

电镀铜市场都有哪些风险!!!

那么，如何提升企业抗风险能力???

力荐

目录

第一章 前言	3
第二章 2023-2028 年电镀铜市场前景及趋势预测	4
第一节 铜电镀助力光伏电池金属化环节降本增效	4
一、高成本银浆制约，光伏电池金属化工艺亟待创新	4
二、电镀铜助力光伏电池降本增效，发展优势显著	5
第二节 工艺重点为图形化与电镀环节，技术路线尚未定型	6
一、铜电镀工艺流程：种子层沉积—图形化—电镀—后处理	6
二、种子层制备：主要涉及 PVD 设备	7
三、图形化环节：主要涉及曝光机、显影机、激光设备	7
四、电镀环节：主要设备电镀机	8
第三节 电镀铜有望加快中试并逐步导入量产，市场空间将进一步打开	10
一、电镀铜有望加快中试并逐步导入量产，无银化技术将推进 HJT 和 XBC 电池产业化提速	10
二、预计到 2025-2026 年，光伏电镀铜设备市场空间有望达到 34-72 亿元	12
第三章 后疫情时代如何提升电镀铜企业抗风险能力的策略及建议	12
第一节 提高企业抗风险的 5 大原则	12
一、控制成本	13
二、抓住现金	13
三、结合互联网	13
四、必须要有多个盈利点	13
五、信息更迭	13
第二节 增强企业的抗风险能力，不断地提高企业的经营业绩	14
一、出台相应的治理机制与财务监管体系	14
二、招聘专业的人才，加大培训力度，提高业财融合	14
三、借助于信息化的力量	14
四、加大财务成本管控力度	16
五、推行全面预算管理	16
六、努力提高财务数据分析水平	16
第三节 “专精特新”企业面临的风险及保险应对策略	17
一、“专精特新”企业发展中面临的风险	17
（一）行业风险	17
（二）经营风险	17
（三）融资风险	18
（四）科技风险	18

二、基于保险技术的风险化解对策	19
（一）完善“银保”风险分担机制，实现“银行+保险”经营模式	19
（二）强化政策导向，完善“政府+银行+保险”经营模式	19
（三）完善再保险市场，为“专精特新”企业分散风险	19
（四）发展共保体模式	20
（五）发展科技保险，缓解科技风险，加快数字化转型	20
（六）充分发挥政策性出口信用保险作用，助力企业开拓市场	20
第四节 科技创新型企业财务风险识别及控制研究	21
一、科技创新型企业的特征	21
（一）持续创新性	21
（二）研发性	21
二、科技创新型企业的主要财务风险因素分析	22
（一）外部因素	22
（二）内部因素	22
三、科技创新型企业的财务风险控制策略	23
（一）建立财务风险监测机制	23
（二）加强研发风险控制	23
（三）加强投资活动财务风险控制	23
第五节 中小科技企业创业风险的防范	24
一、创业和创业风险	24
二、中小科技企业面临的创业风险	24
（一）国家政策和法律风险	24
（二）技术风险	25
（三）金融风险	25
（四）信息风险	25
（五）人力资源风险	25
三、中小科技企业创业风险的控制防范	26
（一）国家政策与法律风险的防范	26
（二）技术风险的防范	26
（三）金融风险的防范	27
（四）信息风险的防范	27
（五）人力资源风险的防范	27
第六节 其他解决方案	28
一、内控解决方案	28
二、品牌化解决方案	28
三、数字化解决方案	28
四、资本化解决方案	29
五、重视供应链	29
第四章 电镀铜企业《抗风险能力策略》制定手册	30
第一节 动员与组织	30
一、动员	30
二、组织	31
第二节 学习与研究	31
一、学习方案	31

二、研究方案	32
第三节 制定前准备	33
一、制定原则	33
二、注意事项	34
三、有效战略的关键点	35
第四节 战略组成与制定流程	37
一、战略结构组成	37
二、战略制定流程	38
第五节 具体方案制定	39
一、具体方案制定	39
二、配套方案制定	41
第五章 电镀铜企业《抗风险能力策略》实施手册	42
第一节 培训与实施准备	42
第二节 试运行与正式实施	42
一、试运行与正式实施	42
二、实施方案	43
第三节 构建执行与推进体系	43
第四节 增强实施保障能力	44
第五节 动态管理与完善	45
第六节 战略评估、考核与审计	45
第六章 总结：商业自是有胜算	46

第一章 前言

近年来，加强国家创新体系建设的战略部署为我国科技创新型企业的发展提供了良好的空间。与此同时，科技创新型企业的快速成长和发展也为我国科技创新提供了持续稳定的孵化环境。科技创新型企业成本效益较高，但与其他企业相比抗风险能力则更为脆弱。

作为技术创新的载体，科技创新型企业需要大量稳定的资本投入，特别是在技术创新的初期，资金需求极大，财务风险较高。在这样一个高收益、高风险的环境下，科技创新型企业有效地识别和控制财务风险至关重要。

面对这样的状况，如何提升抗风险能力，化危为机，成为行业不可回避的必答题。

下面，我们先从电镀铜行业市场进行分析，然后重点分析并解答以上问题。

相信通过本文全面深入的研究和解答，您对这些信息的了解与把控，将上升到一个新的台阶。这将为您的经营管理、战略部署、成功投资提供有力的决策参考价值，也为您抢占市场先机提供有力的保证。

第二章 2023-2028 年电镀铜市场前景及趋势预测

第一节 铜电镀助力光伏电池金属化环节降本增效

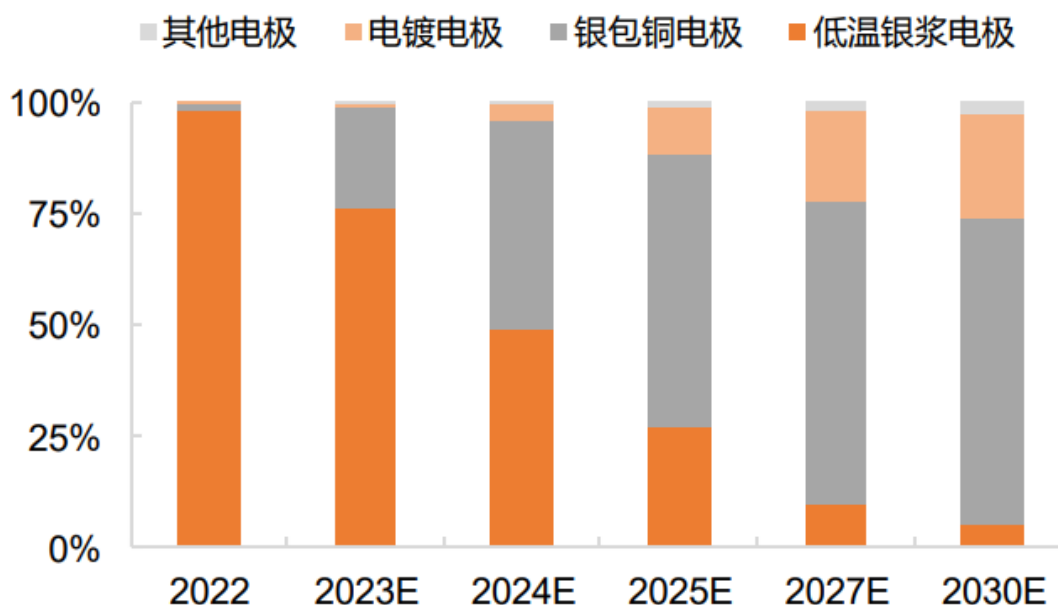
一、高成本银浆制约，光伏电池金属化工艺亟待创新

光伏电池是光伏系统实现光电转换最为核心的器件，其制备流程主要分为清洗制绒、扩散制结、正背面镀膜、金属化印刷固 化等几大工艺环节。其中，金属化环节主要用于制作光伏电池电极栅线，通过在电池两侧印刷银浆固化金属电极，使得电极 与电池片紧密结合，形成高效的欧姆接触以实现电流输出。金属化环节主要有银浆丝网印刷、银包铜丝印、激光转印、电镀 铜、喷墨打印等几类工艺，传统的丝网印刷成熟简单是目前主流量产技术路线，其他工艺尚未实现大规模产业化。

当前，电池金属化过程中的核心关键材料是银浆，其不仅直接决定着电池片的导电性能，也是电池成本中占比仅次于硅片的 核心耗材。随着 N 型电池扩产落地加速，光伏电池用银需求将快速增长。根据中国光伏行业协会统计，2022 年 P 型电池片 正银及背银消耗量约 91mg/片，N 型 TOPCon 电池双面银浆（铝）（95%银）平均消耗量约 115mg/片，HJT 电池双面低温 银浆消耗量约 127mg/片，N 型电池银浆耗量较 PERC 有显著增加。当前，TOPCon 电池一般使用高温银浆或银铝浆，HJT 电池由于非晶硅薄膜含氢量较高，生产环节温度控制在 250℃以下，需采用价格更昂贵的低温导电银浆，浆料的优化与降本 对 N 型电池经济性提升与产业化放量尤其重要。

银浆以价格昂贵的银粉为主要基材，目前银粉供给主要依赖国外进口，银浆成本会受银价及汇率波动扰动。银浆耗量大、成 本高企是制约 HJT 等 N 型电池产业化提速的痛点之一，行业迫切需要创新金属化工艺实现降本增效。目前降银耗的工艺技 术主要有两大方向：一是减少高价银浆用量，如应用 SMBB 或 OBB、激光转印等技术；二是使用贱金属铜替代银粉，减少 银粉的用量，如应用银包铜、电镀铜等技术。根据光伏行业协会梳理，目前异质结电池片的金属电极仍以银电极为主，2022 年低温银浆电极市场占比达到 98.2%，部分企业及研究机构正积极开发利用贱金属铜等替代银的电极技术，包括银包铜浆料 结合丝印技术和电镀铜技术。近段时间，在电池金属化工艺持续创新的背景下，铜电镀工艺作为完全无银化的技术发展提速。

图表4 HJT 电池金属电极市场占比趋势



资料来源：中国光伏行业协会，平安证券研究所

二、电镀铜助力光伏电池降本增效，发展优势显著

铜电镀是一种非接触式的铜电极制备工艺，有望助力光伏电池实现完全无银化。铜电镀技术在印刷电路板 PCB 等行业应用成熟，亦可用于晶硅电池金属化环节，其原理是在基体金属表面通过电解方法沉积金属铜制作铜栅线，进而作为电极收集光伏效应产生的载流子。铜电镀工艺发展优势显著，较银浆丝网印刷具备更低的银浆成本、更优的导电性能、更好的塑性和高宽比，有望替代高银耗的丝网印刷技术，进一步提高电池效率和降低银浆成本，助力 HJT 和 XBC 电池降本增效和规模化发展。

（一）铜电镀优势之降本：较银浆丝网印刷具备更低的银浆成本。截至 9 月 5 日，上海金交所白银现货收盘价为 5814 元/kg（Wind），白银正面银浆 6391 元/kg（百川盈孚），而电解铜 1#市场均价仅为 69.83 元/kg（百川盈孚），铜价仅为银浆的 1% 左右。铜电镀技术免于使用昂贵的白银原料，应用低价纯铜替代做电极，大幅降低原材料成本实现无银化。此外，电镀铜设备可以应用于 HJT、XBC、Topcon 等技术，并可同时间完成电池正背面双面电镀，降本空间和应用潜力广阔。

（二）铜电镀优势之增效：（1）铜电镀电极导电性能优于银栅线，且与 TCO 层的接触特性更好，促进提高电池转换效率。A. 金属电阻率影响着电极功率损耗与导电性能，纯铜具有更低电阻率。异质结低温银浆主要由银粉、有机树脂等材料构成，浆料固化后部分有机物不导电，使低

温银浆的电阻率较高、电极功率损耗较大；同时，由于低温银浆烧结温度不超过 250℃，浆料中 Ag 颗粒间粘结不紧密，具有较多的空隙，导致其线电阻的提高及串联电阻的增加。而铜电镀栅线使用纯铜，其电阻率接近纯银但明显低于低温银浆，且其电极结构致密均匀，没有明显空隙，可实现更低的线电阻率，降低电池电极欧姆损耗、提高电性能。B. 金属与 TCO 层的接触特性影响着异质结太阳能电池载流子收集、附着特性及电性能，铜电镀电极更具优势。银浆料与 TCO 透明导电薄膜之间的接触存在孔洞较多，造成其金属-半导体接触电阻的增加和电极附着性降低，影响了载流子的传输。而铜电镀电极易与透明导电薄膜紧密附着，无明显孔洞，使接触电阻较小，可以提高载流子收集几率。

（2）铜电镀电极具有超细线宽、更优的高宽比和更好的塑性，促进提升电池转换效率。银浆丝网印刷银栅线宽度一般约为 30-40μm，而铜电镀铜栅线宽度约为 15-20μm。电镀过程中，铜金属的沉积被限制在掩膜中，图形化设备可以设计更细的电极线宽，剥离掩膜后电极拥有更好高宽比，并呈矩形状的塑形，可最大限度地实现细栅并降低遮光损失，叠加铜电阻率的下降，可显著改善光生载流子的产生与收集，促进 0.3%-0.5% 的电池效率提升。

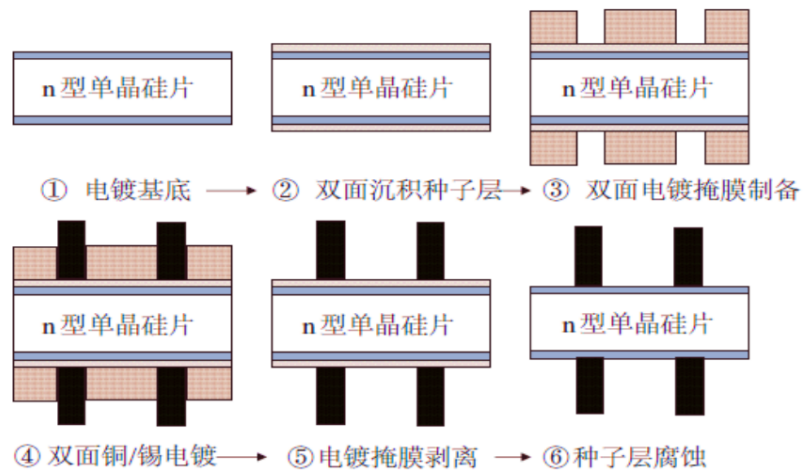
当前，铜电镀工艺仍面临一定量产难点，后续有望通过技术、工艺、设备、材料等多方面举措优化改善。具体量产难点包括：（1）相比较传统丝印，电镀铜工艺流程较长，易发生脱栅、氧化等情形，并在设备工艺成本及良率控制方面存在难度，大规模量产技术有待进一步成熟。（2）电镀工艺会留存各种重金属、废液，环保处理成本较高。后续，行业有望通过上下游协同，从技术、工艺以及设备、材料、电池组件端多方面进行优化提升，推进验证与量产进展加速。

第二节 工艺重点为图形化与电镀环节，技术路线尚未定型

一、铜电镀工艺流程：种子层沉积—图形化—电镀—后处理

光伏电镀铜工艺流程主要包括种子层沉积、图形化、电镀及后处理四大环节，目前各环节技术路线不一，多种组合工艺方案并行，需要综合性能、成本来选择合适的工艺路线。

图表13 HJT 电池铜电镀工艺流程



（1）种子层沉积：异质结电池表面沉积有透明导电薄膜（TCO）作为导电层、减反射层，由于铜在 TCO 层上的附着性较差，两者间为物理接触，附着力主要为范德华力，电极容易脱落，一般需要在电镀前在 TCO 层上先行使用 PVD 设备沉积种子层（100nm），改善电极接触与附着性问题。（2）图形化：由于在 TCO 上镀铜是非选择性的，需要形成图形化的掩膜以显现待镀铜区域的线路图形，划分导电与非导电部分。图形化过程中，将感光胶层覆盖于 HJT 电池表面，通过选择性光照，使得不需要镀铜的位置感光材料发生改性反应，而需要镀铜的位置感光材料不变；在显影步骤时，待镀铜区域内未发生改性反应的感光材料会被去除，形成图形化的掩膜，后续电镀时铜将沉积于该线路图形区域内露出的种子层上并发生导电，而其他位置不会发生铜沉积，实现选择性电镀。（3）电镀：将待电镀电池（阴极）浸泡在电镀设备的硫酸铜（阳极）溶液中，通电进行电解，铜离子（阳离子 Cu^{2+} ）被还原，在需要镀铜的线路区域内沉积成铜，形成选择性的铜电极。（4）后处理：进行电镀锡或使用抗铜氧化剂制作保护层，可应用湿法刻蚀、激光刻蚀、等离子体刻蚀等工艺，剥离掩膜、刻蚀掉剩余种子层，并做表面处理，最终得到具有优异塑形和良好选择性的铜电极。

二、种子层制备：主要涉及 PVD 设备

种子层制备方法有物理气相沉积法 PVD、化学气相沉积 CVD、喷涂、印刷等，其中 PVD 设备为当前主流。种子层制备常用经济效益较好的铜金属，随着对电路稳定性的需求提高，一些可以提高铜线稳定性的铜合金材料也在被评估。该环节技术分歧主要在于是否制备种子层、制备整面还是局部种子层、以及种子层金属的选用。

三、图形化环节：主要涉及曝光机、显影机、激光设备

电镀铜图形化环节主要包含掩膜、曝光、显影几个步骤。其中，掩膜环节是将抗刻蚀的感光材

料涂覆在电池表面以遮盖保护 不需要被电镀的区域，感光材料主要有湿膜油墨、干膜材料等。曝光、显影环节是将图形转移至感光材料上，主要技术有 LDI 激光直写光刻（无需掩膜）、常规掩膜光刻技术、激光开槽、喷墨打印等；其中无需掩膜的 LDI 激光直写光刻技术应用 潜力较大，激光开槽在 BC 类电池上已有量产应用，整体看图形化技术路线有望逐步明确和定型。

目前，布局光伏电镀铜图形化工艺的公司主要有芯碁微装、苏大维格、迈为股份、太阳井等。芯碁微为国内直写光刻设备龙头，已实现电镀铜 LDI 直写光刻设备、接近/接触式光刻设备出货。苏大维格是国内领先的微纳光学制造和技术服务商，公司已在开发多代投影扫描式的光刻图形化设备，并已开始向下游客户验证。

光刻技术是指利用光学-化学反应原理和化学、物理刻蚀方法，将设计好的微图形结构转移到覆有感光材料的晶圆、玻璃基板、覆铜板等基材表面上的微纳制造技术。光刻设备是微纳制造的一种关键设备，在泛半导体领域，根据是否使用掩膜版，光刻技术主要分为直写光刻与掩膜光刻，其中掩膜光刻可进一步分为接近/接触式光刻以及投影式光刻。

掩膜光刻由光源发出的光束，经掩膜版在感光材料上成像，具体可分为接近、接触式光刻以及投影光刻。其中，投影式光刻 更加先进，能够在使用相同尺寸掩膜版的情况下获得更小比例的图像，从而实现更精细的成像。直写光刻也称无掩膜光刻，是指计算机将电路设计图形转换为机器可识别的图形数据，并由计算机控制光束调制器实现图形的实时显示，再通过光学成像系统将图形光束聚焦成像至已涂覆感光材料的基板表面上，直接进行扫描曝光。直写光刻既具有投影光刻的技术特点，如 投影成像技术、双台面技术、步进式扫描曝光等，又具有投影光刻不具备的高灵活性、低成本以及缩短工艺流程等技术特点。

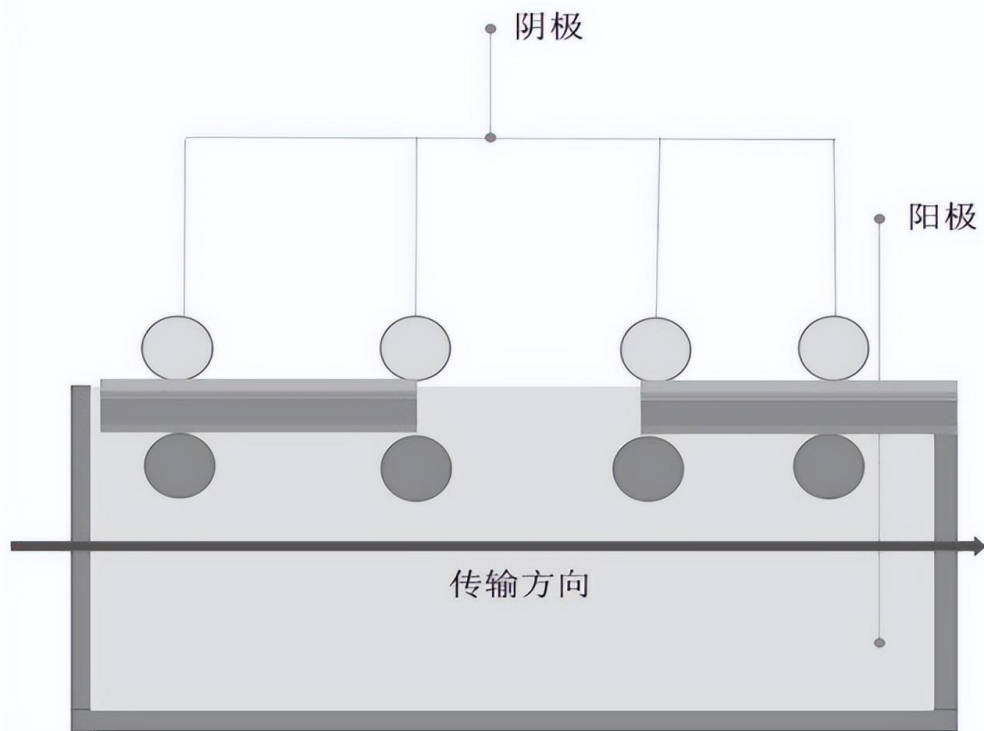
芯碁微装直写光刻技术是采用高速实时动态面扫描的直写技术，利用大功率紫外激光或 LED 光源，照射在数字微镜器件上，通过数据链路实时产生动态图形，再通过高精度、低畸变的投影曝光镜头直接投影至覆有感光材料的基材上，高效实时地形 成曝光图形。芯碁微装 SDI-15H 型太阳能电池光刻设备采用先进数字光刻技术，可直接将复杂高精图案转移至太阳能电池 表面，是直写光刻图形化技术在光伏领域的量产首创应用。SDI-15H 太阳能电池直写光刻系统采用多光学引擎并行扫描技术，具备高精度解析（ $15\mu\text{m}+$ ），高精度图案对位（ $<10\mu\text{m}$ ），高速加工能力（单轨道 ≥ 6000 半片/小时）等优异性能。

四、电镀环节：主要设备电镀机

电镀工艺主要包括垂直电镀、水平电镀、插片式电镀等，其中垂直电镀主要有垂直升降式电镀和垂直连续式电镀，目前电镀 设备价值量约 4000-5000 万元/GW。当前多种技术路线并行，如何提升电镀产能和质量性能、降低碎片率将是电池片电镀 机提升和改善的方向，伴随电镀工艺精简优化，电镀铜技术有望于 2024 年逐步明确技术选型。垂直电镀：挂镀，夹具夹住待镀电池垂直

插入电镀槽进行电镀。垂直连续式电镀较垂直升降式电镀的产能有所提高，东威科技垂直连续电镀设备为国内外首创，目前正在制造第三代设备，将拥有产能规模大（8000 片/小时以上）、破片率低（小于 0.1%）、均匀性好、高效节能、清洁环保等优势。水平电镀：在电镀槽内通过滚轮水平传输待镀电池，滚轮导电使种子层形成电镀系统阴极，在通电及水平传输中实现电镀。

图表21 水平电镀示意图



插片式电镀：将待镀电池设置在阴极导电支架上，向下插入使一个导电支撑单元位于相邻两个阳极板组件之间以实现电镀。根据罗博特科获得的发明专利《一种插片式太阳能电池片铜电极电镀装置及方法》（申请公布号 CN115613106A，申请公布日 2023.01.17）描述，该设备可实现双面电镀，单线可做到 14000 整片/小时，破片率 $<0.02\%$ ，提高了装置产能和电镀质量，降低了不良率，结构合理、占地面积小。此外，今年 4 月罗博特科申请了一项《一种多通道太阳能电池片铜电极电镀装置》的实用新型专利（授权公告号 CN219342367U，授权公告日 2023.07.14），通过将电池片设置在导电支撑单元上，移动阴极导电花篮使导电支撑单元在多个阳极单元的阳极板组件间移动以实现电镀；该实用新型的电镀装置产能可达 24000 整片/小时，电镀均匀性更好，提高了电镀质量，减少了碎片风险。

当前，布局电镀设备的企业主要有罗博特科、太阳井、东威科技、捷得宝、迈为股份等，不同技术方案均在加快推进客户端验证。罗博特科成功研发具有产能大、占地小、柔性强、易维护等优势 VDI 电镀方案，目前积极推动单体 GW 级铜电镀设备量产爬坡，力争在 2023Q3 成功建成

行业内首条大产能太阳能电池铜电镀生产线。东威科技正在推进第三代光伏镀铜设备（8000片/小时）场内调试，近期或发货至客户处。太阳井新能源已从纯工艺公司转变为设备与材料开发公司，通过自研掩膜材料、边缘保护技术、柔性接触电镀等技术突破，不断完善其电镀铜“工艺-设备-材料”体系。

第三节 电镀铜有望加快中试并逐步导入量产，市场空间将进一步打开

一、电镀铜有望加快中试并逐步导入量产，无银化技术将推进 HJT 和 XBC 电池产业化提速

当前，TOPCon 技术凭借优越的经济性与性价比，已逐步确立光伏电池组件扩产主流地位；预计今年四季度或有较大规模产能投放，全年出货量有望达到 100-150GW，后续通过双面 Poly、TBC 等技术有望强化竞争优势。HJT 电池处于降本增效及市场导入关键期，伴随双面微晶、银包铜浆料、0BB 技术、UV 转光膜等产品的应用导入，产业化进程加速推进，近期央企 HJT 招标规模有扩大趋势；未来通过电镀铜无银化、低银叠层膜降银等技术，有望进一步推动 HJT 技术降本增效。近期，隆基明确以 BC 电池作为公司未来主要技术路线，其中 HPBC、TBC、HBC 各具优势，爱旭主推无银化的 ABC 技术路线，多家头部电池组件企业已布局 BC 技术，未来伴随 XBC 电池扩产，无银化电镀铜工艺有望加速导入生产。

当前，预计采用常规银浆丝网印刷工艺的 PERC、TOPCon、HJT 电池非硅成本分别约为 0.14、0.17、0.28 元/W，HJT 电池非硅成本明显高于 TOPCon 和 PERC 电池。其中，相较于 TOPCon 技术，HJT 技术除在设备折旧方面与之有较大差距外，单瓦银浆成本接近为 TOPCon 的 2 倍。HJT 电池银浆成本约占其非硅成本的 40%，较大程度影响了 HJT 产品经济性，降银需求较为迫切。通过 0BB/NBB、银包铜、电镀铜等工艺降银，有望助力解决 HJT 等 N 型电池非硅成本过高的问题。

当前，采用传统纯银丝印的 HJT 电池金属化成本约为 0.14 元/W；在各类降银技术中，银包铜和 0BB/NBB 技术的中试验证和量产导入节奏较快，预估两种技术叠加应用（综合纯银占比约 50%）的 HJT 电池金属化成本约为 0.08 元/W，其中银耗量约 9-10mg/W，将成为短期内可量产的金属化降本路径；电镀铜各技术路线目前均在推动客户验证，预估短期在中试阶段应用的 HJT 电池非硅成本约为 0.11 元/W，较银浆丝印更具经济性，与银包铜+0BB 技术相比经济性仍需提升。0BB（无主栅）技术方面，在电池片环节取消主栅，利用焊带与副栅连接导出电流，可以降低银浆耗量约 30%，减少主栅遮光损失、减短电流传输距离从而提高组件功率，防止主栅纯银和副栅银包铜浆料因不同膨胀系数造成的隐裂风险，实现降本增效。当前 HJT 电池 0BB 技术主要需解决 TCO 膜上焊带结合力和稳定性等问题，技术方案主要有 SWCT（梅耶博格）、点胶（奥特维等）、

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/096112204220010141>