

# 迈为股份 (300751)

## HJT 整线设备龙头受益于行业规模扩产在即，泛半导体领域加速布局

买入 (维持)

2024年09月24日

证券分析师 周尔双

执业证书: S0600515110002  
021-60199784

zhouersh@dwzq.com.cn

证券分析师 李文意

执业证书: S0600524080005  
liwenyi@dwzq.com.cn

盈利预测与估值	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
营业总收入 (百万元)	4148	8089	11842	16355	21835
同比 (%)	34.01	94.99	46.40	38.11	33.51
归母净利润 (百万元)	861.95	913.90	1,210.34	1,806.58	2,518.42
同比 (%)	34.09	6.03	32.44	49.26	39.40
EPS-最新摊薄 (元/股)	3.08	3.27	4.33	6.47	9.01
P/E (现价&最新摊薄)	23.30	21.97	16.59	11.12	7.97

关键词: #成本下降 #第二曲线

### 投资要点

- **HJT 整线设备商丰收在即，先发布局泛半导体领域。**公司起家于光伏电池片的丝网印刷设备，为 PERC 时代的丝印设备龙头。公司自 2019 年开始加大 HJT 设备研发力度，在丝印设备的基础上向前段核心环节镀膜设备延伸形成 HJT 整线设备布局，近年来公司 HJT 设备市占率已超过 70%，有望充分受益于 HJT 产业化进程。2017 年迈为依托真空技术、激光技术、印刷技术开始布局泛半导体领域的设备。
- **HJT 持续降本增效，产业化进程有望加速推进。**复盘光伏行业的每一轮周期，核心驱动力都是技术迭代。在光伏企业降本增效的需求驱动下，HJT 电池技术凭借转换效率高、降本路线清晰等，有望成为下一代电池片主流路线。一方面 HJT 的理论极限效率达到了 29.2%，高于 TOPCon 双面 Poly 路线的 28.7%，另一方面 HJT 有清晰的降本路径，包括 0BB、钢网印刷、银包铜等，均已具有实质性进展。目前通威 1GW 组件功率达到 744W，比 TOPCon 高出 25-30W，2024 年底目标 750W，2025 年有望达 780W。HJT 目前非硅成本约 0.2 元/W，比 TOPCon 高 3-4 分/W。我们认为 HJT 满足组件功率与 TOPCon 差距 25W、成本与非硅成本打平后，大规模扩产在即。
- **迈为股份为 HJT 整线设备龙头，先发优势显著。**行业龙头地位稳固，市场占有率超 70%。(1) **量产经验充足，设备在客户端持续得到反馈并加以改进：**迈为客户主要包括华晟、REC、金刚玻璃、日升等 HJT 电池龙头企业。公司通过客户反馈以及产线数据不断积累经验，加速技术改进，形成专利壁垒。(2) **迈为积极推进设备迭代优化：**清洗制绒环节推出背抛技术，CVD 环节推出 1.2GW 大产能的设备，PVD 环节推出 RPD+PVD 结合的 PED 设备，丝网印刷环节推出钢网印刷，并持续迭代至第三代。(3) **公司团队技术背景雄厚，研发费用远超同行：**截至 2023 年底，公司共计有 1777 名研发人员，较上一年同比增加 41%。研发费用率为 9.43%，公司目前已取得 344 项行业专利及 134 项软件著作权。
- **依托三大基准技术平台，泛半导体领域加速布局。**迈为依托真空技术、激光技术、精密控制技术拓展至显示&半导体封装设备市场。(1) **显示 (OLED&MLED)：**2017 年起迈为布局显示行业，推出 OLED 切割设备等；2020 年公司将业务延伸至新型显示领域，针对 Mini LED 推出晶圆隐切、裂片、刺晶巨转、激光键合等全套设备，针对 Micro LED 推出晶圆键合、激光剥离、激光巨转、激光键合和修复等全套设备，为 MLED 行业提供整线工艺解决方案。(2) **半导体封装：**公司推出半导体晶圆激光开槽、激光改质切割、刀轮切割、研磨等装备的国产化，聚焦半导体泛切割、2.5D/3D 先进封装，提供封装工艺整体解决方案。
- **盈利预测与投资评级：**迈为股份作为 HJT 整线设备龙头受益于 HJT 电池加速扩产，长期泛半导体领域布局打开成长空间。我们基本维持 2024-2026 年的归母净利润为 12/18/25 亿元，对应当前股价 PE 为 17/11/8 倍，维持“买入”评级。
- **风险提示：**下游扩产不及预期，新品拓展不及预期。

### 股价走势



### 市场数据

收盘价(元)	71.87
一年最低/最高价	68.51/147.50
市净率(倍)	2.76
流通 A 股市值(百万元)	13,896.24
总市值(百万元)	20,080.84

### 基础数据

每股净资产(元,LF)	26.08
资产负债率(% ,LF)	70.41
总股本(百万股)	279.41
流通 A 股(百万股)	193.35

### 相关研究

- 《迈为股份(300751): Q2 减值影响业绩短期承压，静待 HJT 产业化放量》  
2024-09-03
- 《迈为股份(300751): 晶圆激光开槽设备累计订单突破百台，半导体先进封装领域加速布局》  
2024-08-21

## 投资案件

### 1、关键假设、驱动因素：

- 1) **HJT 产业化加速推进，2024 年内组件功率有望达到 740W、非硅成本与 TOPCon 打平。**(1) **提效：**HJT 组件提效主要体现在优化制绒、CVD 工艺、PVD、钢板印刷、0BB 技术五大环节。电池端通过优化制绒、CVD、PVD、丝网印刷环节的技术和耗材，预计可分别提高 0.1%、0.2%、0.3%、0.3% 的电池效率；组件端采用 0BB 串焊技术预计可提高 1% 的组件功率。(2) **降本：**随着 0BB、钢板印刷、银包铜、1GW 大产能设备的导入，叠加 HJT 规模效应，我们认为 HJT 的最优非硅成本将低于 0.2 元/W。
- 2) **迈为股份为 HJT 整线设备龙头，行业地位稳固。**迈为客户主要包括华晟、REC、金刚玻璃、日升等 HJT 电池龙头企业。公司通过客户反馈以及产线数据不断积累经验，加速技术改进，形成专利壁垒，持续推进设备迭代优化：清洗制绒环节推出背抛技术，CVD 环节推出 1GW 大产能的设备，PVD 环节推出 RPD+PVD 结合的 PED 设备，丝网印刷环节推出钢网印刷，并持续迭代至第三代。
- 3) **依托三大基准技术平台，泛半导体领域加速布局。**迈为依托真空技术、激光技术、精密控制技术拓展至显示&半导体封装设备市场，显示领域包括 OLED&MLED 的激光切割、巨量转移设备等，半导体领域聚焦半导体泛切割、2.5D/3D 先进封装，提供封装工艺整体解决方案。

### 2、我们与市场不同的观点：

- 1) **光伏行业现状思考：光伏技术迭代的本质是上一代技术效率达到极限时会追求下一代更高效率和更低成本的技术。**2023 年 TOPCon 大规模扩产导致供需失衡后，带来的是组件价格与盈利性的大幅下滑。目前 182mm TOPCon 双面双玻组件的均价已从 2023 年 7 月的 1.43 元/W 一路下滑至 0.84 元/W，部分低价产品价格已跌至 0.76 元/W，TOPCon 组件的盈利能力显著降低，从而加速行业产能出清，推动新技术导入使盈利能力得到修复。
- 2) **在光伏企业降本增效的需求驱动下，HJT 电池技术凭借转换效率高、降本路线清晰等，有望成为下一代电池片主流路线。**与 TOPCon 相比，一方面 HJT 的理论极限效率达到了 29.2%，高于 TOPCon 双面 Poly 路线的 28.7%，另一方面 HJT 有清晰的降本路径，包括 0BB、钢网印刷、银包铜等，均已有实质性进展。我们认为 HJT 满足组件功率与 TOPCon 差距 25W、成本与非硅成本打平两个条件后，大规模扩产在即；与 BC 相比，低双面率的 BC 主要将用于分布式电站，不会对 HJT 在大电站的占比产生显著影响，而分布式电站虽然在某种程度上解决了企业的限电问题，但长远来看大电站才是满足未来电力需求的关键。
- 3) **迈为 HJT 整线设备龙头的优势地位稳固。**迈为 2021-2023 年市占率均维持在 70%左右，从客户端不断获得量产数据并加以迭代优化，其它设备商在量产数据的积累上与迈为存在差距，我们认为参考硅片环节晶盛机电单晶炉市占率 70%+、组件环节奥特维串焊机市占率 70%+，迈为股份作为 HJT 电池片设备龙头赢者通吃的逻辑同样适用。

### 3、股价驱动因素：

- 短期：HJT 与 TOPCon 组件功率差距 25W、HJT 非硅成本打平  
 中期：HJT 行业大规模扩产、一线传统大厂布局 HJT  
 长期：泛半导体设备订单放量

## 内容目录

<b>1. HJT 整线龙头设备商丰收在即，先发布局泛半导体领域</b>	<b>7</b>
1.1. 丝网印刷设备转型 HJT 整线，积极拓展泛半导体设备	7
1.2. 股权较为集中，团队结构稳定，股份回购彰显信心	7
1.3. 24Q2 减值影响业绩，静待 HJT 产业化放量	8
<b>2. HJT 产业化进程加速推进，传统大厂有望布局</b>	<b>10</b>
2.1. 技术创新是开启光伏行业新一轮周期的核心驱动力	10
2.2. HJT 降本增效加速，未来有望成为主流技术	14
2.2.1. HJT 增效主要体现在制绒、CVD、PVD、钢板印刷、0BB 五大环节	16
2.2.2. HJT 降本主要体现在硅片、银浆、靶材、设备、规模五大方面	24
2.3. HJT 下游积极扩产，一线大厂有望入局	35
2.3.1. 通威股份：晶硅组件电池一体化龙头，HJT 实验室功率突破 760W	36
2.3.2. 安徽华晟：HJT 电池龙头，先发优势明显	39
2.3.3. 东方日升：HJT 产能&功效持续爬坡	40
2.3.4. 璩升科技：HJT 新玩家，加速扩产建设	42
<b>3. 迈为股份为 HJT 整线设备龙头，先发优势显著</b>	<b>42</b>
3.1. HJT 工艺流程短，PECVD 为核心设备	42
3.1.1. 清洗制绒设备：HJT 制程对该设备要求更高	44
3.1.2. 非晶硅薄膜沉积设备：板式 VHF-PECVD 为主流关键设备，迈为产品优势明显	45
3.1.3. TCO 薄膜沉积设备：PVD 有望继续成为主流技术路线	48
3.1.4. 电极金属化设备：中期内丝网印刷或更具优势，电镀铜技术仍有诸多难题	49
3.2. 迈为股份是 HJT 整线设备龙头，先发优势显著	49
<b>4. 依托三大基准技术平台，泛半导体领域加速布局</b>	<b>51</b>
4.1. 显示领域：面板 CAPEX 重启，OLED&MLED 全线设备方案开拓者有望受益	51
4.1.1. OLED 面板扩产潮起，迈为设备拓展顺利	53
4.1.2. MLED 面板为下一代主流，迈为整线工艺解决方案蓄势待发	56
4.2. 半导体封装设备：磨划设备对标日本 DISCO，先进键合设备研发突破	59
4.2.1. 迈为聚焦 2.5D/3D 先进封装及磨划整体解决方案	59
4.2.2. 迈为磨划设备布局对标日本 DISCO，他山之石，或可攻玉	64
4.2.3. 迈为先进键合设备研发突破，适时迎合市场需求	66
<b>5. 盈利预测与投资评级</b>	<b>67</b>
5.1. 盈利预测	67
5.2. 投资建议	69
<b>6. 风险提示</b>	<b>69</b>

## 图表目录

图 1:	公司深耕“真空+激光+印刷”三项平台型技术, HJT 整线+泛半导体设备全面发展.....	7
图 2:	截至 2024 年 6 月, 公司组织结构稳定, 8 个子公司分工明确.....	8
图 3:	2024H1 营收 48.69 亿元, 同比+70%.....	8
图 4:	2024H1 归母净利润 4.61 亿元, 同比+8.63%.....	8
图 5:	2024H1 销售毛利率为 30.95%, 同比-1.76pct.....	9
图 6:	2024H1 公司期间费用率稳中有降.....	9
图 7:	迈为研发费用率处于同行业高位水平.....	9
图 8:	迈为技术人员占比远超同行业竞争对手.....	9
图 9:	公司合同负债保持 6 年正向增长.....	10
图 10:	公司存货保持 6 年正向增长.....	10
图 11:	全球光伏装机处于高速增长阶段.....	10
图 12:	中国光伏装机长期仍保持增长.....	10
图 13:	光伏行业新技术、盈利能力、产能规模三者互相影响.....	11
图 14:	2015-2020 年中国单晶硅市场占比变化情况 (%).....	11
图 15:	金刚线切割成本不断下降(元/片).....	12
图 16:	单晶电池 vs 多晶电池效率.....	12
图 17:	2019 年开始 PERC 市占率超过 BSF.....	12
图 18:	光伏电池片产能大于需求.....	13
图 19:	2023 年 TOPCon 电池快速扩产.....	13
图 20:	近一年 TOPCon 组件价格快速下降.....	13
图 21:	HJT 量产的三个阶段条件.....	14
图 22:	HJT 电池结构简单.....	14
图 23:	BC 电池由于电极都在背面, 牺牲了一定的双面率.....	16
图 24:	HJT 等电池技术与 TOPCon 相比之下的组件增益和溢价.....	17
图 25:	2024-2025 年 HJT 电池每 W 生产成本演变预测.....	17
图 26:	2025 年有望迎来 HJT 多维降本增效技术的集中量产.....	18
图 27:	HJT 提效主要体现在优化制绒、CVD、PVD、印刷、0BB 技术五大环节.....	18
图 28:	HJT 金字塔绒面结构.....	19
图 29:	HJT 背面抛光数据(国晟科技).....	19
图 30:	制备微晶硅的难点在于速率和均匀性的解决, VHF+小腔体为关键.....	20
图 31:	NP 双面微晶的连续多腔体 PECVD 成为主流.....	20
图 32:	迈为发往通威的首台套 1GW PECVD 设备表现符合预期.....	21
图 33:	钢网印刷的栅线结构更优.....	22
图 34:	电镀铜的电极与 TCO 接触性能更优.....	23
图 35:	电镀铜的电极拥有更细的线宽及更高的高宽比.....	23
图 36:	0BB 能够减小遮光面积&缩短电流传输距离, 提高组件功率.....	23
图 37:	高能量紫外线照射下 HJT 电池表面的 $\alpha$ -Si:H 键容易被破坏.....	24
图 38:	光转膜将紫外光转换为可发电的蓝光提高效率.....	24
图 39:	HJT 电池成本正快速下降.....	25
图 40:	HJT 硅片厚度趋势.....	25
图 41:	HJT 电池成本构成-24M6.....	26
图 42:	HJT 电池成本构成-24 年底(预测).....	26

图 43:	东方日升 HJT 电池金属化降本路线图	27
图 44:	电池片主栅技术由 MBB、SMBB 向 0BB (无主栅) 发展	27
图 45:	三种技术路线中, HJT 电池主栅银耗最高 (单位: mg/W)	28
图 46:	白银价格快速上涨, 截至 2024 年 7 月 15 日已突破 8000 元/KG	28
图 47:	不同白银价格下各类银浆价格情况	29
图 48:	银价 6000 元/KG 时, HJT 与 TOPCon 不同技术路线下的成本比较	30
图 49:	我们测算出白银价格每涨 1000 元, HJT 应用 0BB+30%银包铜, 可多节约 7-8 厘/W	31
图 50:	近期精铜价格突破 3000 元/k	31
图 51:	目前铜耗量约为 20mg/W	32
图 52:	PVD 优化后铜耗量可降低为 13.5mg/W	32
图 53:	欧莱新材 HJT 靶材降本增效路线规划	32
图 54:	HJT 设备 PECVD 核心零部件包括真空腔、真空泵、电源等	34
图 55:	迈为 4.0 HJT 整线优势	34
图 56:	TOPCon 与 PERC 已形成规模化优势, HJT 未来降本空间大 (GW)	35
图 57:	公司布局电池、晶硅、组件一体化	36
图 58:	公司电池市场份额常年维持 13%以上, 位居第一	36
图 59:	电池、硅片价格的剪刀差有望扩大, 带来单位利润提升	37
图 60:	TOPCon 为目前公司主流电池技术	37
图 61:	通威 1GW HJT 中试线平均功率突破 740W	38
图 62:	通威 THC210 型 HJT 组件研发端最高功率突破 765W	38
图 63:	通威 2023 年现金比例及销售净利率皆处于行业领先地位	39
图 64:	2023 年华晟新能源 HJT 电池市场份额第一 (按产能)	39
图 65:	华晟入局早, 先发优势明显	40
图 66:	喜马拉雅 G12 组件是华晟主流产品, 最高输出功率 730W	40
图 67:	东方日升 HJT 发展历程	41
图 68:	东方日升 HJT 电池组件提效规划路线	41
图 69:	链升 HJT 产品涵盖 0BB、20BB、18BB 等多种路线	42
图 70:	HJT 生产需要制绒、非晶硅沉淀、TCO 制备、金属电极化四步工艺	43
图 71:	HJT 4 类设备的国内外厂商布局	44
图 72:	PECVD 射频频率增加带来沉积速率增加的同时均匀性和透光率在变差	46
图 73:	电镀铜电极工艺流程复杂	49
图 74:	迈为股份 HJT 电池设备市占率超七成	50
图 75:	迈为股份研发费用率处于行业较高水平	50
图 76:	公司深耕“真空+激光+精密控制”三项平台型技术	51
图 77:	OLED 生产工艺流程及对应迈为布局的激光设备	52
图 78:	未来几年 OLED 在智能手机领域仍有望持续渗透	54
图 79:	AMOLED 在平板/笔记本电脑领域呈爆发式增长	54
图 80:	2023 年、2024Q1 全球 AMOLED 手机面板出货份额	55
图 81:	LCD、OLED、Mini LED、Micro LED 显示技术性能对比	57
图 82:	激光巨量转移有望成为 Micro LED 巨量转移的主流技术	57
图 83:	迈为已布局硅片环节的研磨+封测环节的切磨抛和键合, 未来规划布局晶圆制造环节的 CMP&清洗	60
图 84:	迈为股份半导体磨划设备产品矩阵	60
图 85:	迈为股份在半导体后道磨划环节所布局的关键耗材	61

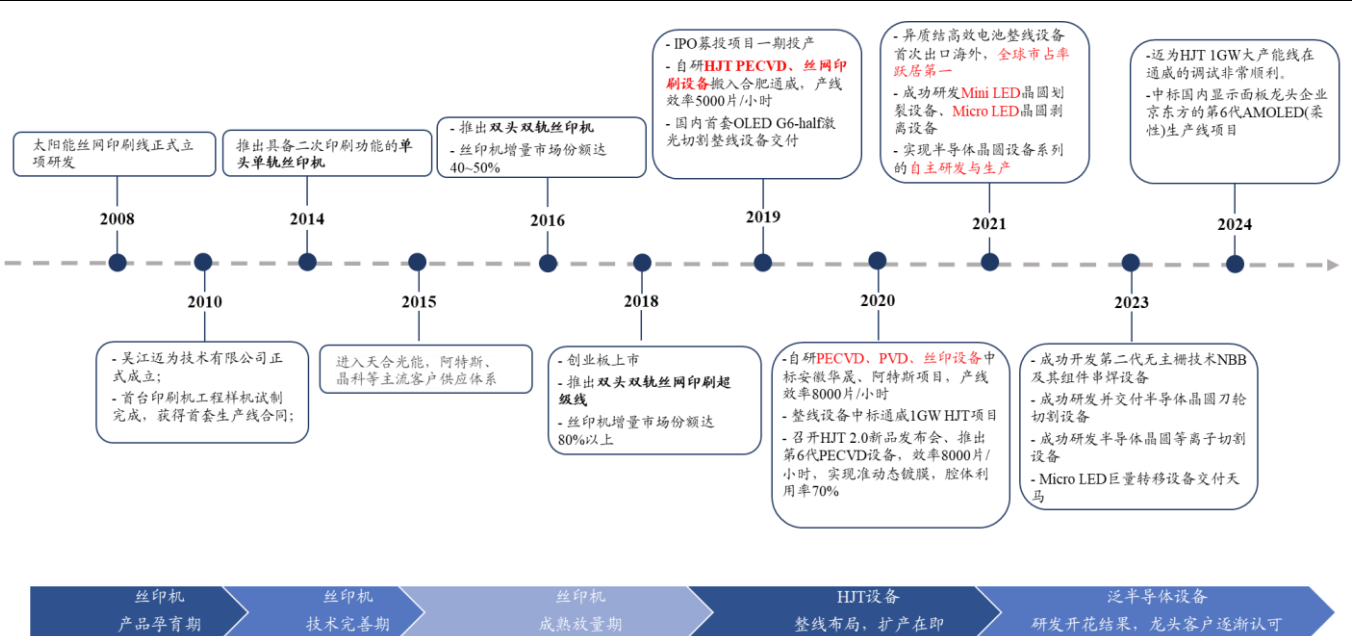
图 86:	2022 年全球半导体封装设备价值量占比约 5%.....	62
图 87:	2022 年封装设备中划片机/固晶机/键合机为核心.....	62
图 88:	2023 年我国进口划片机金额为 3.0 亿美元, 同比+14%.....	62
图 89:	2021 年全球半导体划片机龙头为 DISCO, 市占率高达 70%.....	62
图 90:	2023 年我国进口研磨机金额为 4.4 亿美元, 同比+16%.....	63
图 91:	减薄机海外龙头为 DISCO、东京精密等, 2022 年 CR3 约 85%.....	63
图 92:	2023 年全球晶圆键合设备市场空间约 2.7 亿美元.....	64
图 93:	2022 年晶圆键合设备海外龙头为 EVG、SUSS 等.....	64
图 94:	DISCO 产品矩阵包括划片机、研磨机、抛光机、精密加工工具等.....	64
图 95:	2014-2023 财年 DISCO 营业收入 CAGR 为 9%.....	65
图 96:	2014-2023 财年 DISCO 净利润 CAGR 为 16%.....	65
图 97:	2014-2023 财年 DISCO 销售毛利率和净利率总体稳步提升, 盈利能力优秀.....	65
图 98:	2023 财年 DISCO 约 36%的收入来自中国大陆.....	65
图 99:	2023 财年 DISCO 精密加工设备收入占比约 63%.....	65
图 100:	迈为股份可提供的半导体切磨抛工艺及装备解决方案.....	66
图 101:	临时键合与解键合是 2.5D/3D 先进封装的增量过程.....	67
图 102:	公司营业收入拆分表.....	68
图 103:	可比公司估值表.....	69
表 1:	HJT 相较其他技术路线效率更高、工艺更简单.....	15
表 2:	异质结平台是叠层的开创者.....	15
表 3:	RPD 镀膜在材料迁移率和透过率方面均存在巨大优势.....	21
表 4:	预计 2025 年 HJT 综合成本能够比 TOPCon 低 0.04 元/W.....	24
表 5:	HJT 单线设备产能放大, 2024 年 8 月已提升至 1.2GW 级别.....	33
表 6:	HJT 产业化加速, 下游积极扩产.....	35
表 7:	HJT 生产工序仅需四步.....	42
表 8:	TOPCon 生产工序繁杂.....	43
表 9:	HJT 清洗制绒工艺流程.....	44
表 10:	迈为股份与捷佳伟创 HJT 清洗制绒设备对比.....	45
表 11:	PECVD 与 CAT-CVD 工艺对比.....	45
表 12:	RF-PECVD 与 VHF-PECVD 工艺对比.....	46
表 13:	管式 PECVD 与板式 PECVD 工艺对比.....	47
表 14:	国内主要 HJT 设备厂商 PECVD 产品对比.....	47
表 15:	两种 TCO 薄膜沉积技术路线对比.....	48
表 16:	国内主要 HJT 设备厂商 TCO 薄膜沉积设备产品对比.....	48
表 17:	迈为股份 OLED 核心设备产品矩阵.....	52
表 18:	近期国内部分面板龙头厂商 OLED 扩产项目梳理.....	54
表 19:	国内 Cell+Module 制程激光设备每年的市场空间在 25 亿元左右.....	55
表 20:	迈为股份中标或交付的 OLED 设备项目梳理.....	56
表 21:	2024H1 国内开工建设/封顶/设备搬入的 MLED 项目梳理.....	58
表 22:	迈为股份 Micro LED 设备产品矩阵.....	58
表 23:	迈为股份半导体键合设备产品矩阵.....	61

## 1. HJT 整线龙头设备商丰收在即，先发布局泛半导体领域

### 1.1. 丝网印刷设备转型 HJT 整线，积极拓展泛半导体设备

迈为股份由丝网印刷设备拓展至 HJT 整线设备，加速布局泛半导体领域。(1) 丝网印刷设备起家：公司起家于光伏电池片的丝网印刷设备，2018 年在全球丝印设备增量市场的销售额市占率达 80%以上，成长为 PERC 时代的丝印设备龙头。(2) 转型 HJT 整线设备龙头：公司自 2019 年开始加大 HJT 设备研发力度，在丝印设备的基础上向前段核心环节镀膜设备延伸形成 HJT 整线设备布局，近年来公司 HJT 设备市占率已超过 70%，有望充分受益于 HJT 产业化进程。(3) 泛半导体领域加速布局：2017 年迈为依托真空技术、激光技术、印刷技术三大基准技术平台开始布局泛半导体领域的设备，如 OLED、MLED 及半导体封装设备等。

图1：公司深耕“真空+激光+印刷”三项平台型技术，HJT 整线+泛半导体设备全面发展

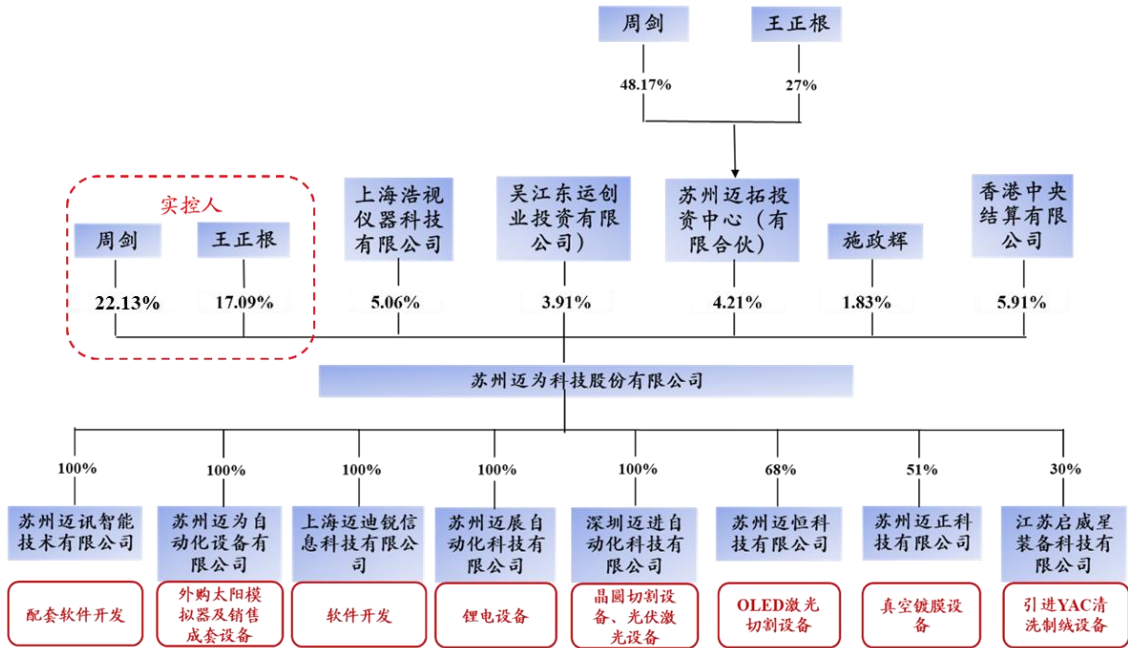


数据来源：迈为股份，东吴证券研究所

### 1.2. 股权较为集中，团队结构稳定，股份回购彰显信心

公司组织结构稳定，控股股东维持高持股比例、董事长回购股份彰显信心。公司于 2021 年 1 月完成定向增发，发行数量 504.14 万股，发行价格 120.70 元/股，由实际控制人周剑、王正根全额认购，其中周剑认购 285.34 万股，王正根认购 218.80 万股。截至 2024 年 6 月，周剑、王正根分别直接持有公司 22.13%和 17.09%的股份，合计直接持有 39.22%股份，同时二人通过迈拓投资间接控制 4.21%的股份，二人共同控制 43.43%的股份，为公司控股股东、共同实际控制人。2024 年 9 月 23 日，公司公告董事长周剑提议使用自有资金以集中竞价方式回购公司部分 A 股股票，回购资金总额在 0.5-1 亿元，彰显对公司未来发展的信心。

图2: 截至 2024 年 6 月, 公司组织结构稳定, 8 个子分公司分工明确

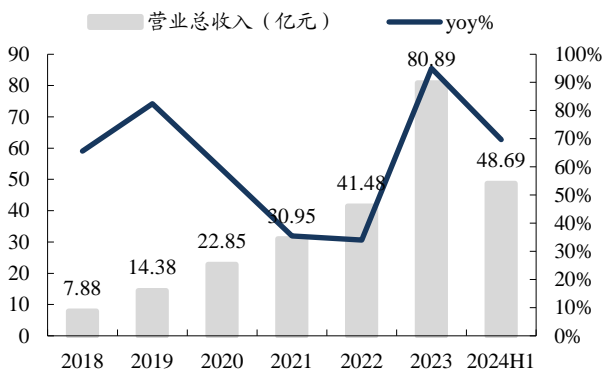


数据来源: Wind, 东吴证券研究所

### 1.3. 24Q2 减值影响业绩, 静待 HJT 产业化放量

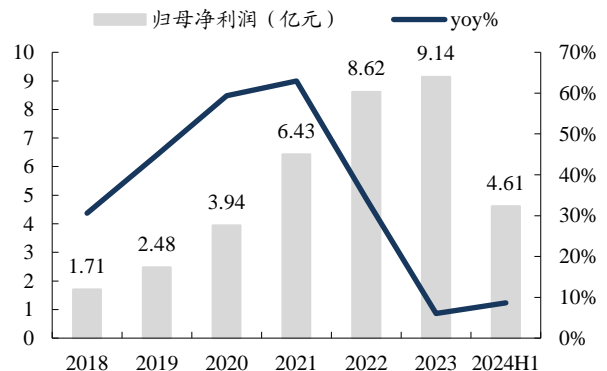
营收规模快速增长, 24Q2 受减值损失影响, 利润短期承压。2018-2023 年公司营收由 7.88 亿元增长至 80.89 亿元, CAGR 达 59%, 归母净利润由 1.171 亿元增长至 9.14 亿元, CAGR 为 40%。2024H1 公司实现营收 48.69 亿元, 同比+69.74%, 其中光伏电池整线设备收入 46.03 亿元, 同比+82%, 占比 94.54%; 归母净利润 4.61 亿元, 同比+8.63%; 扣非净利润为 4.05 亿元, 同比+6.00%。2024 年公司年中采用现金分红 1.4 亿元, 分红比率保持在 30%左右水平。24Q2 单季营收 26.51 亿元, 同比+54.84%, 环比+19.50%, 我们预计验收 HJT 约 8 条整线, 对应 4.8GW, 按照 3.7 亿元/GW, 对应收入约 17.8 亿元, 占营业收入比重约 67%; 归母净利润为 2.01 亿元, 同比-1.31%, 环比+22.73%, 主要系公司计提较多信用减值损失约 1.9 亿元。

图3: 2024H1 营收 48.69 亿元, 同比+70%



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图4: 2024H1 归母净利润 4.61 亿元, 同比+8.63%

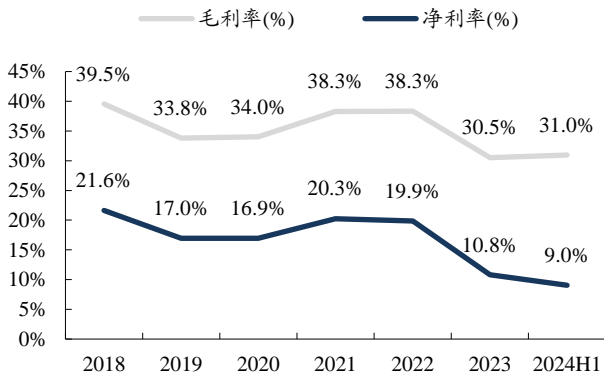


数据来源: Wind, 东吴证券研究所



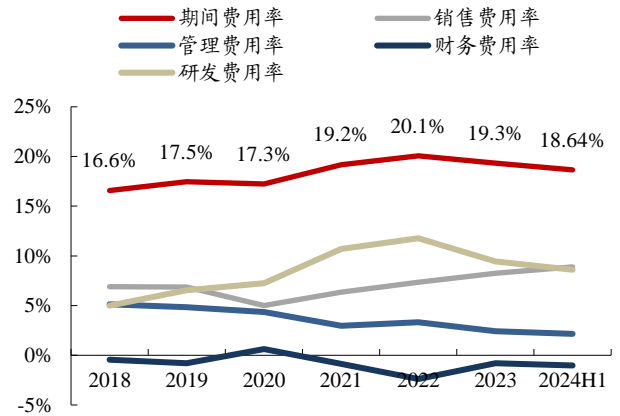
**2024H1 毛利率小幅下滑，净利率受减值影响下滑较多。**2024H1 毛利率为 30.95%，同比-1.76pct，其中光伏电池整线设备毛利率为 31.18%，同比-0.82pct；销售净利率为 9.05%，同比-4.62pct；期间费用率为 18.64%，同比-1.26pct。24Q2 单季毛利率为 30.97%，同比-0.85pct，环比+0.04pct，Q2 毛利率环比有所提升，考虑到高毛利的 HJT 收入占比环比有所降低、丝网印刷毛利率维持 25-30%左右，我们预计 HJT 整线毛利率提升至 35%左右；销售净利率为 7.55%，同比-3.40pct，环比-3.29pct。

图5：2024H1 销售毛利率为 30.95%，同比-1.76pct



数据来源：Wind，东吴证券研究所

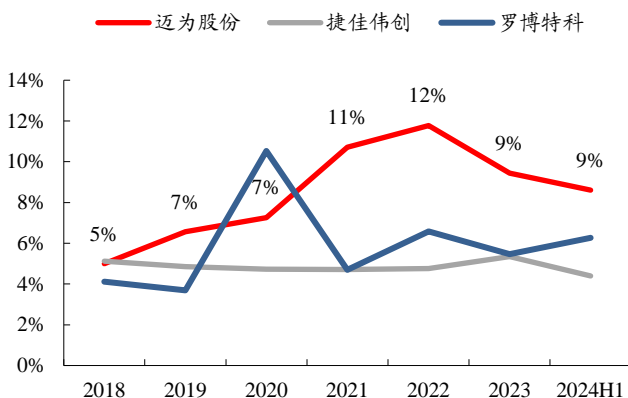
图6：2024H1 公司期间费用率稳中有降



数据来源：Wind，东吴证券研究所

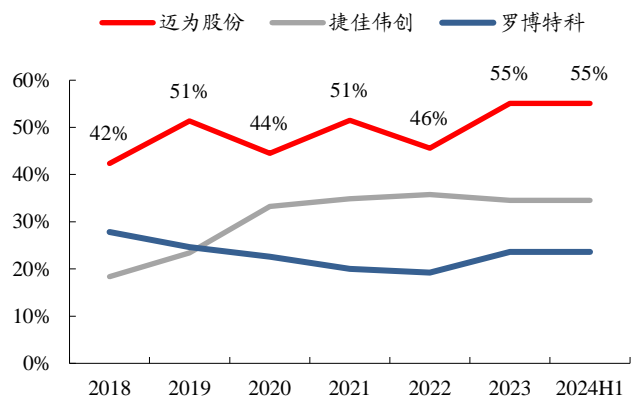
**公司持续加强研发投入，维持同行业公司中较高水平的研发费用率。**公司 2023 年研发费用 7.63 亿元，同比+56%，研发费用率 9.40%，同比-2.3pct，截至 2023 年底，技术人员数量由 2022 年的 2804 人增至 2023 年的 5141 人，同比增长 83%，2023 年技术人员占比 55%。2024H1 公司研发投入达 4.19 亿元，同比+47%。

图7：迈为研发费用率处于同行业高位水平



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图8：迈为技术人员占比远超同行业竞争对手

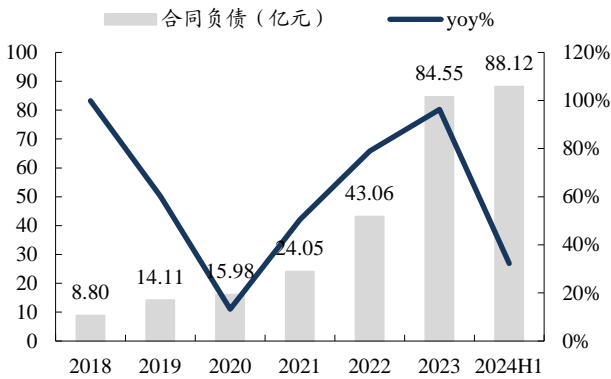


数据来源：Wind，东吴证券研究所

**存货&合同负债同比持续增长，订单充沛保障业绩。**截至 2024Q2 末公司存货为 109.83 亿元，同比+19.86%，其中发出商品约 72.85 亿元，占比约 66%，占比仍然较高；合同负债为 88.12 亿元，同比+32.30%。合同负债取得较快增长，表明公司在手订单充

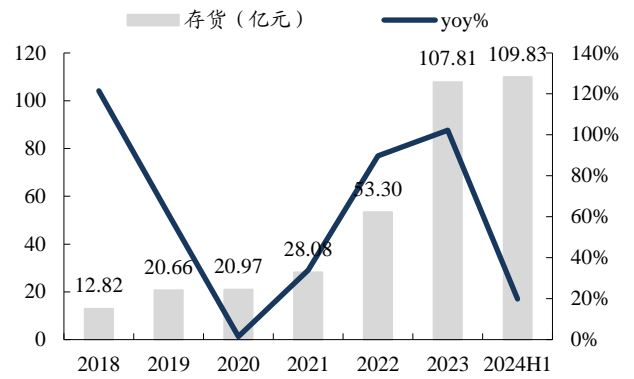
足。2024Q2 公司经营活动净现金流为 1.33 亿元，持续为正。

图9: 公司合同负债保持 6 年正向增长



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图10: 公司存货保持 6 年正向增长



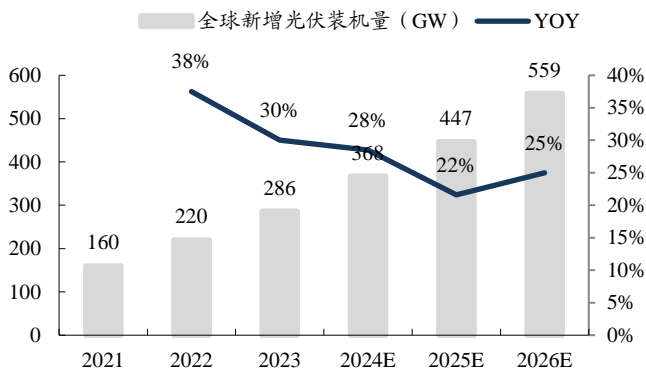
数据来源: Wind, 东吴证券研究所

## 2. HJT 产业化进程加速推进, 传统大厂有望布局

### 2.1. 技术创新是开启光伏行业新一轮周期的核心驱动力

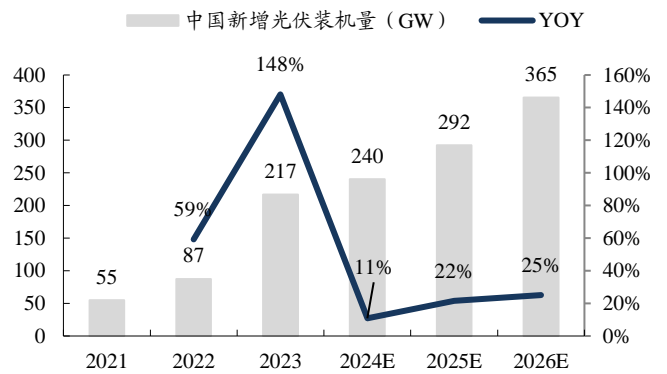
光伏作为可再生能源中坚力量, 长期仍将保持增长。根据中国光伏行业协会 (CPIA) 数据, 2023 年全球新增光伏装机量 286GW, 同比增长 30%, 预计 2026 年全球新增光伏装机量将达到 559GW, 2021-2026 五年 CAGR 为 28%。

图11: 全球光伏装机处于高速增长阶段



数据来源: CPIA, 东吴证券研究所

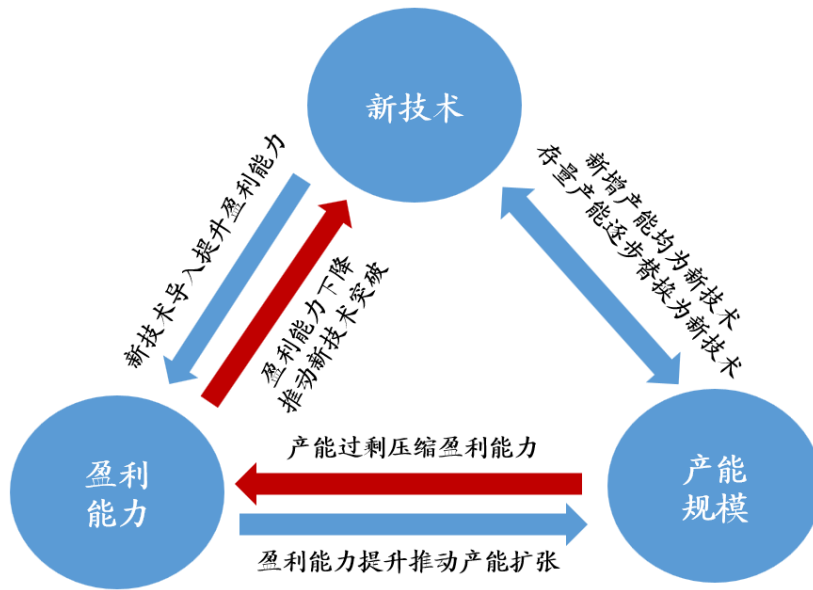
图12: 中国光伏装机长期仍保持增长



数据来源: CPIA, 东吴证券研究所

复盘光伏行业的每一轮周期, 核心驱动力都是技术迭代。新技术能够进行差异化竞争, 盈利能力好, 驱动行业进入大规模扩产阶段, 随着产能集中落地, 技术逐步进入同质化竞争阶段, 行业出现产能过剩, 使得盈利能力下降, 行业进入产能出清阶段, 倒逼新技术的突破, 实现降本增效, 打开新一轮周期。

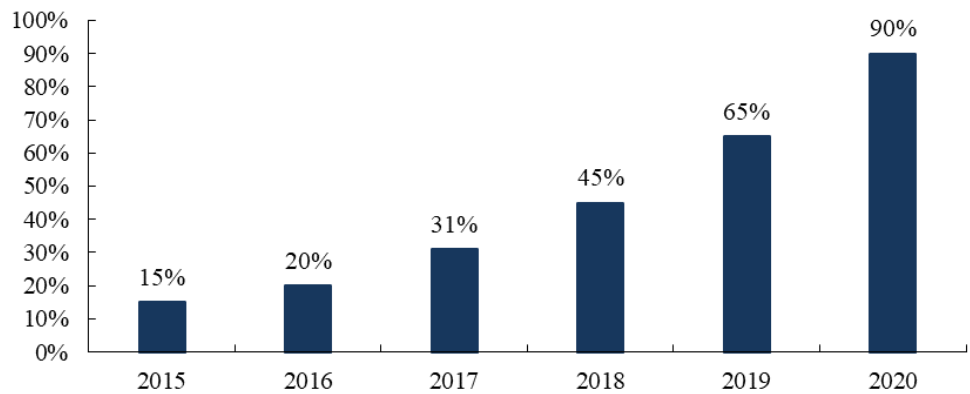
图13: 光伏行业新技术、盈利能力、产能规模三者互相影响



数据来源: Solarzoom, 东吴证券研究所

光伏技术迭代的本质是上一代技术效率达到极限时会追求下一代更高效率和更低成本的技术。以单晶替代多晶为例，过去市场上主流的技术路线是多晶硅，隆基作为后来者选择单晶硅路线，(1) **单晶效率更高、成本下降空间大**：二者成本的差距可以通过技术改进来抹平，单晶杂质含量少，转化效率高，但缺点是生产成本较高，技术难度大，多晶虽然杂质多、转化效率低，但技术成熟、成本低；(2) **光伏平价上网的需求**：2015年光伏领跑者计划的推出引导下游电站转向效率更高、度电成本更低的单晶路线。

图14: 2015-2020年中国单晶硅市场占比变化情况 (%)

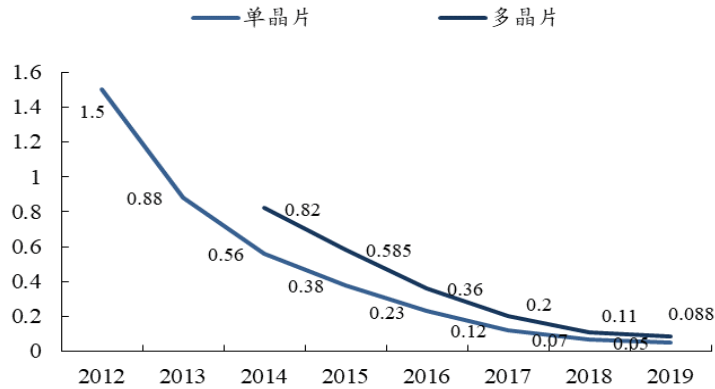


数据来源: 中国光伏产业路线图, 东吴证券研究所

隆基单晶路线的胜出依靠**金刚线切割技术突破+PERC 电池技术路线配合**。(1) **金刚线切割技术突破**：传统砂浆切割速度慢、出片率低、对硅料的损耗较大，金刚线切割速度是砂浆切割的 4-5 倍，出片率高出 15%~20%，而由于晶体结构差异，金刚线切割只适用于单晶，不适用于多晶，但这项技术一度被日本“卡脖子”，隆基联合供应商攻克技术难关。(2) **PERC 电池技术路线**：2014 年隆基收购乐叶光伏，向中游电池片、组件环

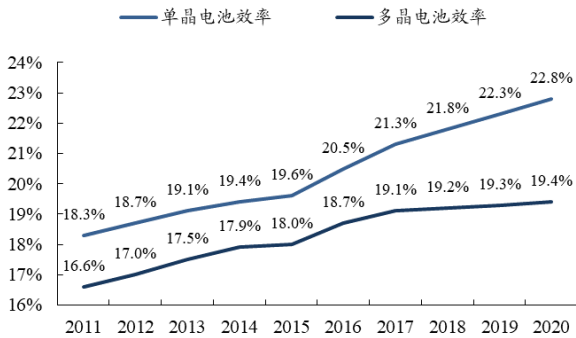
节延伸，并采用了当时最先进的 PERC 技术路线，对单晶更为友好，用在单晶电池上可提效 0.8%-1.0%，而用在多晶上只能提效 0.6%-0.8%。金刚线切割技术的成本优势叠加使得单晶路线胜出。

图15: 金刚线切割成本不断下降(元/片)



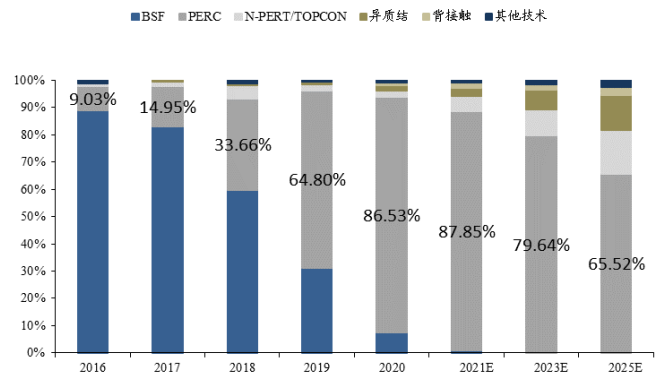
数据来源: CSPV, 东吴证券研究所

图16: 单晶电池 vs 多晶电池效率



数据来源: Choice, 东吴证券研究所

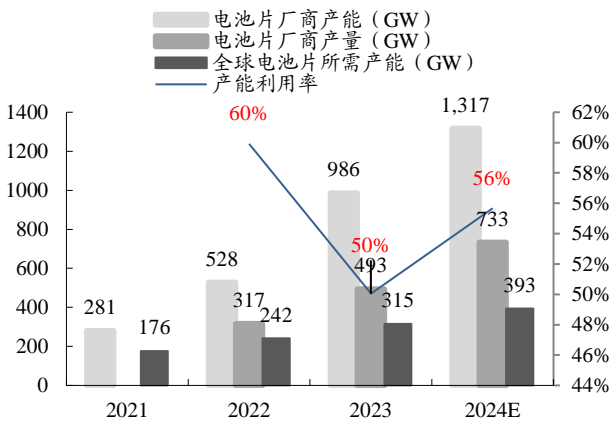
图17: 2019 年开始 PERC 市占率超过 BSF



数据来源: CPIA, 东吴证券研究所

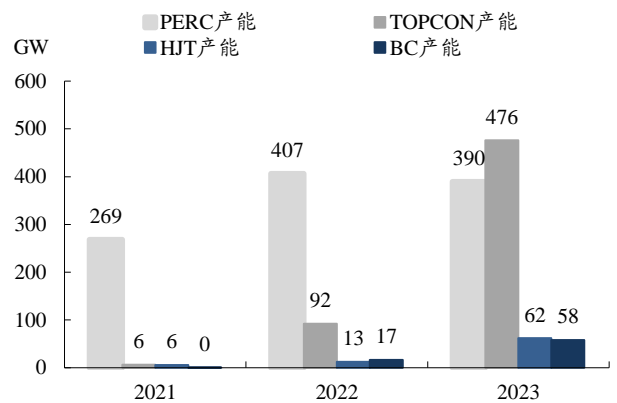
**TOPCon 扩产高峰下行业供需失衡，亟需切入下一代新技术进行差异化竞争，推动产能重置。**2023 年电池总产能约为 985GW，总产量约为 493GW，产能利用率仅为 50%。若按照新增光伏装机量容配比 1.1 倍，可以测算得到 2023 年全球电池片实际需求约 314GW，仅为供给端总产能的三成。根据各上市公司披露的产能及扩产计划来看，TOPCon 以 48% 市占率超越 PERC 40% 的市占率成为市场最主流电池技术，HJT 和 BC 仍处于快速扩张前期，分别都以 6% 的市占率位居三四。2023 年 TOPCon 电池产能规模达 476.4GW，同比增长 416%；PERC 电池产能规模达 389.6GW，同比减少 4%；HJT/BC 电池产能规模达 62GW/58GW，同比增加 392%/252%。

图18: 光伏电池片产能大于需求



数据来源: CPIA, 东吴证券研究所

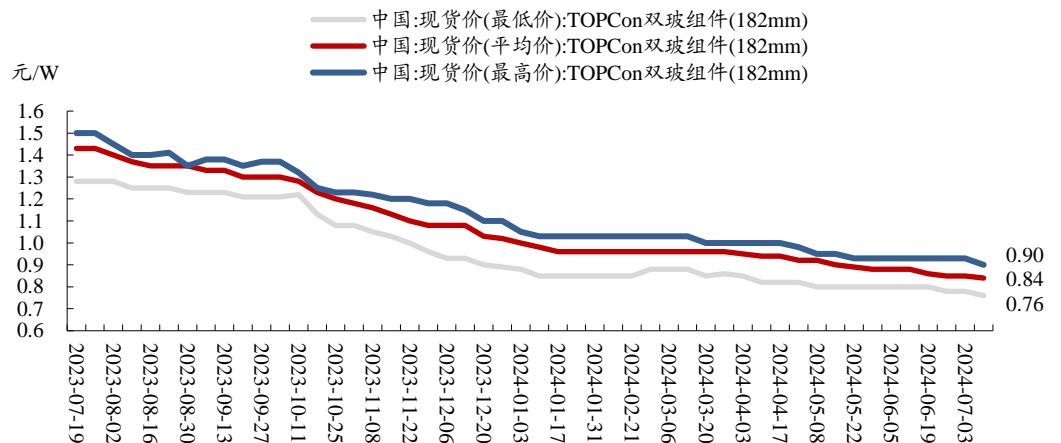
图19: 2023年TOPCon电池快速扩产



数据来源: CPIA, 东吴证券研究所

2023年TOPCon大规模扩产导致供需失衡后，带来的是组件价格与盈利性的大幅下滑。目前182mm TOPCon双面双玻组件的均价已从2023年7月的1.43元/W一路下滑至0.84元/W，部分低价产品价格已跌至0.76元/W，TOPCon组件的盈利能力显著降低，从而加速行业产能出清，推动新技术导入使盈利能力得到修复。

图20: 近一年TOPCon组件价格快速下降



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

在光伏企业降本增效的需求驱动下，HJT电池技术凭借转换效率高、降本路线清晰等，有望成为下一代电池片主流路线。目前HJT的理论极限效率达到了29.2%，高于TOPCon双面Poly路线的28.7%，另一方面HJT有清晰的降本路径，包括0BB、钢网印刷、银包铜等，均已有实质性进展。我们认为HJT满足组件功率与TOPCon差距25W、成本与非硅成本持平两个条件后，大规模扩产在即。HJT取代TOPCon需要三个阶段，第一阶段为HJT能够赚钱（收入>成本），现在已经做到；第二阶段为HJT单瓦收益与TOPCon持平；第三阶段为HJT设备投资回报率跟TOPCon持平。

图21: HJT 量化的三个阶段条件

- ✓ 对于跨界企业，Level 2甚至Level 1即达到门槛条件。
- ✓ 对于头部企业，尤其是已有较大规模TOPCon产线，Level 2甚至Level 3才达到门槛条件。

等级	产业化竞争力	提效 保证性能优势足够显著	降本 减少制造成本差异	价值变现 提高HJT产品价格
Level 3	投资回报不低于TOPCon	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
Level 2	单瓦利润不低于TOPCon	● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ●
Level 1	可实现盈利	● ● ●	● ● ● ●	● ● ●

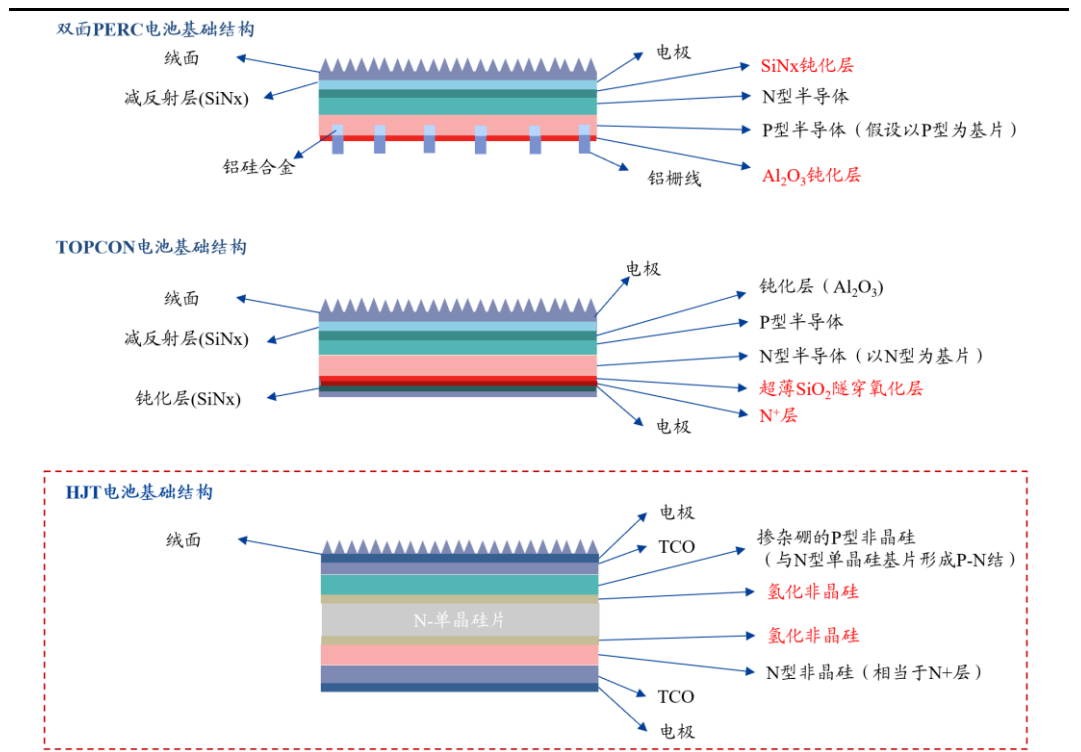
\*以上仅指毛利润，不含研发费用、管理费用等。

数据来源：阿特斯，东吴证券研究所

## 2.2. HJT 降本增效加速，未来有望成为主流技术

晶体硅异质结太阳能电池（HJT）是一种在晶体硅上沉积了非晶硅薄膜的电池技术，具有结构简单、理论极限效率高、生产工艺短、衰减率低、温度特性好、双面发电等特点。HJT 电池结构简单，主要分为 N 型晶硅层（n-a-Si:H）、本征非晶硅薄膜（i-a-Si:H）、P 型非晶硅薄膜（p-a-Si:H）、透明导电氧化物薄膜（TCO）以及金属集电极，具备了天然的对称结构，结构相对简单。

图22: HJT 电池结构简单



数据来源：全球光伏，东吴证券研究所

**HJT 电池结合了单晶硅与非晶硅电池的优点，具备五大优势。**和目前市场主流的 PERC 和 TOPCon 相比，HJT 具备多重优势：**(1) 理论效率高：**简单的电池结构和制程更能有效控制内部缺陷浓度，易于获得较高的光电转换效率。目前 HJT 的理论极限效率已经达到 29.2%，高于 TOPCon 双面 Poly 路线的 28.7%；**(2) 降本空间大：**年内 0BB，双面微晶、银包铜目前均已看到实质性进展，降本增效路径十分清晰；**(3) 生产工序简单：**HJT 电池片生产仅需 4 步工序，少于 PERC 的 7 步和 TOPCon 的 12 步，因此天然生产良率较高；**(4) HJT 光致衰减率更低：**组件全生命周期发电量更高，首年衰减约为 1.5%，10 年后发电量剩余 90%左右；**(5) 双面率高：**HJT 双面率已达 97%，有望增长到 98%+，更高的双面率可以提升异质结背面发电量。

表1: HJT 相较其他技术路线效率更高、工艺更简单

	PERC	TOPCon	HJT	HBC
<b>理论极限效率 (%)</b>	24.50%	28.70%	29.2% (+钙钛矿叠层 =42.5%)	29.10%
<b>量产效率 (%)</b>	24.00%	25.80%	26.50%	27%
<b>量产难度</b>	难度低，工序中等	难度中低，工序多	难度中高，工序少	难度高，工序多
<b>双面率</b>	75%	85%	>97%	<60%
<b>银浆耗量 (μm)</b>	150	130	20	130
<b>设备投资 (亿元/GW)</b>	1.5	2	4	5
<b>技术相互兼容性</b>	主流产线	主流产线，可由 PERC 升级	不兼容 PERC	兼容 HJT

数据来源：Solarzoom，东吴证券研究所

**HJT 转化效率高，与钙钛矿叠层发展潜力巨大。**钙钛矿是光伏行业史上发展最快的电池技术，其理想单结电池理论极限效率为 31%，目前实验室最高转换效率达 26%（中科院半导体所）。相比之下，目前 HJT+钙钛矿叠层电池已录得 34.6%的世界效率记录（隆基绿能），理论极限效率高达 43%。在叠层电池的晶硅端选择上，HJT 是最具优势的方案。HJT 电池表面为透明导电氧化物（TCO）层，与钙钛矿电池的工艺路线高度兼容，可实现更高效的叠层结构。这种叠层电池不仅能提高转换效率，还能有效延长电池的使用寿命，降低衰减率。而 TOPCon 电池存在 SiO<sub>2</sub> 隧穿氧化层，无法直接实现钙钛矿+TOPCon 叠层。

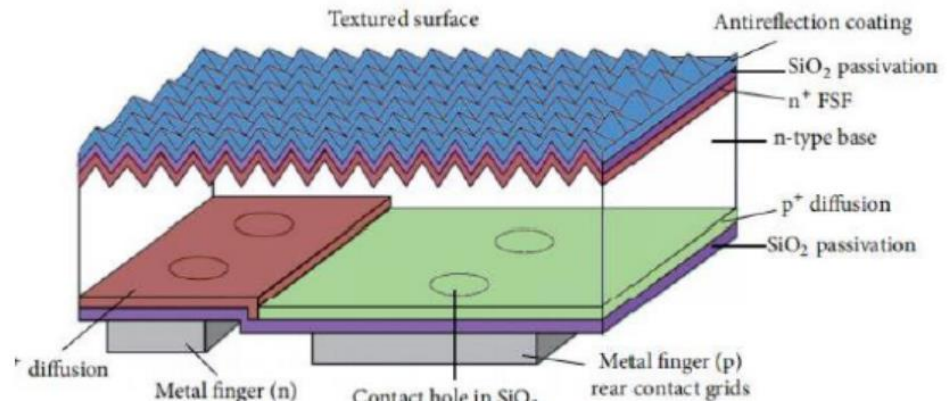
表2: 异质结平台是叠层的开创者

	HJT+钙钛矿	全钙钛矿
<b>优点</b>	HJT 表面为 TCO 层，与钙钛矿电池工艺路线高度兼容	带隙可调；柔性材料
<b>缺点</b>	HJT 绒面与钙钛矿涂层的磨合还不够完善	大面积制备均匀性
<b>应用场景</b>	光伏电站	建筑、车顶
<b>企业类型</b>	电池片厂商	钙钛矿电池企业

数据来源：华晟新能源，异质结产业化论坛，东吴证券研究所

与 BC 路线相比, HJT 更适合大电站, 低双面率的 BC 更适合分布式电站, 未来电力关键在于集中大电站。大电站模式更可能引领能源革命, 逐步取代传统能源。分布式电站虽然在某种程度上解决了企业的限电问题, 但长远来看, 大电站才是满足未来电力需求的关键。BC 由于低双面率的问题, 并不适用于大电站模式, BC 电池由于电极都在背面, 牺牲了一定的双面率, BC 双面率一般在 50-60%左右, PERC 可能有 65%, TOPCon 为 80%+, HJT 能够到 97%, 所以 HJT 大电站模式将是未来电力生产的主要方式。

图23: BC 电池由于电极都在背面, 牺牲了一定的双面率



数据来源: 光伏之源, 东吴证券研究所

### 2.2.1. HJT 增效主要体现在制绒、CVD、PVD、钢板印刷、0BB 五大环节

目前 HJT 组件价格溢价约 0.15 元/W。以 TOPCon 的效率、功率、发电量作为基准线, 目前普效/平均水平的 HJT 的功率为 710-720W, 在组件功率上的增益达到 2%, 组件发电量增益在 3%, 综合发电量比 TOPCon 高 5%, 带来 0.15 元/W 的溢价。而国内地面电站应用层面 HJT 与 TOPCon 度电成本的平均差距恰好是 0.15 元/W。在一些高温地区的电站项目, 由于地面反射率更高或者系统成本高, HJT 的度电成本已经远低于 TOPCon。通威的 1GW 产线 HJT 组件功率达到 744W, 发电量增益进一步提升到 7%, 溢价提升至 0.2 元/W。TBC 的功率不低于 HJT, 但致命缺陷是双面率较低, 导致其每 W 发电量增益明显低于 HJT, 综合导致 TBC 的溢价只有 0.05 元/W。



图24: HJT 等电池技术与 TOPCon 相比之下的组件增益和溢价

电池技术&组件产品	电池效率增益	组件功率增益	组件发电量增益	2项增益合计	销售价格溢价
高效HJT: 740W+ (2025年)	≈BL+1.1%+	≈4%+	≈3%	≈7%+	≥ BL+0.20元/W ?
普效HJT: 710-720W	≈BL+0.5%	≈2%	≈3%	≈5%	BL+0.15元/W
低效HJT: 695-705W	≈BL	≈0%	≈3%	≈3%	BL+0.09元/W
TBC: 不同电池尺寸与版型	≈BL+0.6%	≈2.5%	≈-1%	≈1.5%	BL+0.05元/W
TOPCon: 695-705W	BL	0%	0%	0%	BL
PERC: 665W	≈BL-1.2%	≈-5%	≈-3%	≈-8%	逐步退出市场

注1: 国内电站运营商收购资产的价格≈3元/W, 故而: 每1%功率或发电量增益的价值≈0.03元/W  
 注2: 行业内关于功率标准及发电量增益的争论没有任何意义, 电站运营商的采购价格溢价已经充分体现了HJT的功率和发电量增益  
 注3: 对于边际客户而言, HJT的LCOE=TOPCon; 但对于温度高、地面反射率高、系统成本高的客户, HJT的LCOE远低于TOPCon

数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (Solarzoom), 东吴证券研究所

目前 HJT 与 TOPCon 非硅成本差距约 4 分/W。目前 TOPCon 电池的生产成本在 0.29-0.3 元/W, 非硅成本为 0.17-0.18 元/W; 而 0BB+50%银包铜应用下的 HJT 非硅成本为 0.21 元/W, 相比 TOPCon 只有 0.03-0.04 元/W 的差距。预计 2025 年随着 0BB+30%银包铜+全开口网版的应用, HJT 电池的非硅成本将与 TOPCon 持平。

图25: 2024-2025 年 HJT 电池每 W 生产成本演变预测

SMBB细栅银铜生产成本: 2024				0BB银铜生产成本: 2024				0BB+30%银铜+GW设备生产成本: 2025			
项目	耗量	不含税单价	每W成本	项目	耗量	不含税单价	每W成本	项目	耗量	不含税单价	每W成本
硅片	1.01片/片	0.66元/片	0.123元/W	硅片	1.01片/片	0.66元/片	0.123元/W	硅片	1.01片/片	0.66元/片	0.123元/W
细栅浆料	80mg/片	4270元/kg	0.063元/W	背细浆料	43mg/片	4270元/kg	0.034元/W	背细浆料	39mg/片	3606元/kg	0.026元/W
主栅浆料	29mg/片	7345元/kg	0.039元/W	正细浆料	21mg/片	4270元/kg	0.016元/W	正细浆料	19mg/片	3606元/kg	0.012元/W
靶材	60mg/片	2783元/kg	0.031元/W	靶材	60mg/片	2783元/kg	0.031元/W	靶材	60mg/片	2783元/kg	0.031元/W
网版	0.00003块/片	1829元/块	0.010元/W	网版	0.00003块/片	1829元/块	0.010元/W	网版	0.00003块/片	1829元/块	0.010元/W
其他BOM			0.025元/W	其他BOM			0.025元/W	其他BOM			0.025元/W
人工			0.009元/W	人工			0.009元/W	人工			0.005元/W
折旧			0.036元/W	折旧			0.036元/W	折旧			0.028元/W
电力	0.33kWh/片	0.64元/kWh	0.041元/W	电力	0.33kWh/片	0.64元/kWh	0.041元/W	电力	0.33kWh/片	0.64元/kWh	0.030元/W
其他制费			0.005元/W	其他制费			0.005元/W	其他制费			0.005元/W
<b>合计</b>			<b>0.382元/W</b>	<b>合计</b>			<b>0.330元/W</b>	<b>合计</b>			<b>0.296元/W</b>

注1: 本页均假设产线的产能利用率达95%  
 注2: HJT电池项目所在地假设为华东地区  
 注3: 以上模型对应于ISFH效率25.5%及以上的电池片

**0BB技术:**  
 (1) 100%节省主栅成本  
 (2) 原本所提升的功率释放给细栅降湿重  
 (3) 合计降本**0.052元/W**

**30%银铜+全开口网版:**  
 (1) 在不降效的情况下, 降低湿重10%, 同时降低浆料单价16%  
 (2) 不提高网版的每W成本  
 (3) 合计降本**0.014元/W**

数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (Solarzoom), 东吴证券研究所

HJT 的现有降本增效技术有望于 2025 年集中导入量产, HJT 组件功率 2024 年底目标 750W, 2025 年有望达 780W。基于 0BB、银包铜、光转胶膜等技术, 目前通威 1GW HJT 中试线电池周平均效率超过 25.25%, 电池良率达 99%, 组件批次平均功率已达 744.3W, 组件效率达到 23.96%, 单块组件最高功率达 748.1W。通过工艺、材料优化, 以及 PED、背抛等技术导入, 我们认为组件功率 2024 年内有望达到 750W, 2025 年有望达到 770-780W。

图26: 2025 年有望迎来 HJT 多维降本增效技术的集中量产

技术/指标	行业进展			技术迭代所需设备/材料及对应标的
	目前	2024年底预测	2025年底预测	
硅片薄片化	110μm厚度硅片全面导入量产	100μm薄片开始导入	100μm薄片全面导入	(钨丝)金刚线、切片机-高测股份
双面微晶	22Q4全面导入量产	全面导入量产	全面导入量产	PECVD-迈为股份
OBB	成为HJT组件高效新产品标配	开始导入量产	全面导入量产	OBB串焊机-奥特维
银包铜	50%银含量浆料全面导入量产 30%银含量浆料部分企业导入量产	浆料用量将低于12mg/w, 银含量将接近30%	20%银含量的浆料导入量产	光伏低温银浆-聚和材料、帝科股份
电镀铜	通威导入600MW中试	中试效率和良率进一步优化	开始导入量产	电镀铜设备-太阳井、迈为股份(在研)
光转胶膜	能够带来1%-1.2%的功率提升(对应7-8W), 价格降至5-6元/m2。部分企业导入	价格进一步下降, 部分企业导入	价格进一步下降, 全面导入量产	光转胶膜-福斯特
背抛	首台套设备搬入通威	试产结果良好, 预计提效0.2%	部分导入量产	背抛设备-迈为股份
靶材少铜/无铜	首台套PED设备搬入通威	铜用量低于1mg/w, 可能出现完全无铜的HJT电池	50%铜叠层靶材全面应用	PED设备-迈为股份
全开口网版	少量导入研发	部分企业应用	全面导入量产	钢网/银网印刷线-迈为股份
HJT组件平均功率(210/66片规格, 以通威1GW中试线为例)	744W	750+W	770-780W	
HJT电池量产效率	25.5-25.8%	26%	26.5%	
HJT电池非硅成本	0.25-0.26元/W (SMBB+细栅50%银包铜)	0.20-0.21元/W (OBB+40%银包铜)	0.17-0.18元/W (OBB+30%银包铜+全开口网版)	
HJT电池生产成本	0.38元/W (SMBB+细栅50%银包铜)	0.33元/W (OBB+40%银包铜)	0.30元/W (OBB+30%银包铜+全开口网版)	

数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (迈为股份、通威股份、Solarzoom), 东吴证券研究所

具体来看, HJT 组件提效主要体现在优化制绒、CVD 工艺、PVD、钢板印刷、OBB、光转胶膜六大环节。电池端通过优化制绒、背抛、CVD、PVD、丝网印刷环节的技术和耗材, 预计可分别提高 0.1%、0.2%、0.2%、0.3%、0.3%的电池效率; 组件端采用 OBB 和光转胶膜技术预计可分别提高 1%和 1%-1.2%的组件功率。总体而言, 电池端的 PVD、丝网印刷以及组件端的新技术提效明显。

图27: HJT 提效主要体现在优化制绒、CVD、PVD、印刷、OBB 技术五大环节

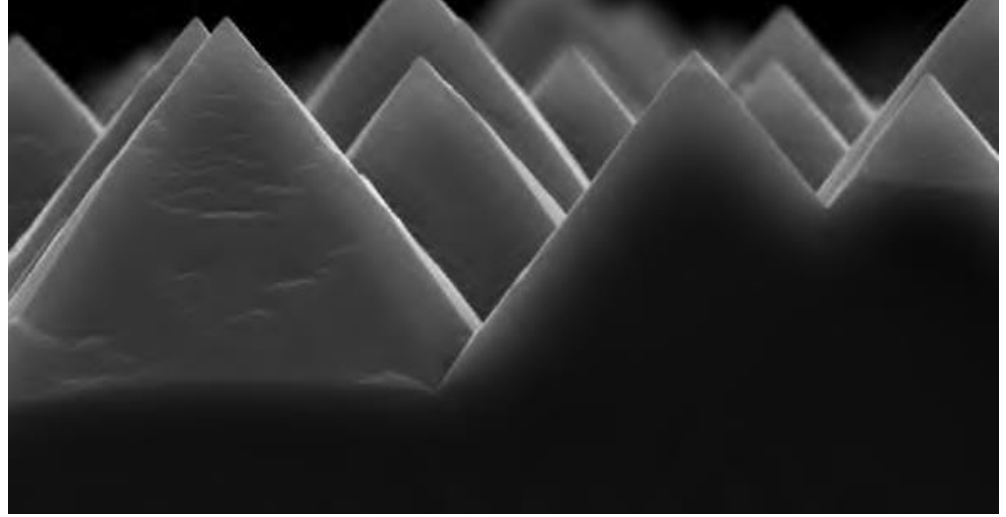


数据来源: 2023 年 HJT&叠层技术峰会 (迈为股份), 东吴证券研究所

(1)清洗制绒: 背抛是将 HJT 背面改成平面结构的提效工艺, 位于清洗制绒之后,

**CVD 之前。**背面抛光是一个侧重于正面提效的双面电池技术，常应用于屋顶分布式光伏、水面光伏发电项目等背面光线反射较差的场景，其本质是将 HJT 电池片背面的绒面金字塔结构改成平面结构。通过上述改变，背抛工艺一方面减小电池片背面比表面积，从而降低少数载流子的复合，提高开路电压，提高电池片效率；另一方面增强光在电池片背面的镜面反射，从而提高短路电流，提高电池片效率。

图28: HJT 金字塔绒面结构



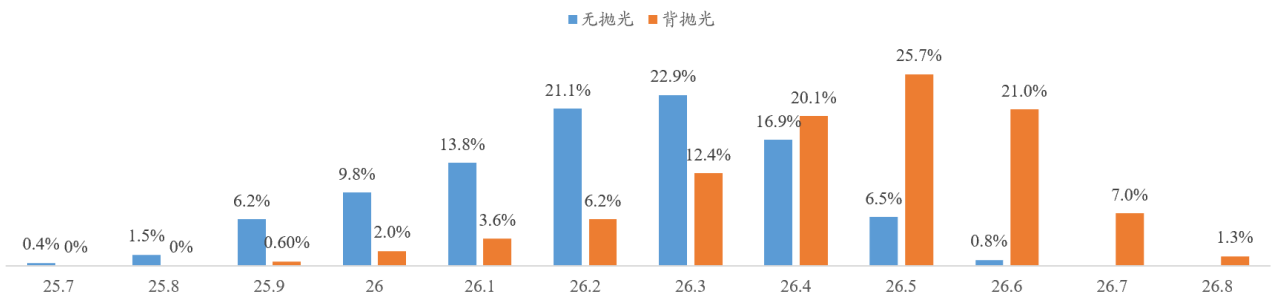
数据来源：中科院微电子所，东吴证券研究所

根据国晟科技的测试数据，HJT 电池生产中应用背抛工艺可提升电池效率 0.2%-0.3%，但会造成 7%左右的双面率损失。考虑到背抛工艺需要增加全新设备，预计最快到 2024Q4 实现 HJT 背抛技术的工艺成熟及量产导入。

图29: HJT 背面抛光数据（国晟科技）

Remark	Uoc(mV)	Isc(mA)	FF (%)	Rs (Ω)	Eff(%)	双面率
BL	-	-	-	-	-	-
背面抛光	2.6	15.5	0.16	-0.0005	+0.20%	-7%

背抛光批量产出数据对比

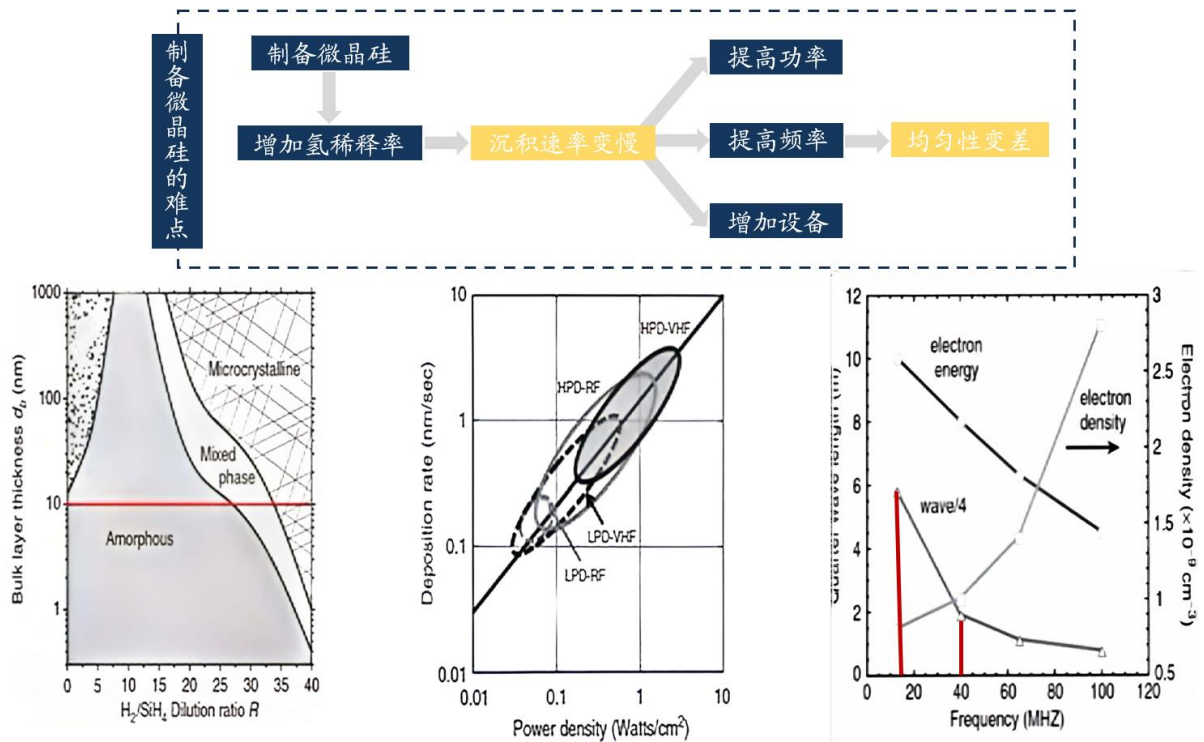


数据来源：2024 年 HJT&叠层峰会（国晟科技），东吴证券研究所

**(2) CVD: NP 双面微晶是提效的关键，VHF+小腔体能够解决沉积速率和均匀性的问题。**相较于传统非晶硅薄膜，微晶硅薄膜透光率更优、缺陷密度更低、掺杂效率更高、导电率更高，从而获得更高的转换效率，微晶工艺难点在于解决生产节拍较慢及均

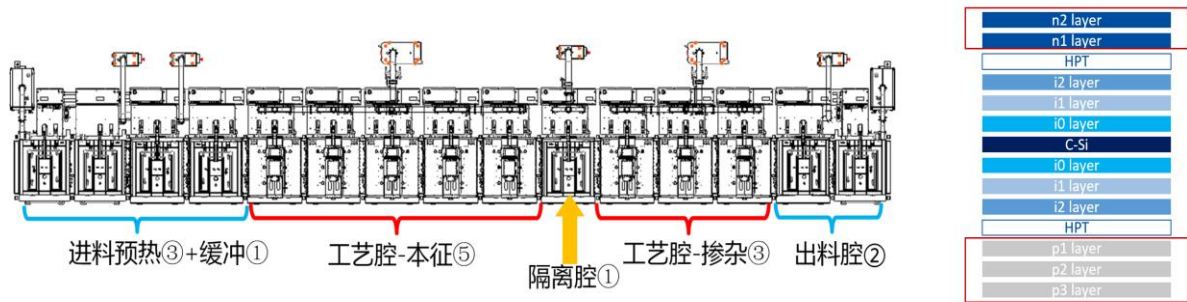
匀性的问题：制备微晶硅需要增加氢稀释率，RF 电源的沉积速率比较慢，解决方案包括提高功率、提高频率、增加设备等，迈为采用了增加频率的方案，采用 VHF 电源，提升镀膜速率（较 RF 提升 2 倍以上）、降低氢气用量（较 RF 节省 70%左右）、效率比 RF 高 0.5%以上，但 VHF 的问题在于均匀性变差，从下左第三张图表明，四分之一波长是 PECVD 腔体尺寸的极限，尺寸不能大于四分之一波长，RF 频率为 13.56mhz，四分之一波长是 6 米，即 RF 搭配尺寸为 6 米的大腔体，VHF 频率为 40mhz，四分之一波长为 2 米，即 VHF 搭配尺寸为 2 米的小腔体。该工艺主要的优势是可以提高电池片效率 0.2% 左右。

图30：制备微晶硅的难点在于速率和均匀性的解决，VHF+小腔体为关键



数据来源：安徽华晟产品发布会，东吴证券研究所

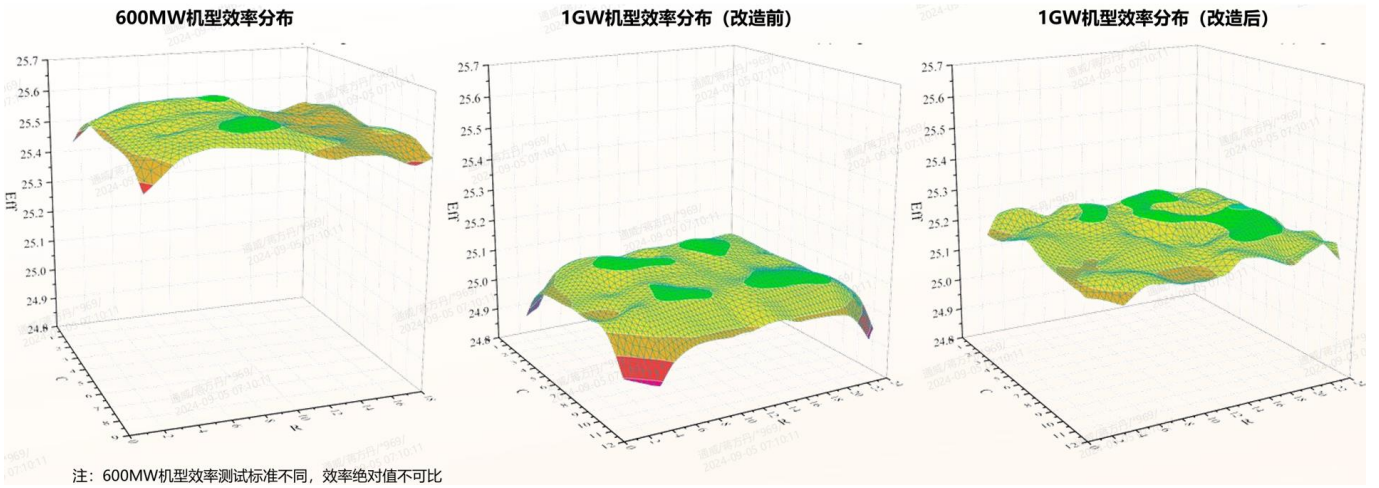
图31：NP 双面微晶的连续多腔体 PECVD 成为主流



数据来源：2023 年 HJT&叠层技术峰会（迈为股份），东吴证券研究所

迈为发往通威的首台套 1GW PECVD 设备表现符合预期。1GW PECVD 机台载板面积  $2.750 \times 2.750\text{m}^2$ ，相比 600MW PECVD 机台载板面积  $2.015 \times 2.030\text{m}^2$ ，增大 85%。大载板受驻波效应影响更明显，载板内镀膜均匀性挑战更大。经过两次重大升级改造，1GW PECVD 载板内效率均匀性得到明显改善。

图32: 迈为发往通威的首台套 1GW PECVD 设备表现符合预期



数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (通威股份), 东吴证券研究所

(3) PVD: PED 设备由 PVD 和 RPD 结合而来, 性价比更高。PED 可使用高迁移率的靶材, 从而提效; 还可使用无铟的靶材, 从而降本。迈为开创性地采用 RPD 和 PVD 的结合以制备 HJT 电池, 电池片一侧的 TCO 薄膜采用 PVD 方式沉积制备, 另一侧的 TCO 薄膜采用 RPD+PVD 的方式制备成复合膜, 既提高了两侧 PVD 薄膜的能量转化效率, 还实现了不对 RPD 设备过度依赖, 避免了因 RPD 设备产能小而受限的问题。由下表可见采用 RPD 镀膜, 在靶材迁移率和透过率方面均存在巨大优势。但 RPD 的设备成本高, 且设备产能不高。采用 RPD+PVD 结合的方式镀膜, 只需要 RPD 膜层占整体厚度的 1/8(或以上)时, 就能与全部采用 RPD 制备的薄膜性能相同甚至更优, 同时兼顾到了性能和成本。

表3: RPD 镀膜在材料迁移率和透过率方面均存在巨大优势

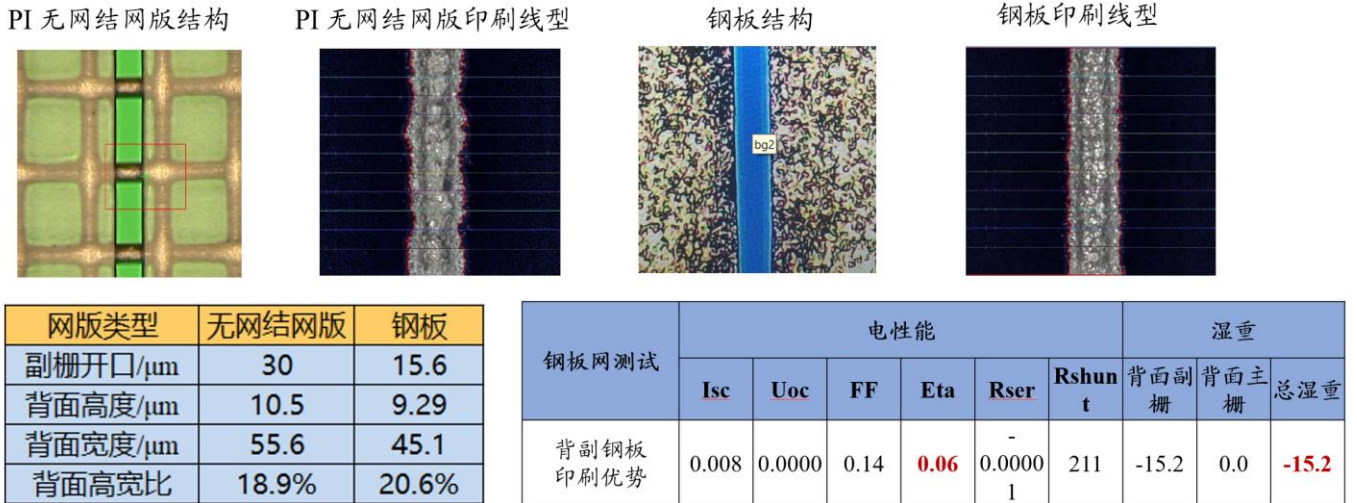
镀膜方式(膜厚)	迁移率( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ )	透过率(%)
PVD(80nm)	40	80
<b>RPD (80nm)</b>	<b>150</b>	<b>92</b>
RPD+PVD (1nm+79nm)	80	85
RPD+PVD(5nm+75nm)	121	90
<b>RPD+PVD (10nm+70nm)</b>	<b>150</b>	<b>92</b>
RPD+PVD (40nm+40nm)	155	92
RPD+PVD (60nm+20nm)	155	92

数据来源: 国家知识产权局, 东吴证券研究所

(4) 印刷: 钢网印刷导入量产中, 电镀铜有望成为降银终局技术。

**钢网印刷的栅线线型更佳**，能够提效+降本。一方面栅线的高宽比更高、开口线宽及印刷线宽更小，另一方面由于没有网纱的阻挡，栅线高度不存在沿着栅线方向的波浪形高低起伏，线型更均匀，所以钢网印刷是一个“既提高效率，又降低浆料湿重”的提效降本型技术。钢网印刷实验室效率增益可达 0.3%以上，浆料减重在 10-15mg/片左右，印刷线宽预计可以做到 20-25 $\mu\text{m}$ 。钢网印刷推广的难点在于：①在浆料端，需要专门针对全开口网版去设计、匹配浆料；②在网版端，需要同时兼顾材料强度、开口线宽、网版寿命和成本；③在设备端，需要做到与丝印机匹配，产能不下降。

图33: 钢网印刷的栅线结构更优



数据来源：迈为股份，东吴证券研究所

**电镀铜成为降银终局技术的关键在于增效。**①**电阻损耗少，导电性能更优：**电镀铜栅线内部均匀、与 TCO 接触更优，有效减小电极与 PN 结的接触电阻，同时与银浆混合物相比，铜栅线为纯铜，本身的体电阻更低，铜栅线的体电阻率约 1.8 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ，低温银浆的体电阻率约 3-10 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ，故电阻损耗少、导电性能更优。②**线宽更窄，遮光损失少：**铜栅线的线宽更窄、高宽比更高，即电极更窄、更厚，其中铜栅线的线宽约 15 $\mu\text{m}$ ，低温银浆的线宽大于 40 $\mu\text{m}$ ，故电镀铜能够降低栅线遮挡造成的遮光损失、提高载流子收集几率。

图34: 电镀铜的电极与 TCO 接触性能更优

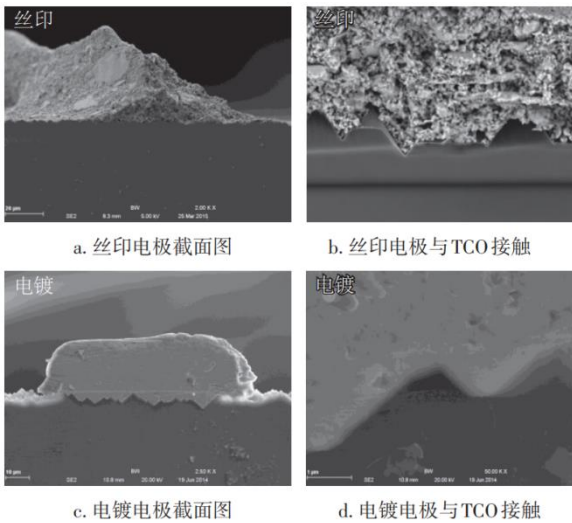
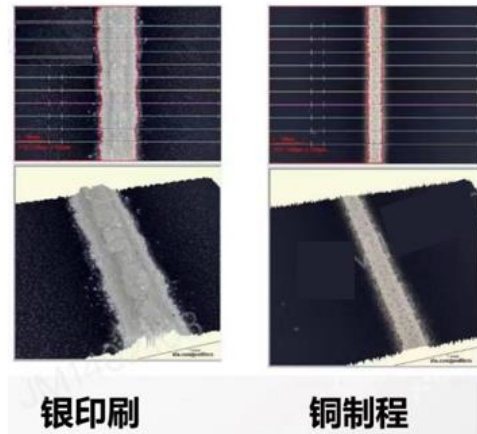


图35: 电镀铜的电极拥有更细的线宽及更高的高宽比

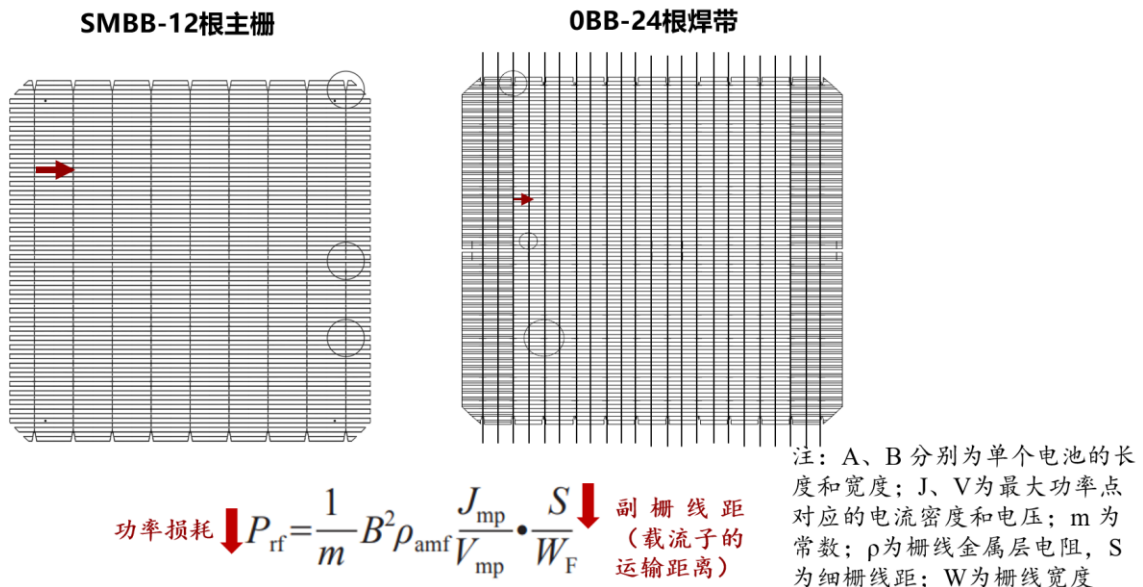


数据来源:《硅异质结太阳能电池接触特性及铜金属化研究》,海源复材,东吴证券研究所

数据来源:《硅异质结太阳能电池接触特性及铜金属化研究》,海源复材,东吴证券研究所

**(5) 0BB: 通过减少遮光面积&缩短电流传输, 提高效率。**金属电极对组件功率的影响主要包括 4 个方面, ①遮光面积: 电极的正副栅线均是由不透光的银颗粒和玻璃体组成的, 其覆盖在电池表面定会影响太阳光的吸收从而造成功率损耗; ②电流运输距离: 电极在导出电流的过程中, 电流需横向穿过覆盖有金属栅线的电池顶层从而造成功率损耗; ③体电阻: 金属电极作用是导出电流, 其本身也有电阻, 在电流导出过程中, 必定产生功率损耗; ④接触电阻: 金属电极和半导体接触电阻也会造成功率损耗。

图36: 0BB 能够减小遮光面积&缩短电流传输距离, 提高组件功率

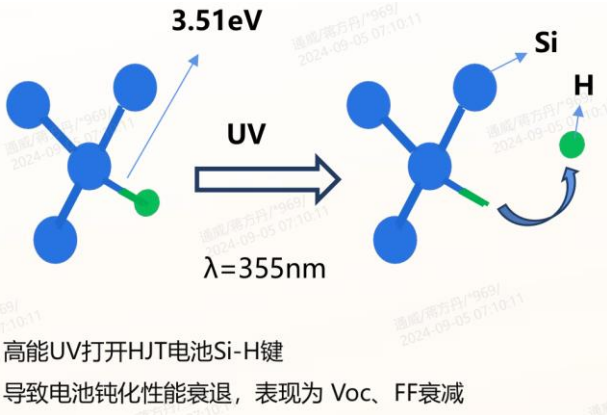


数据来源: 中能创, 梅耶博格, 东吴证券研究所

**(6) 光转胶膜: 可提高组件功率 1%~1.2%, 有望成为 HJT 标配。**HJT 电池表面存在非晶硅层 (a-Si), 作为钝化层的非晶硅层含有大量的 Si-H 键, 而 Si-H 键容易遭受

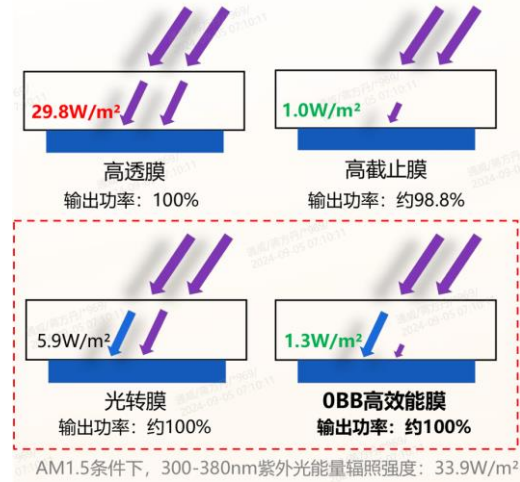
紫外线的破坏而发生断裂，造成电池片内部结构及内建电场的缺陷，进而导致组件功率衰减。光转膜将紫外光转换为可发电的蓝光，在保证电池片不被紫外线破坏的同时，又能将紫外线的能量利用起来用于增效（可增加组件功率 1%~1.3%）。通威的 OBB 高效能膜（本质上也是光转膜）有更好的光转与更高的耐久。

图37: 高能紫外线照射下 HJT 电池表面的  $\alpha$ -Si:H 键容易被破坏



数据来源：2024 年 HJT&叠层峰会（通威股份），东吴证券研究所

图38: 光转膜将紫外光转换为可发电的蓝光提高效率



数据来源：2024 年 HJT&叠层峰会（通威股份），东吴证券研究所

2.2.2. HJT 降本主要体现在硅片、银浆、靶材、设备、规模五大方面

HJT 降本主要体现在 N 型硅片、银浆、靶材、设备、规模五大方面。根据国晟能源，2023Q4 HJT 电池成本为 0.516 元/W，高于 TOPCon 0.16 元/W；而 2024Q2 HJT 电池成本已降至 0.418 元/W，高于 TOPCon 0.07 元/W。随着 OBB、钢板印刷以及 30%银包铜的导入，预计 2024Q4 HJT 电池成本可进一步降至 0.365 元/W；随着设备降价与降铜技术的导入以及规模效应的发挥，预计 2025 年 HJT 电池存在 0.2 元/W 的降本空间（以 2023Q4 HJT 电池 0.516 元/W 的成本为基础，假设 2025 年银价达到 10000 元/KG），实现综合成本比 TOPCon 低 0.04 元/W。

表4: 预计 2025 年 HJT 综合成本能够比 TOPCon 低 0.04 元/W

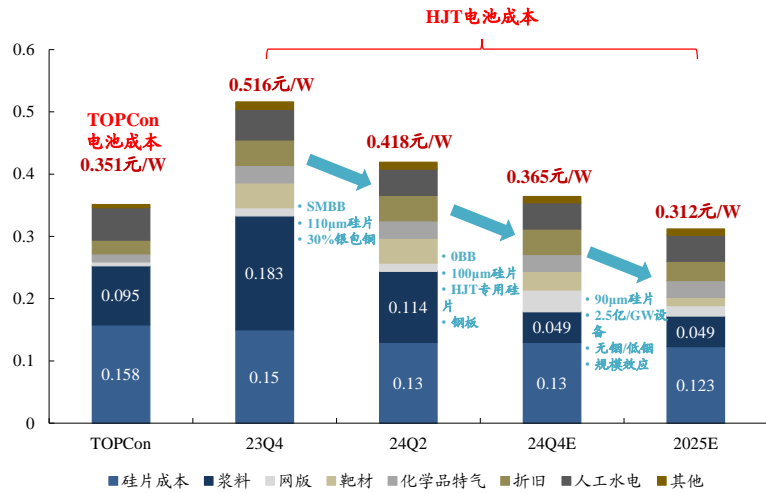
降本环节	降本路径	降本方法	降本空间
硅片	减薄	110 $\mu$ m 切换至 90 $\mu$ m	0.010 元/W
	边皮料利用	半片半棒切割	0.014 元/W
	吸杂	降低硅料要求	0.015 元/W
合计			<b>0.04 元/W</b>
银浆	OBB	20BB 切换至 OBB	0.03-0.04 元/W
	银包铜	50%银包铜导入	0.03-0.04 元/W
	银包铜	30%银包铜导入	0.04-0.06 元/W
合计（白银价格 8000-10000 元/KG，OBB+30%银包铜相比 20BB+纯银浆料）			<b>0.07-0.10 元/W</b>



靶材	降钢	100% 钢基靶材单耗从 20mg/W 降至 13.5mg/W	0.01 元/W
设备	设备单价降低	单 GW 价值量从 4 亿元降至 2.5 亿元	0.02 元/W
规模	规模效应	规模化降低制造成本	0.03 元/W
合计			<b>0.06 元/W</b>

数据来源: Solarzoom, 东吴证券研究所

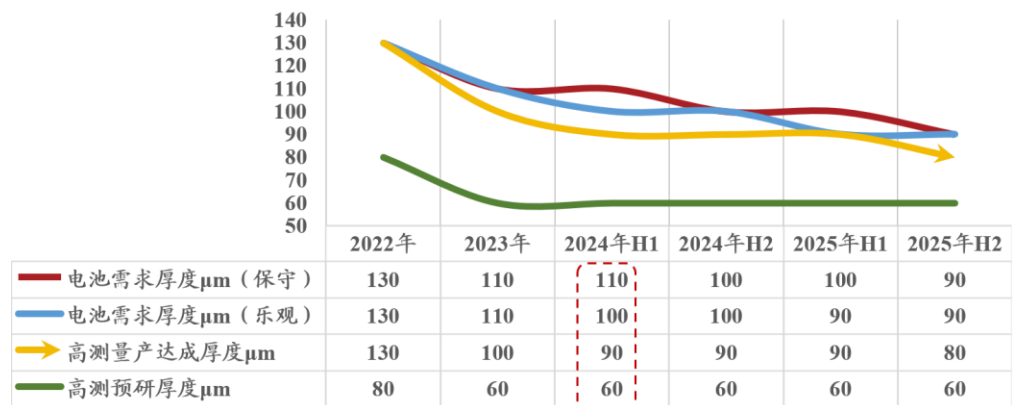
图39: HJT 电池成本正快速下降



数据来源: 国晟能源, 东吴证券研究所

(1) 硅片: 薄片化是硅片降本的主要趋势, 系 HJT 低温工艺&板式设备特殊的降本项。HJT 目前硅片厚度显著薄于 TOPCon 且有更大的硅片减薄潜力: TOPCon 实现 125 μm 量产, 同步在做 125 μm 以下验证; 目前 HJT 行业普遍采用 110 μm 厚度的硅片进行生产, 而 100 μm 厚度的硅片量产良率已无问题, 但由于硅片价格倒挂, 业界对薄片化的动力不足, 否则还有望进一步节省 0.02 元/W 的成本。目前高测可实现 90 μm 硅片的稳定量产, 在研发端推进至 60 μm, 已于 2023 年 5 月推出 60 μm 的半片切割产品, 后续 60 μm 的量产路径清晰。

图40: HJT 硅片厚度趋势

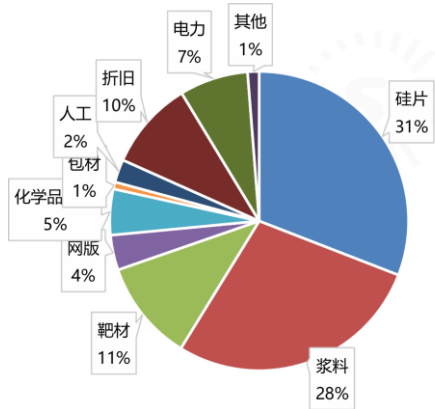


数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (高测股份), 东吴证券研究所

(2) 银浆：银浆降本主要包括银包铜、0BB、电镀铜。

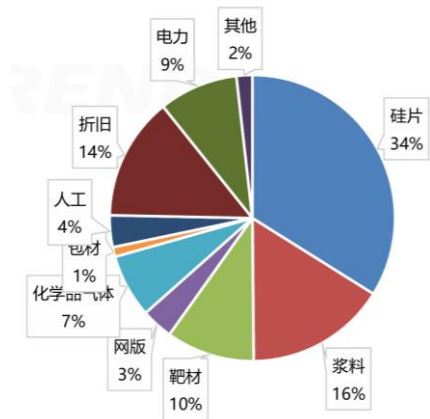
**银包铜：50%银包铜已批量应用，30%银包铜正快速导入。**从当前 HJT 电池的成本结构来看，SMBB+细栅 50%银包铜的电池成本约 0.38 元/W，其中硅片成本约 0.12 元/W，占比 31%，与 TOPCon 基本无差异；非硅成本约 0.26 元/W，其中浆料和靶材占电池总生产成本的 39%，占非硅成本的 55%。目前 50%银包铜已相对成熟，对应 HJT 电池效率与纯银电池效率基本持平；30%银包铜+0BB 降本效果明显。光势能预计 24 年底在 0BB+30%银包铜技术的导入下，浆料成本占比将快速降至 16%。

图41: HJT 电池成本构成-24M6



数据来源：2024 年 HJT&叠层峰会（光势能），东吴证券研究所

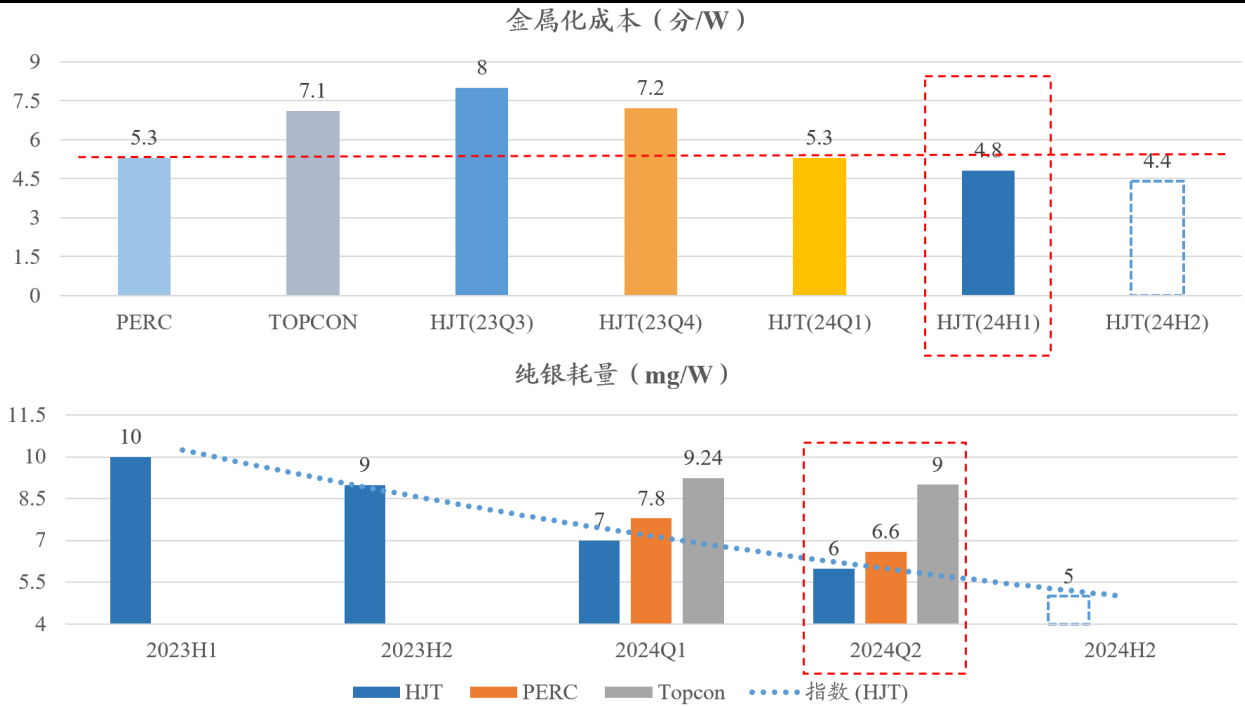
图42: HJT 电池成本构成-24 年底（预测）



数据来源：2024 年 HJT&叠层峰会（光势能），东吴证券研究所

目前东方日升浆料成本 4.8 分/W，年底有望降至 4.4 分/W。从目前东方日升 HJT 电池满产产线的生产数据来看，电池非硅成本约为 0.21 元/W，其中低银含浆料成本 4.8 分/W（对应纯银耗量 6mg/W），靶材成本约 3 分/W。24 年底有望在更低银含量浆料与全开口网版应用下进一步降低至 4.4 分/W。

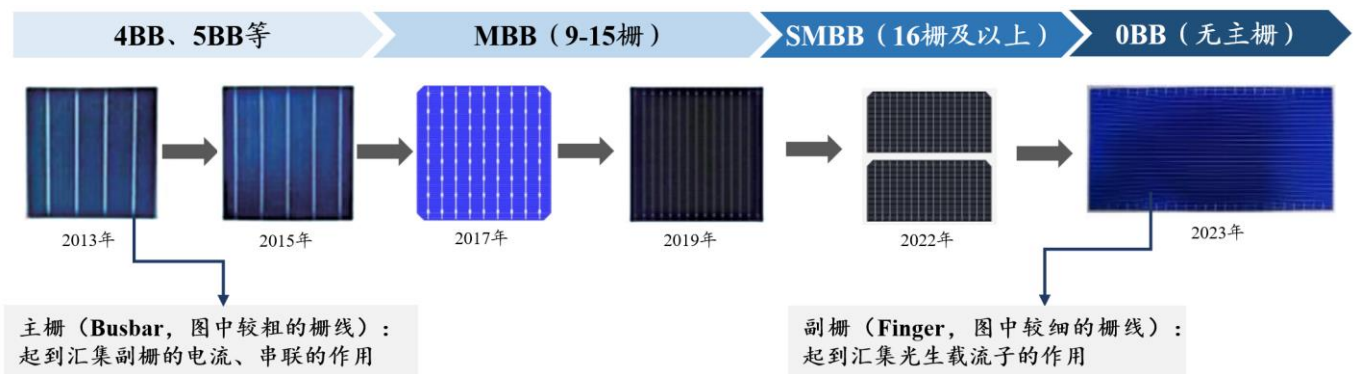
图43: 东方日升 HJT 电池金属化降本路线图



数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (东方日升), 东吴证券研究所

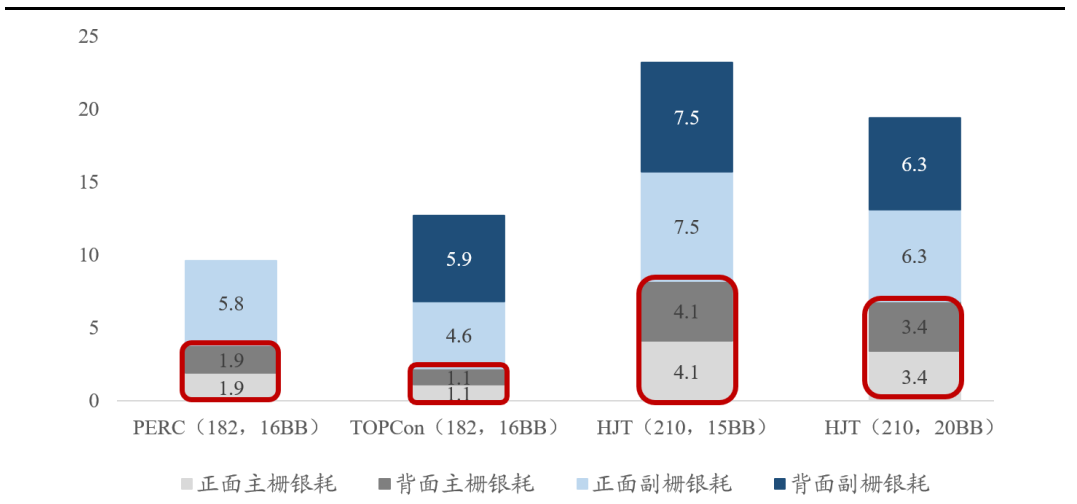
**0BB 是 SMBB 的升级, 通过取消主栅进一步降低银耗。** 由于 HJT 电池采用的是低温银浆, 而低温银浆的导电性能弱于高温银浆, 因此需要提高银的含量来提高导电性, 所以 HJT 银浆耗量更大。以华晟为例, 华晟二期量产端为 210 尺寸 15BB, 后续 20BB 即将导入量产, 目前 15BB 单片银耗为 250mg, 单 W 银耗为 23mg, 对应单 W 银浆成本为 0.15 元; 未来 20BB 单片银耗为 210mg, 单 W 银耗为 19mg, 对应单 W 银浆成本为 0.12 元, 0BB 取消了主栅故能大幅降低银耗, 对 0BB 而言 HJT 应用最迫切。

图44: 电池片主栅技术由 MBB、SMBB 向 0BB (无主栅) 发展



数据来源: 《无主栅太阳能电池多线串接技术研究》, 东吴证券研究所

图45: 三种技术路线中, HJT 电池主栅银耗最高 (单位: mg/W)



数据来源: solarzoom, 东吴证券研究所

受地缘政治紧张增加的避险情绪、美联储降息预期及光伏组件排产增加带来的供需紧张等因素影响, 白银价格近期快速攀升。截至2024年7月15日已经突破8000元/KG。工业用银是最大的白银需求构成, 占总需求的比重超过50%, 工业用银中光伏用银占比最高约30%, 近年来光伏行业快速发展, 使得白银供求趋于紧张。

图46: 白银价格快速上涨, 截至2024年7月15日已突破8000元/KG



数据来源: Wind, 东吴证券研究所

我们考虑了白银价格从6000元/KG上升至12000元/KG时, 对不同浆料的售价影响, 关键变量为银含量与加工费, **a.银含量:** 高温银浆、低温银浆银含量均为90%, 50%银包铜银含量为50%, 30%银包铜银含量为30%; **b.加工费:** 高温银浆为600元/KG, 低温银浆为900元/KG, 50%银包铜为1200元/KG, 30%银包铜为1500元/KG。

图47: 不同白银价格下各类银浆价格情况

	白银价格 (元/KG)	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000
高温银浆	银成本 (元/KG)	5400	6300	7200	8100	9000	9900	10800
	加工费 (元/KG)	600	600	600	600	600	600	600
	售价 (元/KG, 不含税)	6000	6900	7800	8700	9600	10500	11400
低温银浆	银价成本 (元/KG)	5400	6300	7200	8100	9000	9900	10800
	加工费 (元/KG)	900	900	900	900	900	900	900
	售价 (元/KG, 不含税)	6300	7200	8100	9000	9900	10800	11700
50%银包铜	银价成本 (元/KG)	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
	加工费 (元/KG)	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
	售价 (元/KG, 不含税)	4200	4700	5200	5700	6200	6700	7200
30%银包铜	银价成本 (元/KG)	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600
	加工费 (元/KG)	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	售价 (元/KG, 不含税)	3300	3600	3900	4200	4500	4800	5100

数据来源: Wind, 东吴证券研究所

与 TOPCon 技术不同, HJT 的低温优势使其能够使用银包铜浆料, 而 TOPCon 只能应用纯银浆料。目前 HJT 的 50%银包铜已基本实现产业化, 2024 年 30%银包铜有望导入批量量产。我们测算得到白银价格每上涨 1000 元, HJT 通过应用 0BB+30%银包铜技术, 可多节约 7-8 厘/W。与 TOPCon 技术不同, HJT 的低温优势使其能够使用银包铜浆料, 而 TOPCon 只能应用纯银浆料。目前 HJT 的 50%银包铜已基本实现产业化, 2024 年 30%银包铜有望导入批量量产, 我们测算得到若白银价格由 6000 元/KG 涨价至 12000 元/KG, HJT 通过应用 0BB+30%银包铜, 成本节约可由 0.04 元/W 放大至 0.09 元/W。

图48: 银价 6000 元/KG 时, HJT 与 TOPCon 不同技术路线下的成本比较

电池类别	电极金属化技术	银浆耗量	正面		背面		合计
			主栅	副栅	主栅	副栅	
HJT (210尺寸, 10.8W/片)	20BB+纯银浆料	纯银浆料耗量 (mg/片)	20	35	20	35	110
		单W纯银浆料耗量 (mg/W)	1.9	3.2	1.9	3.2	10.2
		纯银浆料占比	18%	32%	18%	32%	100%
		低温银浆价格 (元/KG)	6300	6300	6300	6300	
		单W纯银浆料成本 (元/W)	0.012	0.020	0.012	0.020	0.064
	20BB+50%银包铜浆料	银包铜浆料耗量 (mg/片)	20	35	20	35	110
		单W银包铜浆料耗量 (mg/W)	1.9	3.2	1.9	3.2	10.2
		银包铜浆料占比	18%	32%	18%	32%	100%
		银包铜浆料价格 (元/KG)	4200	4200	4200	4200	
		单W银包铜浆料成本 (元/W)	0.008	0.014	0.008	0.014	0.043
	20BB+30%银包铜浆料	银包铜浆料耗量 (mg/片)	20	35	20	35	110
		单W银包铜浆料耗量 (mg/W)	1.9	3.2	1.9	3.2	10.2
		银包铜浆料占比	18%	32%	18%	32%	100%
		银包铜浆料价格 (元/KG)	3300	3300	3300	3300	
		单W银包铜浆料成本 (元/W)	0.006	0.011	0.006	0.011	0.034
	0BB+纯银浆料	纯银浆料耗量 (mg/片)	0	35	0	35	70
		单W纯银浆料耗量 (mg/W)	0.0	3.2	0.0	3.2	6.5
		纯银浆料占比	0%	50%	0%	50%	100%
		低温银浆价格 (元/KG)	6300	6300	6300	6300	
		单W纯银浆料成本 (元/W)	0.000	0.020	0.000	0.020	0.041
	0BB+50%银包铜浆料	银包铜浆料耗量 (mg/片)	0	35	0	35	70
		单W银包铜浆料耗量 (mg/W)	0.0	3.2	0.0	3.2	6
		银包铜浆料占比	0%	50%	0%	50%	100%
		银包铜浆料价格 (元/KG)	4200	4200	4200	4200	
单W银包铜浆料成本 (元/W)		0.000	0.014	0.000	0.014	0.027	
0BB+30%银包铜浆料	银包铜浆料耗量 (mg/片)	0	35	0	35	70	
	单W银包铜浆料耗量 (mg/W)	0.0	3.2	0.0	3.2	6	
	银包铜浆料占比	0%	50%	0%	50%	100%	
	银包铜浆料价格 (元/KG)	3300	3300	3300	3300		
	单W银包铜浆料成本 (元/W)	0.000	0.011	0.000	0.011	0.021	
TOPCon (182尺寸, 8.2W/片)	16BB+纯银浆料	纯银浆料耗量 (mg/片)	8	38	8	48	102
		单W纯银浆料耗量 (mg/W)	1.0	4.6	1.0	5.9	12.4
		纯银浆料占比	8%	37%	8%	47%	100%
		高温银浆价格 (元/KG)	6000	6000	6000	6000	
		单W银浆成本 (元/W)	0.006	0.028	0.006	0.035	0.075
	0BB+纯银浆料	纯银浆料耗量 (mg/片)	0	38	0	48	86
		单W纯银浆料耗量 (mg/W)	0.0	4.6	0.0	5.9	10.5
		纯银浆料占比	0%	44%	0%	56%	100%
		高温银浆价格 (元/KG)	6000	6000	6000	6000	
		单W银浆成本 (元/W)	0.000	0.028	0.000	0.035	0.063

数据来源: CPIA, 东吴证券研究所

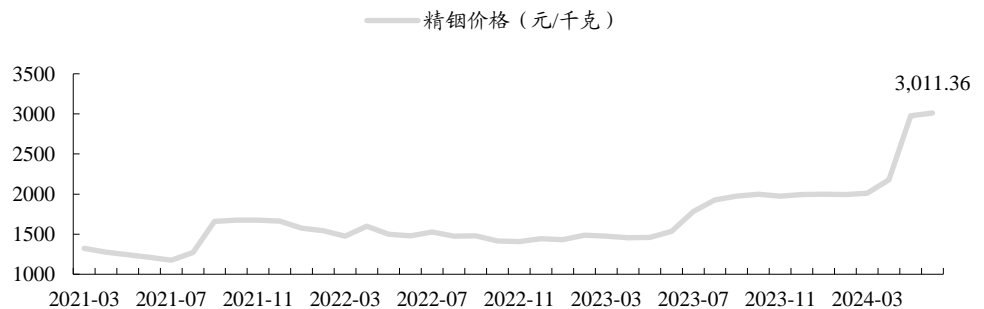
图49: 我们测算出白银价格每涨 1000 元, HJT 应用 0BB+30%银包铜, 可多节约 7-8 厘/W

单W浆料成本(元)	白银价格(元/KG)	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000
HJT (210尺寸, 10.8W/片)	20BB+纯银浆料(1)	0.064	0.073	0.083	0.092	0.101	0.110	0.119
	0BB+纯银浆料(2)	0.041	0.047	0.053	0.058	0.064	0.070	0.076
	0BB成本节约(3)=(2)-(1)	-0.023	-0.027	-0.030	-0.033	-0.037	-0.040	-0.043
	20BB+50%银包铜浆料(4)	0.043	0.048	0.053	0.058	0.063	0.068	0.073
	0BB+50%银包铜浆料(5)	0.027	0.030	0.034	0.037	0.040	0.043	0.047
	0BB成本节约(6)=(5)-(4)	-0.016	-0.017	-0.019	-0.021	-0.023	-0.025	-0.027
	50%银包铜成本节约(7)=(5)-(2)	-0.014	-0.016	-0.019	-0.021	-0.024	-0.027	-0.029
	20BB+30%银包铜浆料(8)	0.034	0.037	0.040	0.043	0.046	0.049	0.052
	0BB+30%银包铜浆料(9)	0.021	0.023	0.025	0.027	0.029	0.031	0.033
	0BB成本节约(10)=(9)-(8)	-0.012	-0.013	-0.014	-0.016	-0.017	-0.018	-0.019
30%银包铜成本节约(11)=(9)-(5)	-0.006	-0.007	-0.008	-0.010	-0.011	-0.012	-0.014	
TOPCon (182尺寸, 8.2W/片)	16BB+纯银浆料(12)	0.075	0.086	0.097	0.108	0.119	0.131	0.142
	0BB+纯银浆料(13)	0.063	0.072	0.082	0.091	0.101	0.110	0.120
	0BB成本节约(14)=(13)-(12)	-0.012	-0.013	-0.015	-0.017	-0.019	-0.020	-0.022
HJT与TOPCon成本差距	0BB纯银比较(15)=(2)-(13)	-0.022	-0.026	-0.029	-0.033	-0.037	-0.040	-0.044
	0BB+50%银包铜比较(16)=(5)-(13)	-0.036	-0.042	-0.048	-0.054	-0.060	-0.067	-0.073
	0BB+30%银包铜比较(11)=(5)-(13)	-0.042	-0.049	-0.057	-0.064	-0.072	-0.079	-0.087

数据来源: Wind, 东吴证券研究所

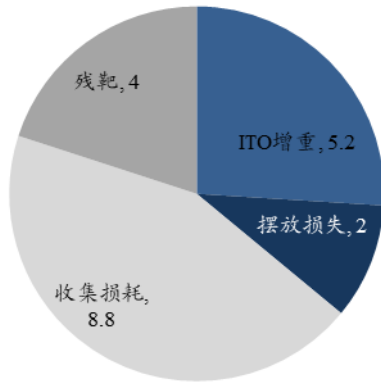
(3) 靶材: 靶材降本的核心是降钼, 钼价格昂贵, 迈为推广降钼三部曲。①设备降钼: 从 PVD 设备出发, 先从 20mg/W 降到 13.5mg/W, 旧设备亦可升级; ②钼回收: 随着异质结产业的规模不断扩大, 可将 5.2mg/w 之外的部分, 尽可能进行回收, 届时, 电池真正消耗的钼金属仅 4.3mg/w; ③材料替代: 随着钼价处于不同水平, 可以采用其他材料不同程度地替代 ITO 新型改进 TCO 材料已开发成功, 具备优秀的耐候性, 能够抵御电镀过程中的酸碱侵蚀, PVD 设备提前预留叠层膜工艺相关要求。

图50: 近期精钼价格突破 3000 元/k



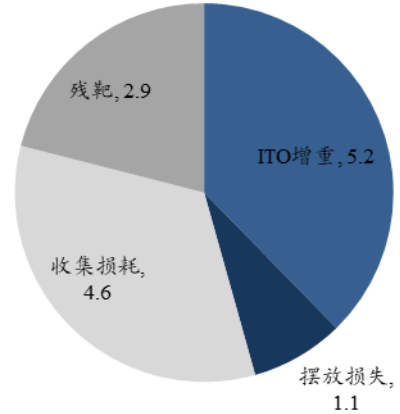
数据来源: iFind, 东吴证券研究所

图51: 目前钨耗量约为 20mg/W



数据来源: 迈为股份, 东吴证券研究所

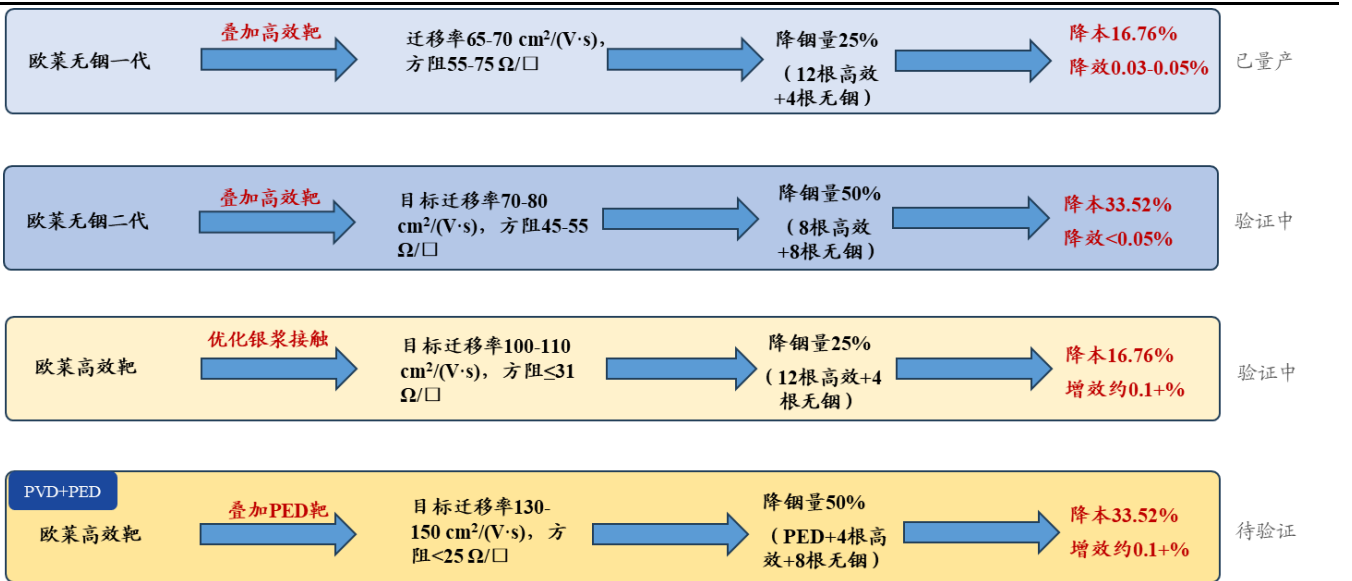
图52: PVD 优化后钨耗量可降低为 13.5mg/W



数据来源: 迈为股份, 东吴证券研究所

根据欧莱新材的光伏靶材降本规划, 目前降钨量 25%的一代靶材已经量产, 虽然能够降低 PVD 环节的 17%的生产成本, 但会带来 0.03-0.05%的效率损失。相比之下, 采用 PED 靶材能够翻倍提高靶材的迁移率并翻倍降低钨用量, 最终还能带来 0.1+%的效率提升。

图53: 欧莱新材 HJT 靶材降本增效路线规划



数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (欧莱新材), 东吴证券研究所

(4) 设备: HJT 设备产能从 1GW 进一步放大至 1.2GW, 利于下游客户&设备商降本。从设备投资额来看, HJT 设备目前约 3.5-4 亿元/GW, 我们认为设备降本依靠单线产能放大&零部件国产化, 有望降低至 3-3.5 亿元/GW。①HJT 单线设备产能逐步放大: 2018 年 HJT 设备单线产能仅为 100MW, 2020 年提升至 400MW, 2023 年提升至 600MW, 目前最新已提升至 1.2GW 级别, 在 1GW 的设备基础上增加了几个腔体提高产能, 且能够匹配 VHF 电源 (更高功率), 解决了大载版、大电源和均匀性方面的问题。



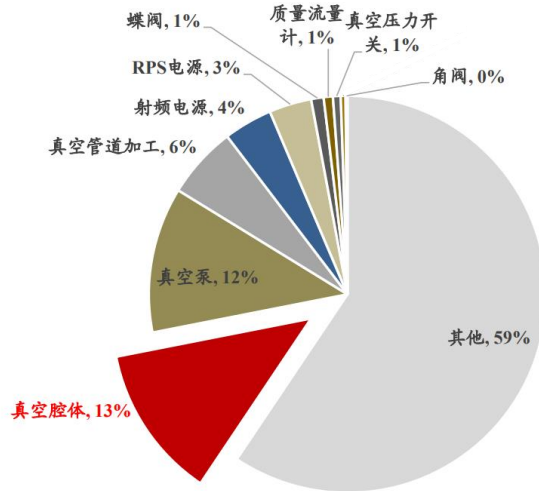
表5: HJT 单线设备产能放大, 2024 年 8 月已提升至 1.2GW 级别

2024 年 1.2GW 的一条线电池设备投资额情况 (单位: 万元)				
单线 1.2GW 的 HJT 设备	单价	需要台/套数	单条产线设备投资额	单 GW 设备投资额
制绒设备 (万/台)	4800	1	4800	4000
PECVD (万/套)	24000	1	24000	20000
PVD (万/套)	12000	1	12000	10000
印刷设备 (万/线)	2400	2	4800	4000
其他自动化设备 (万/套)	2400	1	2400	2000
合计		6	48000	40000
2024 年 1GW 的一条线电池设备投资额情况 (单位: 万元)				
单线 1GW 的 HJT 设备	单价	需要台/套数	单条产线设备投资额	单 GW 设备投资额
制绒设备 (万/台)	4000	1	4000	4000
PECVD (万/套)	20000	1	20000	20000
PVD (万/套)	10000	1	10000	10000
印刷设备 (万/线)	4000	1	4000	4000
其他自动化设备 (万/套)	2000	1	2000	2000
合计		5	40000	40000
2023 年 600MW 的一条线电池设备投资额情况 (单位: 万元)				
单线 600MW 的 HJT 设备	单价	需要台/套数	单条产线设备投资额	单 GW 设备金额
制绒设备 (万/台)	2400	1	2400	4000
PECVD (万/套)	12000	1	12000	20000
PVD (万/套)	6000	1	6000	10000
印刷设备 (万/线)	2400	1	2400	4000
其他自动化设备 (万/套)	1200	1	1200	2000
合计		5	24000	40000
2020 年 400MW 的一条线电池设备投资额情况 (单位: 万元)				
单线 400MW 的 HJT 设备	单价	需要台/套数	单条产线设备投资额	单 GW 设备金额
制绒设备 (万/台)	2500	1	2500	6250
PECVD (万/套)	9000	1	9000	22500
PVD (万/套)	3500	1	3500	8750
印刷设备 (万/线)	2000	1	2000	5000
其他自动化设备 (万/套)	1000	1	1000	2500
合计		5	18000	45000
2018 年 100MW 的一条线电池设备投资额情况 (单位: 万元)				
单线 100MW 的 HJT 设备	单价	需要台/套数	单条产线设备投资额	单 GW 设备金额
制绒设备 (万/台)	750	1	750	7500
PECVD (万/套)	4000	1	4000	40000
PVD (万/套)	2750	1	2750	27500
印刷设备 (万/线)	2000	1	2000	20000
其他自动化设备 (万/套)	500	1	500	5000
合计		5	10000	100000

数据来源: 迈为股份, 东吴证券研究所

②核心零部件国产化加速，利好 HJT 设备降本：HJT 设备的核心零部件包括泵、阀、腔体、电源、流量控制器等，迈为在苏州吴江建立 HJT 整线实验室，供供应商做试验，已吸引了国内外辅料辅材的供应商——银浆，靶材，特种气体，零部件（泵，阀，传感器等）等，加快零部件国产化。

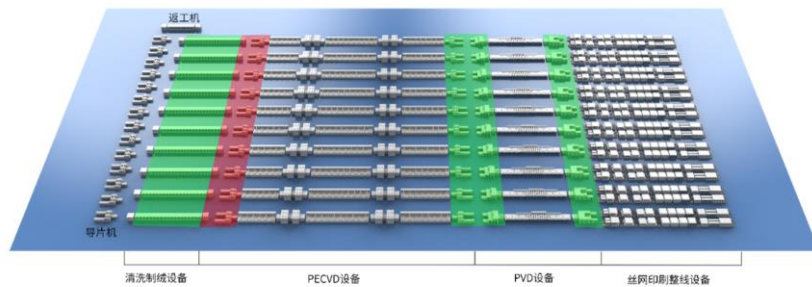
图54：HJT 设备 PECVD 核心零部件包括真空腔、真空泵、电源等



数据来源：迈为股份，东吴证券研究所

迈为 1.2GW 设备提升生产节拍，可降低客户 CAPEX 与 OPEX。4.0 整线较上一代 3.0 降低非硅成本 2.5-3 分/W，（1）场地：1.2GW 设备能够节省厂房空间约 30%，在 470m\*125m 的厂房内，可以容纳 12GW 产线，同时由于产线中道均为真空环境，洁净厂房的需求减少到原来的 1/3，大量节省产线耗电量，还降低洁净厂房维护费用。（2）人工：预计整体降低 30%，特别清洗制绒、PECVD、PVD 等人工需求可以减少一半，印刷人工需求可降低 80%。（3）用电：整线设备用电降低 20%-30%，厂房设施用电可降低 40-50%。（4）靶材：预计能够降低 1.5mg/W。

图55：迈为 4.0 HJT 整线优势



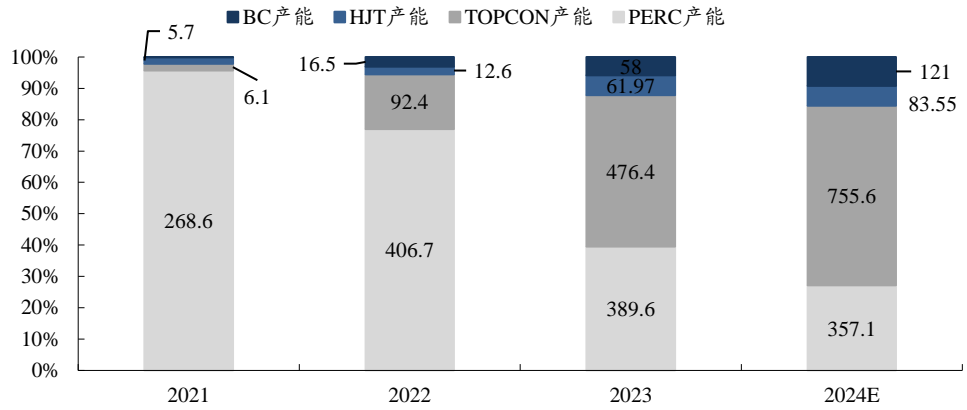
**4.0 整线较上一代 3.0 整线降低非硅成本 2.5-3 分/W**

- 设备占地（470m\*125m 摆放 12GW 设备）面积节省 34%+
- 现场人员数量降低 25%+
- 设备用电量降低 20%+，设施用电量降低 30%+
- 厂务设施投资降低 30%+
- 靶材消耗量降低 1.5mg/W

数据来源：2024 年 HJT&叠层峰会（迈为股份），东吴证券研究所

(5) 规模化: 规模化带来的制造成本正在稳步降低。相较于 TOPCon 和 PERC 的规模优势, HJT 产能仅为其 15%-20%, 未来 HJT 逐步投产将带来 0.03 元/W 的降本空间。

图56: TOPCon 与 PERC 已形成规模化优势, HJT 未来降本空间大 (GW)



数据来源: Solarzoom, 东吴证券研究所

### 2.3. HJT 下游积极扩产, 一线大厂有望入局

HJT 产业化加速, 以东方日升和华晟新能源为首的 HJT 下游电池厂商积极扩产。2022 年 HJT 总产能仅为 12.6GW, 2023 年 HJT 总产能达 62GW, 同比+392%。尽管受光伏产业产能过剩和企业现金流影响, 2024 年 HJT 总产能预计依旧维持增长, 达 83.5GW, 同比+35%。其中, 华晟新能源预计 2024 年总产能约为 22GW; 东方日升 2024 年总产能约为 19GW, 两者占市场总份额的 50%; 通威虽未有大规模扩产, 但技术储备良好, 产品已进入中试线阶段, 量产在即。

表6: HJT 产业化加速, 下游积极扩产

产能(GW)	2021	2022	2023	2024E
华晟新能源	0.5	2.7	22	22
东方日升	0.1	0.5	9	19
通威股份	1.4	1.4	1.4	1.4
隆基绿能	0	1.2	1.2	1.2
晶澳科技	0.3	0.8	2	3
天合光能	0.5	0.5	0.5	0.5
阿特斯	0.2	0.2	0.2	0.2
金刚光伏	1.2	1.2	6	6
甬升科技	0	0	3.8	8
REC	1	1	5.8	5.8
爱康科技	0.5	0.85	2.72	4.7
明阳智能	0	0	2.5	2.5
海源(赛维)	0	0	0.6	5

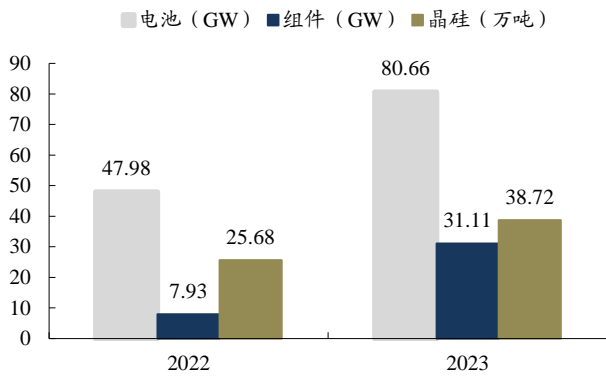
比亚迪	0	0.25	0.25	0.25
中建材	0	0	2	2
宝馨科技	0	2	2	2
合计产能	5.7	12.6	62.0	83.6
新增扩产		6.9	49.4	21.6

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所

2.3.1. 通威股份：晶硅组件电池一体化龙头，HJT 实验室功率突破 760W

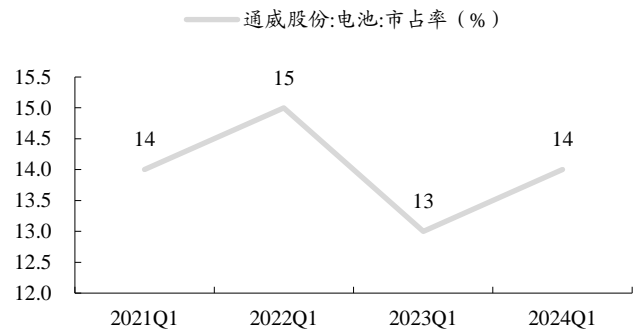
公司是光伏晶硅、组件、电池一体化龙头。1) 晶硅：2023 年公司高纯晶硅年产能 45 万吨，销量 38.72 万吨，同比增长 50.79%，市场份额位居全球第一；2) 电池：2023 年公司太阳能电池年产能 95GW，销量 80.66GW，同比增长 68.11%，市场份额达 14%，位居全球第一；3) 组件：2023 年公司组件年产能 75GW，销量 31.11GW，同比增长 292.08%，市场份额位居全球前五。

图57：公司布局电池、晶硅、组件一体化



数据来源：通威股份，东吴证券研究所

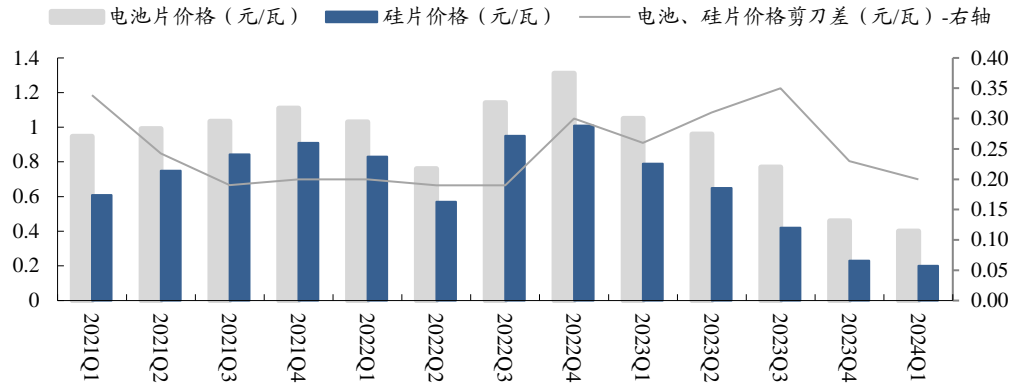
图58：公司电池市场份额常年维持 13% 以上，位居第一



数据来源：通威股份，东吴证券研究所

2022 年以来，公司硅片受光伏行业产能过剩影响，价格持续走低。截止 2024 年 Q1，公司电池片价格约为 0.4 元/瓦，硅片价格约为 0.2 元/瓦，剪刀差约为 0.2 元/瓦。未来随着公司 HJT 电池片中试线验证通过并投产，HJT 电池片有望通过差异化竞争获取更高价格、继续扩大价格的剪刀差，提升单位盈利。

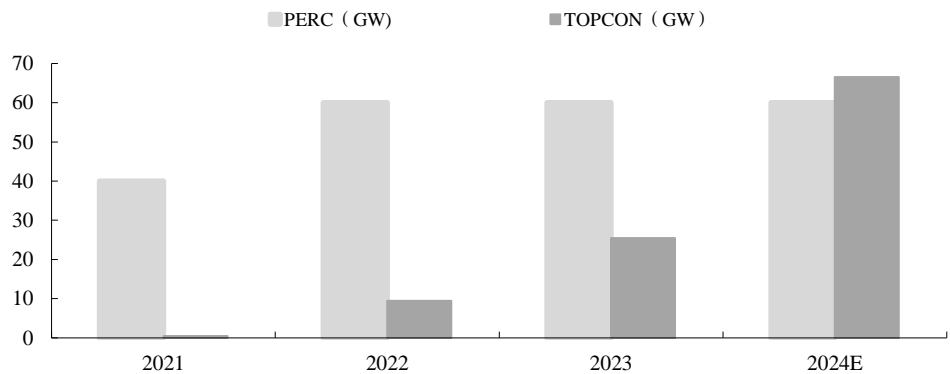
图59: 电池、硅片价格的剪刀差有望扩大, 带来单位利润提升



数据来源: 通威股份, 东吴证券研究所

TOPCon 是公司目前主要技术路线, 预计 2024 年底 TOPCon 产能规模超 100GW。2023 年为 N 型技术扩产浪潮, TOPCon 产能快速释放。2023 年通威股份共有 60GW PERC、25.5GW TOPCon 和 1.4GW HJT 电池产能。随着彭山 2 期 16GW TOPCon 以及双流 25GW TOPCon 的逐步落地, 预计 2024 年底通威股份共有 TOPCon 产能 66.5GW, 超过其 PERC 产能。

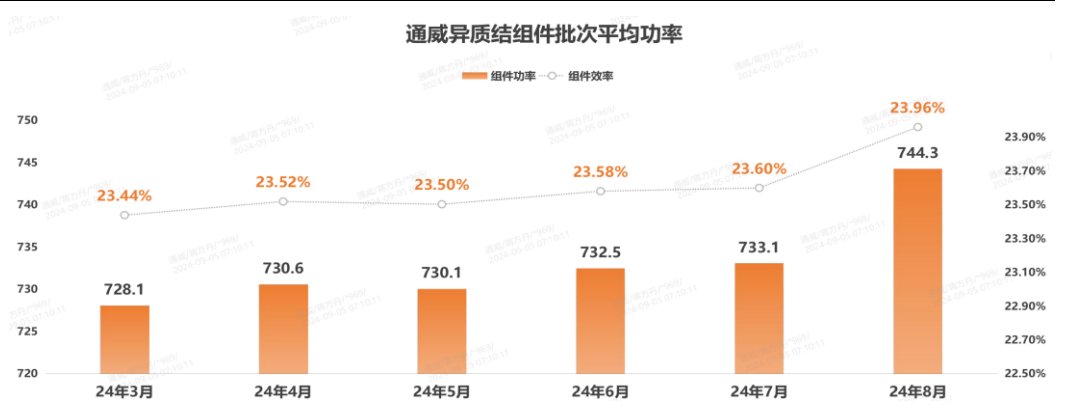
图60: TOPCon 为目前公司主流电池技术



数据来源: 通威股份, 东吴证券研究所

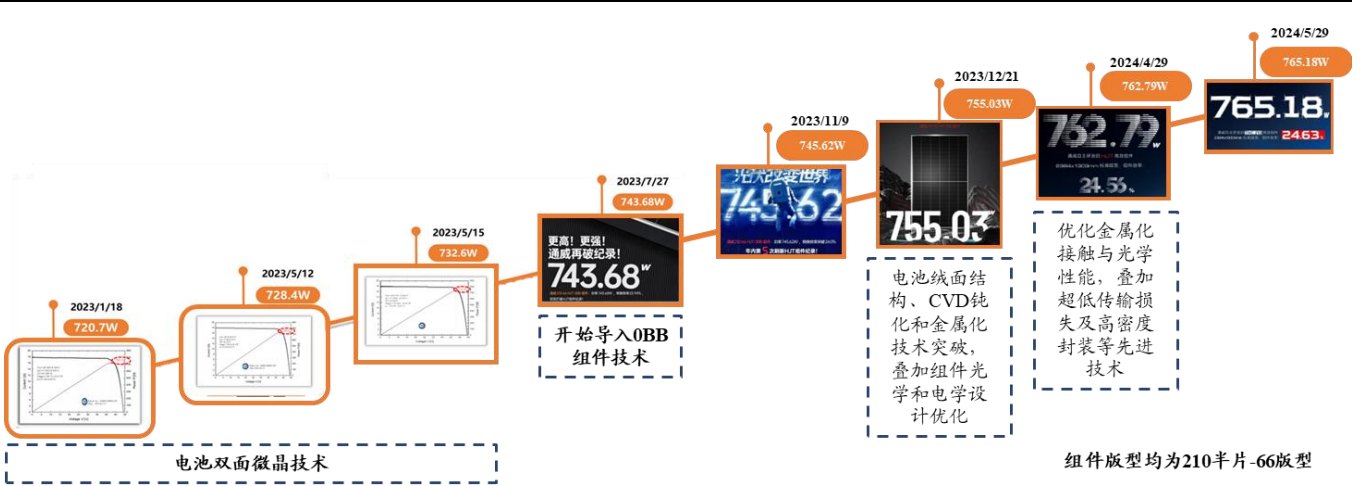
通威 1GW HJT 中试线平均功率达到 744W, 研发端已突破 760W。基于 0BB、银包铜、光转胶膜等技术, 截至 2024 年 8 月, 通威 1GW HJT 中试线电池周平均效率超过 25.25%, 电池良率达 99%, 组件批次平均功率已达 744.3W, 组件效率达到 23.96%, 单块组件最高功率达 748.1W。截止 2024 年 5 月, 通威已将最新产品送入中试线测试, 组件功率超过 765W (预计未来还有 20W+的提升空间), 效率达 24.63%, 非硅成本降至 0.2 元/W 以下, 与 TOPCon 龙头企业相比相差仅 0.03 元/W, 刨除设备折旧因素后基本与 TOPCon 成本持平。此外, 公司小尺寸钙钛矿/HJT 叠层电池效率达 33.08%, 充分挖掘 HJT 电池技术的未来潜力。

图61: 通威 1GW HJT 中试线平均功率突破 740W



数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (通威股份), 东吴证券研究所

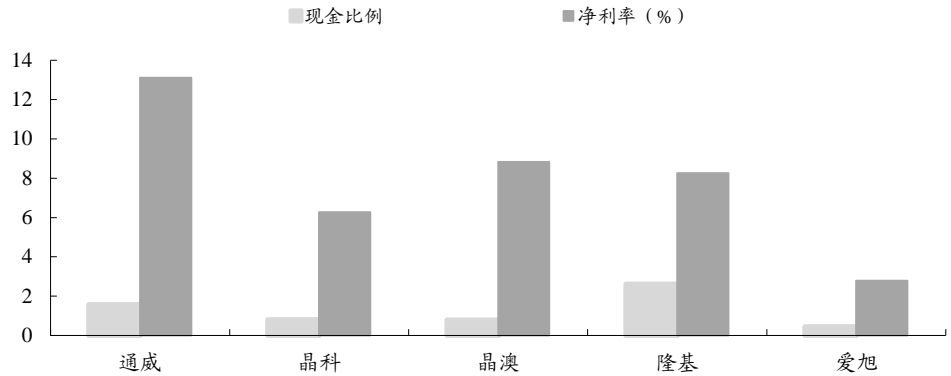
图62: 通威 THC210 型 HJT 组件研发端最高功率突破 765W



数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (通威股份), 东吴证券研究所

相较其他大厂, 通威资金充足&盈利能力强。(1) 资金充足: 经测算, 公司 2023 年货币资金/短期负债比例高达 1.56, 远高于晶科/晶澳/爱旭的 0.79/0.78/0.44, 体现通威股份拥有更强的抗风险能力以及试错能力。(2) 盈利能力强: 饲料作为公司另一主营业务经营情况良好, 可以反哺公司在光伏下行周期中的亏损, 2023 年公司销售净利率为 13.1%, 远高于其他电池厂同行。

图63: 通威 2023 年现金比例及销售净利率皆处于行业领先地位

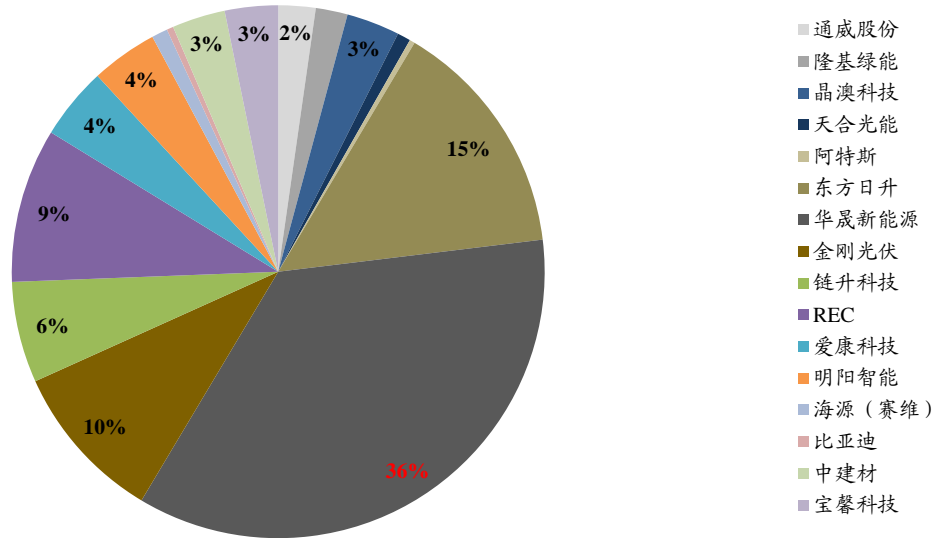


数据来源：通威股份，Wind，东吴证券研究所

2.3.2. 安徽华晟：HJT 电池龙头，先发优势明显

华晟新能源是首家实现高效异质结产品规模化生产的公司，2023 年华晟 HJT 电池总产能达 22GW，占市场份额 36%，位居第一。通过大规模量产带动产业链整合和技术升级，公司努力推动 HJT 技术成功实现产业化应用。公司汇聚了 HJT 研发及量产经验丰富的专业人才，目前有超过 5000 名员工，包括科学家 4 人，国家级领军人才 4 人，硕士及博士 200 余人，核心成员曾创造多项 HJT 电池效率纪录。

图64: 2023 年华晟新能源 HJT 电池市场份额第一（按产能）

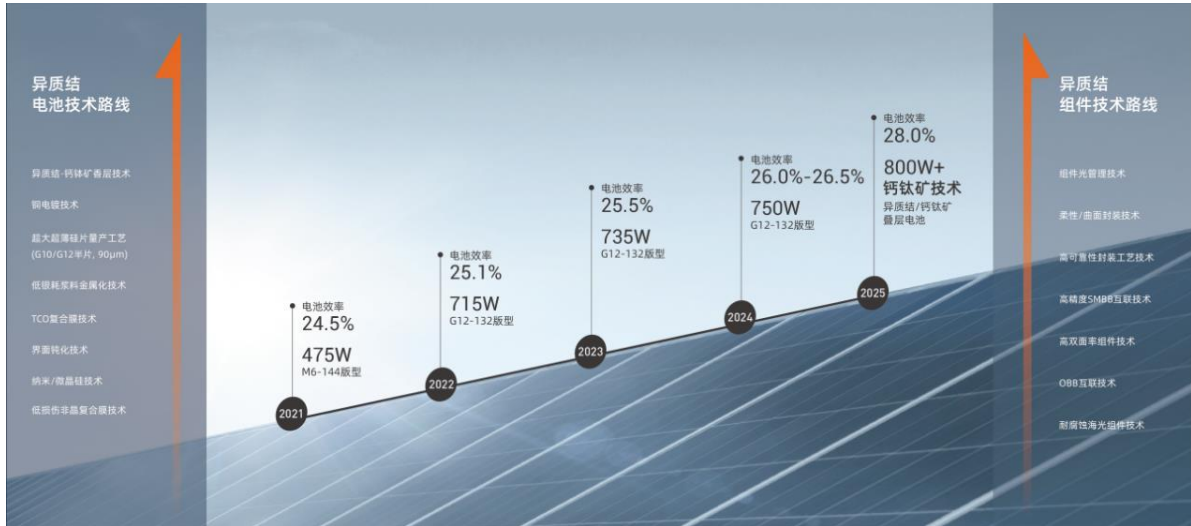


数据来源：华晟新能源，东吴证券研究所

公司积极推动异质结技术效率提升与成本下降，率先整合异质结专用硅片、电池、组件三段产业链研发与产业化技术。在通过单面微晶、双面微晶、HBC、铜电镀、异质结-钙钛矿叠层电池等技术不断提升电池效率的同时，通过硅片薄片化、降低银浆单耗、优化清洗工艺、提升靶材利用率等技术降低异质结成本。**硅片薄片化**：华晟已在二期项目中导入了 130 μm 厚度的硅片，计划在 2022 年 Q4 实现硅片厚度 125 μm，且未来有

望下降至 100 μ m。**2) 降低银耗: 100mg-70mg-0mg/片。**华晟将于 2022 年 Q3 在背面副栅使用银包铜浆料, 结合钢板印刷, 预计将使单片银耗量降至 100mg; 在 2023 年全面应用银包铜浆料结合 OBB 技术, 使单片银耗量降低至 70mg; 在 2024 年通过铜电镀技术应用, 全面取代含银浆料, 将每瓦银耗量降低为 0mg。**3) 钙钛矿叠层:** 华晟目标在 2025 年, 通过异质结与钙钛矿叠加, 支撑组件功率实现 800W, 电池效率达到 28%。

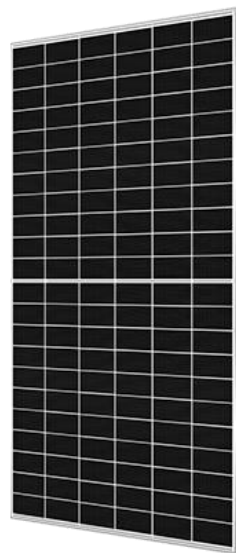
图65: 华晟入局早, 先发优势明显



数据来源: 华晟新能源官网, 东吴证券研究所

华晟的量产团队经验丰富, 产线配置完整。截至目前, 公司已向全球客户交付了超 5GW 的 HJT 产品。公司目前主流产品喜马拉雅 G12 高效 HJT 组件最高输出功率达 730W, 转换效率达 23.5%。

图66: 喜马拉雅 G12 组件是华晟主流产品, 最高输出功率 730W



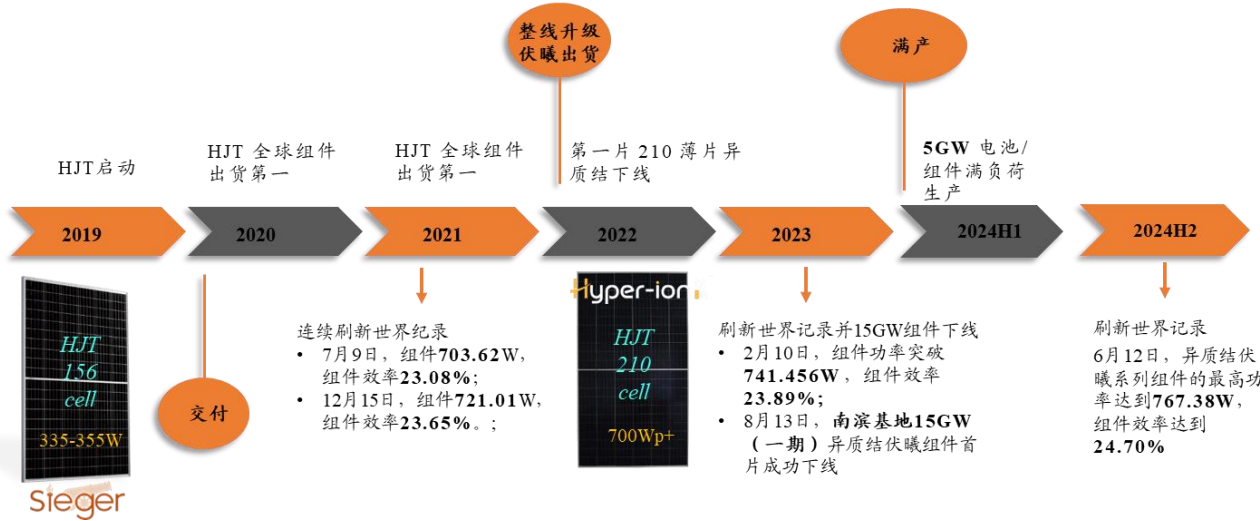
数据来源: 华晟新能源官网, 东吴证券研究所

### 2.3.3. 东方日升: HJT 产能&功效持续爬坡



东方日升预计 2024H2-2025 年扩产 5GW HJT 电池和 10GW HJT 组件。龙头厂商东方日升也在加快布局 HJT，2020-2021 年全球 HJT 组件出货量第一，2024 年 6 月 HJT 组件最高功率突破 767.38W，组件效率约 24.70%。2024 年初日升拥有 5GW HJT 电池组件产能，并满产至今，后续公司将持续推进浙江宁海 15GW 的 HJT 电池和组件项目产能爬升，预计 2024H2-2025Q1 将新增 5GW HJT 电池片产能，2024H2-2025 年新增 10GW HJT 组件产能。

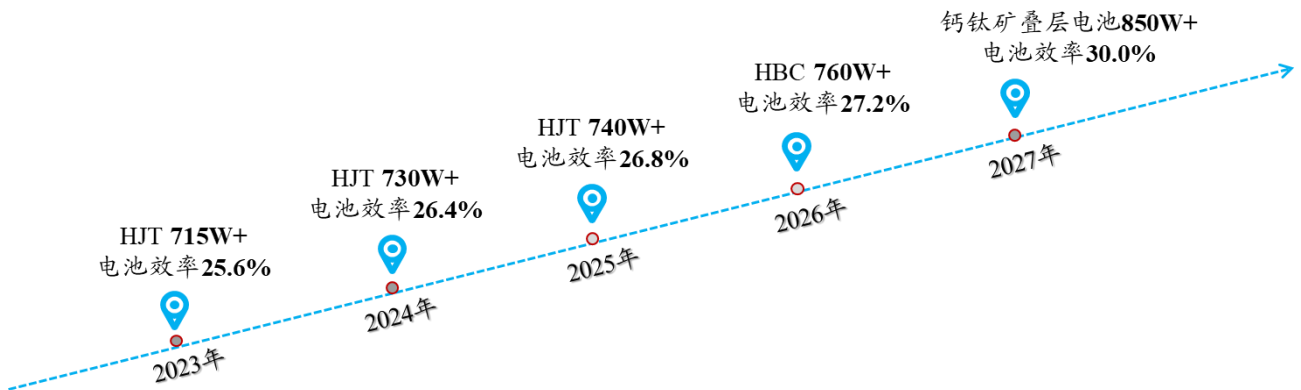
图67: 东方日升 HJT 发展历程



数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (东方日升), 东吴证券研究所

技术应用方面, (1) 硅片&电池技术: 目前东方日升 HJT 电池已应用半棒半片切片/100 μm 硅片/硅片纯化/低银含浆料等技术, 电池效率达到 26.4%。未来规划应用超低碳配料长晶/高速微晶成膜/双面低铜叠层/PVD 低掩膜/非接触金属化/背抛/铜电镀/HBC/HJT-钙钛矿叠层技术。(2) 组件技术: 目前东方日升 HJT 组件已应用 0BB/无应力互联/多层镀膜减反/组件光学设计优化等技术, 组件功率达 730W+。未来规划应用柔性低阻焊带/光转换/高可靠钙钛矿封装/四端子叠层组件/二端子叠层/大尺寸高效钙钛矿技术。

图68: 东方日升 HJT 电池组件提效规划路线



数据来源: 2024 年 HJT&叠层峰会 (东方日升), 东吴证券研究所

### 2.3.4. 链升科技：HJT 新玩家，加速扩产建设

公司 2023 年投建两大异质结电池项目生产基地，分别位于四川省眉山市丹棱县（设计产能 8GW）、江苏省南通市高新区（设计产能 12GW）。2023 年底眉山基地已投建标准产能 3.8GW，其中迈为 3 条线共 1.8GW，钧石 2 条线共 2GW。同时，为进一步提升生产能力，增加市场占有率和议价能力，公司在江苏南通积极建设 12GW 高效异质结电池片一期 3GW 项目。

公司的光伏电池片业务产品为 N 型异质结（HJT）电池，目前公司已掌握转换效率高达 25.50%（210 半片、132 版型最大尺寸组件，功率可达 720W+）的高效 HJT 电池技术，功率远高于同版型 TOPCon、PERC 组件。

图69：链升 HJT 产品涵盖 0BB、20BB、18BB 等多种路线



数据来源：链升科技，东吴证券研究所

## 3. 迈为股份为 HJT 整线设备龙头，先发优势显著

### 3.1. HJT 工艺流程短，PECVD 为核心设备

HJT 电池的生产工艺相对简单，只需要 4 大类设备，分别是制绒清洗设备（投资占比 10%）、非晶硅沉积设备（投资占比 50%）、透明导电薄膜设备（投资占比 25%）和印刷设备（投资占比 15%），相比于 PERC/TOPCon 电池少了扩散、激光和刻蚀等步骤。迈为股份布局 HJT 电池各工艺的单机与整线设备，是最主要的 HJT 设备供应商。

表7：HJT 生产工序仅需四步

工艺环节	对应设备	主要厂商
清洗制绒	清洗制绒设备	捷佳伟创、启威星（迈为股份参股 30%）、京山轻机、YAC
非晶硅薄膜沉积	PECVD 设备	迈为股份、金辰股份、捷佳伟创、理想万里晖、钧石能源
TCO 膜沉积	PVD 设备	迈为股份、钧石能源、捷佳伟创
	RPD 设备	捷佳伟创、日本住友、精耀科技
电极设备	丝网印刷设备	迈为股份、金辰股份、捷佳伟创

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所

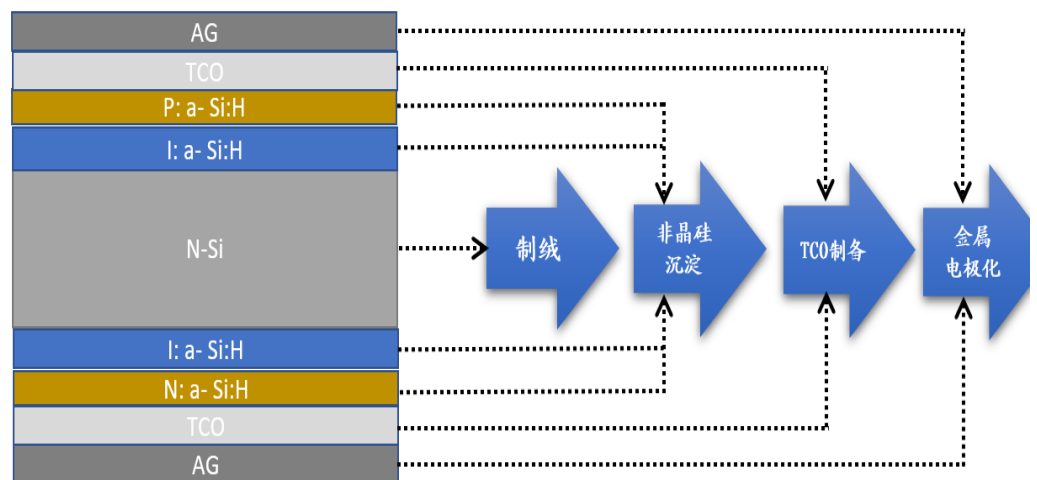
表8: TOPCon 生产工序繁杂

工艺环节	对应设备	主要厂商
清洗制绒	清洗制绒设备	捷佳伟创、尚德、聚晶
硼扩	扩散炉	拉普拉斯、捷佳伟创、赛瑞达、北方华创
刻蚀	刻蚀机	捷佳伟创、北方华创
SiO <sub>2</sub> /Poly-Si LP/PE/PVD	LPCVD	拉普拉斯、红太阳、赛瑞达
	PECVD	捷佳伟创、金辰股份、红太阳、理想
	PVD	江苏杰太
	PEALD	江苏微导
磷掺杂	扩散炉	捷佳伟创、红太阳、丰盛、拉普拉斯、北方华创
	离子注入机	凯世通、Intevac、日本真空
退火	退火炉	捷佳伟创、江苏微导
清洗	湿法设备	捷佳伟创、北方华创、丰盛装备
正面 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ALD	江苏微导、理想
正反面 SiN <sub>x</sub> 膜	PECVD	捷佳伟创、北方华创、丰盛装备
印刷烧结	丝网印刷	迈为股份、东莞科隆威

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所

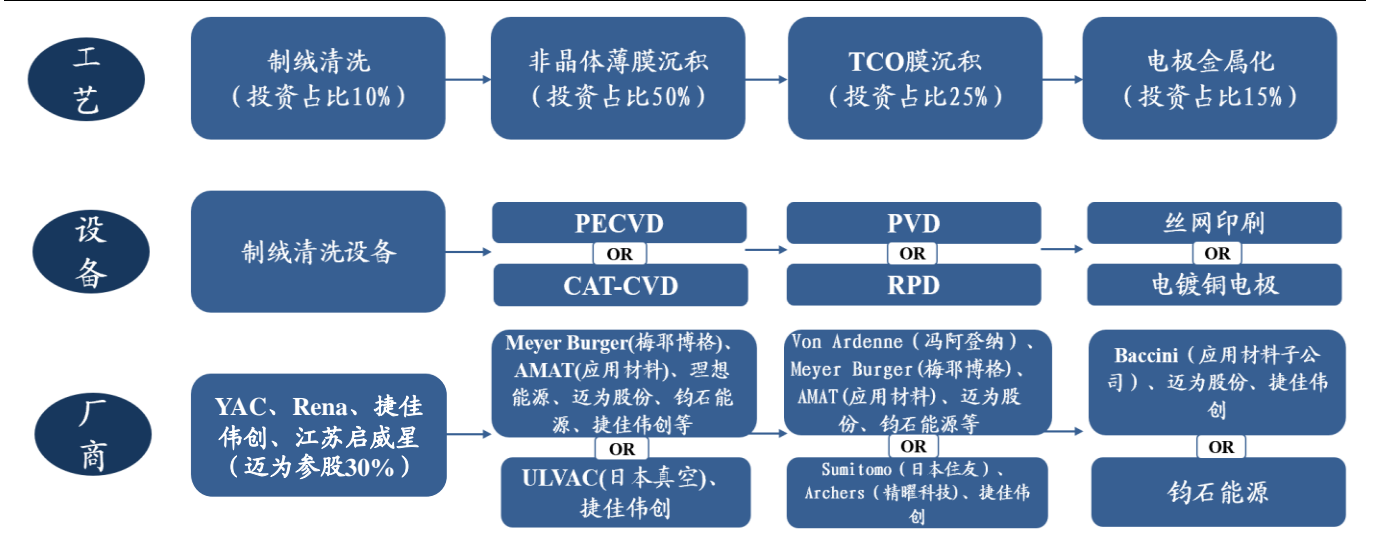
**1) 清洗制绒设备:** 利用化学制剂对硅片进行清洗和表面结构化，绒面质量和化学试剂密切相关。虽然 HJT 电池与 PERC/TOPCon 电池的制绒清洗设备功能相近，但比 PERC/TOPCon 电池要求更高。**2) 非晶硅沉积设备:** 主要用 CVD 的方式来镀本征非晶硅层、P 型非晶硅层、N 型非晶硅层。主要设备包括 PECVD、Cat-CVD 等。**3) 透明导电沉积设备:** 主要设备有 RPD 和 PVD，目前主流技术路线是用 PVD 方式制备前后表面的 TCO 膜。**4) 印刷设备:** 在硅片的两面制造精细电路，将电极金属化。有丝网印刷和电镀铜电极两种技术路线。

图70: HJT 生产需要制绒、非晶硅沉淀、TCO 制备、金属电极化四步工艺



数据来源：OFWEEK，东吴证券研究所

图71: HJT 4类设备的国内外厂商布局



数据来源: OFWEEK, 迈为股份 2023 年年报, 东吴证券研究所

### 3.1.1. 清洗制绒设备: HJT 制程对该设备要求更高

清洗制绒为 HJT 制程首要工序, 其目的是优化电池陷光性能, 并形成洁净表面。单晶制绒是利用 NaOH 腐蚀液对 N 型硅片进行各项异性腐蚀, 将 Si(100)晶面腐蚀为 Si(111)晶面的四方锥体结构(“金字塔结构”), 即在硅片表面形成绒面, 可将硅片表面反射率降低至 12.5%以下, 从而产生更多的光生载流子, 形成洁净硅片表面, 由于 HJT 电池中硅片衬底表面直接为我异质结界面的一部分, 故需形成洁净硅片表面, 从而避免不洁净引进的缺陷和杂质而带来的结界面处载流子的复合。由于 HJT 的开路电压高于 TOPCon 和 PERC (目前应用微晶技术的 HJT 开路电压在 750mv 以上), 使得 HJT 能够获得更高的光电转换效率, 而硅片表面遗留杂质会对后续钝化阶段的开压造成较大影响, 因此 HJT 制程对清洗制绒的要求显著高于 TOPCon 和 PERC。

表9: HJT 清洗制绒工艺流程

步骤	工艺目的	化学品	工艺温度	工艺时间	
预清洗	去除表面有机物及污垢	NH <sub>4</sub> OH、H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	65-80℃	3-4min	
去损伤	去除损伤层	KOH	70-80℃	2-3min	
制绒	制备金字塔绒面	KOH、添加剂	70-85℃	10-15min	
RCA 清洗 (当前主流, 行业开始用臭氧超纯水清洗替代)	SC1	形成洁净硅片表面	NH <sub>4</sub> OH、H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	60-80℃	2-4min
	化学抛光	对金字塔底部进行圆滑处理	HNO <sub>3</sub> 、HF	室温	1-2min
	SC2	形成洁净硅片表面	HCl、H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	65-80℃	2-4min
	DHF		HF	室温	2-3min

数据来源: 全球光伏, 东吴证券研究所

迈为股份通过参股子公司启威星吸收引进日本 YAC 的清洗制绒技术, 从而实现了 HJT 电池设备的整线供应能力。除迈为外, 捷佳伟创作为 PERC 和 TOPCon 清洗制绒设

备龙头也在 HJT 清洗制绒设备有产品布局，产品综合性能与迈为接近。

表10: 迈为股份与捷佳伟创 HJT 清洗制绒设备对比

	迈为股份	捷佳伟创
设备图例		
设备型号	HJ-TEX-182/210	SC-CSZT12000E-24F
产能 (wph)	18000 片/小时-G12/M10 半片	22000 片/小时 (32 槽) -232 片花篮 14400 片/小时 (26 槽) -232 片花篮
正常运行时间 (Uptime)	≥ 90%	≥ 93%
碎片率	≤ 0.05%	≤ 0.05%

数据来源: 迈为股份官网, 捷佳伟创官网, 东吴证券研究所

3.1.2. 非晶硅薄膜沉积设备: 板式 VHF-PECVD 为主流关键设备, 迈为产品优势明显

非晶硅薄膜沉积设备主要包括 PECVD 和 CAT-CVD 两类, PECVD 为市场主流, CAT-CVD 存在镀膜均匀性差与热丝老化两大致命缺陷。非晶硅沉积工艺主要是指用 CVD 的方式来镀 PIN 层 (本征非晶硅层、P 型非晶硅层、N 型非晶硅层), 该步骤是实现优质 HJT 结构的关键。目前市场上存在争议的 PECVD 和 CAT/HW-CVD 两条技术路线各有优劣, PECVD 为当前主流。PECVD 技术较为成熟, 且镀膜均匀性好, 但等离子体轰击会对非晶硅薄膜造成损伤, 有较高的几率导致电池的转换效率偏低。CAT-CVD 技术路线的优点是对非晶硅薄膜的轰击和损伤小, 能够有效提高电池转换效率, 且沉积速率高, 但镀膜均匀性差、稳定性弱、热丝易老化导致维护成本高。最初开发并使用 CAT-CVD 设备的厂商是 Ulvac (日本真空), 目前国内仅有捷佳伟创完成该设备的研发。

表11: PECVD 与 CAT-CVD 工艺对比

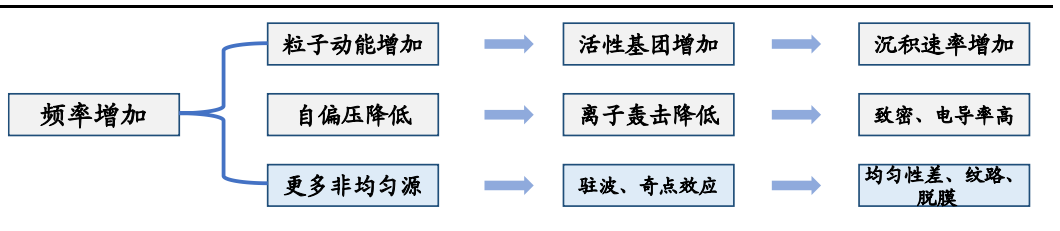
	PECVD (等离子增强化学气相沉积)	CAT-CVD (热丝催化化学气相沉积)
反应原理	使反应气体在辉光放电等离子体中受激分解生成具有高反应活性的物质, 这些物质在基底表面上发生化学反应沉积生成薄膜。	利用分子在加热的金属丝上发生催化分解反应, 并在基底表面发生沉积、聚合, 从而形成薄膜。
示意图		
镀膜质量	高, 有等离子体损伤	更高, 无等离子体损伤
镀膜速度	较慢	较快

<b>镀膜均匀性</b>	小面积高，但面积增大难度高	小面积低，但面积增大容易
<b>工艺稳定性</b>	强	弱（热丝更换过程中对于设备真空环境造成破坏，进而导致设备 Uptime 显著降低）
<b>设备造价</b>	高（射频电源、碳基载板、匀气结构复杂）	低（直流电源、金属载板、匀气结构简单）
<b>维护成本</b>	一般	高（热丝寿命较短需要经常更换，导致材料成本高）
<b>主要厂商</b>	迈为股份、理想万里晖、钧石能源、捷佳伟创、金辰股份、应用材料、梅耶博格等	Ulvac（日本真空）、捷佳伟创

数据来源：全球光伏，艾邦光伏网，东吴证券研究所

行业在沉积速率与均匀性&透光率之间倾向于选择前者，对应 VHF-PECVD。按射频频率，PECVD 可分为射频增强等离子体化学气相沉积（RF-PECVD）和甚高频等离子体化学气相沉积（VHF-PECVD），RF-PECVD 技术成熟，稳定性好，薄膜均匀，但沉积速率较慢。频率更高的 VHF-PECVD 具有高技术壁垒，沉积速率极快，能够大幅提升生产效率，但薄膜均匀性较差，且过快的沉积速度不利于对薄膜厚度的精准控制，导致透光率较低。行业在沉积速率与均匀性&透光率之间倾向于选择前者，VHF-PECVD 因此得到了更为广泛的应用。目前只有迈为股份和理想万里晖布局 VHF-PECVD 路线，其余厂商均使用主流的 RF-PECVD 以保证高均匀性与透光率。

图72: PECVD 射频频率增加带来沉积速率增加的同时均匀性和透光率在变差



数据来源：釜川股份官方微信公众号，东吴证券研究所

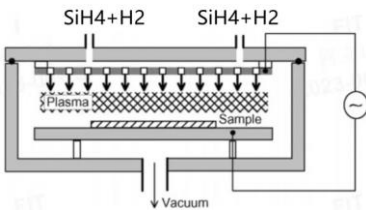
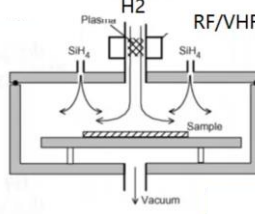
表12: RF-PECVD 与 VHF-PECVD 工艺对比

工艺	射频频率	优点	缺点	主要厂商
RE-PECVD	13.56MHz	技术成熟、镀膜均匀性好、透光率高	沉积速率慢、电导率低	迈为股份、钧石能源、梅耶博格、应用材料等
VHF-PECVD	30-300MHz	沉积速率快、电导率高、薄膜致密性更佳	薄膜均匀性差、透光率低	迈为股份、理想万里晖

数据来源：全球光伏，东吴证券研究所

按照沉积腔室结构的不同，PECVD 又可分为板式 PECVD 和管式 PECVD，板式将成为 HJT 时代下的主流方案。目前板式 PECVD 为 HJT 业内主流的非晶硅薄膜沉积设备，仅捷佳伟创研发出管式 PECVD，但尚未规模量产。板式炉较为成熟、绕镀较小；管式炉设备结构简单、成本低、产量大，但管式炉最大的问题在于重力作用下管式炉的镀膜均匀性弱于板式设备，而 HJT 对膜的要求远高于 PERC 和 TOPCon，因此 HJT 对于镀膜均匀性的敏感性远高于 PERC 和 TOPCon。

表13: 管式 PECVD 与板式 PECVD 工艺对比

	管式 PECVD	板式 PECVD
工作原理	使用像扩散炉管一样的石英管作为沉积腔室，使用电阻炉作为加热体，将一个可放置多片硅片的石墨舟插进石英管中进行沉积。	将多片硅片放置在一个石墨或碳纤维支架上，放入一个金属的沉积腔室中，腔室中有平板型的电极，与样品支架形成一个放电回路，在腔室中的工艺气体在两个极板之间的交流电场的作用下在空间形成等离子体，分解 $\text{SiH}_4$ 中的 Si 和 H，以及 $\text{NH}_3$ 中的 N 形成 $\text{SiN}_x$ 沉积到硅表面。
示意图		
设备价格	相对较低	相对较高
设备维护	产能大、维护周期长	维护周期短
占地面积	占地面积小	大产能设备占地面积大
镀膜均匀性	较差	较好
结构复杂度	管式堆叠设备，结构简单，对设备要求较低	链式耦合设备，复杂度高，对设备要求极高
成熟度	暂无成熟量产的设备及工艺	成熟度较高
绕镀问题	无法完全避免绕镀	绕镀较小或可实现无绕镀
主要厂商	捷佳伟创	迈为股份、钧石能源、理想万里晖、捷佳伟创等

数据来源：釜川股份官方微信公众号，东吴证券研究所

迈为股份的 PECVD 综合多重主流技术与自身特有方案，产品优势明显。国内 HJT 设备商的具体 PECVD 技术路线出现较大分化：迈为股份采用多腔室准动态技术，钧石能源采用大腔室设计，理想万里晖采用双腔体设计。通过产品的综合比较可以发现，迈为股份基于等离子发射源静态与动态两种模式的优点开发出了多腔室准动态 PECVD，将腔室利用率由 40% 提升至 70%，其产品具备产能大、腔体利用率高、稳定性强等优势。

表14: 国内主要 HJT 设备厂商 PECVD 产品对比

	PECVD 技术路线	产能	Uptime	碎片率	设备特点
迈为股份	板式多腔室准动态连续 RF-PECVD	14400 片/小时-G12 半片 (约 600MW/年); 18000 片/小时-M10 半片; 1GW/年	$\geq 90\%$	$< 0.25\%$	腔体利用率达 70%(传统静态镀膜技术的腔体利用率为 40%)
钧石能源	板式大腔室 RF-PECVD	350MW/年; 500MW/年 (12200 片/小时-G12 半片); 800GW/年; 1GW/年	$\geq 90\%$	$< 0.2\%$	采用大腔室设计，获得极高的单腔室有效镀膜面积，更易实现大产能
理想万里晖	板式双腔室 RF-PECVD	5200 片/小时 (M2-M12)	-	-	反应腔体体积小，节省工艺气体的消耗量 (仅为传统的 $\sim 1/8$ )
捷佳伟创	板式 RF-PECVD	12454 片/小时-G12 半片	-	$< 0.05\%$	成膜均匀性 $\leq 10\%$
金辰股份	静态 RF/RPSC-PECVD	10000 片/小时-G12 半片	-	-	静态镀膜设计/镀膜工艺间距可调/镀膜顺序灵活可调

数据来源：迈为股份官网，钧石能源官网，理想万里晖官网，捷佳伟创官网，金辰股份官网，东吴证券研究所

### 3.1.3. TCO 薄膜沉积设备：PVD 有望继续成为主流技术路线

TCO 薄膜具有光学透明和导电双重功能，并起到减反射、保护非晶硅薄膜的作用。完成 HJT 电池制程中非晶硅薄膜的沉积后，需要在电极和非晶硅层之间加一层透明导电氧化物薄膜（TCO 薄膜）。TCO 薄膜具有光学透明和导电双重功能，对有效载流子的收集起着关键作用，可以减少光的反射，起到很好的陷光作用。

TCO 薄膜沉积设备主要包括 RPD 和 PVD，PVD 为市场主流。目前行业内常用的 TCO 镀膜方法为磁控溅射（PVD）和反应等离子体沉积（RPD）。①PVD 溅射镀膜膜厚均匀易控制，靶材利用率高，生产成本低，缺点在于沉积速率较慢，且长期轰击靶材可能对基板产生破坏。目前市场主流厂商冯阿登纳、梅耶博格、应用材料、迈为股份、钧石能源等均采用 PVD 沉积 TCO 膜。②RPD 工艺主要采用日本住友重工 RPD 设备利用自身生产的 IWO（氧化铟掺钨）靶材制备 IWO 透明导电薄膜，该方法相对于传统 PVD 工艺制备 ITO 在电池效率上存在 0.3-1% 的优势，但 RPD 的缺点在于成本很高，靶材利用率低，且受到日本住友重工的专利保护。2018 年，捷佳伟创取得了日本住友重工 RPD 设备在中国大陆地区的独家授权。近年来出现了一些使用 PVD 法制备的新种类 TCO 薄膜，在综合性能上拉近了与 IWO 的差异，目前两者间的电池效率差距已经可以缩小到 0.3% 以下，PVD 设备技术更加成熟，设备和运营成本更低，因此 PVD 有望继续成为 HJT 电池 TCO 薄膜的主流技术。

表15: 两种 TCO 薄膜沉积技术路线对比

技术路线	工作原理	优点	缺点	主要厂商
PVD	利用经过加速的高能粒子轰击靶材，使靶材表面的原子脱离晶格逸出沉积在衬底表面形成薄膜	工艺成熟，镀膜均匀性好，靶材利用率高，生产成本低	沉积速率较慢，且长期轰击靶材可能对基板产生破坏	迈为股份、钧石能源、捷佳伟创、冯阿登纳、梅耶博格、应用材料
RPD	利用特定的磁场控制等离子体的形状，从而产生稳定、均匀、高密度的等离子体轰击靶材，靶材升华形成蒸气实现薄膜沉积	薄膜损伤小，电池转换效率高，沉积速率快	成本高，靶材利用率低，受到日本住友重工的专利保护	日本住友、捷佳伟创、精曜科技

数据来源：全球光伏，东吴证券研究所

表16: 国内主要 HJT 设备厂商 TCO 薄膜沉积设备产品对比

	技术路线	产能	Uptime	靶材利用率	节拍
迈为股份	PVD	14400 片/小时-G12 半片（约 600MW/年）； 18000 片/小时-M10 半片；1GW/年	≥ 90%	≥ 80%	40s
钧石能源	PVD	350MW/年；500MW/年（12000 片/小时-G12 半片）； 800GW/年；1GW/年（23859 片/小时-G12 半片）	≥ 92%	≥ 80%	48s

数据来源：迈为股份官网，钧石能源官网，东吴证券研究所



### 3.1.4. 电极金属化设备：中期内丝网印刷或更具优势，电镀铜技术仍有诸多难题

电极金属化设备主要有丝网印刷和电镀铜电极两种技术路线，中期内丝网印刷或更具优势。由于 HJT 是低温工艺，不区分正银和背银，因此丝网印刷工艺相对简单，成为当前行业主流技术路线，但缺点在于低温银浆价格较高且消耗量较大，减少银浆用量也是未来 HJT 电池降低成本的方式之一。随着 0BB、银包铜等技术的渗透率提升，银浆用量有望降低 70%，中期内丝网印刷技术有望继续成为主流。目前 HJT 丝网印刷设备的供应商主要有 Baccini（AMAT 的子公司）、迈为股份、捷佳伟创，其中以丝网印刷机起家的迈为股份具备较为明显的优势，同时迈为在银包铜方面也在整合产业链资源，通过从组件端的焊接技术改进，应用银包铜+高精度串焊机可将银浆用量大幅降低。

电镀铜电极虽可实现双面镀铜节省银浆成本，但电镀也有工艺复杂、附着力差、废水处理等难题亟待解决，目前市场份额较小。目前仅有钧石能源可提供电镀铜电极工艺，迈为股份、捷佳伟创和苏州太阳井均有电镀铜设备的相关技术储备或布局。

图73：电镀铜电极工艺流程复杂



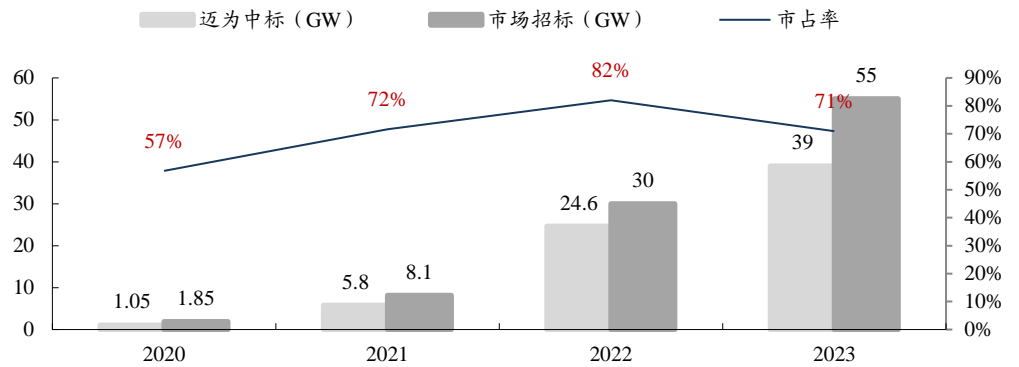
数据来源：苏州太阳井，东吴证券研究所

### 3.2. 迈为股份是 HJT 整线设备龙头，先发优势显著

行业龙头地位稳固，HJT 设备市场占有率超 70%。2020 年市场约 1.85GW 订单，公司中标量 1.05GW，市占率 57%；2021 年市场约 8.11GW 订单，公司中标量为 5.8GW，市占率 72%；2022 年市场 30GW 订单，公司中标量 24.6GW，市占率 82%；2023 年国内市场招标量 55GW，迈为股份中标量达 39GW，市占率 71%。未来我们认为随着 TOPCon 扩产大幅下滑影响公司丝网印刷新签订单，HJT 扩产为关键。

(1) 量产经验充足，设备在客户端持续得到反馈并加以改进。迈为客户主要包括华晟、REC、金刚玻璃、日升等 HJT 电池龙头企业。公司通过客户反馈以及产线数据不断积累经验，加速技术改进，形成专利壁垒。

图74：迈为股份 HJT 电池设备市占率超七成

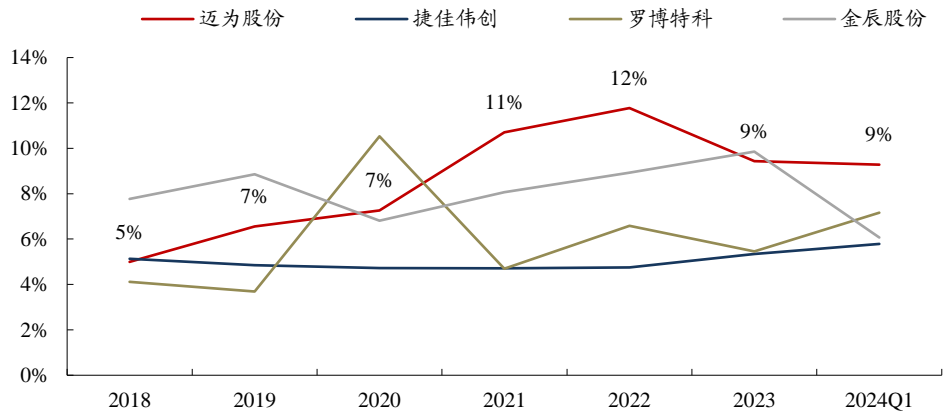


数据来源：迈为股份，东吴证券研究所

(2)迈为积极推进设备迭代优化。清洗制绒环节推出背抛技术,CVD 环节推出 1GW 大产能的设备, PVD 环节推出 RPD+PVD 结合的 PED 设备, 丝网印刷环节推出钢网印刷, 并持续迭代至第三代。

(3)公司团队技术背景雄厚, 研发费用率处于行业较高水平。迈为股份 2019 年切入 HJT 赛道, 晚于理想万里晖和钧石能源, 受益于高研发投入及研发效率, 三年时间成长为行业龙头。截至 2023 年底, 公司共计拥有 1777 名研发人员 (同比+41%), 并取得 344 项行业专利及 134 项软件著作权, 核心竞争力得到加强。2023 年公司研发费用率为 9.43%, 处于光伏电池设备行业较高水平。

图75：迈为股份研发费用率处于行业较高水平

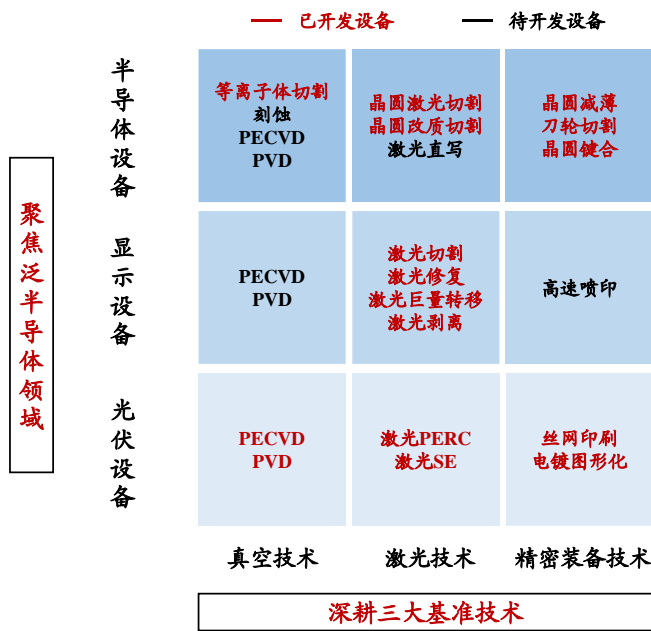


数据来源：Wind，东吴证券研究所

#### 4. 依托三大基准技术平台，泛半导体领域加速布局

迈为股份现已形成真空技术、激光技术、精密控制技术三大基准技术平台，并凭借激光技术积累率先拓展至显示&半导体封装设备市场。(1)显示(OLED&MLED): 2017年起迈为布局显示行业，推出 OLED G6 Half 激光切割设备、OLED 弯折激光切割设备等；2020 年公司将业务延伸至新型显示领域，针对 Mini LED 推出晶圆隐切、裂片、刺晶巨转、激光键合等全套设备，针对 Micro LED 推出晶圆键合、激光剥离、激光巨转、激光键合和修复等全套设备，为 MLED 行业提供整线工艺解决方案。(2)半导体封装: 公司推出半导体晶圆激光开槽、激光改质切割、刀轮切割、研磨等装备的国产化，聚焦半导体泛切割、2.5D/3D 先进封装，提供封装工艺整体解决方案。2024 年，公司成功开发出全自动晶圆临时键合机、晶圆激光解键合机以及全自动混合键合机等多款新产品，在半导体先进键合设备领域取得突破。未来公司将依托三项平台型技术继续开拓光伏、显示&半导体设备市场。

图76: 公司深耕“真空+激光+精密控制”三项平台型技术



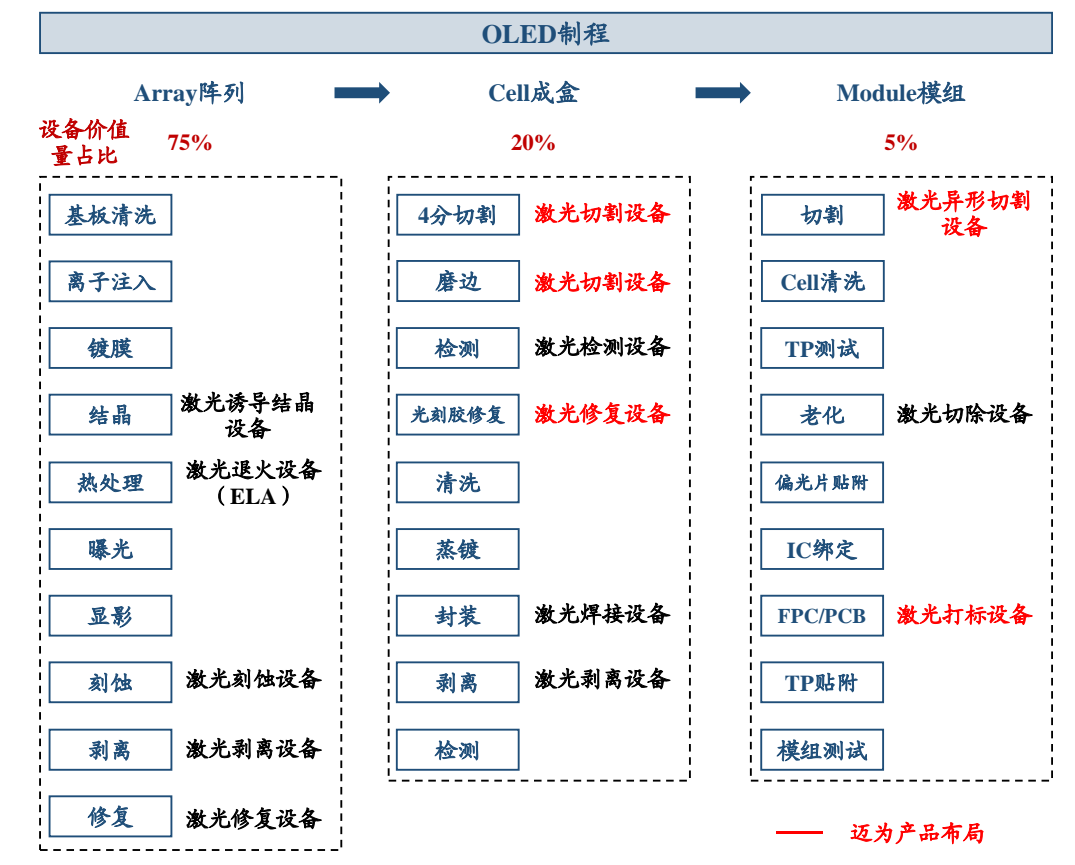
数据来源：迈为股份公告，东吴证券研究所

#### 4.1. 显示领域：面板 CAPEX 重启，OLED&MLED 全线设备方案开拓者有望受益

迈为布局面板设备中后段核心制程环节，打破日韩垄断。面板设备分为 Array、Cell、Module 三个环节，设备价值量占比分别为 70%、25%、5%，后端 Module 环节设备的国产化率最高，多以贴合设备、绑定设备、自动化组装设备为主。迈为股份主要是 Cell 和 Module 环节的激光布局，(1) 在中段 Cell 制程中，激光剥离设备是分离玻璃基板和柔

性 OLED 器件的关键装备，激光切割设备可以将 Cell 切割成指定尺寸与数量并排出，激光修复设备可以修复 Cell 段的点缺陷，使不良品变成合格品；（2）在后段 Module 制程中，激光异形切割设备用于切割外围棱角及异形部分。

图77: OLED 生产工艺流程及对应迈为布局的激光设备



数据来源: OLEDindustry, 东吴证券研究所

表17: 迈为股份 OLED 核心设备产品矩阵

设备名称	图例	用途	优势	基本参数
(屏体) OLED 柔性屏激光切割设备		利用激光将整张柔性基板(最大尺寸:1500mm × 925mm)切割成指定尺寸与数量的 Cell 并排出	<ol style="list-style-type: none"> <li>多头同步切割, 切割效率高</li> <li>采用超短脉冲激光加工, 减少对产品的伤害</li> <li>硬件自主研发制造, 交付期可保障, 便于定制升级</li> <li>软件自主开发, 界面友好</li> <li>切割除尘及产品、平台清洁功能, Particle 处理效果优</li> <li>具有异常片返工处理功能</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>适用产品尺寸: 1~13 英寸</li> <li>速度: &lt; 3 秒(95 片)基于 6 英寸</li> <li>CO2 激光切割精度: &lt;math&gt;\leq \pm 30\mu\text{m}&lt;/math&gt;</li> <li>UV 激光切割精度: &lt;math&gt;\leq \pm 30\mu\text{m}&lt;/math&gt;</li> <li>重合度: &lt;math&gt;\leq \pm 15\mu\text{m}&lt;/math&gt;</li> <li>GP 激光切割精度: &lt;math&gt;\leq \pm 30\mu\text{m}&lt;/math&gt;</li> </ol>
(屏体) OLED 柔性屏弯折激光切割设备		用于柔性 OLED 面板屏体弯折区支撑膜的切割、剥离及固化工艺	<ol style="list-style-type: none"> <li>采用线扫相机高速飞拍, 提升切割效率</li> <li>通过 5 组剥离机构配合运动平台, 实现高速、异向、同</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>适用产品: G6 Half OLED(1500mm × 925mm)</li> <li>热影响(单边): &lt;math&gt;\leq 70\mu\text{m}&lt;/math&gt;</li> <li>切割精度: &lt;math&gt;\leq \pm 30\mu\text{m}&lt;/math&gt;</li> </ol>

割设备

- 步剥离
- 3. 采用进口高功率 UV 固化灯组配合精密运动平台，实现高速、稳定的固化效果
- 4. 图像采集与算法并行处理，运用深度学习、分布式计算，实现高效检测
- 5. 配有切割精度、异物监控系统，UV 能量定点实时检测系统，及时预警异常情况
- 4. 直线度:  $\leq 30 \mu\text{m}@1500\text{mm}$
- 5. 坡度角:  $\geq 70^\circ$
- 6. 残胶宽度:  $\leq 40 \mu\text{m}$
- 7. 气泡:  $\leq 100 \mu\text{m}$
- 8. 紫外线波长: 365nm
- 9. 紫外线能量:  $\geq 4000\text{mJ}/\text{c m}^2$

(屏体)  
OLED  
柔性屏自动激光修复设备



用于 AMOLED 屏(柔性、硬屏)亮点或者暗点修复，能够实现顶部自动修复和底部手动修复工艺

- 1. 双工位设计，共轴式随动点灯系统，使用效率高
- 2. 自带 AOI 功能检测不良点(可根据客户需求选择)
- 3. 一体式显微镜配备自动切换物镜，修复可靠，响应迅速
- 4. 自动上下料、自动取换 Tray(料盘)、自动修复功能

- 1.适用柔性 OLED 产品尺寸: 1~12 英寸
- 2.修复区域: 上表面和底部
- 3.对位方式: 自动对位
- 4.点亮屏体压接方式: FPC
- 5.速度:  $\leq 30\text{s}/\text{cell}$ (基于 3 个亮点)
- 6.修复精度:  $\leq \pm 1\mu\text{m}@50$  倍物镜
- 7.热影响区:  $\leq 1\mu\text{m}$

(模组)  
OLED  
柔性屏激光异形切割设备



利用激光能量，通过切割对产品局部进行去除，实现特定的产品形状

- 1. 多头同步切割，切割效率高
- 2. 高精度视觉定位及检测系统
- 3. 高效切割除尘及平台清洁功能

- 1.适用产品厚度: 0.1mm~0.8mm
- 2.适用产品尺寸: 1~8 英寸
- 3.速度: 4.5s/cell (8 英寸)
- 4.切割方式: XY 移动平台+固定切割头
- 5.热影响区:  $\leq 70\mu\text{m}$ (切割表面)
- 6.切割精度:  $\leq \pm 30\mu\text{m}$  (CPK  $\geq 1.33$ )

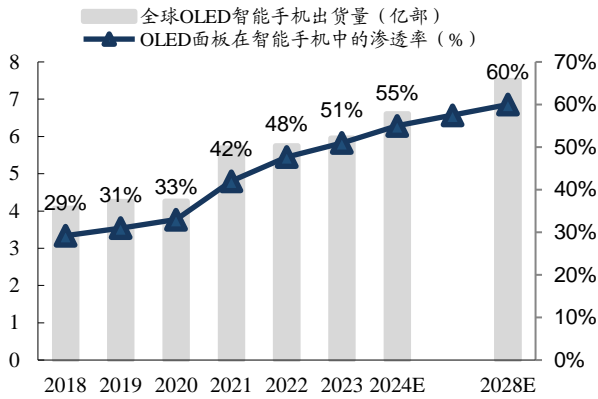
数据来源: 公司官网, 东吴证券研究所

4.1.1. OLED 面板扩产潮起，迈为设备拓展顺利

OLED 技术在小尺寸领域的应用稳步推进,在中大型尺寸领域正快速渗透。一方面, OLED 技术在手机等小尺寸领域的应用虽已相当成熟,2023 年渗透率达到 51%,但仍有进一步渗透空间,Omdia 预计 2024 年和 2028 年 OLED 在智能手机市场的渗透率将进一步提升至 55%和 60%,2023-2028 年全球 OLED 智能手机的出货量 CAGR 预计达 4.74%。另一方面,根据 Omdia,2023 年 AMOLED 在平板/笔记本电脑、车载等中大尺寸领域的渗透率不到 2%。随着 2024 年苹果春季发布会上推出搭载 OLED 屏幕的新款 iPad Pro,预示着 OLED 在中大尺寸市场的新机遇。Omdia 预计,AMOLED 在平板/笔记本电脑领域的出货量将从 2023 年的 675 万片增长到 2024 年的 1,543 万片,呈现爆发式增长;预计到 2030 年,AMOLED 在平板/笔记本电脑领域的出货量将达 9,020 万片,2023-2030

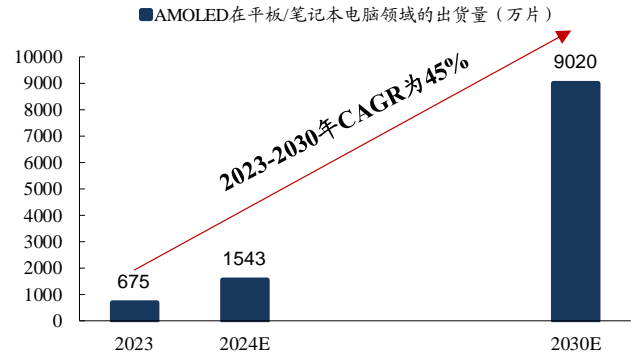
年 CAGR 达 45%。

图78: 未来几年 OLED 在智能手机领域仍有望持续渗透



数据来源: Wind, 中商产业研究院, Omdia, 环球 Tech, 东吴证券研究所

图79: AMOLED 在平板/笔记本电脑领域呈爆发式增长



数据来源: Omdia, 和辉光电 2023 年年报, 东吴证券研究所

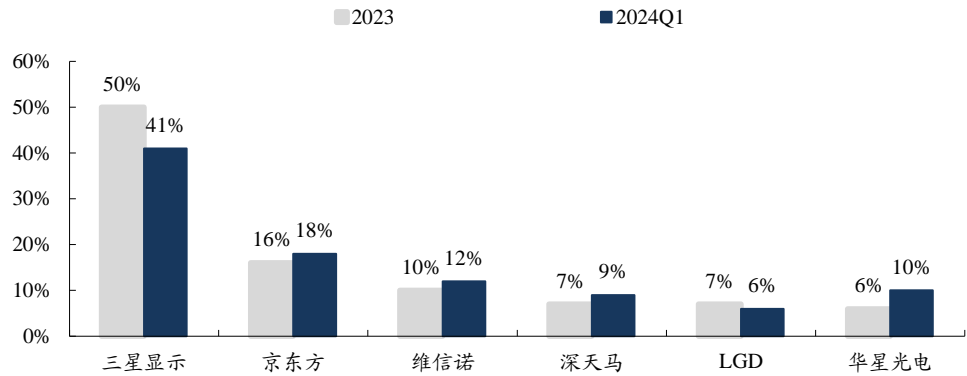
**国内头部面板厂正掀起 OLED 扩产浪潮。**2024 年 1 月, 京东方在成都高新区签约落地了国内首条、全球首批 8.6 代 AMOLED 生产线, 预计将于 2026Q4 实现量产。2024 年 5 月, 维信诺与合肥市政府签署合作备忘录, 官宣即将投资建设第 8.6 代柔性 AMOLED 生产线项目, 项目预计总投资额 550 亿元, 设计产能为 3.2 万片/月。我们预期深天马也将很快加入第 8.6 代 AMOLED 扩产行列。这一系列动作预示着国内 OLED 面板产业即将迎来新一轮扩产浪潮, 正式进入全球 OLED 市场份额的争夺战。根据 CINNO Research, 2024Q1, 国内龙头面板厂的全球出货份额相比 2023 年均有所提升。展望未来, 国内面板厂大力扩产之后有望进一步抢占三星显示的份额。从产业链受益顺序和受益幅度的视角来看, 国内 OLED 设备商将率先充分受益于国内面板厂 OLED 产能扩张和份额提升。

表18: 近期国内部分面板龙头厂商 OLED 扩产项目梳理

企业	项目名称	投资额 (亿元)	开工时间	投产时间	产能	项目内容
京东方	成都 8.6 代 AMOLED 生产线项目	630	-	2026Q4	3.2 万片/月	产品主要定位在笔记本电脑/平板电脑等高端触控显示屏, 主攻中尺寸 OLED IT 类产品
	重庆第 6 代 AMOLED(柔性)生产线项目	465	2018 年	2023 年(其中 2021 年一期投产)	4.8 万片/月	产品主要定位在智能折叠机、NB/Pad、车载新型半导体高端触控显示屏
	绵阳 OLED 模组项目 (续建)	50	2021 年	2024 年	208 万片/月 (模组)	建筑厂房面积 7 万平方米, 6 条 OLED 模组生产线, 年产 2500 万片柔性屏幕的组件件
维信诺	合肥 8.6 代 AMOLED 生产线项目 (备忘录)	550	-	-	3.2 万片/月	产品主要应用于以平板、笔记本电脑、车载等为代表的中尺寸领域
华星光电	武汉印刷 OLED 产线	-	-	2024H2	-	将主要生产用于 IT、医疗等行业的显示屏

数据来源: 液晶网, 京东方公告, 维信诺公告, 东吴证券研究所

图80: 2023年、2024Q1全球 AMOLED 手机面板出货份额



数据来源: CINNO Research, 东吴证券研究所

国内 OLED 面板制程中激光设备市场空间测算:

核心假设:

(1) 国内 OLED 产线设备投资额: 参考 CINNO Research 报告, 2024 年设备投资额有望达 850 亿元, 主要来自于京东方的重庆第 6 代线和成都 8.6 代线稳步推进。2025-2026 年, 假设在京东方和维信诺两条 8.6 代线的推进下年设备投资额保持在 700 亿元。

(2) OLED 产线激光设备价值量占比: 根据 CINNO Research, 2017-2019 年中国大陆平板显示行业设备投资额中激光设备占 11%, 假设 2021-2026 年仍保持这一比例。

(3) Array、Cell、Module 制程激光设备占整体激光设备的比重: 考虑到 Array 段的激光退火设备和激光剥离设备技术壁垒较高, Cell 段需要用到的激光设备较多, 假设各制程的激光设备价值量比重与整体设备一致, 即为 70%: 25%: 5%。

表19: 国内 Cell+Module 制程激光设备每年的市场空间在 25 亿元左右

	2021	2022	2023	2024E	2025E	2026E
国内 OLED 产线设备投资额 (亿元)	600	650	550	850	700	700
OLED 产线激光设备价值量占比	11%	11%	11%	11%	11%	11%
国内 OLED 激光设备市场空间 (亿元)	66	71.5	60.5	93.5	77	77
Array 制程激光设备价值量占整体激光设备的比重	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Cell 制程激光设备价值量占整体激光设备的比重	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Module 制程激光设备价值量占整体激光设备的比重	5%	5%	5%	5%	5%	5%
国内 Array 制程激光设备市场空间 (亿元)	46.2	50.1	42.4	65.5	53.9	53.9
国内 Cell 制程激光设备市场空间 (亿元)	16.5	17.9	15.1	23.4	19.3	19.3
国内 Module 制程激光设备市场空间 (亿元)	3.3	3.6	3.0	4.7	3.9	3.9
国内 Cell+Module 制程激光设备市场空间 (亿元)	19.8	21.5	18.2	28.1	23.1	23.1

数据来源: CINNO Research, OLEDindustry, 东吴证券研究所

迈为股份的 OLED G6 half 激光切割设备已达到国际领先水平，广泛获得龙头面板厂认可。通过深入钻研激光、精密控制、算法控制等关键技术，公司于 2019 年成功研制了国内首台 OLED G6 half 激光切割量产设备，填补了该领域的国内技术空白，成为国内屈指可数的提供 Cell 段工艺设备的企业之一。该设备已先后交付维信诺、京东方、天马等国内头部 OLED 面板厂商，在客户端实现了稳定的大规模量产，产品可靠性、良率、生产效率、生产成本等优势已达到国际领先水平。

近期公司再度中标京东方第 6 代 AMOLED 产线 OLED 激光切割&激光修复设备，为未来 8.6 代线的设备供应奠定良好基础。根据迈为股份公众号，2024 年 5 月，公司中标国内显示面板龙头企业京东方的第 6 代 AMOLED(柔性)生产线项目，将供应两套 OLED 激光切割(Film Laser Cut)设备及四套 OLED 激光修复设备。京东方重庆第 6 代 AMOLED(柔性)生产线项目斥资 465 亿元，2022-2023 年，迈为股份已先后向京东方该生产线项目交付了两套 OLED 弯折激光切割(Bending Cut)设备、三套 OLED 激光切割(Film Laser Cut)设备以及四套 OLED 激光修复设备，以行业领先的产能和良率水平实现了客户端的稳定量产。展望未来，随着公司向京东方及维信诺等头部客户供应的多款 OLED 激光设备的可靠性和稳定性不断得到验证，迈为有望在后续 8.6 代线的设备订单中占据一定份额。

表20: 迈为股份中标或交付的 OLED 设备项目梳理

时间	设备	客户
2018 年 6 月中标 2019 年 5 月交付	1 套 OLED 激光切割设备	维信诺 (固安工厂)
2021 年 12 月中标	2 套 OLED 弯折激光切割设备	京东方 (绵阳工厂和重庆工厂第 6 代 AMOLED 产线各一台)
2022-2023 年交付	3 套 OLED 激光切割设备 4 套 OLED 激光修复设备	京东方 (第 6 代 AMOLED 产线)
2023 年 7 月中标 2024 年 1 月交付	5 套 OLED 激光切割设备	深天马 (厦门工厂第 6 代 AMOLED 产线)
2024 年 4 月交付	1 套 OLED 弯折激光切割设备	深天马 (厦门工厂第 6 代 AMOLED 产线)
2024 年 5 月中标	2 套 OLED 激光切割设备 4 套 OLED 激光修复设备	京东方 (第 6 代 AMOLED 产线)

数据来源：迈为股份官方微信公众号，东吴证券研究所

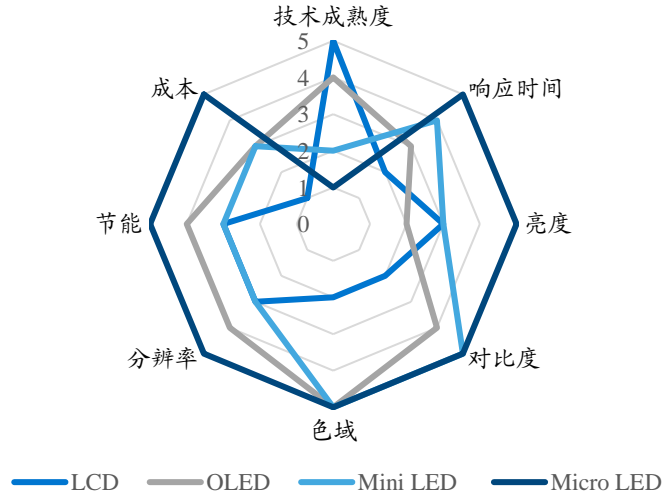
#### 4.1.2. MLED 面板为下一代主流，迈为整线工艺解决方案蓄势待发

随着显示行业的产业升级，Micro LED 显示和 Mini LED 显示正成为下一代主流。在新型显示技术中，Micro LED 因其优异的性能、超低的功耗、多应用场景等多重叠加优势，被认为是现阶段可预见的多显示场景中最新、最佳的应用技术，尤其是搭载 5G+8K 显示需求，Micro LED 正迎来新一轮产业化浪潮。短期来看，Micro LED 市场主要集中在超小型显示器，中长期来看，Micro LED 的应用横跨穿戴式设备、超大室内显示屏幕、头戴式显示器 (HUD)、抬头显示器 (HUD)、车尾灯、无线光通讯 Li-Fi、XR、投影机



等多个领域。

图81: LCD、OLED、Mini LED、Micro LED 显示技术性能对比



数据来源: 艾邦 LED 网, 周佳、闫金健等《Micro LED 当前面临的瓶颈及技术进展》(2023, 光电子技术), 东吴证券研究所

**Micro LED 巨量转移技术是 Micro LED 实现大规模产业化的关键, 激光巨转有望成为未来 Micro LED 巨转的主流技术。**实现 Micro LED 与电路驱动结合的显示阵列, 需要对 Micro LED 芯片进行多次巨量转移(至少需要从蓝宝石衬底→临时衬底→新衬底), 且每次转移芯片量巨大, 对转移工艺的速度、精度、良率、稳定性和成本要求高。而目前主流巨量转移技术主要包括静电力印章、磁力印章、弹性印章、激光辅助转移等方式, 其中弹性印章转移已发展为较为成熟的转移技术。激光转移技术难度大, 工艺制程要求更为严苛, 因其转移良率高、速度快等优点被认为是最具商业化潜力的转移技术。

图82: 激光巨量转移有望成为 Micro LED 巨量转移的主流技术

巨转技术	静电力印章	磁力印章	弹性印章	激光转移	流体自组装	滚轮转印
原理图						
核心技术	静电力	磁力材料	可拉伸胶膜	动态剥离层	悬浮液	转移滚轮
转移速度	★	★	★	★★★	★	★★★
转移良率	★	★★	★★	★★★	★	★
技术成熟度	★	★	★★★	★	★★	★

数据来源: 周佳、闫金健等《Micro LED 当前面临的瓶颈及技术进展》(2023, 光电子技术), 东吴证券研究所

2023 年以来国内 MLED 项目密集立项与开工建设, MLED 扩产提速。据不完全统计, 2023 年国内共有 18 个 Mini/Micro LED 项目立项; 20 个 MLED 项目开工建设; 12 个项目进入封顶、完工或投产。2024 年以来, 又有多个 MLED 项目开工建设/封顶/设备

搬入/投产，包括总投资 20 亿元的京东方华灿珠海 Micro LED 项目（2024 年 5 月搬入设备，预计 2024 年 12 月实现量产），表明国内 MLED 扩产正在提速。

表21: 2024H1 国内开工建设/封顶/设备搬入的 MLED 项目梳理

时间	项目	投资金额	项目地点	产品领域
2024 年 2 月开工	东旭超清显示新材料项目	120 亿元	湖南娄底	超清显示新材料
2024 年 2 月底开工	艾斯谱光电先进显示产品生产基地暨隆昌光电科技产业园项目	41 亿元	四川内江	Micro LED 商显屏、Mini 背光产品
2024 年 3 月开工	高科集团 MLED 新型显示面板生产项目二期	45 亿元	山西长治	MLED 显示面板
2024 年 3 月开工	永盛光电 Mini LED 显示背光源、屏体及铝镁合金压铸件产业化项目	35 亿元	江苏泰州	Mini LED 背光产品
2024 年 1 月底封顶 2024 年 5 月底设备搬入	京东方华灿 Micro LED 晶圆制造和封测基地项目	20 亿元	广东珠海	Micro LED 晶圆和器件
2024 年 2 月底封顶	辰显光电 TFT 基 Micro LED 显示屏生产线	30 亿元	四川成都	Micro LED 显示屏
2025 年 12 月投产	巴科光电淮安 Micro LED 工厂	10.5 亿元	江苏淮安	Micro LED 显示屏

数据来源：投影时代网，东吴证券研究所

迈为股份可提供 MLED 整线工艺解决方案，Micro LED 激光巨转设备已实现小批量出货。2020 年起，公司将业务延伸至新型显示领域，针对 Mini LED 自主研发了晶圆隐切、裂片、刺晶巨转、激光键合等全套设备，针对 Micro LED 自主研发了晶圆键合、激光剥离、激光巨转、激光键合和修复等全套设备，为 MLED 行业提供整线工艺解决方案。目前国内仍缺乏成熟的激光巨转设备，公司自主研发的 Micro LED 巨转设备已成功供货天马新型显示研究院，并将与客户在激光剥离、激光键合设备及工艺领域协力开发，致力于共同开创基于 TFT（薄膜晶体管）的 Micro LED 技术。未来迈为有望率先受益于 MLED 扩产浪潮。

表22: 迈为股份 Micro LED 设备产品矩阵

设备名称	图例	用途	优势	基本参数
Micro LED 激光剥离设备		针对 Micro LED 晶圆及垂直结构 LED 晶圆剥离，实现氮化镓（GaN）外延层和蓝宝石衬底的分离	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 配备高精密直线电机，高速 X-Y 运动平台</li> <li>2. 长焦深光学系统设计，可更好应对产品翘曲，保证边缘加工品质效果</li> <li>3. 自主开发选择性剥离技术，配备高精视觉定位功能，实现晶圆位置 选择性剥离</li> <li>4. 螺旋线控制技术，解决整体均一性和中心点，国内首家实现中心区域无坏点</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 适用产品: 8 英寸以内 Micro LED 蓝宝石晶圆</li> <li>2. 激光器: 自主倍频 266nm 激光器</li> <li>3. 扫描速度: 0-5000mm/s</li> <li>4. 加工方式: 全自动</li> <li>5. 运动轴重复定位精度: <math>\leq \pm 1 \mu m</math></li> <li>6. 可作业产品: 平片, PSS Micro LED 晶圆</li> </ol>

**Micro LED 巨量转移设备**



用于 Micro LED 的巨量转移工艺，实现晶粒批量转移

1. 设备配备高精度运动平台及高精度调节平台，上下基板一键调平，保证产品转移精度
2. 设备配备高性能紫外激光器，自主开发高指向性光路系统，光斑大小可调，可应对不同尺寸产品的转移
3. 设备采用高精度振镜加远心场镜加工系统，加工效率高，可进行选择性转移，灵活度高

1. 激光器：定制红外激光器
2. 可键合晶粒尺寸： $10\ \mu\text{m}^2$ - $100\ \mu\text{m}^2$
3. 转移精度：偏转角度  $< \pm 2^\circ$  落位精度  $< \pm 2\ \mu\text{m}$
4. 加工方式：全自动

**Micro LED 巨量键合设备**



用于 Micro LED 显示中 LED 芯片与 TFT 基板的激光巨量键合

1. 配备上下载板精确对位及校正系统，采用自动压合力度反馈控制进行载板贴合，具有加工平台控温功能
2. 设备配备高功率红外激光器，自主开发高指向性光路设计，可调节光斑大小，应对不同尺寸产品的键合
3. 配备恒温 PID 闭环控制功能，红外激光测温功能，激光功率点检系统，提高激光使用效率和产品键合质量

1. 激光器：定制红外激光器
2. 可键合晶粒尺寸： $10\ \mu\text{m}^2$ - $100\ \mu\text{m}^2$
3. 转移精度：偏转角度  $< \pm 2^\circ$  落位精度  $< \pm 2\ \mu\text{m}$
4. 加工方式：全自动

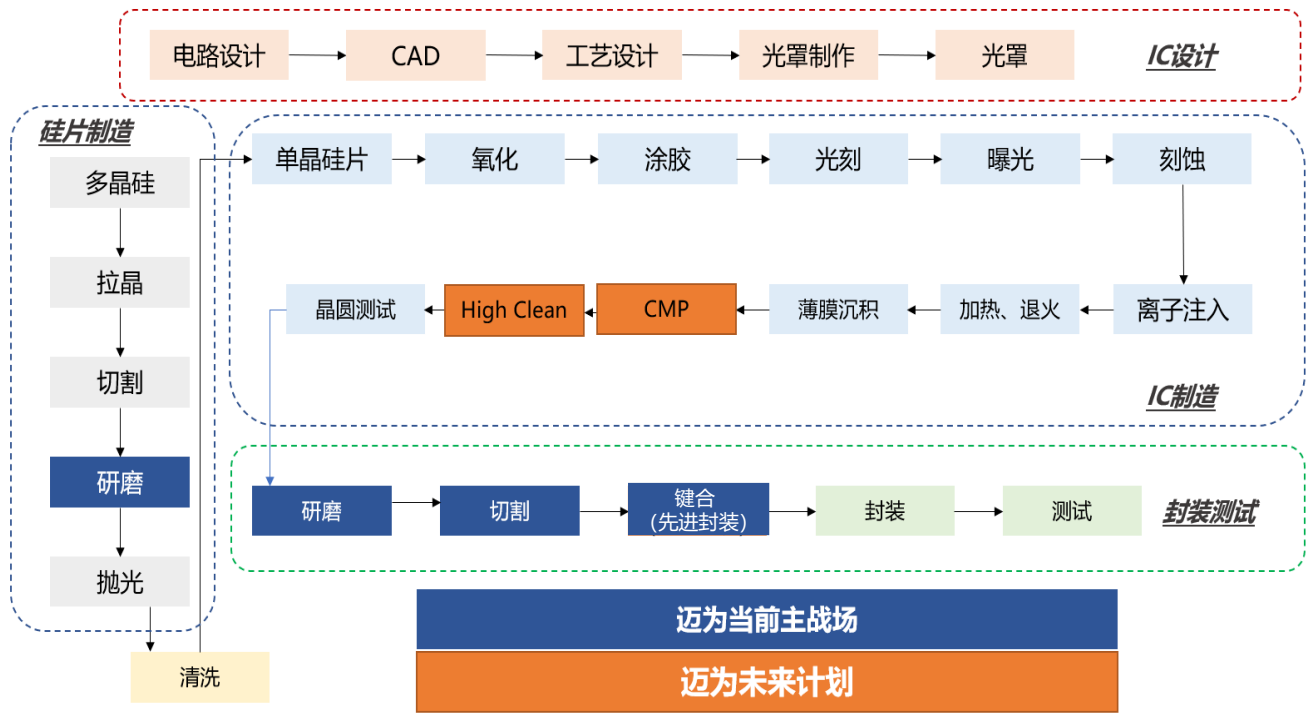
数据来源：公司官网，东吴证券研究所

## 4.2. 半导体封装设备：磨划设备对标日本 DISCO，先进键合设备研发突破

### 4.2.1. 迈为聚焦 2.5D/3D 先进封装及磨划整体解决方案

迈为可提供半导体封装磨划设备+耗材+工艺完整解决方案，近期成功开发出先进键合设备。通过自主研发创新，公司率先实现激光开槽、激光改质切割、刀轮切割、研磨、研抛一体设备（国内首款干抛式机台）等半导体晶圆磨划装备的国产化，聚焦半导体泛切割、2.5D/3D 先进封装，提供封装工艺整体解决方案。公司的多款半导体磨划装备已交付长电科技、华天科技、三安光电等客户并实现稳定量产。此外，公司还自主研制了主轴、超精密升降台等核心部件及磨轮、刀轮等主要耗材，可提供磨划设备+耗材+工艺完整解决方案。2024 年，公司成功开发出全自动晶圆临时键合机、晶圆激光解键合机以及全自动混合键合机等多款新品，在半导体先进键合设备领域取得突破。

图83: 迈为已布局硅片环节的研磨+封测环节的切磨抛和键合, 未来规划布局晶圆制造环节的 CMP&清洗



数据来源: 迈为股份公告, 东吴证券研究所

图84: 迈为股份半导体磨划设备产品矩阵



数据来源: 迈为股份官方微信公众号, 东吴证券研究所

图85: 迈为股份在半导体后道磨划环节所布局的关键耗材



数据来源: 迈为股份官方微信公众号, 东吴证券研究所

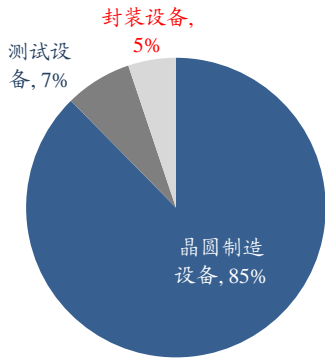
表23: 迈为股份半导体键合设备产品矩阵

设备名称	图例	简介	优势
MX-21D1 晶圆临时键合设备		用于 300mm 晶圆级临时键合工艺, 集成涂胶、洗边、晶圆翻转、预键合与键合等工艺单元。适用于 2.5D、3D 和 FO 12 英寸晶圆	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具备高精度洗边功能;</li> <li>2. 一个预键合腔托两个键合腔, 将键合效率提升 60%;</li> <li>3. 预键合配置光学识别;</li> <li>4. 键合配置主动与被动调平机构, 键合 TTV ≤ 5um;</li> <li>5. 热板配置高, 满足制程对烘烤产出的需求;</li> <li>6. 可兼容翘曲值 5mm 以下的晶圆加工</li> </ol>
MX-22D1 晶圆激光解键合设备		用于 300mm 晶圆级激光解键合工艺, 集成包括激光烧蚀、载片与晶圆分离、晶圆清洗、玻璃翻转与回收等工艺单元, 兼容 Frame 模式。适用于 2.5D、3D 和 FO 12 英寸晶圆	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自主光路设计, 平顶大激光光斑, 激光加工效率高;</li> <li>2. 激光景深 5mm, 具备光路变焦功能和垂直升降平台, 具备大翘曲晶圆激光解键合能力;</li> <li>3. 激光能量/功率双监控;</li> <li>4. 标准双清洗腔配置, 可按照客户需求增配, 具备溶剂加热功能, 可选配溶剂回收单元;</li> <li>5. 玻璃回收进 FOUP, 方便部分玻璃晶圆的回收整理</li> </ol>
MX-11D1 晶圆熔融键合设备		用于 300mm 晶圆级熔融/混合键合工艺, 集成 EFEM、等离子表面处理、表面亲水处理、高精度晶圆对准/键合、对准偏移红外量测、机械解键合等工艺单元。适用于 CIS、3D NAND、DRAM、Micro LED 等	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 整机模块化设计, 方便安装调试和维护;</li> <li>2. 配备高精度主动找平机构, 稳定性好;</li> <li>3. 超高精度微动/宏动台, Resolution &lt; 2nm;</li> <li>4. 内环境达 Class1 等级;</li> <li>5. 软件框架成熟, UI 设计简洁, 逻辑清晰, 功能丰富;</li> <li>6. 自制气浮块、柔性较链、微动/宏动台等关键部件</li> </ol>

数据来源: 迈为股份官方微信公众号, 东吴证券研究所

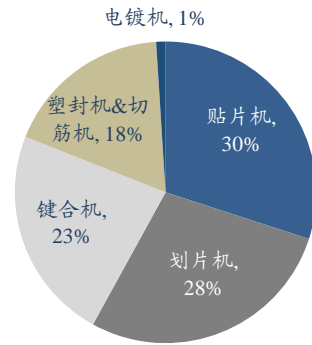
后道封装设备在半导体设备中的价值量占比约 5%，贴片机/划片机/键合机等为核心设备。根据 SEMI，2025 年全球半导体封装设备市场规模有望达 60 亿美元，其中固晶机（贴片机）占比 30%，划片机（切片机）占比 28%，键合机占比 23%。目前半导体封装设备的国产化率仅为 10%-20%，国产替代市场空间依然广阔。特别是对于迈为所布局的划磨和键合设备，目前仍分别被海外的 DISCO 和 EVG 所垄断，国内半导体产业链迫切需要迈为这样的先进设备制造商引领国产替代。

图86: 2022 年全球半导体封装设备价值量占比约 5%



数据来源: SEMI, 东吴证券研究所

图87: 2022 年封装设备中划片机/固晶机/键合机为核心



数据来源: SEMI, 东吴证券研究所

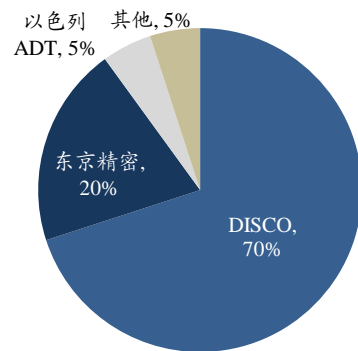
2023 年我国进口划片机金额为 3.0 亿美元, 同比+14%, 2017-2023 年 CAGR 为 8%, 全球减薄设备主要由日本企业主导, CR3 约 95%。DISCO、东京精密、以色列 ADT (已被光力科技收购) 等三家为半导体切片机龙头, 市占率合计约 95%。2021 年 DISCO 约占据 70% 市场份额, 东京精密次之, 划片机国产化率不足 5%。DISCO 刀轮切片机一台价格 300-500 万人民币左右, 激光切片机一台价格在 250 万人民币左右, 激光切片价格低于刀轮切片机的原因在于激光切片机体积较小, 且对精度没有过高的要求; 一台刀轮切片机切割 12 寸晶圆的产能大概为一个月 1 万片左右。

图88: 2023 年我国进口划片机金额为 3.0 亿美元, 同比 +14%



数据来源: 中国海关, 东吴证券研究所

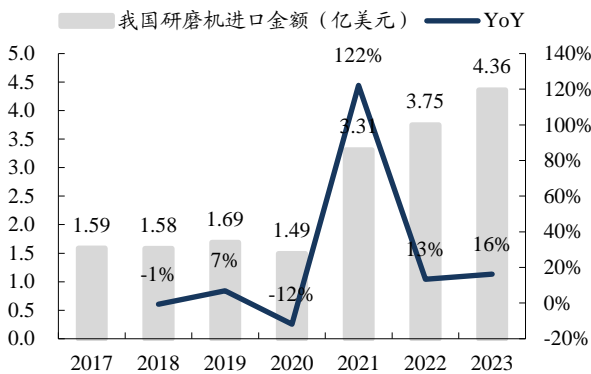
图89: 2021 年全球半导体划片机龙头为 DISCO, 市占率高达 70%



数据来源: SEMI, 东吴证券研究所

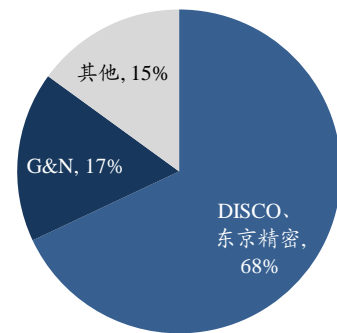
2023 年我国进口研磨机金额为 4.4 亿美元，同比+16%，2017-2023 年 CAGR 为 18%，全球减薄设备主要由日本企业主导，CR3 高达 85%。全球减薄机厂商主要包括日本 DISCO、东京精密、G&N 等，2022 年 CR2 约 68%，CR3 约为 85%，其中 DISCO 份额最高，占据全球主导地位。减薄机头部公司 DSICO、东京精密的单台设备在 400~500 万人民币左右，且该设备全自动化程度非常高，国内目前制造减薄机的厂商很少，包括个别研究所，如郑州第三研磨所、中电科，还有华海清科、迈为股份、晶盛机电等，国产减薄机价格也在 300 万人民币左右，一台减薄机一年产能在 6 万片左右，也与实际研磨量有关。

图90：2023 年我国进口研磨机金额为 4.4 亿美元，同比 +16%



数据来源：中国海关，东吴证券研究所

图91：减薄机海外龙头为 DISCO、东京精密等，2022 年 CR3 约 85%

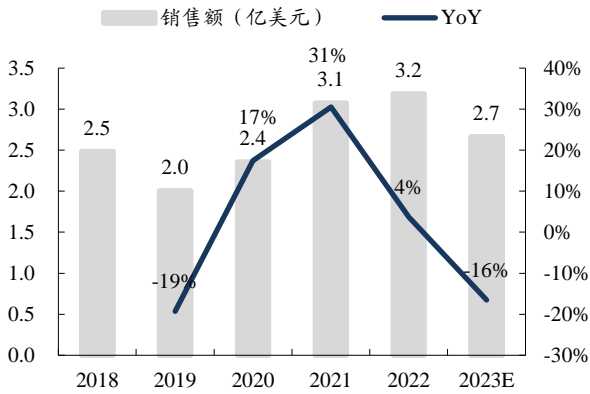


数据来源：SEMI，东吴证券研究所

根据 Yole，2023 年全球晶圆键合设备市场空间约 2.7 亿美元，2018-2023 年 CAGR 为 2%。全球晶圆键合设备消费市场主要集中在中国、日本、欧洲和美国等地区，其中中国半导体行业发展较快，晶圆键合设备销量份额最大，2022 年占据全球的 40%，日本占据 5%，而欧洲和美国分别占有 19%和 11%。

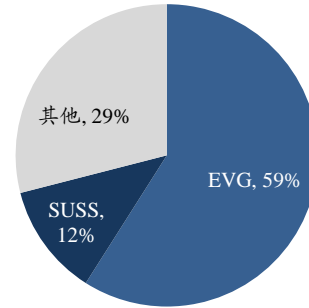
全球晶圆键合设备市场相对集中，海外龙头为 EVG、SUSS 等，2022 年 CR2 约 70%。国际市场上的晶圆键合设备主要生产商包括 EV Group、SUSS MicroTec、TEL、AML、Mitsubishi、Ayumi Industry、SMEE 等，奥地利 EV Group 为全球龙头企业，2022 年收入占据全球份额的 59%，德国 SUSS MicroTec 为全球第二大企业，占据全球市场的 12%，TEL、AML、Mitsubishi、Ayumi Industry、SMEE 等一共占有将近 29%的市场份额。从售价来看，国外临时键合机单台售价约为 2000 万人民币左右，解键合机单台售价 1000 万人民币左右，混合键合机单台售价 3000 万人民币左右。

图92: 2023年全球晶圆键合设备市场空间约2.7亿美元



数据来源: Yole, 东吴证券研究所

图93: 2022年晶圆键合设备海外龙头为EVG、SUSS等

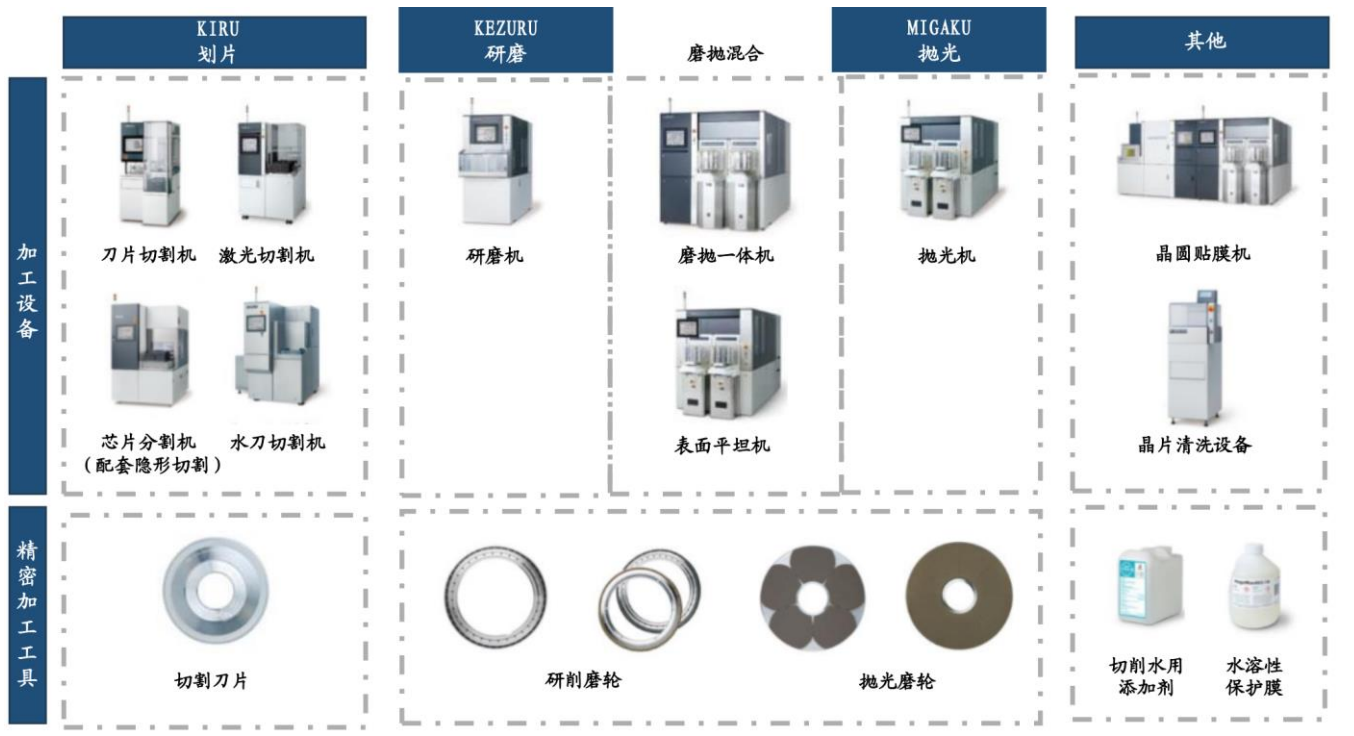


数据来源: Yole, 东吴证券研究所

4.2.2. 迈为磨划设备布局对标日本DISCO, 他山之石, 或可攻玉

DISCO 是全球领先的半导体切磨抛设备+耗材龙头。日本 DISCO 成立于 1937 年, 1956 年 DISCO 成功研发出日本首个超薄树脂砂轮, 至此 DISCO 开始专注于半导体切割、研磨工具与设备领域, 经过近 70 年发展, 现已成为半导体后道所用划片与减薄设备的全球领军者。围绕“切、磨、抛”系列, 公司主要设备产品包括划片机、研磨机、抛光机以及磨抛一体机, 耗材产品包括切割刀片、研削磨轮、抛光磨轮等。划片机领域, 公司在传统刀片切割、激光烧蚀切割和激光隐形切割均有布局, 可提供性能行业领先的划片机。磨抛领域, DISCO 独创出 TAIKO、DBG/SDBG 等更具优势的工艺。

图94: DISCO 产品矩阵包括划片机、研磨机、抛光机、精密加工工具等

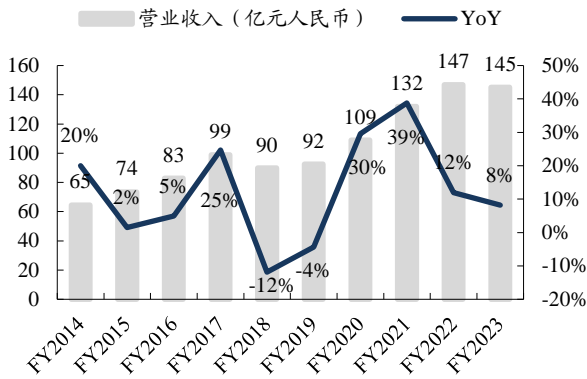


数据来源: DISCO 官网, 东吴证券研究所



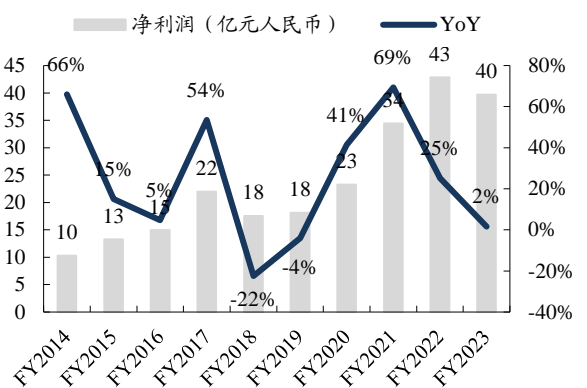
分地区来看，中国大陆为 DISCO 最大的收入来源，2023 财年占比 36%；分产品来看，2023 财年划片机和减薄机收入占比合计达 60%。2023 财年(2023.04.01-2024.03.31)，DISCO 实现营收 145 亿元人民币，同比+8%，其中来自中国大陆的收入占到 36%；分产品来看，划片机和减薄机为公司的主要产品，收入占比分别为 32%和 28%，其次为切磨抛所需的耗材，收入占比 22%。

图95: 2014-2023 财年 DISCO 营业收入 CAGR 为 9%



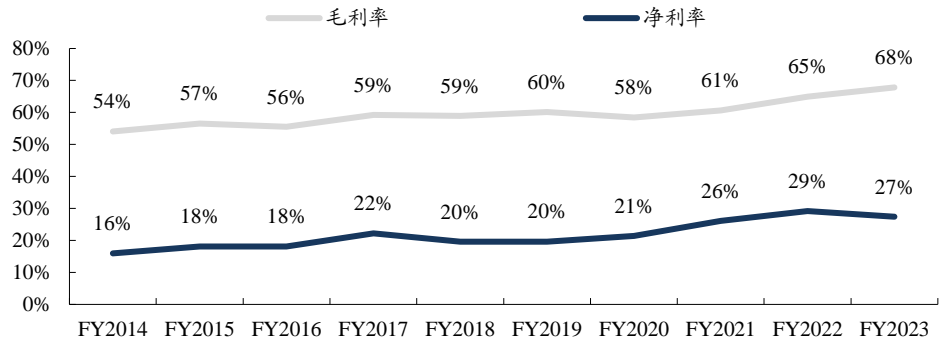
数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图96: 2014-2023 财年 DISCO 净利润 CAGR 为 16%



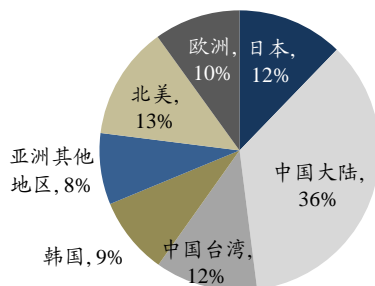
数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图97: 2014-2023 财年 DISCO 销售毛利率和净利率总体稳步提升，盈利能力优秀



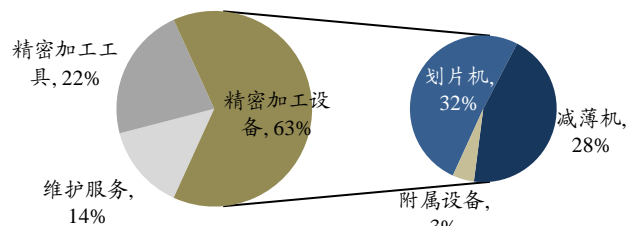
数据来源: Wind, 东吴证券研究所

图98: 2023 财年 DISCO 约 36%的收入来自中国大陆



数据来源: DISCO, 东吴证券研究所

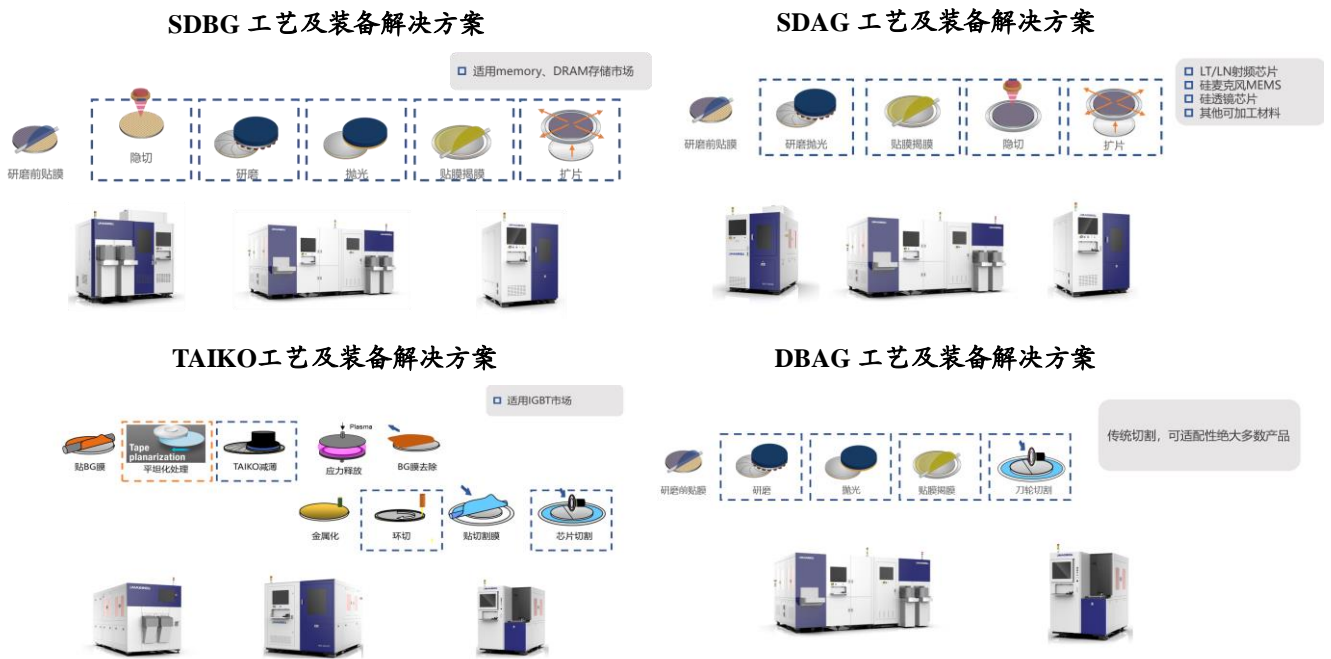
图99: 2023 财年 DISCO 精密加工设备收入占比约 63%



数据来源: DISCO, 东吴证券研究所

总体而言，领先的技术优势+切磨抛设备与耗材全套解决方案+完善的服务体系共同构筑起 DISCO 的高大护城河，迈为相比国内对手已具前二。参考 DISCO 的成功经验，迈为作为国内唯一可提供“设备+耗材+TAIKO、SDBG、SDAG、DBG/DBAG 等优势工艺”全套解决方案的供应商，目前产品已获得华天科技、长电科技等国内龙头企业的验证和认可，公司已迅速在半导体切磨抛设备这一小而美的细分赛道卡位，具有一定先发优势。展望未来，公司依靠自身在光伏、显示两大泛半导体行业所积累的庞大客户资源有望快速抢占半导体切磨抛设备市场份额，中期（5~10 年）在服务粘性的不断增强下，公司半导体切磨抛整体解决方案有望形成在中国乃至全球范围内的核心竞争力。

图100: 迈为股份可提供的半导体切磨抛工艺及装备解决方案

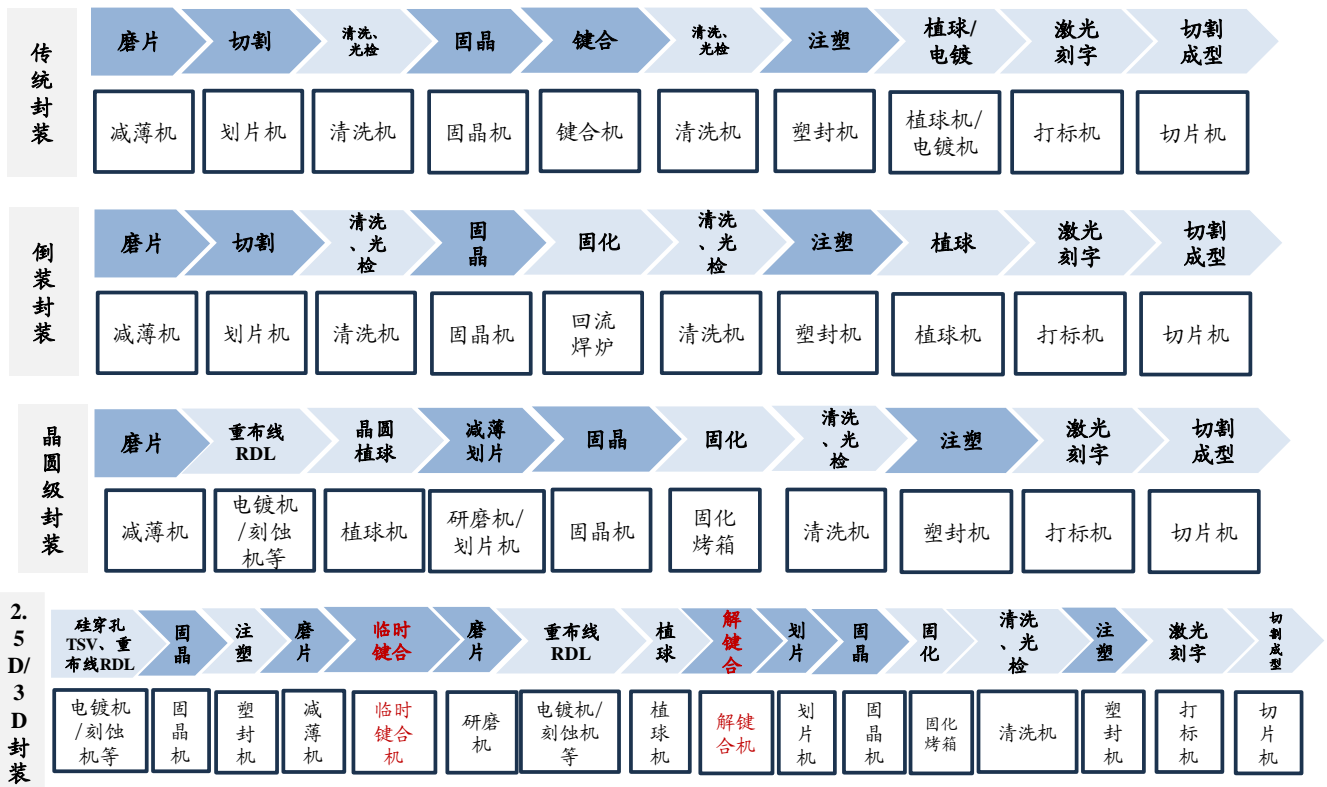


数据来源: 迈为股份官网, 东吴证券研究所

#### 4.2.3. 迈为先进键合设备研发突破, 适时迎合市场需求

临时键合&解键合是 2.5D/3D 先进封装背景下处理超薄晶圆背面制程工艺的关键支撑手段。随着 2.5D/3D 先进封装的广泛应用，晶圆朝着大尺寸、多芯片堆叠和超薄化方向发展，以实现更小封装尺寸、更优器件性能与散热性能。晶圆减薄（低于 100 μm）主要是为了满足 TSV 制造和多片晶圆 3D 堆叠键合总厚度受限的需求，但大尺寸薄化晶圆的柔性和易脆性使其很容易发生翘曲和破损，为了提高芯片制造的良率、加工精度和封装精度，需要一种支撑系统来满足苛刻的背面制程工艺（如光刻、刻蚀、钝化、溅射、电镀、回流焊和划切工序等），临时键合与解键合由此应运而生。

图101：临时键合与解键合是 2.5D/3D 先进封装的增量过程



数据来源：灼识咨询，东吴证券研究所

混合键合将成为下一代 HBM 中的重要工艺，迈为适时推出相应设备迎合市场需求。

熔融/混合键合工艺主要用于实现芯片堆叠中的垂直互联，它最大的特点是无凸块，结合了氧化物键合和金属键合的实现方式，能够在微观尺度上实现芯片间的互联互通，同时提供优异的电性能。随着生成式 AI 技术的蓬勃兴起，HBM 和 AI 芯片的发展之势锐不可当，混合键合将成为下一代 HBM 中的重要工艺。迈为股份近期成功开发出全自动晶圆临时键合设备和晶圆激光解键合设备，以及全自动混合键合设备等多款新产品，适时迎合市场需求，一旦下游客户验证顺利，产品有望快速推向市场。

## 5. 盈利预测与投资评级

### 5.1. 盈利预测

我们预测公司 2024-2026 年营业收入分别为 118.42/163.55/218.35 亿元，分别同比增长 46%/38%/34%，分业务来看：

(1) 成套丝网印刷：产品主要应用于 PERC、TOPCon 技术路线，迈为股份作为丝网印刷龙头，市占率保持在 50%+，但伴随着 2024 年 PERC 停止扩产、TOPCon 扩产大幅下滑，我们预计 2024-2026 年公司成套丝网印刷收入同比+22%/-61%/-86%，毛利率分别为 30%/29%/28%。

**(2) 单机丝网印刷:** 产品主要应用于 PERC、TOPCon 技术路线, 迈为股份作为丝网印刷龙头, 市占率保持在 50%+, 但伴随着 2024 年 PERC 停止扩产、TOPCon 扩产大幅下滑, 我们预计 2024-2026 年公司单机丝网印刷收入同比+40%/-40%/-25%, 毛利率分别为 25%/25%/25%。

**(3) HJT 整线设备:** 我们预计 2024-2026 年 HJT 设备收入同比增长 77%/126%/52%。毛利率方面, 考虑到公司是当前 HJT 整线设备的龙头, 在下游 HJT 电池片全面产业化初期, 设备价格相对较高, 假设毛利率为 34%左右。

**(4) 显示&半导体设备:** 根据前文分析, 公司在显示和半导体设备领域加速布局, 近期取得头部客户订单、新产品研发顺利, 有望快速反应到收入端, 我们预计 2024-2026 年显示&半导体设备收入同比增长 100%/40%/40%。参考显示和半导体设备同行业毛利率水平, 结合公司费用管控能力, 假设 2024-2026 年该业务毛利率保持在 45%。

**(5) 配件及其他:** 预计 2024-2026 年配件及其他业务收入同比增长 5%/5%/5%, 毛利率保持在 30%。

图102: 公司营业收入拆分表

公司业务分拆 (单位: 亿元)		2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
成套丝网印刷	营业收入	31.78	37.39	45.78	18.00	2.47
	同比 (%)	19%	18%	22%	-61%	-86%
	毛利率 (%)	38%	30%	30%	29%	28%
单机丝网印刷	营业收入	4.35	5.46	7.64	4.59	3.44
	同比 (%)	58%	26%	40%	-40%	-25%
	毛利率 (%)	40%	32%	25%	25%	25%
HJT 设备	营业收入	2.1	33.6	59.4	134.4	204.6
	同比 (%)		1500%	77%	126%	52%
	毛利率 (%)		32%	33%	34%	34%
显示&半导体设备	营业收入	0.58	0.98	1.96	2.74	3.84
	同比 (%)	30%	30%	100%	40%	40%
	毛利率 (%)	46%	45%	45%	45%	45%
配件及其他	营业收入	2.67	3.46	3.63	3.81	4.01
	同比 (%)	81%	30%	5%	5%	5%
	毛利率 (%)	59%	30%	30%	30%	30%
合计	营业收入	41.48	80.89	118.42	163.55	218.35
	同比 (%)	34%	95%	46%	38%	34%
	毛利率 (%)	38%	31%	32%	33%	34%

数据来源: Wind, 东吴证券研究所

## 5.2. 投资建议

可比公司方面，我们选取国内同行业平台化业务布局相近、综合实力较强的奥特维、晶盛机电、帝尔激光、捷佳伟创。迈为股份作为 HJT 整线设备龙头受益于 HJT 电池加速扩产，长期泛半导体领域布局打开成长空间。我们基本维持公司 2024-2026 年的归母净利润为 12/18/25 亿元，对应当前股价 PE 为 17/11/8 倍，维持“买入”评级。

图103: 可比公司估值表

2024/9/20		收盘价 (元/股)	市值 (亿元)	归母净利润(亿元)				PE			
代码	公司			2022	2023	2024E	2025E	2022	2023	2024E	2025E
688516.SH	奥特维	36.09	113	7.13	12.56	18.38	23.50	16	9	6	5
300316.SZ	晶盛机电	22.94	300	29.24	45.58	45.84	53.82	10	7	7	6
300776.SZ	帝尔激光	42.90	117	4.11	4.61	6.07	7.71	28	25	19	15
300724.SZ	捷佳伟创	46.72	163	10.47	16.34	26.18	35.31	16	10	6	5
行业均值									18	13	10
300751.SZ	迈为股份	71.87	201	8.62	9.14	12.10	18.07	23	22	17	11

数据来源: Wind, 东吴证券研究所(注: 奥特维、晶盛机电、捷佳伟创、迈为股份、帝尔激光均为东吴预测)

## 6. 风险提示

**1、下游扩产不及预期:** 公司目前的主营产品为光伏电池片丝网印刷生产线成套设备，产品销售与下游光伏电池片行业扩产情况密切相关，特别是 HJT 电池片的扩产节奏对公司而言至关重要。若 HJT 电池扩产节奏不及预期，公司将面临订单下滑风险。

**2、新品拓展不及预期:** 若公司的 HJT 电池设备以及显示&半导体领域新产品的市场推广或客户拓展不及预期，可能对公司业绩造成不良影响。

## 迈为股份三大财务预测表

资产负债表 (百万元)					利润表 (百万元)				
	2023A	2024E	2025E	2026E		2023A	2024E	2025E	2026E
<b>流动资产</b>	<b>19,503</b>	<b>26,925</b>	<b>35,981</b>	<b>47,175</b>	<b>营业总收入</b>	<b>8,089</b>	<b>11,842</b>	<b>16,355</b>	<b>21,835</b>
货币资金及交易性金融资产	4,252	7,862	10,748	14,224	营业成本(含金融类)	5,621	8,106	10,928	14,451
经营性应收款项	3,967	6,525	8,766	11,703	税金及附加	38	59	82	109
存货	10,781	11,992	15,867	20,588	销售费用	667	1,007	1,374	1,791
合同资产	0	0	0	0	管理费用	197	355	474	611
其他流动资产	503	546	600	660	研发费用	763	1,184	1,619	2,140
<b>非流动资产</b>	<b>3,714</b>	<b>3,745</b>	<b>3,721</b>	<b>3,574</b>	财务费用	(64)	6	8	8
长期股权投资	57	69	77	87	加:其他收益	196	237	164	109
固定资产及使用权资产	898	1,528	1,801	1,843	投资净收益	22	0	0	0
在建工程	1,320	710	405	207	公允价值变动	0	0	0	0
无形资产	271	270	270	270	减值损失	(119)	0	0	0
商誉	0	0	0	0	资产处置收益	0	0	0	0
长期待摊费用	59	59	59	59	<b>营业利润</b>	<b>967</b>	<b>1,362</b>	<b>2,034</b>	<b>2,835</b>
其他非流动资产	1,108	1,108	1,108	1,108	营业外净收支	6	0	0	0
<b>资产总计</b>	<b>23,217</b>	<b>30,670</b>	<b>39,702</b>	<b>50,749</b>	<b>利润总额</b>	<b>973</b>	<b>1,362</b>	<b>2,034</b>	<b>2,835</b>
<b>流动负债</b>	<b>15,208</b>	<b>21,503</b>	<b>28,807</b>	<b>37,445</b>	减:所得税	99	204	305	425
短期借款及一年内到期的非流动负债	594	217	197	177	<b>净利润</b>	<b>875</b>	<b>1,158</b>	<b>1,729</b>	<b>2,410</b>
经营性应付款项	4,822	7,486	10,303	13,328	减:少数股东损益	(39)	(52)	(78)	(109)
合同负债	8,455	12,194	16,439	21,740	<b>归属母公司净利润</b>	<b>914</b>	<b>1,210</b>	<b>1,807</b>	<b>2,518</b>
其他流动负债	1,337	1,606	1,868	2,199	每股收益-最新股本摊薄(元)	3.27	4.33	6.47	9.01
非流动负债	951	951	951	951	EBIT	881	1,131	1,878	2,733
长期借款	811	811	811	811	EBITDA	1,004	1,316	2,116	3,002
应付债券	0	0	0	0	毛利率(%)	30.51	31.55	33.18	33.82
租赁负债	5	5	5	5	归母净利率(%)	11.30	10.22	11.05	11.53
其他非流动负债	135	135	135	135	收入增长率(%)	94.99	46.40	38.11	33.51
<b>负债合计</b>	<b>16,160</b>	<b>22,455</b>	<b>29,759</b>	<b>38,396</b>	归母净利润增长率(%)	6.03	32.44	49.26	39.40
归属母公司股东权益	7,119	8,330	10,136	12,655					
少数股东权益	(62)	(114)	(193)	(301)					
<b>所有者权益合计</b>	<b>7,057</b>	<b>8,215</b>	<b>9,944</b>	<b>12,353</b>					
<b>负债和股东权益</b>	<b>23,217</b>	<b>30,670</b>	<b>39,702</b>	<b>50,749</b>					

现金流量表 (百万元)					重要财务与估值指标				
	2023A	2024E	2025E	2026E		2023A	2024E	2025E	2026E
经营活动现金流	755	4,202	3,120	3,617	每股净资产(元)	25.51	29.85	36.32	45.35
投资活动现金流	(1,876)	(216)	(214)	(122)	最新发行在外股份(百万股)	279	279	279	279
筹资活动现金流	815	(376)	(20)	(20)	ROIC(%)	10.41	10.85	15.80	19.12
现金净增加额	(305)	3,610	2,887	3,475	ROE-摊薄(%)	12.84	14.53	17.82	19.90
折旧和摊销	123	185	238	269	资产负债率(%)	69.60	73.21	74.95	75.66
资本开支	(1,452)	(205)	(205)	(113)	P/E (现价&最新股本摊薄)	21.97	16.59	11.12	7.97
营运资本变动	(337)	2,859	1,154	939	P/B (现价)	2.82	2.41	1.98	1.58

数据来源:Wind,东吴证券研究所,全文如无特殊注明,相关数据的货币单位均为人民币,预测均为东吴证券研究所预测。

## 免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（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客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴证券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并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。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。

## 东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证 50 指数），具体如下：

公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15% 以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5% 与 15% 之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -5% 与 5% 之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -15% 与 -5% 之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 -15% 以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于基准 5% 以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对基准 -5% 与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于基准 5% 以上。

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应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所  
苏州工业园区星阳街 5 号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>