west95582.com/jdw/index.html>.

[6] 姚遥. 国金证券光伏景气底部看龙头系列: 进击的银浆龙头, N型时代乘东风扬帆起(聚合材料)[EB/OL]. (2023-09-09)[2025-02-17].https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202405241634528919_1.pdf?1716542849000.pdf.

[7] 中国光伏行业协会, 赛迪智库集成电路研究所. 2023—2024年中国光伏产业发展路线图[R/OL]. (2024-04-06)[2025-02-17].https://www.baidu.com/link?url=DV3CL1FJOb0yaluHLAesQESxJPcCJwaulAF7tZF28X0X0mJtHVCS9KTed_GoNh05e37hyGbWbWX8Xz7cJcd899nkAHC5K-L73NrttOcqw4e&wd=&eqid=ccb39da000185d7b0000000367b7dd06.

[8] 刘杨, 张科维. 聚和股份: 技术实力与业绩增长具有匹配性[N]. 中国证券报, 2021-08-20(A7).

[9] 舒华富, 石剑, 孙建, 等. N-TopCon电池的主栅印刷结构及其印刷方法: 中国, CN202210551448.7 [P]. 2023-10-24.

(下转第 32 页)

Status and Outlook of S Zorb Adsorbent Market

ZHAO Yan

(SINOPEC Catalyst Nanjing Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 211512, China)

Abstract: Fluidized catalytic cracked (FCC) gasoline is one of the key components of commercial gasoline, but it is characterized by high sulfur and high olefin. With increasing global concerns and demand for environmental protection and cleaner gasoline, FCC gasoline faces higher development pressure. In this context, catalytic gasoline adsorption desulfurization (S Zorb) technology, one of the key technologies for China's gasoline quality upgrading, provides a way out for refiners. The technology features high desulfurization activity, operational flexibility, low operation costs, etc. It could process feedstocks such as light olefins, liquefied petroleum gas (LPG), deep catalytic cracking (DCC) gasoline, and coker gasoline to produce low-sulfur or even sulfur-free chemical products. However, influenced by factors like rising new energy and fierce catalyst competition, S Zorb adsorbents still face uncertainties.

Keywords: S Zorb; adsorbents; automobile gasoline

(上接第 27 页)

Analysis of Anticipated Decline in Global Photovoltaic Silver Demand

CAO Shanshan

(COFCO Futures Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: Under the dual impetus of technological upgrades and supply chain localization in the photovoltaic (PV) industry, the application landscape of PV silver is undergoing a structural transition. Silver paste, as a core material of PV cells, has seen its cost proportion surpass that of silicon wafers to become the largest raw material expenditure, compelling the industry to reduce silver consumption through technological innovation. Against this backdrop, the domestic production of silver paste in China has made a breakthrough. In 2024, the growth rate of global demand for PV silver paste slowed to 1.6%, with China's demand recording negative growth for the first time, indicating that the silver demand in the PV sector is approaching a turning point. Future industry competition will focus on the mass production of stacked grid processes, deeper application of copper-based materials, and technological iteration pace made by leading enterprises - factors that will reshape the supply-demand balance and value chain structure of PV silver.

Keywords: photovoltaic industries; silver; N-type TOPCon cells; HJT cells; copper electroplating technologies