



HJT降本增效需求下将带来哪些设备投资机会？

行业评级：增持

分析师：邹润芳
证券执业证书号：S0640521040001

研究助理：闫智
证券执业证书号：S0640122070030

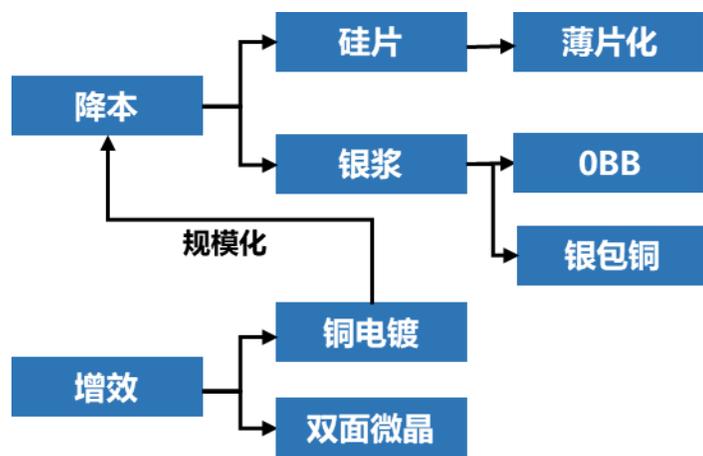
分析师：卢正羽
证券执业证书号：S0640521060001

- **重点推荐：**华中数控、国茂股份、中科创达、航锦科技、双良节能、超图软件、纽威股份、天通股份、西子洁能、捷佳伟创、天准科技
- **核心个股组合：**华中数控、国茂股份、中科创达、贝斯特、五洲新春、禾川科技、航锦科技、双良节能、纽威股份、华伍股份、西子洁能、骄成超声、奥特维、罗博特科、高测股份、宇晶股份、捷佳伟创、科威尔、绿的谐波、埃斯顿、双环传动、瀚川智能
- **本周专题研究：**HJT电池有着转化效率高、低功衰、工艺步骤少的优势，截至22年底HJT电池非硅成本0.25元/W，相比PERC电池高出0.1元/W左右，降本增效需求迫切。目前HJT降本增效主要采用硅片薄片化、0BB无主栅技术、电镀铜、双面微晶等技术：
①硅片薄片化：HJT具有双面对称结构及低温制备工艺更契合超薄硅片，100 μ m硅片已导入量产；
②0BB无主栅技术：在电池片环节省去除了主栅印刷，并在组件环节采用不含银的焊带，具有降本提效、提升良率的作用；
③电镀铜：作为去银化重要路线，行业处于中试验证阶段；
④双面微晶：华晟、东方日升、金刚光伏等已导入量产。根据SMM数据，截止2023年7月底HJT产能38.8GW，预计2023年底，国内HJT产能有望达到66.8GW，HJT产能扩张的加速，各环节降本增效技术逐步导入，**建议关注：**1) **HJT整线厂商：**迈为股份、捷佳伟创、金辰股份；2) **硅片薄片化：**高测股份；3) **0BB无主栅技术：**奥特维、迈为股份、先导智能；4) **电镀铜：**芯碁微装、帝尔激光、苏大维格、天准科技、东威科技，罗博特科。
- **重点跟踪行业：**
 - **锂电设备**，全球产能周期共振，预计21-25年年均需求超千亿，国内设备公司优势明显，全面看好具备技术、产品和规模优势的一二线龙头；
 - **光伏设备**，设备迭代升级推动产业链降本，HJT渗透率快速提升，同时光伏原材料价格下降有望刺激下游需求，看好电池片、组件设备龙头；
 - **换电**，2025年换电站运营空间有望达到1357.55亿元，换电站运营是换电领域市场空间最大的环节，看好换电站运营企业；
 - **储能**，储能是构建新型电网的必备基础，政策利好落地，发电、用户侧推动行业景气度提升，看好电池、逆变器、集成等环节龙头公司；
 - **半导体设备**，预计2030年行业需求达1400亿美元，中国大陆占比提高但国产化率仍低，看好平台型公司和国产替代有望快速突破的环节；
 - **自动化**，下游应用领域广泛的工业耗材，市场规模在400亿左右，预计2026年达557亿元，看好受益于集中度提高和进口替代的行业龙头；
 - **氢能源**，绿氢符合碳中和要求，光伏和风电快速发展为光伏制氢和风电制氢奠定基础，看好具备绿氢产业链一体化优势的龙头公司；
 - **工程机械**，强者恒强，建议关注行业龙头，看好具备产品、规模和成本优势的整机和零部件公司。

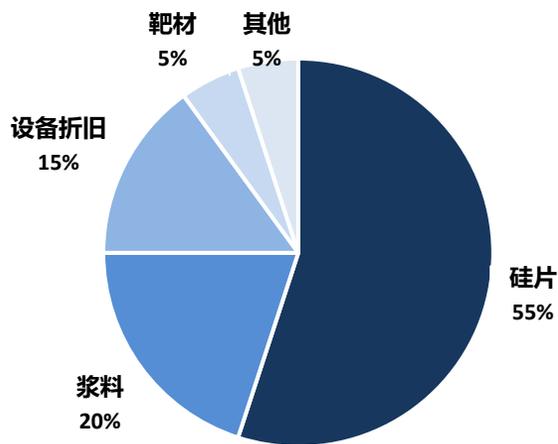
1.本周专题研究：降本增效成为HJT电池的主旋律

- **HJT电池具有多重优势，其硅片、银浆是降本的关键。** HJT电池有着转化效率高、低功衰、工艺步骤少的优势契合光伏行业发展规律，其制备工序只有四道，有利于减化制备流程，更容易实现产业化。在HJT电池的成本构成中，硅片及浆料的成本分别占据55%和20%，虽然随着硅料价格下降，硅片成本有所下降，但仍占据最大部分；目前HJT行业均采用树脂固化的低温银浆制作电池电极，由于HJT银浆单耗较高，且低温银浆工艺复杂，加工费高达1000元/kg，因此HJT电池银浆成本处于高位。
- **降本增效成为HJT技术的主旋律。** 根据《全球光伏HJT技术及能源发展前景白皮书》，截止2022年末HJT电池非硅成本降低至0.25元/W，相比PERC电池高出0.1元/W左右，HJT电池对于降本增效有着迫切的需求。目前HJT采用的降本增效手段主要包括硅片薄片化（100μm已实现量产）、OBB无主栅技术（小批量出货，下游验证中）、电镀铜（行业处于中试验证阶段）、双面微晶（多家厂商已导入量产线），此外银包铜技术也在逐步导入中。

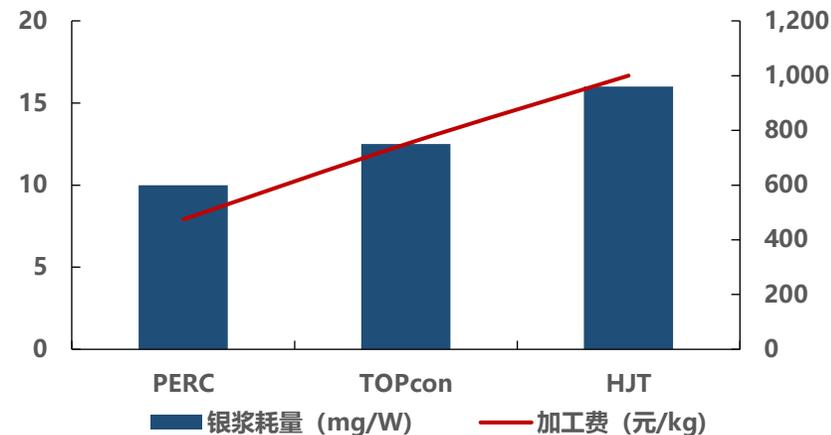
图表：HJT降本增效技术



图表：HJT电池片成本构成



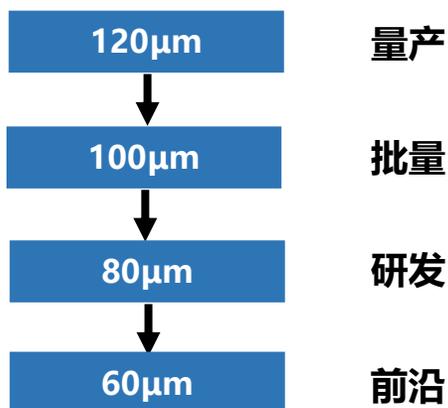
图表：各电池技术银浆耗量及加工费水平



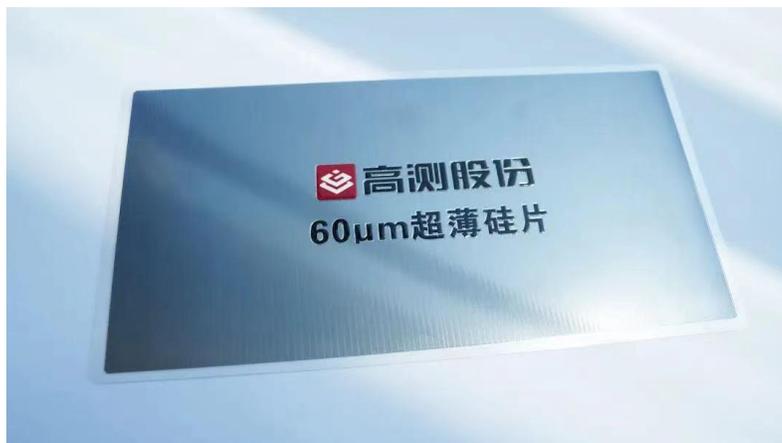
1.本周专题研究：硅片薄片化加速，100 μm 导入量产

- **薄片化进一步降低硅片成本，超薄硅片技术要求较高。** 硅片薄片化不仅有效减少硅材料消耗，而且薄片化能够使硅片更柔韧。但超薄硅片对技术的要求更高，随着硅片厚度不断减薄，容易出现碎片、崩边、TTV、线痕、边缘翘曲等问题，HJT双面结构及低温工艺的特点有利于降低碎片率、减少边缘翘曲，同时根据华晟的薄片测试数据，硅片厚度从140 μm 减至100 μm 的过程中，电池效率维持稳定。在切割设备方面，高测股份切片机在达到2400m/min线速时，可保持设备整体稳定性，避免了碎片、TTV问题；采用平台化设计，进行模块优化，实现薄片化切割；同时配合冷却液等其他辅材，有效提升硅片质量。
- **100 μm 导入HJT量产，薄片化进程加速。** 目前量产硅片的平均厚度150 μm ，其中HJT硅片厚度为110/100 μm ；研发环节，高测股份继22年8月发布80 μm 超薄硅片后，于23年5月发布60 μm 超薄硅片，推进超薄硅片的研发。根据东方日升披露，目前已全面量产厚度小于100 μm 的超薄硅片，并研究重复利用硅锭边皮料的方式进行降本。随着超薄硅片在HJT技术的量产化及产品可靠性提升，HJT硅片成本有望进一步降低。

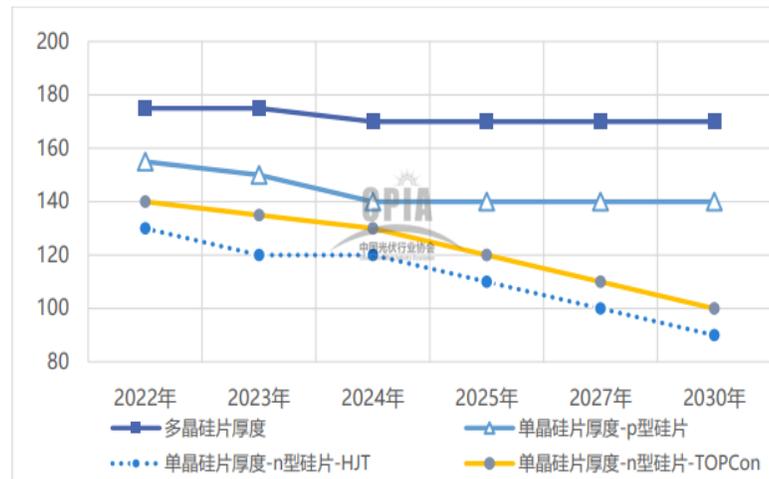
图表：硅片薄片化进程



图表：高测股份发布60 μm 超薄硅片



图表：硅片厚度趋势



1.本周专题研究：0BB无主栅技术量产加速，助力降本提效

- 0BB无主栅技术助力降本增效，技术路线多元化。** 无主栅技术采用印刷固化胶，通过金属线与各栅线固化定位实现电池片串联，从工艺路线来看无主栅技术主要包括三种方案：SmartWire方案先制作铜丝复合膜，在电池片串接后通过层压将焊带和电池片合金化；胶粘方案通过施加胶点体，将焊带利用UV灯点胶固化在电池片上，再通过层压合金化；焊接点胶方案先将焊带焊接在电池片上，再点胶将焊带进一步粘贴，最后层压合金化。无主栅技术在应用过程中，在电池片环节省去了主栅印刷，并在组件环节采用不含银的焊带，具有降本提效、提升良率的作用。
- 产品进入客户验证阶段，量产化加速。** 2022年11月，先导智能发布无主栅串焊设备，量产效率6800片/小时，电池片厚度降至100 μ m，可降低20%银浆成本，年维护成本较常规MBB设备低30%。2023年，奥特维已获得行业龙头公司小批量订单，预计下半年有望实现量产。此外，沃特维发布胶互联设备，采用无主栅设计，量产效率4000片/小时，线径0.2-0.3mm，并兼容大尺寸硅片。

图表：无主栅技术方案对比

方案	优点	缺点	布局厂商
SmartWire	焊带结合力强，不易脱栅	需要制备铜丝复合膜，带来成本的上升，并造成光学遮挡	梅耶博格、奥特维
胶粘	无需焊接，降低了焊带与栅线对齐度的要求，透明复合膜在一定程度上达到与焊接同程度的机械性能连接	膜的耐温性和透光较差，影响了组件的稳定性和发光效率	奥特维、先导智能、沃特维
焊接点胶	焊带结合力强，不易脱栅	焊接过程容易断栅，且精度要求较高	奥特维、迈为股份

图表：各公司量产化进度

公司	设备性能	量产化进度
先导智能	量产效率6800片/小时，电池片厚度降至100 μ m	22年11月发布产品
奥特维	/	多家客户在验证中，已获得行业龙头企业的小批量0BB串焊机订单，预计下半年有望量产
沃特维	量产效率4000片/小时，线径0.2-0.3mm，并兼容大尺寸硅片	客户验证中
迈为股份	/	已在客户端测试

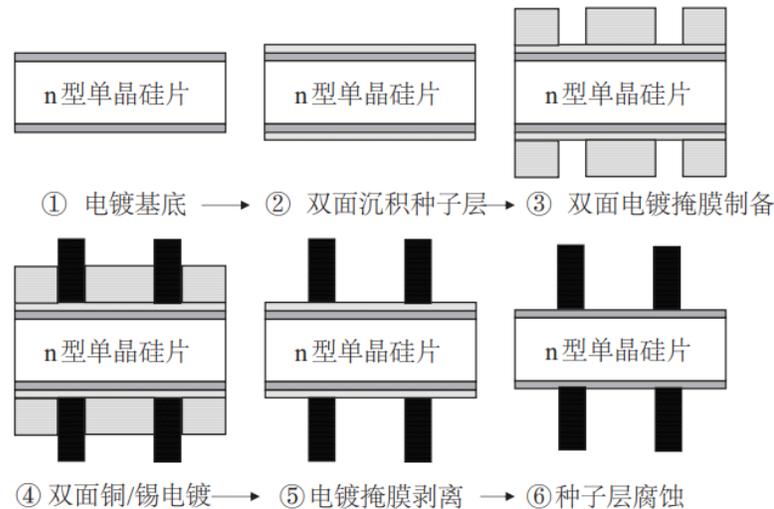
1.本周专题研究：电镀铜作为去银化重要路线，图形化及金属化是核心

- **电镀铜采用完全去银化技术，同时具有提效优势。** 电镀铜采用铜代替银浆，大幅降低直接材料成本，成为去银化的重要手段，其工作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，进而收集光伏效应产生的载流子。相比采用银粉与有机物的混合物成的低温银浆，铜有着更低的电阻率，这使得电镀铜形成栅线导电性更好；铜栅线可实现20um宽度，而银栅线仅能达到30um，更窄的栅线有着更高的高宽比，从而降低遮光面，实现效率的提升。根据海源复材的中试结果，采用电镀铜工艺，相对电池银浆，成本可以降低50%，效率提升0.3%。
- **电镀铜代替丝网印刷，主要包括种子层制备、图形化、金属化三大工序。** 1) 种子层制备：通过在电池片表面通过磁控溅射PVD设备沉积一层铜种子层，而后进行快速烧结，实现增强铜栅线与TCO之间的附着力；2) 图形化：通过运用图形转移技术，实现获取设计图案，根据是否使用掩膜，光刻可分为掩膜光刻与直写光刻；3) 金属化：将电池片放入硫酸铜溶液里电解，通过电解制得铜电极，电镀方式可分为垂直电镀、水平电镀、VDI电镀。

图表：铜栅线较银栅线对比具有优势

	银栅线	铜栅线	铜栅线优势
材料价格 (23/8/26)	银价：5825元/kg	铜价：69元/kg	直接材料成本低
栅线宽度	30-40um	≤20um	栅线窄，高宽比高，降低遮光面积及栅线电阻
电阻率	3-10Ω/m	1.7Ω/m	电阻率低
低温工艺	是	是	/
增效		0.3%	效率有所提升

图表：电镀铜工艺流程



图表：电镀铜各环节设备厂商

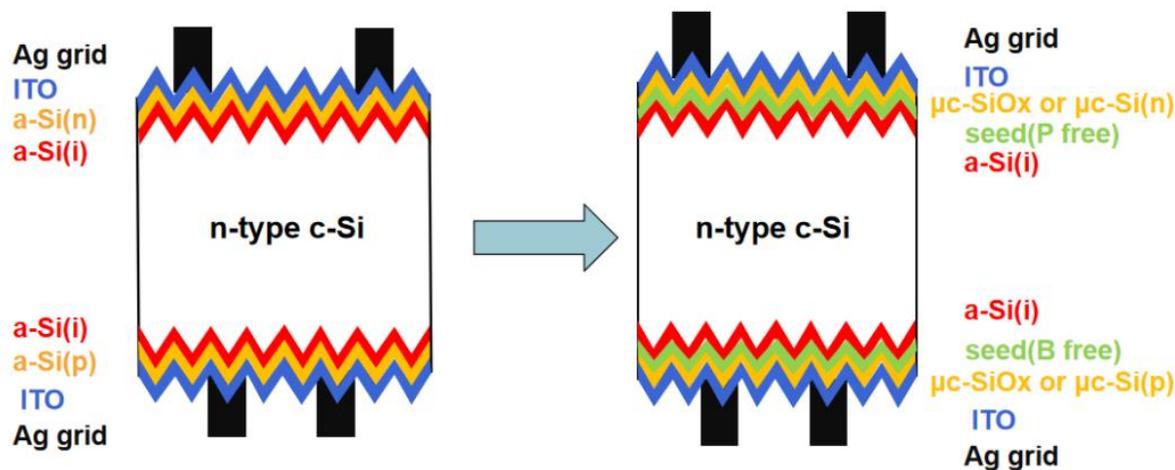
设备	环节	作用	主要设备厂商
PVD	种子层制备	增强铜栅线与TCO之间的附着力	迈为股份、捷佳伟创、金辰股份、钧石能源等
贴膜及层压设备	图形化	将抗蚀刻材料涂覆在电池片表面保护不需要被电镀的部分	/
曝光设备	图形化	将所需图形转移到感光材料上	苏大维格、芯碁微装、帝尔激光、天准科技、捷得宝、太阳井等
显影设备	图形化	将感光胶上图形显现出来	/
电镀设备	金属化	在硅片正、背面的栅线图案上电镀铜，形成铜栅线电极	东威科技、罗博特科、捷得宝、太阳井等

资料来源：Wind，《铜栅线高效异质结电池技术》（宗军），《硅异质结太阳能电池接触特性及铜金属化研究》（俞健），PV-Tech，各公司公告，中航证券研究所

1.本周专题研究：HJT产能扩张加速，关注新技术带来设备投资

- **双面微晶技术导入助力HJT增效。** 双面微晶HJT是指在镀膜过程中，采用微晶掺杂层分别替换N型和P型非晶硅薄膜获得具有微晶结构的HJT电池。射频等离子体技术应用于大腔室的PECVD设备，制备获得的微晶薄膜具有较好的均匀性，其工艺窗口较宽，获得的HJT电池具有稳定性与可靠性，同时对PECVD设备有着较小的等离子体损伤。根据金石能源测试，双面微晶HJT电池相对双面非晶HJT电池效率可实现0.9%效率的提升，且并不增加工艺环节，目前华晟新能源、东方日升、金刚光伏等均已在量产线中导入双面微晶技术。
- **HJT产能逐步落地，关注新技术带来设备投资机会。** 根据SMM数据，截止2023年7月底HJT产能38.8GW，其中包含已进厂调试及中试线产能，23年设备待进厂的产线产能为27.9GW，预计2023年底，国内HJT产能有望达到66.8GW，产能落地显著加快，此外国内规划产能达到308GW，相较年初规模增长163%。HJT产能扩张的加速，各环节新技术逐步导入，建议关注：1) HJT整线供应商：迈为股份、捷佳伟创、金辰股份；2) 硅片薄片化：高测股份；3) OBB无主栅技术：奥特维、迈为股份、先导智能；4) 电镀铜：芯碁微装、帝尔激光、苏大维格、天准科技、东威科技，罗博特科。

图表：双面微晶的电池结构



图表：HJT产能加速扩张

公司	当前产能	在建产能	2023E	备注
华晟新能源	宣城1-4期 8.1GW	大理5GW+无锡 3.6GW	14.2GW	宣城4期转化效率25.58%，采用双面微晶技术
东方日升	金坛4GW	滁州6GW+宁波 5GW	15GW	金坛采用210半片双面微晶
金刚光伏	苏州1.2GW+酒泉 4.8GW	/	6GW	酒泉采用210半片双面微晶
宝馨科技	/	蚌埠2GW+内蒙古 2GW	4GW	
爱康科技	/	湖州2.42GW	2.42GW	中试线效率最高达25.5%
润海新能源	/	舟山3GW	3GW	7月设备调试中
三五互联	/	眉山3.2W	3.2GW	
中建材	/	江阴2GW	2GW	

2.重点跟踪行业：光伏、储能、锂电

- **光伏设备**：1) N型电池片扩产项目多点开花，光伏设备企业技术持续突破，需求与技术共振，推动光伏产业高景气增长。**建议关注：迈为股份、捷佳伟创等**。2) 光伏产业链价格调整将会使产业链利润重新分配，同时刺激下游需求，有望引导整个产业链向好发展。在产业链调整的过程中，看好以下几个方向：靠近下游的电池组件、电站运营环节；非硅辅材、耗材环节；光伏设备等。**建议关注：双良节能、奥特维等**。
- **锂电设备**：从新技术带来新需求、扩产结构性加速度和打造第二成长曲线等角度出发筛选公司，2023年重点推荐以下方向：1、新技术：①复合集流体从0到1加速渗透，推荐关注相关设备商**东威科技、骄成超声**；②若大圆柱渗透率提升，激光焊接等环节有望受益，推荐关注**联赢激光**；2、锂电储能：2023年或成为国内大储高增速元年，重点关注电池、逆变器、温控、消防等环节；3、主业拓展：锂电设备是少有的能出现千亿级别大市值公司的领域，推荐关注平台型公司**先导智能**；电力电子、激光加工技术具备延展性，需求增长持续性有望更强，推荐关注**星云股份**等；4、出口链：海外扩产有望出现结构加速，推荐关注**杭可科技**。
- **储能**：发电侧和用户侧储能均迎来重磅政策利好，推动储能全面发展。1) 发电侧：2021年8月10日，《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》出台，首次提出市场化并网，超过保障性并网以外的规模按15%的挂钩比例（4小时以上）配建调峰能力，按照20%以上挂钩比例进行配建的优先并网，抽水蓄能、电化学储能都被认定为调峰资源，为发电侧储能打开。2) 用户侧全面推行分时电价，峰谷价差达3到4倍，进一步推动用户侧储能发展。**星云股份**是国内领先的以锂电池检测系统为核心的智能制造解决方案供应商，与锂电池、储能行业头部企业进行战略合作并推广储充检一体化储能电站系列产品。**科创新源**通过液冷板切入新能源汽车和储能赛道，已进入宁德时代供应商体系，随着下游需求不断提升，未来有望放量增长。
- **氢能源**：绿氢符合碳中和要求，随着光伏和风电快速发展，看好光伏制氢和风电制氢。**建议关注：隆基绿能、亿华通、兰石重装、科威尔等**。

2.重点跟踪行业：工程机械、半导体设备、自动化、碳中和、氢能源

- **激光设备**：激光自动化设备市场格局分散，且其通用属性较强，下游分散，行业集中度提高难度较大。激光加工相对于传统方式，优势明显，重点关注其在锂电、光伏等高成长性行业的大规模应用。以锂电池激光焊接为例，若按照激光焊接设备占比10%计算，2021-2025年合计新增需求约487亿元。重点关注深耕细分高景气赛道的激光加工设备龙头，**帝尔激光、联赢激光、大族激光、海目星等**。（详见《2023年投资策略：复苏可期，成长主导，星光渐亮》报告）
- **工程机械**：强者恒强，建议关注龙头公司。**推荐关注：三一重工、恒立液压、中联重科等**。
- **半导体设备**：全球半导体设备市场未来十年翻倍增长，国产替代是一个长期、持续、必然的趋势：1) 根据AMAT业绩会议，预计2030年半导体产业规模将达到万亿美元，即使按照目前14%的资本密集度，设备需求将达到1400亿美元，而2020年为612亿美元。2) 2020年，中国大陆首次成为全球半导体设备最大市场。2021Q1，中国大陆出货额为59.6亿美元，环比增长19%，同比增长70%，仅次于韩国。3) 在瓦森纳体系下，中国半导体设备与材料的安全性亟待提升，而国产化率水平目前仍低。**建议关注：中微公司、北方华创、华峰测控、长川科技、精测电子、芯源微、万业企业、至纯科技、华海清科等**。
- **自动化**：刀具是“工业牙齿”，其性能直接影响工件质量和生产效率。根据中国机床工具工业协会，我国刀具市场规模在400亿元左右，预计到2026年市场规模将达到557亿元。该市场竞争格局分散，CR5不足10%；且有超1/3市场被国外品牌占据。刀具属于工业耗材，下游应用领域广泛，存量的市场需求比较稳定，伴随行业集中度提高和进口环节替代，头部企业有望迎来高速增长机遇。**建议关注华锐精密、欧科亿**。
- **碳中和**：1) 换电领域千亿市场规模正在形成；2) 全国碳交易系统上线在即，碳交易市场有望量价齐升。**建议关注移动换电及碳交易受益标的一一协鑫能科**，公司拥有低电价成本，切入移动能源领域具备优势；坐拥2000万碳资产，碳交易有望带来新的业绩增长。

- 产品和技术迭代升级不及预期
- 海外市场拓展不及预期
- 海外复苏不及预期、国内需求不及预期
- 原材料价格波动
- 零部件供应受阻
- 客户扩产不及预期
- 市场竞争加剧。



邹润芳

中航证券总经理助理兼研究所所长
先后在光大、中国银河、安信证券负责机械军工行业研究，在天风证券负责整个先进制造业多个行业小组的研究。作为核心成员五次获得新财富最佳分析师机械（军工）第一名、上证报和金牛奖等多次第一。在先进制造业和科技行业有较深的理解和产业资源积淀，并曾受聘为多家国有大型金融机构和上市公司的顾问与外部专家。团队擅长自上而下的产业链研究和资源整合。
SAC: S0640521040001



卢正羽:

先进制造行业 研究员 (手机/微信:15517207789)
香港科技大学理学硕士，2020年初加入中航证券研究所，覆盖通用设备、军民融合和计算机板块。
SAC: S0640521060001



闫智:

先进制造行业 研究员 (手机/微信:13121190503)
南京大学工学硕士，2022年7月加入中航证券研究所，覆盖锂电设备、激光设备板块。
SAC: S0640122070030

我们设定的上市公司投资评级如下:

- | | |
|-----------|-----------------------------------|
| 买入 | : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅10%以上。 |
| 持有 | : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅-10%-10%之间 |
| 卖出 | : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数跌幅10%以上。 |

我们设定的行业投资评级如下:

- | | |
|-----------|----------------------------|
| 增持 | : 未来六个月行业增长水平高于同期沪深300指数。 |
| 中性 | : 未来六个月行业增长水平与同期沪深300指数相若。 |
| 减持 | : 未来六个月行业增长水平低于同期沪深300指数。 |

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，再次申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示：投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

免责声明

本报告由中航证券有限公司（已具备中国证券监督管理委员会批准的证券投资咨询业务资格）制作。本报告并非针对意图送发或为任何就送发、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示，否则此报告中的材料的版权属于中航证券。未经中航证券事先书面授权，不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复印本给予任何其他人。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用，并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议，而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠，但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任，除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代行使独立判断。在不同时期，中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑，本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易，向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意，及或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律容许下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。