

罗博特科 (300757)

光伏电池片自动化设备龙头，拓展电镀铜&光模块设备迈向新征程

增持 (首次)

2023年07月02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 刘晓旭

执业证书: S0600523030005
liuwx@dwzq.com.cn

研究助理 李文意

执业证书: S0600122080043
liwenyi@dwzq.com.cn

盈利预测与估值	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入 (百万元)	903	1,580	2,374	2,890
同比	-17%	75%	50%	22%
归属母公司净利润 (百万元)	26	100	161	209
同比	156%	283%	61%	30%
每股收益-最新股本摊薄 (元/股)	0.24	0.91	1.46	1.89
P/E (现价&最新股本摊薄)	372.07	97.20	60.38	46.45

关键词: #第二曲线 #新产品、新技术、新客户

投资要点

- **光伏电池片自动化设备龙头，内生外延寻找新增长曲线:** 罗博特科传统主营为光伏电池片自动化设备 (辅助硅片上下料) 及智能制造系统，2018-2022 年二者占营收比重合计达 90%+，毛利率基本维持在 15%-25%，2020 年公司参股 ficonTEC 提供硅光光模块封装与测试设备，2023 年与国电投就光伏电镀铜达成战略合作。受疫情影响推迟设备验收、行业竞争加剧带来部分低毛利订单影响，公司过去业绩略有波动，2018-2022 年营收规模由 6.6 亿元增长至 9 亿元，CAGR 为 8%，归母净利润 2020-2021 年承压为负，2022 年扭亏为盈约 0.3 亿元，随着疫情和低毛利订单影响逐步消除、新业务放量，公司业绩有望逐步修复。
- **光伏电池片自动化设备受益 N 型技术变革，龙头设备商地位稳固:** N 型薄片化趋势对自动化设备提出更高要求，自动化设备在 PERC 产线中占比约 10-11%，TOPCon 约 14-15%，HJT 处于二者之间，我们预计到 2025 年光伏电池片自动化设备新增市场空间为 203 亿元，2022-2025 年 CAGR 为 34%。罗博特科拥有六大核心技术，针对薄片化趋势进行前瞻性技术储备，目前已经拥有处理超薄片的技术能力，可处理 100um 厚度硅片。
- **由光伏自动化设备切入电镀铜设备，先发优势明显:** 公司推出独创的插片式电镀方案，2023 年 1 月与国电投就铜栅线异质结电池 VDI 电镀方案达成战略合作，第一阶段的设备可行性验证结果超出预期，第二阶段验证的各项指标已基本达到了公司与国电投新能源的协议指标，公司与国电投新能源将在前述指标的基础上进一步合作并优化方案，6 月向头部客户出货的电镀铜设备单台产能从 600MW 到 1GW 提升，减少了 20% 的单线占地面积，同时公司将在 23Q2 末完成对图形化方案的内部可行性实验评估，加速打造铜电镀整体解决方案。
- **参股 ficonTEC 布局泛半导体设备领域，受益光模块需求高增:** ficonTEC 产品覆盖微光学以及光电器件贴片、耦合、测试、堆叠、光纤预制等光芯片、光电子器件及光模块设备，ficonTEC 全球范围内累计交付设备超 1000 台，在硅光领域市占率超 50%。2023 年以 ChatGPT 为代表的 AIGC 对算力提出了更高要求，为光模块需求带来巨大增量，我们预计到 2027 年硅光模块设备市场空间 240 亿元，2022-2027 年 CAGR 为 50%。罗博特科间接持股 ficonTEC 17.51%，待收购计划重启可实现完全控股。
- **盈利预测与投资评级:** 暂未考虑电镀铜设备&光模块设备业绩贡献，我们预计罗博特科 2023-2025 年归母净利润为 1.0/1.6/2.1 亿元，当前股价对应动态 PE 分别 97/60/46 倍。公司光伏电池片自动化设备业务稳定增长，光伏电镀铜设备&光模块设备有望开启新增长曲线，首次覆盖给予“增持”评级。
- **风险提示:** 下游装机量和扩产不及预期，新品拓展不及预期。

股价走势



市场数据

收盘价(元)	88.01
一年最低/最高价	37.88/99.30
市净率(倍)	11.11
流通 A 股市值(百万元)	9,153.04
总市值(百万元)	9,727.83

基础数据

每股净资产(元,LF)	7.92
资产负债率(% ,LF)	60.26
总股本(百万股)	110.53
流通 A 股(百万股)	104.00

相关研究

内容目录

1. 罗博特科：光伏电池片自动化设备龙头，内生外延寻找新增长曲线	5
1.1. 巩固自动化设备龙头地位，进军电镀铜&光模块领域	5
1.2. 股权结构稳定，团队凝聚力强	6
1.3. 疫情后业绩恢复增长，盈利能力持续提升	8
2. 光伏电池片自动化设备受益于 N 型技术变革，龙头设备商地位稳固	9
2.1. 随着光伏电池制造产能的不断攀升，自动化设备已成不可或缺的重要设备，为连接各 工序段的关键	9
2.2. N 型硅片薄片化趋势明显，对自动化设备要求提升	10
2.3. 公司为光伏电池片自动化设备龙头，技术&客户优势显著	12
2.3.1. 掌握六大核心技术，积极顺应薄片化趋势	12
2.3.2. 客户资源深厚，龙头设备商地位稳固	14
2.3.3. 提供智能制造系统，由设备商进阶到智能工厂解决方案提供商	15
3. 由自动化设备切入电镀铜，先发优势明显	16
3.1. N 型电池逐渐成为主流，电镀铜助推降本增效	16
3.2. 电镀铜核心在于图形化和金属化，我们预计 2025 年电镀铜设备市场空间达 30 亿元 ..	18
3.3. 独创电镀方案&延伸布局图形化，罗博特科先发优势显著	21
3.3.1. 坚实下游客户基础推动电镀铜技术验证+优化正反馈	21
3.3.2. 依托自动化领域经验，独创 VDI 和 HDI 电镀方案构建技术壁垒	21
3.3.3. 图形化已有技术储备，电镀铜产业化有望加速	24
4. 参股 ficonTEC 布局泛半导体设备领域，受益光模块需求高增	25
4.1. 间接持股 ficonTEC 18%的股权，后续有望全资控股	25
4.2. AIGC 拔高算力的增长曲线，拉动光模块设备需求暴增	29
4.3. 光模块产品升级，ficonTEC 迎来国内市场拓展机会	35
5. 盈利预测与投资评级	38
6. 风险提示	39

图表目录

图 1: 罗博特科巩固高端光伏自动化设备龙头地位, 进军光伏电镀铜&光模块设备领域	5
图 2: 自动化设备为营收主要来源, 占比 60-85%	6
图 3: 自动化设备毛利率疫情后逐步恢复至 20%以上	6
图 4: 公司股权结构稳定, 实控人戴军直接及间接持有约 20%股权、37%表决权 (截至 2023/3/31)	7
图 5: 2018-2022 年公司营收 CAGR 为 8%	8
图 6: 2018-2022 年公司归母净利润 CAGR 为 -28%	8
图 7: 2017-2022 年毛利率、销售净利率先降后升	9
图 8: 2017-2022 年期间费用率先升后降	9
图 9: 罗博特科光伏电池片自动化设备和检测设备所处的工序段	9
图 10: G12 硅片薄片化技术路线图 (单位: 微米)	11
图 11: 我们预计到 2025 年光伏电池片自动化设备新增市场空间为 203 亿元, 2023-2025 年 CAGR 为 34%	12
图 12: 罗博特科拥有深厚的客户资源	15
图 13: 罗博特科整厂智能化系统技术架构图	15
图 14: 电镀铜的电极与 TCO 接触性能更优	16
图 15: 电镀铜的电极拥有更细的线宽及更高的高宽比	16
图 16: 与银包铜相比, 电镀铜尚不具备显著降本优势, 因耗材&设备折旧成本较高 (HJT M6 规格、同一栅线图形)	17
图 17: 银价上涨 43%以上、银浆含税价 9295 元以上时, 电镀铜量产的经济性得以凸显	17
图 18: 电镀铜整体工艺流程	18
图 19: 掩膜类光刻与激光直写技术原理对比	18
图 20: 直写光刻技术原理示意图	18
图 21: 电镀方案——水平电镀与垂直电镀	20
图 22: 罗博特科电镀铜进展情况	21
图 23: 插入式方案的电镀步骤及专利内容拆解	22
图 24: 罗博特科插片式电镀设备 (公司独创铜栅线异质结电池 VDI/HDI 电镀技术方案)	23
图 25: 罗博特科 RTA-CPH/24000, 1GW 电镀铜工艺厂务及材料成本测算	24
图 26: 截至 2023 年 6 月 26 日罗博特科间接持股 ficonTEC 17.51%股权	26
图 27: ficonTEC 产品系列覆盖微光器件贴片、耦合、测试、堆叠工艺	27
图 28: 2022 年营业收入约 3860 万欧元	28
图 29: 2022 年净利润 95 万欧元, 净利率约 2.5%	28
图 30: 光模块内部结构及工作原理	29
图 31: 光模块是光通信产业链中游的关键节点	30
图 32: 2015 年大规模时代训练算力的要求提高了 10 到 100 倍, 翻倍时间约为 10 个月	31
图 33: 2022 年全球光模块市场规模约 130 亿美元	31
图 34: 2022 年中国光模块市场规模约 38 亿美元	31
图 35: 全球硅光模块市场占比将从 2022 年的 24% 增加到 2028 年的 44%	32
图 36: 2025 年 800G 光模块市场占比最大, 约 50%	33
图 37: CPO 与传统可插拔技术的区别	33
图 38: 2026 年 CPO 市场规模约 10 亿美元	33
图 39: 国内厂商在 800G、1.6T 光模块, 以及 CPO 封装技术的布局	34

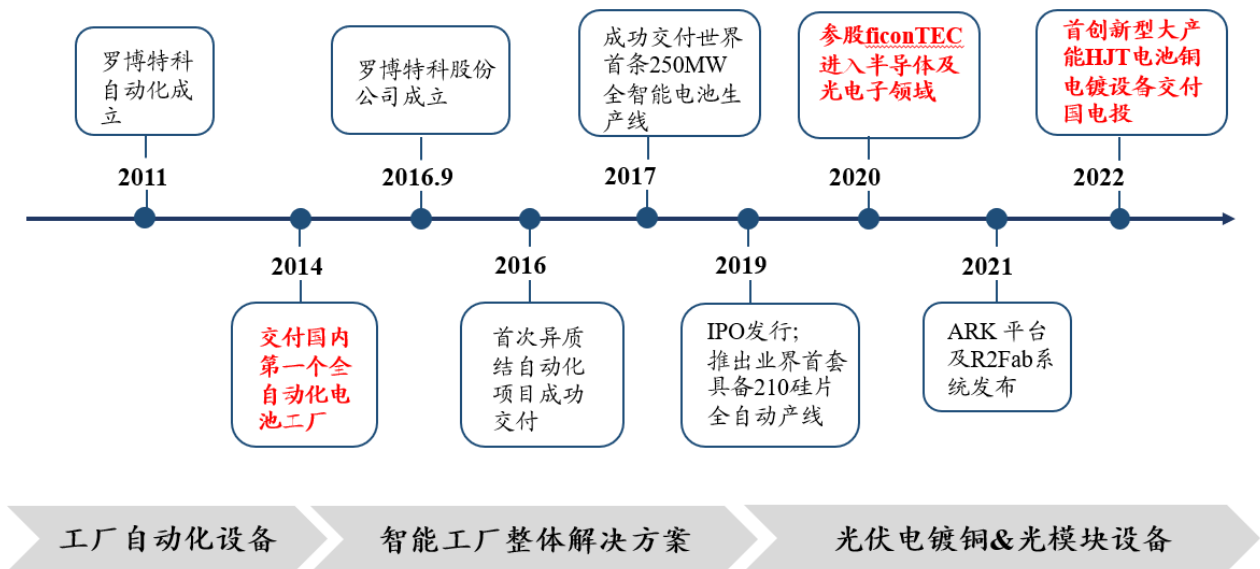
图 40: finconTEC 具有高精度、高效率、模块化、工艺积累的核心技术优势.....	36
图 41: finconTEC 和罗博特科可实现生产、研发、客户业务整合.....	37
表 1: 罗博特科主营业务.....	6
表 2: 罗博特科向创始人戴军和王宏军定向发行情况.....	7
表 3: 2021 年股权激励方案业绩考核指标.....	7
表 4: 罗博特科光伏自动化设备主营产品.....	10
表 5: 罗博特科六大核心技术.....	12
表 6: 罗博特科主要产品的性能指标处于行业领先水平.....	14
表 7: 垂直电镀和水平电镀的优缺点.....	19
表 8: 我们预计 2025 年电镀铜设备市场空间达 30 亿元, 2023-2025 年 CAGR 达 279%.....	20
表 9: 罗博特科三种电镀机型规格及参数.....	23
表 10: 全球光模块 TOP10 榜单, 国内厂商占据 7 席, 旭创科技位列榜首.....	28
表 11: 我们预计到 2027 年硅光模块设备市场空间为 240 亿元, 2022-2027 年 CAGR 为 50%.35	
表 12: finconTEC 光模块、硅光模块的竞对分析.....	36
表 13: 公司分业务收入预测 (百万元).....	38
表 14: 可比公司估值 (截至 2023/6/30 收盘价).....	39

1. 罗博特科：光伏电池片自动化设备龙头，内生外延寻找新增长曲线

1.1. 巩固自动化设备龙头地位，进军电镀铜&光模块领域

罗博特科以光伏自动化设备起家，拓展电镀铜、光模块设备等领域产品布局。公司传统主业为光伏电池片自动化设备，主要为光伏电池片的工艺设备提供配套自动化、智能化设备，如硅片的上下料、出入库等，并能够提供整厂智能化工厂系统等解决方案；2020年参股 ficonTEC 进军光模块设备领域，提供高速硅光模块封装与测试设备；2023年与国电投就光伏电镀铜达成战略合作，成功交付业界首创新型大产能异质结电池电镀铜设备，光伏产品布局拓展至电镀铜领域，有望开启新增长曲线。

图1：罗博特科巩固高端光伏自动化设备龙头地位，进军光伏电镀铜&光模块设备领域



数据来源：罗博特科官网，东吴证券研究所

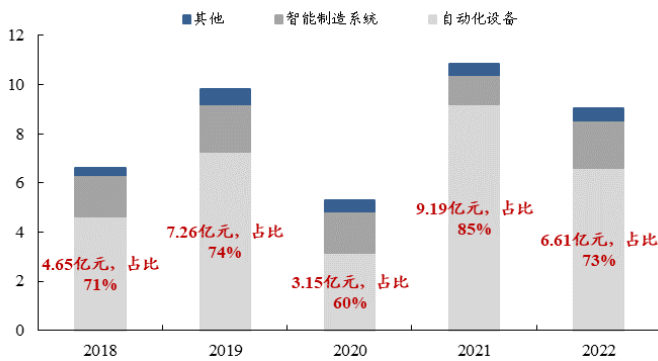
罗博特科主营业务为自动化设备及智能制造系统，2018-2022年二者占营收比重合计达90%+。2018-2022年罗博特科营收第一大来源为自动化设备，占比约60%-85%，主要为光伏电池片提供配套辅助设备，第二大来源为智能制造系统，占比约20%-30%，二者占比合计约90%+；除了2020年受疫情影响，2018-2022年自动化设备和智能制造系统的毛利率基本维持在15%-25%左右，其中自动化设备毛利率疫情后逐步恢复至20%以上。

表1: 罗博特科主营业务

主要业务	主要产品	具体产品/整体解决方案	下游主要应用领域
工业自动化设备	智能自动化设备	光伏电池自动化设备（刻蚀制绒/碱抛/扩散/LPCVD/PEPOLY/PECVD/背钝化/测试分选等工艺段）	光伏
	智能装配、测试设备及系统	单晶圆清洗刻蚀系统/单晶圆涂胶系统 大功率激光器封装与测试系统、高速硅光光模块封装与测试系统 高速晶圆测试系统	电子及半导体 电子及半导体 电子及半导体
	智能仓储及物料转运系统	智能料仓 智能物料转运系统	光伏、电子及半导体 光伏、电子及半导体
智能工厂系统	工业执行系统软件	智能制造系统 R ² Fab	光伏、电子及半导体
高效电池解决方案		光伏清洗工艺设备	光伏
		铜互联 HJT 电池整体解决方案（业务切入进程中）	光伏

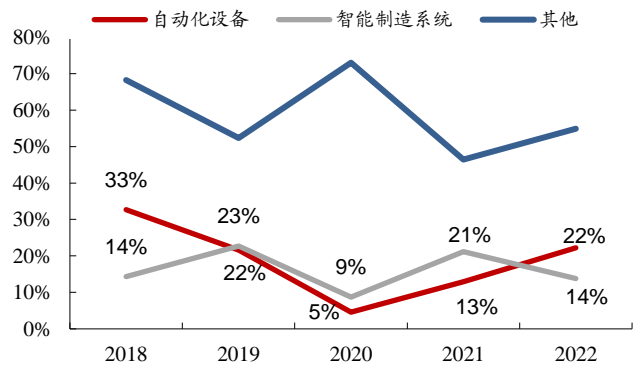
数据来源：罗博特科公告，东吴证券研究所

图2: 自动化设备为营收主要来源，占比 60-85%



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图3: 自动化设备毛利率疫情后逐步恢复至 20%以上



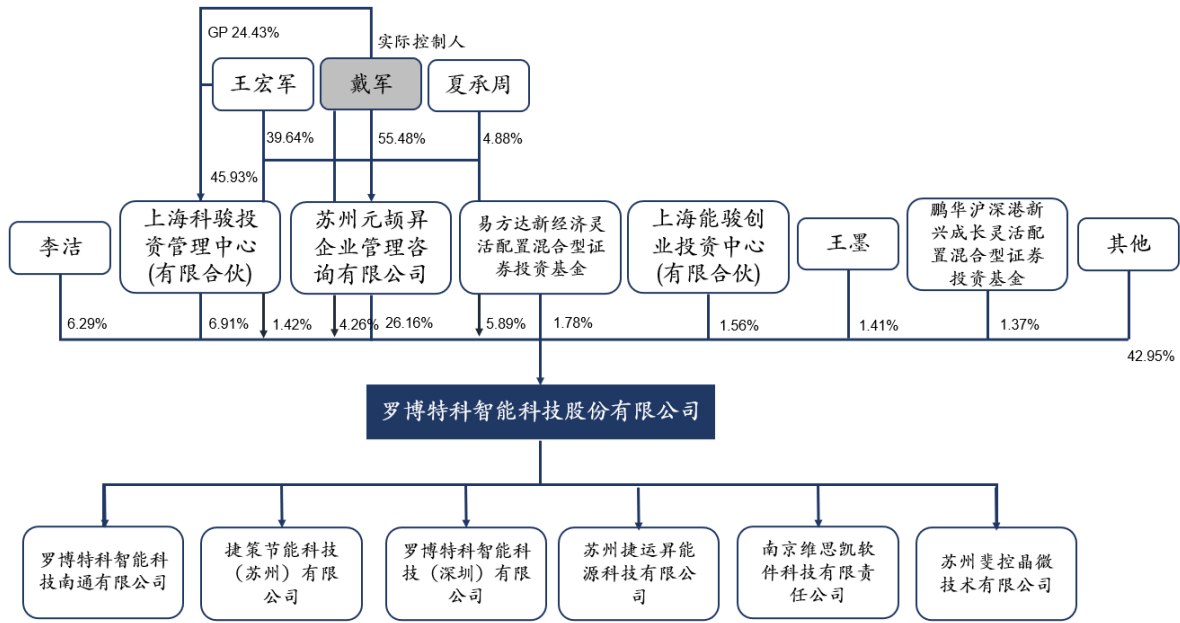
数据来源：Wind，东吴证券研究所

1.2. 股权结构稳定，团队凝聚力强

公司股权结构稳定，实控人戴军直接及间接持有约 20%股权、37%表决权。截至 2023 年 3 月 31 日，公司第一大股东为苏州元颀昇持股 26.2%，实控人为戴军，系罗博特科主要创办人之一，根据企查查，截至 2023 年 3 月 31 日实控人戴军直接及间接持有罗博特科约 20%股权、37%表决权。

创始人戴军和王宏军以自有资金认购公司股份，彰显对未来成长信心。2021 年 11 月罗博特科向特定对象戴军和王宏军发行股票，募集资金 2 亿元，创始人戴军和王宏军全部以现金方式认购，扣除发行费用后的净额 1.97 亿元全部用于补充流动资金，认购股份自发行结束之日起 36 个月内不得转让，彰显公司实控人对未来成长的信心。

图4: 公司股权结构稳定, 实控人戴军直接及间接持有约 20% 股权、37% 表决权 (截至 2023/3/31)



数据来源: 企查查, 罗博特科公告, 东吴证券研究所

表2: 罗博特科向创始人戴军和王宏军定向发行情况

序号	发行对象	认购股份数量 (股)	认购金额 (亿元)
1	戴军	4,709,577	1.5
2	王宏军	1,569,859	0.5
合计		6,279,436	2.0

数据来源: 罗博特科公告, 东吴证券研究所

实施股权激励, 利于提高团队凝聚力。2021 年 12 月公司推出限制性股票激励计划, 激励对象包括公司董事、核心技术人员等共 51 人, 合计授予 254.5 万股, 占当时股本总额的 2.3%, 授予价格 29.81 元/股, 主要考核 2022-2024 年公司的营业收入, 触发值分别为 13/18/24 亿元, 同比增速约为 20%/38%/33%, 目标值分别为 16/21/29 亿元, 同比增速约 47%/31%/38%。2022 年公司实际营收约 9 亿元, 未达到激励计划业绩考核指标的触发值 13 亿元。

表3: 2021 年股权激励方案业绩考核指标

解除限售安排	对应考核年度	营业收入 (亿元)	
		目标值 (Am)	触发值 (An)
第一个解除限售期	2022	16	13
第二个解除限售期	2023	21	18
第三个解除限售期	2024	29	24

数据来源: 罗博特科公告, 东吴证券研究所

1.3. 疫情后业绩恢复增长，盈利能力持续提升

受疫情和行业竞争加剧影响，公司营收略有波动。2018-2022 年营收规模由 6.6 亿元增长至 9 亿元，CAGR 为 8%。2020 年收入下降主要受疫情影响，加之行业竞争加剧等不利影响；2022 年营收下降主要为国内外不利形势影响下，项目开发、原材料采购、生产制造、运输物流、安装调试等环节均受到不同程度的负面影响，使得产品完成交付达到确认收入条件有所延迟。

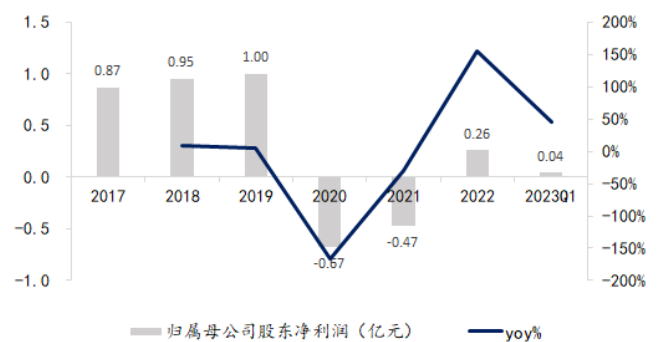
通过提升综合毛利率、双轮驱动战略、提高订单质量实现业绩扭亏为盈。2018-2022 年归母净利润由 1 亿元降至 0.3 亿元，CAGR 为-28%，其中 2020 年归母净利润约为-0.67 亿元，一是新冠疫情影响下收入确认延迟，营收下降；二是下游光伏行业整体大幅压缩产品生产成本，公司产品价格呈下降趋势；三是市场竞争加剧，公司为满足客户整体自动化设备配套需求提供相应低附加值甚至毛利为负的产品。2022 年归母净利润约为 0.26 亿元，实现扭亏为盈，一是公司综合毛利率提升，二是确定“清洁能源+泛半导体业务”双轮驱动的总休发展战略，三是订单质量提高，回款情况良好。截止 2022 年度报告披露日，公司在手订单约 12.7 亿元，主营业务发展动力强劲。

图5：2018-2022 年公司营收 CAGR 为 8%



数据来源：Wind，东吴证券研究所

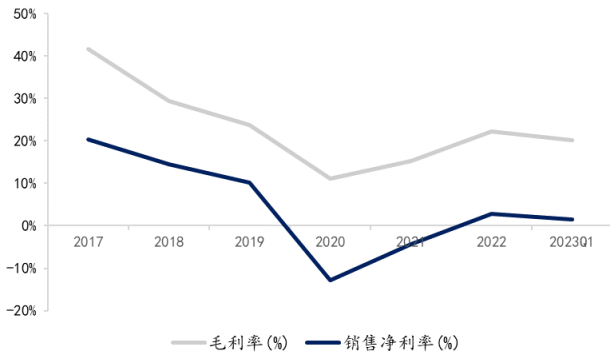
图6：2018-2022 年公司归母净利润 CAGR 为-28%



数据来源：Wind，东吴证券研究所

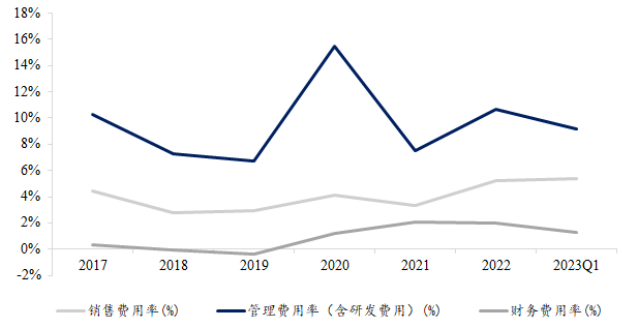
产品结构优化&控费能力优异，盈利能力有望持续提升。2018-2022 年公司毛利率先降后升，2022 年公司综合毛利率为 22%，同比+7pct，主要系公司优化产品结构，策略性剥离低毛利业务、倾斜高毛利订单；2018-2022 年期间费用率先升后降，2020 年管理费用率高达 16%，主要系当年营收受疫情影响下降较大，管理费用绝对金额略有提升，2022 年期间费用率为 18%，同比+5pct，主要系公司业务规模扩大、新业务投入较多，各项费用均有所增长；受益于综合毛利率提升、费用控制得当，2022 年公司销售净利率提升至 2.8%，同比+7pct，未来通过打造新的业绩增长点、加强成本管控，公司盈利能力有望进一步提升。

图7：2017-2022 年毛利率、销售净利率先降后升



数据来源：Wind，东吴证券研究所

图8：2017-2022 年期间费用率先升后降



数据来源：Wind，东吴证券研究所

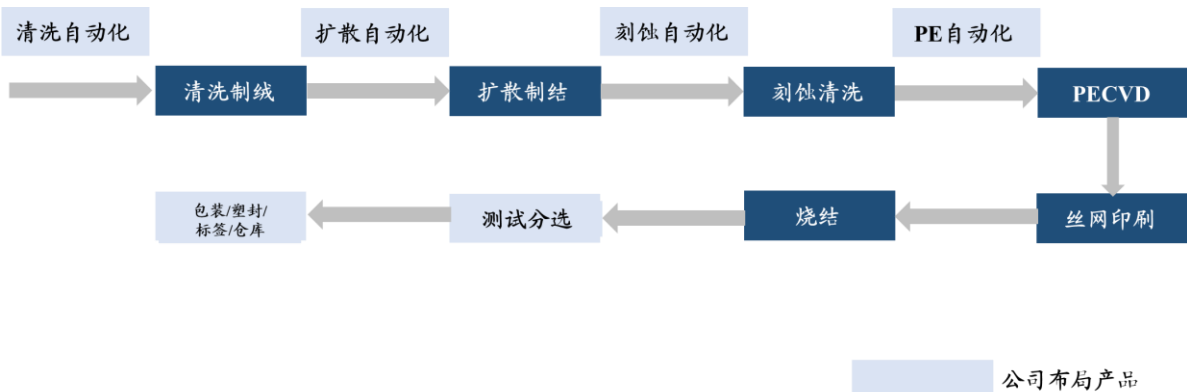
2. 光伏电池片自动化设备受益于 N 型技术变革，龙头设备商地位稳固

2.1. 随着光伏电池制造产能的不断攀升，自动化设备已成不可或缺的重要设备，为连接各工序段的关键

光伏电池片自动化设备为电池片的工艺设备提供相关配套，帮助硅片在各工序段自动化上下料。罗博特科目前的产品包括扩散自动化设备、管式/板式 PECVD 自动化设备等，主要以伺服电机作为驱动单元，以高精度皮带、陶瓷吸盘、真空吸盘等作为传动模块，并配合石英舟、石墨舟等光伏领域专用载具实现硅片自动化上下料，具有减少对人工的依赖、高运行效率、高产能、碎片率低、高装载密度、维护方便、定制化等特点。

除了自动化设备以外，公司还提供电池片/硅片的智能检测设备、仓储物流等。公司掌握了电池片和硅片在厚度、隐裂、色差、杂质等方面的光学检测技术，并储备了无影光源设计、高精度图像处理技术、高亮均匀 LED 灯源等多项工艺技术，能够利用工业相机、传感器等感应装置，对太阳能电池片和硅片进行精确检测。

图9：罗博特科光伏电池片自动化设备和检测设备所处的工序段



数据来源：罗博特科招股说明书，东吴证券研究所

表4: 罗博特科光伏自动化设备主营产品

产品名称	产品图例	主要功能
扩散工艺段光伏自动化生产配套设备		扩散工艺段前后, 将花篮中的硅片自动转载至石英舟, 校准定位后自动送至扩散炉内进行制结, 制结完成后将石英舟中的硅片自动转载至花篮并输出。
管式/板式 PECVD 光伏自动化生产配套设备		镀膜工艺段前后, 将花篮中的硅片自动转载至石墨舟中, 传送至 PECVD 生产工艺设备中, 完成后将花篮中的硅片自动装卸至石墨舟。
背钝化一体机		镀膜工艺段前后, 将硅片自动传送至工艺设备之中进行镀膜工艺, 完成后自动输出。
制绒/刻蚀工艺段光伏自动化生产配套设备		制绒/刻蚀工艺段前后, 将硅片自动传送至制绒/刻蚀生产工艺设备中, 完成制绒/刻蚀后将硅片自动输出。
测试分选机		主要用于太阳能硅片或电池片的检测和分选

数据来源: 罗博特科招股说明书, 罗博特科官网, 东吴证券研究所

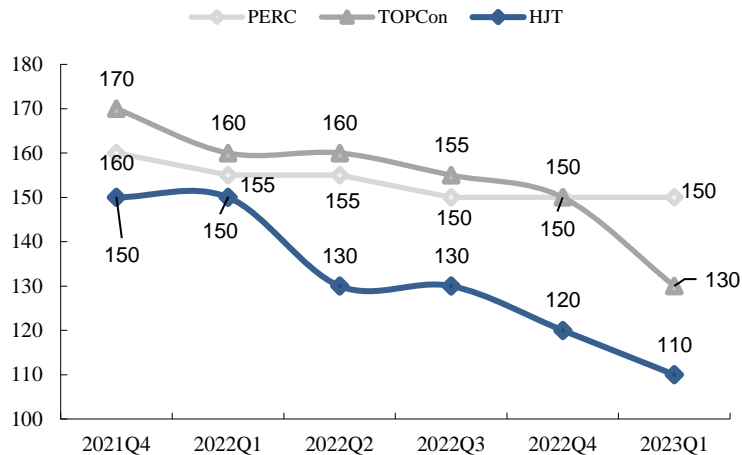
2.2. N 型硅片薄片化趋势明显, 对自动化设备要求提升

光伏电池自动化设备的核心作用就是不断适应光伏生产设备的发展趋势, 将光伏生产设备的工艺细节、参数设置、技术特征融入到配套设备的研发、设计、制造, 实现替代人工, 使部分耗时、费力的工序实现自动化, 从而达到降低生产成本、提高整体生产效率、保证产品质量、充分利用原材料以及降低综合能耗等多种效果。因此, 在劳动力成本上升、电池片工艺日益复杂、以及产品质量要求不断提高的背景下, 应用光伏电池自动化设备替代人工硅片上下料已发展成为行业常态, 在自动化、智能化方面有领先技术的企业将会取得竞争优势。

近年来 N 型 TOPCon、HJT 薄片化趋势对自动化设备提出更高要求。基于行业降

本的需求,从材料端出现了硅片薄片化的趋势,目前 TOPCon 部分项目已经达到 125um, HJT 已经导入了 110 微米的硅片,未来有望导入 100 微米甚至 80 微米的硅片。硅片的薄片化趋势必然会带来对自动化设备性能要求的提升,需要确保碎片率等良率指标符合产业化需求,上述背景和趋势一定程度上提高了自动化的进入门槛。

图10: G12 硅片薄片化技术路线图 (单位: 微米)



数据来源: TCL 中环, 东吴证券研究所

N 型技术带来自动化设备价值量的提升, PERC 约 10-11%, TOPCon 约 14-15%, HJT 处于二者之间。原主流 PERC 技术路径下, 自动化设备价值量占比约 10%-11%, 而 TOPCon 技术路径相比 PERC 工序道数变得 longer, 因此与之匹配的自动化设备数量更多, 加之 TOPCon 技术路径下薄片化的趋势对自动化设备要求提高, 因此 TOPCon 技术路径下自动化设备价值量占比相比 PERC 有所提高, 上升约 3%, 占比约为 14%-15%; 而 HJT 技术相比现有 PERC 技术工序道数有所缩短, 与之匹配的自动化、智能化设备的技术难度和标准有较大幅度的提升, 因此 HJT 技术路径下自动化设备价值量占比依然会维持在前述两种技术路径的占比区间内。

我们预计到 2025 年光伏电池片自动化设备新增市场空间为 203 亿元, 2023-2025 年 CAGR 为 34%。核心假设主要包括: (1) 2023-2025 年 HJT 技术路线渗透率分别为 13%/19%/60%, 2023-2024 年 TOPCon 分别为 60%/81%; (2) 2023-2025 年 HJT 单 GW 设备投资额约 3.7/3.5/3.2 亿元, 2023-2024 年 TOPCon 单 GW 设备投资额为 1.6 亿元; (3) HJT 自动化设备价值量占比约 12%, TOPCon 自动化设备价值量占比约 15%。

图11: 我们预计到 2025 年光伏电池片自动化设备新增市场空间为 203 亿元, 2023-2025 年 CAGR 为 34%

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
中国新增装机量合计 (GW)	52.8	40	30	48	60	80	130	180	230
海外新增装机量合计 (GW)	46.1	62	85	100	120	160	220	300	320
全球新增装机量合计 (GW) (1)	98.9	102	115	148	180	240	350	480	550
产销率(2)			70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
产能利用率(3)			60%	60%	60%	60%	65%	65%	65%
实际需求 (GW) (4)=(1)/(2)/(3)			274	352	429	571	769	1055	1209
HJT技术路线渗透率(5)	0%	0%	1%	1%	3%	8%	13%	19%	60%
HJT新增装机量 (GW, 对应存量产能) (6)=(4)*(5)			3	4	12	43	100	200	725
HJT新增产能 (GW) (7)=当年(6)-前一年			1	1	8	31	57	100	525
单条电池生产线产能 (GW)			0.1	0.25	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9
单条线设备总金额 (亿元)			0.8	1.4	1.8	2.4	2.6	2.8	2.9
单GW设备总金额 (亿元) (8)			8.0	5.6	4.5	4.0	3.7	3.5	3.2
当年全行业新增HJT设备需求 (亿元) (9) = (8) * (7)			8	4	38	123	212	352	1691
HJT自动化设备价值量占比(10)			12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
HJT自动化设备新增需求 (亿元) (11)=(10)*(9)			1	1	5	15	25	42	203
TOPCon技术路线渗透率(12)			1%	1%	5%	18%	60%	81%	—
TOPCon新增装机量 (GW, 对应存量产能) (13)=(12)*(4)			3	4	21	103	462	855	—
TOPCon新增产能 (GW) (14)=当年(13)-前一年			1	1	18	81	359	393	—
单条电池生产线产能 (GW)			0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	—
单条线设备总金额 (亿元)			0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.3	—
单GW设备总金额 (亿元) (15)			3.2	2.3	2.0	1.7	1.6	1.6	—
当年全行业新增TOPCon设备需求 (亿元) (16)=(15)*(14)			3	2	36	140	583	639	—
TOPCon自动化设备价值量占比(17)			15%	15%	15%	15%	15%	15%	—
TOPCon自动化设备新增需求 (亿元) (18)=(16)*(17)			0	0	5	21	87	96	—
PERC技术路线渗透率(19)			98%	98%	92%	75%	—	—	—
PERC新增装机量 (GW, 对应存量产能) (20)=(19)*(4)			268	345	395	426	—	—	—
PERC新增产能 (GW) (21)=当年(20)-前一年			77	50	31	—	—	—	—
单条电池生产线产能 (GW)			0.6	0.6	0.6	—	—	—	—
单条线设备总金额 (亿元)			0.8	0.8	0.8	—	—	—	—
单GW设备总金额 (亿元) (22)			1.3	1.3	1.3	—	—	—	—
当年全行业新增PERC设备需求 (亿元) (23)=(22)*(21)			103	66	41	—	—	—	—
PERC自动化设备价值量占比(24)			10%	10%	10%	—	—	—	—
PERC自动化设备新增需求 (亿元) (25)=(23)*(24)			10	7	4	—	—	—	—
自动化设备新增市场空间合计 (亿元) (26)=(11)+(18)+(25)				11	17	40	113	138	203
YOY					50%	140%	183%	22%	47%

数据来源: CPIA 等, 东吴证券研究所测算

2.3. 公司为光伏电池片自动化设备龙头, 技术&客户优势显著

2.3.1. 掌握六大核心技术, 积极顺应薄片化趋势

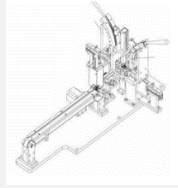
罗博特科通过自主研发, 拥有 6 项主要核心技术。罗博特科的六大核心技术包括运行稳定的变节距夹具技术、用于变压器组件的装配系统技术、多轴组合式标签吸附装置技术、多轴组合式标签搬运装置技术、变压器骨架的翻转装置技术、阻焊剂点涂系统技术, 罗博特科针对硅片的薄片化趋势也进行了前瞻性的技术储备, 目前已经拥有处理超薄片的技术能力, 储备技术水平已达到可处理 100um 厚度的硅片。

表5: 罗博特科六大核心技术

序号	核心技术	技术运行图例	竞争优势及其先进性
1	运行稳定的变节距夹具技术		该技术是基于陶瓷、PU 材质和 PEEK 材质等多种材质的变节距夹具, 可以通过程式智能控制实现不同节距之间的快速切换, 并保持夹具结构的稳定性和可靠性。该技术可以应用在太阳能、汽车电子和半导体电子等领域的生产设备中,

2

用于变压器组件的装配系统技术

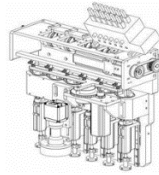


可大幅度降低人力消耗，相较于手工夹取，生产效率可提高约 80%。

该技术基于柔性化设计理念，能够在装配过程中进行扭力控制和压力控制，防止过压导致产品损坏。同时，该技术可兼容多种产品，保证装配质量。此外，该技术实现了变压器磁芯装配的全自动化和高效性，相较于传统手工装配，装配工时减少约 15%，节约人工，提高生产线一体化程度和智能化控制。

3

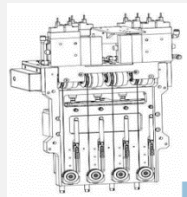
多轴组合式标签吸附装置技术



该技术基于精准负压控制、高精度产品旋转技术和精准标定技术等，采用多轴联动设计，具有结构简单、容错快换等优点，能够实现软性标签的快速贴装，从而替代人工。该技术已应用在太阳能和半导体电子行业的设备开发与设计中，可提高生产节拍近一倍，且具有方便保养与维修的特点。

4

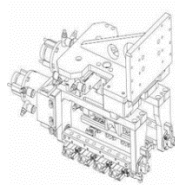
多轴组合式标签搬运装置技术



该技术参考 SMT 贴装机快速、高效的特点，结合软性标签的技术特点，采用单驱动源多工位联动与多工位独立控制技术，实现软性标签的快速贴装，具有定位准确性、机械结构简单、便于维护等特点，该技术相对于传统的多驱动源、多动力搬运装置技术优势突出。

5

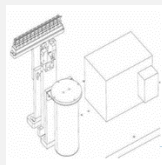
变压器骨架的翻转装置技术



考虑到变压器骨架产品质地柔软、硬度差等特性，该技术应用 PEEK 材质、气动力源软性夹爪等防护措施,实现无损伤翻转，且具有机械结构简单、夹爪和翻转装置快速防呆等特点。应用该技术的设备可提高工序节拍约一倍，而且成本低，性价比高。

6

阻焊剂点涂系统技术



该技术采用液位精准控制和凸轮间歇挤出机构，挤出机构的凸轮分级精细，精度高，能有效控制挤出量和挤出时间；采用高精度步进控制技术，所以能精准控制阻焊剂点涂的剂量、面积、厚度和时间。该技术使阻焊剂使用消耗量节约近 2%，产品良率 95%提高到 96.5%，速度提高近 30%。相对于传统的螺杆技术，可以提升产能和产品品质的同时，结构更为简单，性价比优势显著。

数据来源：罗博特科招股说明书，东吴证券研究所

在综合应用上述核心技术的基础上，公司开发出多种先进的智能专用设备，主要性能指标均居国内领先、国际先进水平。目前公司在技术端具备较强竞争优势：**(1) 运动控制精度具备行业领先的技术水平**：在直线控制精度上，公司能做到 2nm 级别的超高精度，在角精度上公司的技术水平能达到 2"；**(2) 拥有处理超薄片的技术，并做好相应准备**：公司的技术水平目前已达到了处理 100 微米厚度的硅片，目前市场水平为 150 微米左右，未来电池片具备薄片化趋势；**(3) 智能化优势**：公司拥有行业先进的智能制造系统 R²Fab，该系统为一款基于微服务的软件平台系统，可节省 40-50%人工，提升 0.05% 转换效率，0.05% 机台运转时间和 0.05% 的产品良率；**(4) 技术与德国子公司协同**：拥有成熟高端的图像处理技术以及高端的流体控制技术。

表6：罗博特科主要产品的性能指标处于行业领先水平

扩散自动化上下料设备			
关键性能指标	国际同类设备商	国内同类设备商	罗博特科
产能 (片/小时)	8000	8000	20000
碎片率	0.03%	0.03%	0.02%
在线检测	在线方阻检测	在线方阻检测	在线方阻检测
管式 PECVD 自动化上下料设备/背钝化一体机			
关键性能指标	国际同类设备商	国内同类设备商	罗博特科
产能 (片/小时)	8000	4000	7200
碎片率	0.03%	0.05%	0.05%
在线检测	在线色差检测，膜厚检测，不合格处理	在线膜厚、色差、隐裂检测	在线色差、膜厚检测，碎片、隐裂和崩边，不良片分类处理
制绒/刻蚀自动化上下料设备			
关键性能指标	国际同类设备商	国内同类设备商	罗博特科
产能 (片/小时)	4500/主体机同步	5000-5500	5500
碎片率	0.01%	0.03%	0.03%
在线检测	无/隐裂片检测	破片检测、在线称重检测	在线称重、碎片、隐裂，不良片剔除

数据来源：罗博特科招股说明书，东吴证券研究所

2.3.2. 客户资源深厚，龙头设备商地位稳固

公司已经在光伏电池领域拥有自己稳固的客户群。客户包括通威太阳能、天合光能、晶科能源、润阳、捷泰、晶澳太阳能、阿特斯、爱旭科技、东方日升、江西展宇、晋能能源、英发、REC Solar、sunpower 等国内外知名的大型光伏厂商。多年的技术和经验积累，罗博特科能够为客户提供定制化的设备布局、高效率的安装调试、全面及时的售后服务。

图12: 罗博特科拥有深厚的客户资源

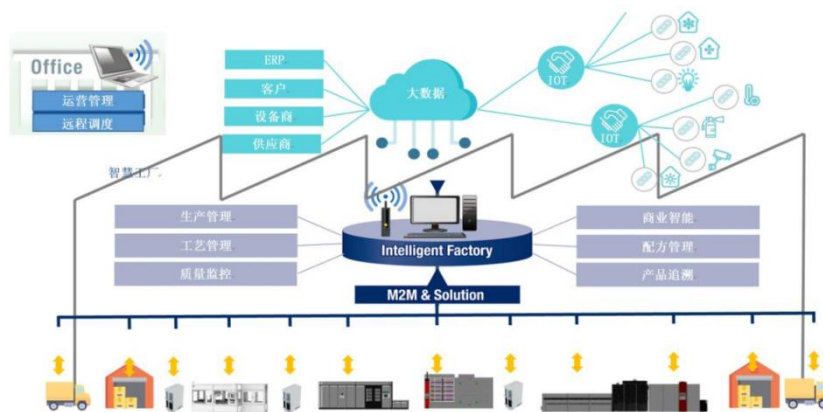


数据来源: 罗博特科官网, 东吴证券研究所

2.3.3. 提供智能制造系统, 由设备商进阶到智能工厂解决方案提供商

罗博特科还能提供 (R² Fab) 系统, 通过软硬件结合提升客户生产效率。随着工业 4.0 技术日益成熟, 下游制造客户对于工业生产柔性化、智能化和高效性需求不断上升, 智能制造执行系统能够为工业生产提供数据支持和管理服务、减少生产冗余、提高生产柔性化、节约人力成本、提升产品质量、获取竞争优势, 市场潜力巨大。公司提供的智能制造执行系统软件 (R² Fab) 是整厂智能化系统核心软件, 通过上接 ERP 系统下接生产设备实现生产任务分配、实时生产数据采集与分析、全过程品质监控与追溯、生产工艺 (配方) 实时闭环监控以及生产设备健康管理等功能, 有效帮助用户实现柔性制造的同时提高设备利用率、提高产品良率、降低损耗, 减少人为干预, 从而提高客户竞争力。

图13: 罗博特科整厂智能化系统技术架构图



数据来源: 罗博特科招股说明书, 东吴证券研究所

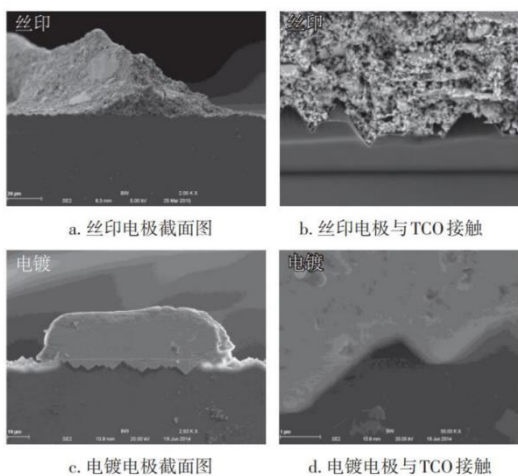
3. 由自动化设备切入电镀铜，先发优势明显

3.1. N型电池逐渐成为主流，电镀铜助推降本增效

银浆降本手段主要分为两大类：栅线图形优化+降低浆料含银量，电镀铜为“终极”去银化降本手段。电镀铜既能够通过更低的电阻、更高的栅线高宽比提高转换效率，也能够通过低价铜完全替代高价银实现降本，其综合效果是其他降银方案无法实现的，有望成为去银化的降本增效终极技术。

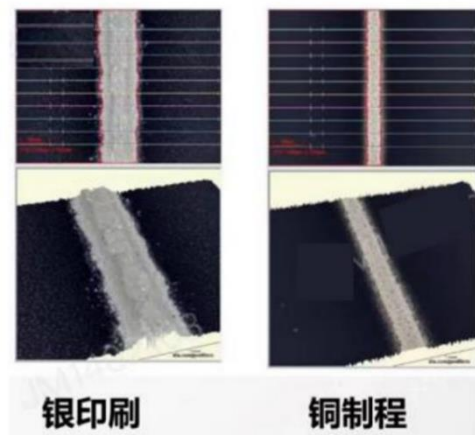
(1) 增效：①电阻损耗少，导电性能更优：电镀铜栅线内部致密且均匀、与TCO接触更优，有效减小电极与PN结的接触电阻，同时与银浆混合物相比，铜栅线为纯铜，本身的体电阻更低，铜栅线的体电阻率约 $1.8 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ ，低温银浆的体电阻率约 $3-10 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ ，故电阻损耗少、导电性能更佳。②线宽更窄，遮光损失少：铜栅线的线宽更窄、高宽比更高，即电极更窄、更厚，其中铜栅线的线宽约 $15 \mu \text{m}$ ，低温银浆的线宽大于 $40 \mu \text{m}$ ，故电镀铜能够降低栅线遮挡造成的遮光损失、提高载流子收集几率。上述因素共同作用使得电镀铜相较低温银浆丝网印刷可以提高 $0.3-0.5\text{pct}$ 光电转换效率。

图14：电镀铜的电极与TCO接触性能更优



数据来源：《硅异质结太阳能电池接触特性及铜金属化研究》，东吴证券研究所

图15：电镀铜的电极拥有更细的线宽及更高的高宽比



数据来源：海源复材，东吴证券研究所

(2) 降本：目前浆料降本手段主要为银包铜与电镀铜，我们测算对比了两种方式的非硅成本差异，主要体现在材料和设备两方面。综合材料及设备折旧成本，50%/30%银包铜的边际非硅成本约为 $0.06/0.04$ 元/W，电镀铜目前成本约为 0.11 元/W，故与银包铜相比，电镀铜尚不具备显著降本优势，主要系电镀药水、掩膜材料等耗材及设备折旧成本较高，未来国产化&规模放量降本后有望降低至 0.05 元/W。

图16: 与银包铜相比, 电镀铜尚不具备显著降本优势, 因耗材&设备折旧成本较高 (HJT M6 规格、同一栅线图形)

	银包铜		电镀铜	
	50%	30%	小规模	量产
电池片面积 (平方毫米) (1)	27415	27415	27415	27415
效率 (%) (2)	25%	25%	25.3%	25.5%
电池片功率 (W) (3)=(1)*(2)/1000	6.85	6.85	6.94	6.99
浆料				
银浆耗量 (mg/片) (4)	60	36		
银浆含税价格 (元/KG) (5)	6500	6500		
银浆单瓦成本 (元/W) (6)=(4)*(5)/(3)/10⁶	0.05	0.03		
铜耗量 (mg/片) (7)			77	77
铜含税价格 (元/KG) (8)			58.65	58.65
铜单瓦成本 (元/W) (9)=(7)*(8)/(3)/10⁶			0.0006	0.0006
电镀液、掩膜材料单瓦成本 (元/W) (10)			0.07	0.03
设备				
设备价值量 (亿元/GW) (11)	0.4	0.4	2.0	1.0
折旧年限(12)	5	5	5	5
设备单瓦成本 (元/W) (13)=(11)/(12)/10	0.01	0.01	0.04	0.02
材料+设备折旧成本合计 (元/W) (14)=(6)/(9)+(10)+(13)	0.06	0.04	0.11	0.05

数据来源: CPIA 等, 东吴证券研究所测算

虽然目前电镀铜相较银包铜尚不具备显著降本优势, 但随着光伏下游装机量持续提升、全球银浆耗量增加可能会带来银价上涨, 进而增加银包铜材料成本。电镀铜能够与银包铜路线形成竞争, 抑制银价上涨, 根据我们的测算, 银价上涨 43%、银浆含税价格 9295 元/KG 时, 30%银包铜的材料+设备折旧成本为 0.051 元/W, 而电镀铜工艺量产成本约为 0.051 元/W, 此时电镀铜量产成本与银包铜打平, 当银价上涨超过 43%时电镀铜成本低于银包铜, 经济性凸显。

图17: 银价上涨 43%以上、银浆含税价 9295 元以上时, 电镀铜量产的经济性得以凸显

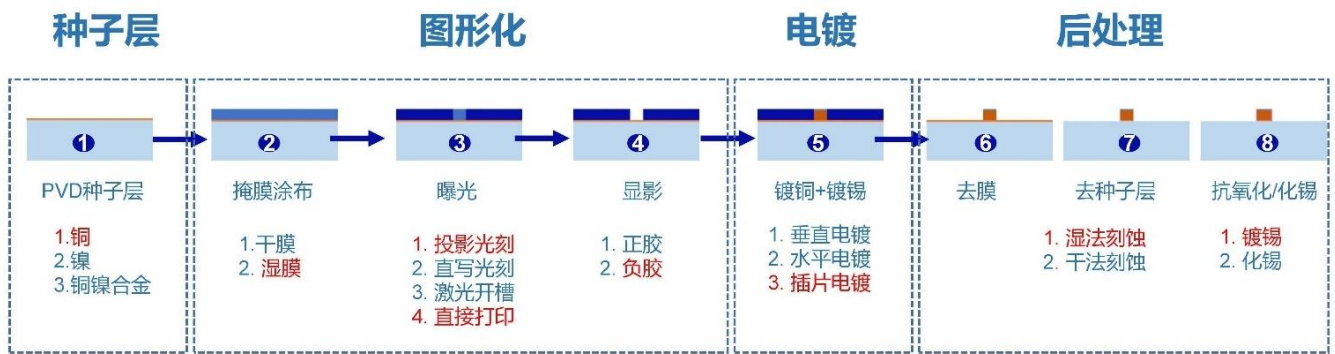
银价上涨幅度 (%)	银浆含税价格 (元/KG)	银包铜		电镀铜	
		50%银包铜边际非硅成本 (元/W)	30%银包铜边际非硅成本 (元/W)	小规模 (元/W)	量产 (元/W)
0	6500	0.058	0.038	0.111	0.051
10%	7150	0.063	0.041		
20%	7800	0.068	0.044		
30%	8450	0.073	0.047		
40%	9100	0.078	0.050		
43%	9295	0.080	0.051		
50%	9750	0.084	0.053		
60%	10400	0.089	0.056		

数据来源: CPIA 等, 东吴证券研究所测算

3.2. 电镀铜核心在于图形化和金属化，我们预计 2025 年电镀铜设备市场空间达 30 亿元

电镀铜作为替代传统银浆丝网印刷的工艺，是一种非接触式电极制备技术，其原理在于借助外界直流电作用在溶液中进行电解反应，从而在导电层表面沉积金属制作铜栅线，工序分为种子层制备、图形化、电镀和后处理四个环节，其中图形化和电镀为电镀铜两大核心环节。目前电镀铜设备价值量共 2 亿元/GW，我们预计有望下降到 1 亿元/GW 左右。以 HJT 电镀铜工艺为例，种子层制备 PVD 设备价值量约 5000 万元/GW，占比约为 25%；图形化环节由于技术路线选择差异，设备价值量在 4000-6000 万元/GW 不等，占比约为 30%；电镀环节设备价值量约 5000 万元/GW，占比约为 25%，其它设备占比约为 20%。

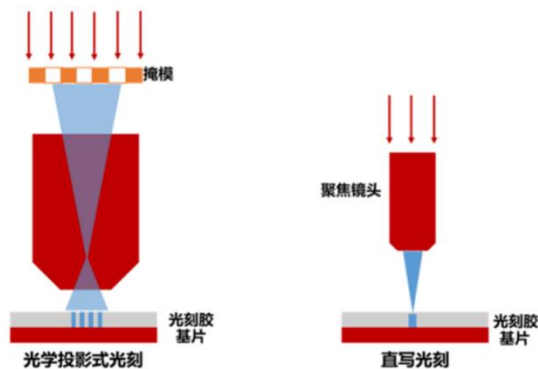
图18: 电镀铜整体工艺流程



数据来源：罗博特科，东吴证券研究所

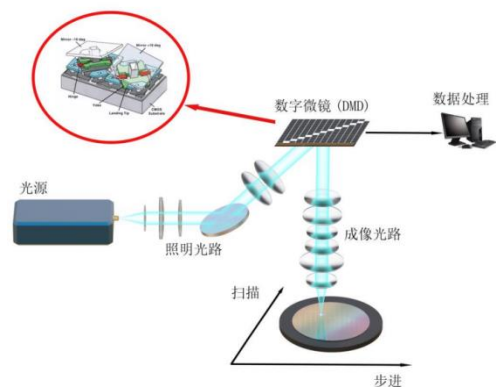
图形化环节主要分为掩膜、曝光、显影工序。掩膜即在电池片上涂覆感光材料，曝光指在烘干后的电池片上留下待电镀区域图形(或需掩模版，该掩模版与感光材料不同)，主要技术分歧在于曝光显影环节选用掩膜类光刻/LDI 激光直写/激光开槽，显影指去除电池片表面待电镀区域的感光材料，最终形成电镀需要的图形化开口。

图19: 掩膜类光刻与激光直写技术原理对比



数据来源：芯碁微装招股书，东吴证券研究所

图20: 直写光刻技术原理示意图



数据来源：芯碁微装招股书，东吴证券研究所

金属化环节目前主流技术包括垂直式电镀（包括垂直升降式电镀和垂直连续电镀）和水平电镀，各有优缺点：

(1) 垂直电镀：沿袭 PCB 电镀方案，通过夹具夹爪（接触阴极）夹着硅片上预留好的夹点进入电镀机。虽然成熟度水平较高，但其主要缺陷在于：①自动化水平较低（使用夹具固定电池片，需要人工上料），同时存在夹边尺寸限制，产能低下，难以满足光伏大产能需求；②PCB 是硬质的，电池片是软质的，由于夹具会对电池片产生作用力，造成碎片率较高；③垂直式电镀设备槽体较大、耗材用量较多。东威科技主要推进垂直连续镀铜设备研发。

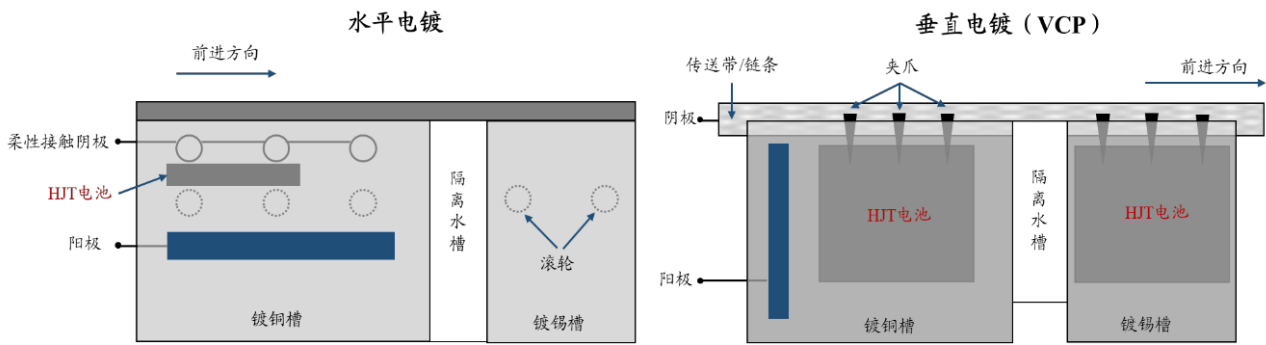
(2) 水平电镀：在垂直电镀的基础上发展而来，硅片通过滚轮水平进入电镀机，上下两层导电的毛刷与硅片图形化留下的沟槽接触，实现长铜。相较而言，水平电镀药水用量小，自动化水平高，且产能较高，碎片率低；但制程难度较高，电池栅线均匀性较差、接触稳定性、电池片损伤等问题有待攻克。捷得宝和太阳井主要采用水平电镀方案。

表7：垂直电镀和水平电镀的优缺点

	优点	缺点
垂直电镀	<ul style="list-style-type: none"> 1、沿袭 PCB 电镀方案，技术和设备成熟度较高，可选设备商较多； 2、易于维护。 	<ul style="list-style-type: none"> 1、产能较低，常规结构的垂直升降式电镀的产量为 1800-3600 半片/小时，垂直连续式电镀的产量为 3600-7200 半片/小时； 2、碎片率较高，垂直升降式电镀碎片率在 0.04% 左右，垂直连续式电镀碎片率略小于 0.04%； 3、设备槽体较大，耗材（夹具等）用量较多； 4、由于电解槽垂直方向溶液浓度不一致等问题，电镀均匀性难以保证。
水平电镀	<ul style="list-style-type: none"> 1、使用导电轨，轨道与电池片整面接触不需要夹具，不会出现夹边尺寸问题； 2、自动化程度高，节省人力成本； 3、生产效率提升，产能大，常规结构的水平连续电镀的产量达到 6000 整片/小时； 4、电池片水平放置运输，药水用量小； 5、碎片率较低，常规结构的水平连续电镀碎片率在 0.02-0.03% 左右。 	<ul style="list-style-type: none"> 1、电镀过程中会产生气泡，导致电镀层表面形成空洞，消除气泡的方法涉及德国专利； 2、水平镀的上下层导电毛刷会粘铜，导致与硅片沟槽接触不均匀造成栅线均匀性低； 3、滚轮导电造成接触不稳定，干扰电镀过程； 4、铜可能粘到设备上，面临铜污染问题，需要进行退镀，设备稼动率受影响。

数据来源：罗博特科电镀铜专利，东吴证券研究所

图21: 电镀方案——水平电镀与垂直电镀



数据来源: 罗博特科官网, 东吴证券研究所

电镀铜目前处在产业化初期, 仍存在设备产能&环保&良率等问题, 我们预计 2023 年行业进行较大规模中试, 2024 年有望导入量产, 到 2025 年电镀铜设备市场空间为 30 亿元, 2023-2025 年 CAGR 达 279%。目前电镀铜仍然处于试验阶段, 我们预计 2023 年年中出现 100-300MW 产线, 2024 年出现 GW 级产线。假设 2023-2025 年 HJT 在光伏电池片中分别达到 25%、35%、45% 的渗透率, 电镀铜在 HJT 金属化方法中分别达到 2%、10%、25% 的渗透率, 我们测算到 2025 年电镀铜设备市场空间为 30 亿元, 2023-2025 年 CAGR 达 279%, 其中 PVD 市场空间达到 7 亿元, 图形化设备市场空间达到 9 亿元, 电镀设备市场空间达到 7 亿元。

表8: 我们预计 2025 年电镀铜设备市场空间达 30 亿元, 2023-2025 年 CAGR 达 279%

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
中国新增装机量合计 (GW) (1)	60	80	100	125	150
海外新增装机量合计 (GW) (2)	100	170	250	335	450
全球新增装机量合计 (GW) (3)=(1)+(2)	160	250	350	460	600
全球光伏电池需求合计 (GW) (4)=(3)*1.1	176	275	385	506	660
HJT 技术路线渗透率(5)	5%	16%	25%	35%	45%
HJT 新增装机量 (GW, 对应存量产能) (6)=(5)*(4)	9	44	96	177	297
HJT 新增产能 (GW) (7)=(6)当年减前一年		35	52	81	120
单 GW 电镀铜设备总金额 (亿元/GW) (8)			2	1.5	1.0
PVD 占比 25%			0.5	0.4	0.3
掩膜机/曝光机/显影机占比 30%			0.6	0.5	0.3
电镀设备占比 25%			0.5	0.4	0.3
其它占比 20%			0.4	0.3	0.2
电镀铜技术路线渗透率(9)			2%	10%	25%
HJT 电镀铜新增产能(10)=(9)*(7)			1	8	30
电镀铜新增设备市场空间 (亿元) (11)=(8)*(10)			2	12	30
电镀铜新增设备市场空间 yoy				480%	147%
PVD 设备市场空间 (亿元)			1	3	7

掩膜机+曝光机+显影机设备市场空间（亿元）	1	4	9
电镀机设备市场空间（亿元）	1	3	7

数据来源：Wind，东吴证券研究所测算

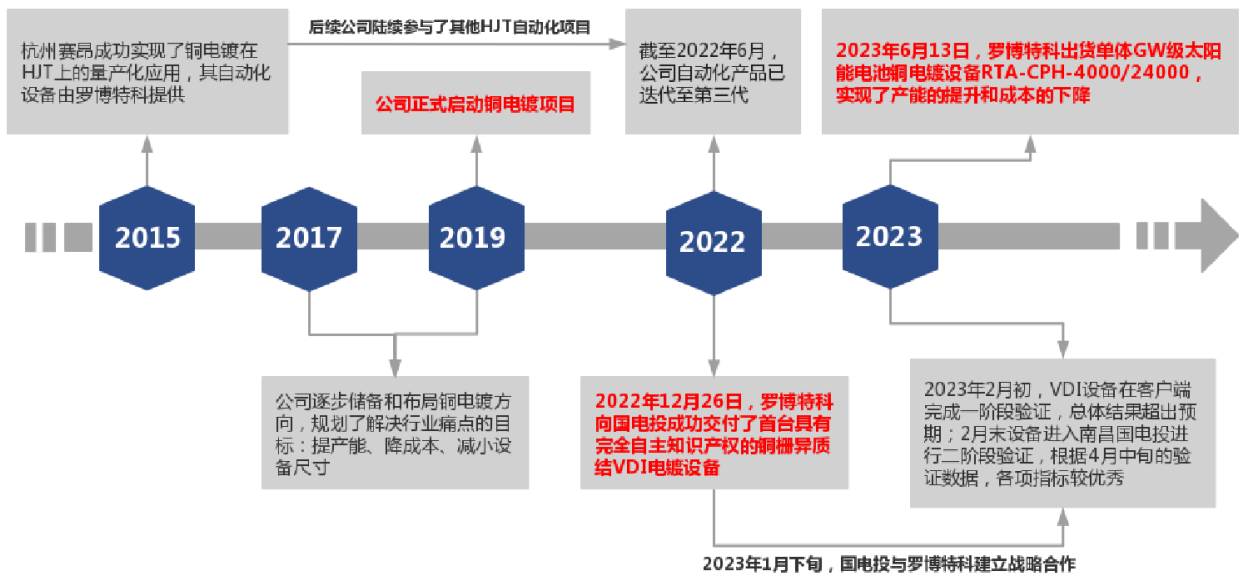
3.3. 独创电镀方案&延伸布局图形化，罗博特科先发优势显著

3.3.1. 坚实下游客户基础推动电镀铜技术验证+优化正反馈

公司布局较早，不断积累技术并聚焦解决行业痛点。罗博特科 2015 年向杭州赛昂提供自动化设备，运用在电镀铜 HJT 量产化项目中，较早地接触了电镀铜生产工艺，但公司早期专注自动化技术升级和产品迭代；2017 年开始储备电镀铜技术，但基于成本和占地面积等因素未推动量产，在对价值量、客户需求等进行充分调研后，公司于 2019 年正式启动电镀铜项目。

公司目标提供大产能、低成本的电镀铜设备。2022 年 12 月 26 日，罗博特科向国电投交付首台铜栅异质结 VDI 电镀设备，并于 2023 年 1 月下旬达成战略合作。2023 年 2 月初罗博特科电镀设备完成了一阶段验证，其均匀一致性等指标超出预期，为行业领先；时隔一个月，设备进入二阶段验证，其 4 月中旬的验证数据均已基本达到双方协议指标，有望在 23Q3 建成行业内首条大产能铜栅线异质结电池生产线。

图22: 罗博特科电镀铜进展情况



数据来源：罗博特科投资者关系活动记录表，罗博特科微信公众号，东吴证券研究所

3.3.2. 依托自动化领域经验，独创 VDI 和 HDI 电镀方案构建技术壁垒

公司推出了插片式电镀，通过合理结构设计提升产能，受益于公司长期自动化技术储备，突破垂直镀自动化水平低下的瓶颈：插片式电镀为公司的原创电镀方案，从实际

电池片电镀位姿来看属于垂直电镀，该技术方案有别于传统的垂直升降式电镀、垂直连续电镀、水平电镀。主要有以下几点优势：

(1) 支撑稳定，降低碎片率：电池片竖直插入阴极导电结构，由均匀分布的侧面固定槽以及底部导电夹爪固定。导电夹爪具有弹性，减少夹爪引起的应力集中，降低碎片率（碎片率 $<0.02\%$ ）；

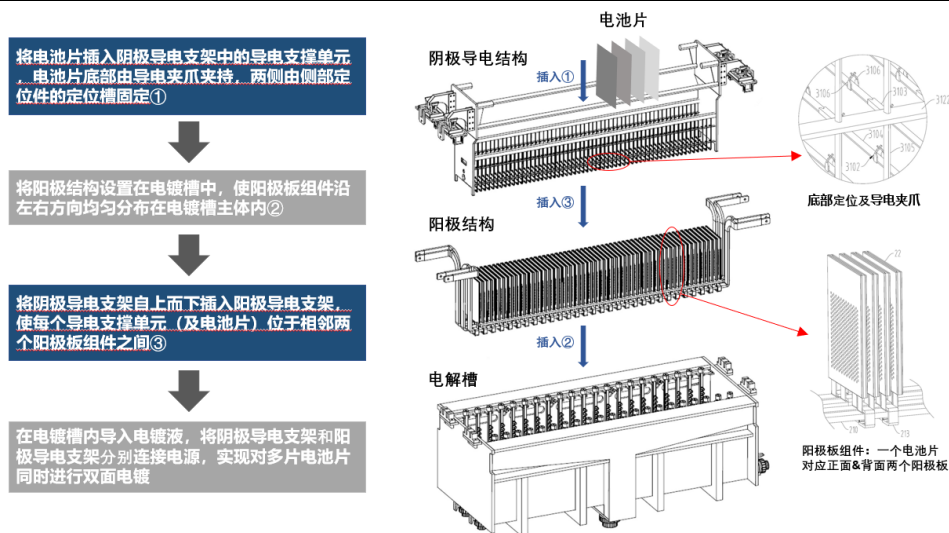
(2) 导电均匀，提高电镀质量：底部导电夹爪均匀分布，保证了电流分布的均匀性，进而保证电镀质量；同时，电镀槽的底部设置有多个导流孔，提高电镀槽内液体的流动性，提升电镀效果；

(3) 产能高且配置弹性大，占地面积小：阴极导电支架上分布多个导电支撑单元，可设置多片电池片，最新设备的产能可达到 24000 半片/小时，占地面积减少约 20%；此外，设备可通过调整槽体数量实现不同的产能配置，产线尺寸灵活可调；

(4) 支持双面电镀：每个阴极导电支撑单元（电池片设置在其中）插入相邻的两个阳极板，当两个阳极板分别连接不同电源时，可以对多块电池片的前后两面（不同的线路区域和电镀面积）进行电镀，大幅提高设备产能；

(5) 自动化程度高：电池片的上下料均通过机械手实现（机械手吸住电池片插入设备槽），公司的自动化插片工艺非常成熟，可行性上有所保证，相应技术已申请实用新型专利保护（一种轻型的机器人插取片机构）。

图23：插入式方案的电镀步骤及专利内容拆解



数据来源：罗博特科发明专利，东吴证券研究所

基于插片式电镀技术路线，公司可配置静态、动态、低产能、高产能方案，目前已推出三种机型，分别针对半片和整片电镀。已发货的为 VDI 和 HDI 两款电镀机：

(1) VDI 电镀机：对应机型为 RTA-CPH-2000/14000，技术方案为静态花篮，该技术下

电池片和储片槽（花篮）是相对静态的。设备最大产能为 600MW，目前公司供应国电投的 VDI 设备已完成定型，预计 Q3 交付量产机型，进行差异化竞争；

（2）VDI 升级 HDI 电镀机：为公司最新产品，技术方案为动态花篮，该技术下电池片和储片槽（花篮）是相对动态的，可以通过花篮的相对运动进一步响应大流量需求，既能实现精准插片又能加快速度。

图24：罗博特科插片式电镀设备（公司独创铜栅线异质结电池 VDI/HDI 电镀技术方案）



数据来源：罗博特科微信公众号，东吴证券研究所

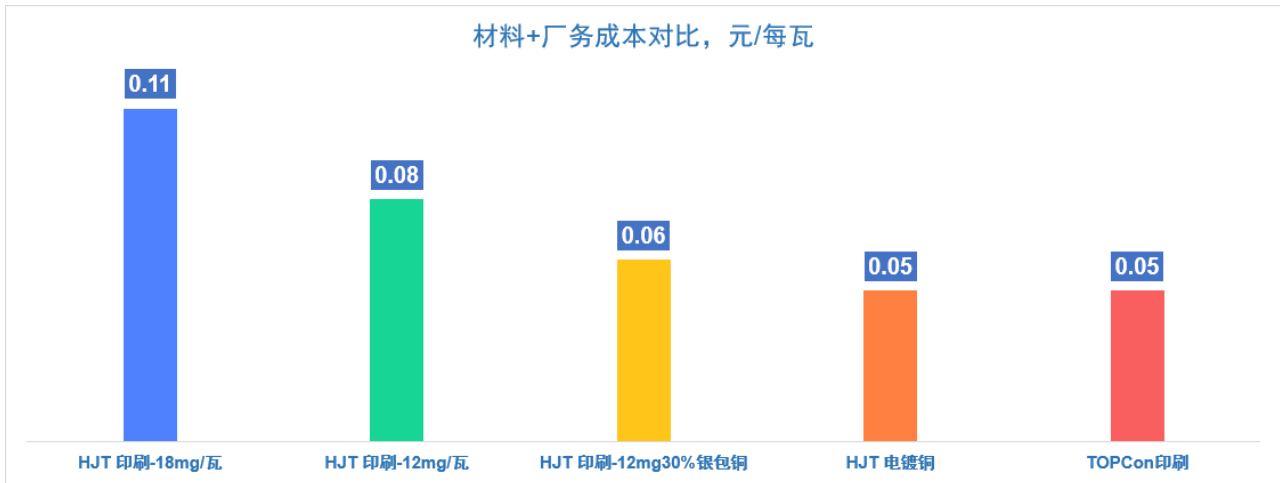
表9：罗博特科三种电镀机型规格及参数

规格型号	规格	中试线 (片/小时)	量产线 (片/小时)	产能	量产线尺寸
RTA-CPH-2000/14000	210*105 半片	2000	14000	600MW	65*9=585m ²
RTA-CPH-4000/24000	210*105 半片	4000	24000	1GW	60*7.8=468m ²
RTA-CPF-3000/15000	182/210 整片	3000	15000	1.25GW	60*7.8=468m ²

数据来源：罗博特科，东吴证券研究所

新款 HDI 型设备具有以下优势：1) **提升产能：**设备单台最大产能从 VDI 的 600MW 提升至 1GW，同时减少了 20% 的占地面积，HDI 产能为一小时电镀 24000 片 210 半片，产能差异主要和槽体数量相关；2) **兼容不同技术路线：**该型号设备适用于 HJT、XBC 等高效电池工艺路径，运用范围广；3) **降本提效：**最新推出的插片式电镀工艺路线较印刷方案每瓦预计成本降低 0.01-0.06 元，1GW 总计降低 1000 万元-6000 万元，效率可提升预计 0.3%-0.5%。

图25: 罗博特科 RTA-CPH/24000, 1GW 电镀铜工艺厂务及材料成本测算



数据来源: 罗博特科, 东吴证券研究所

3.3.3. 图形化已有技术储备, 电镀铜产业化有望加速

图形化追求技术创新, 打通图形化&金属化整线工艺。公司对 HJT 电镀铜方向的业务规划采用整体解决方案的思路, 包括图形化和金属化两个环节, 目前公司主推电镀环节, 在图形化上仍处于研发阶段。技术路线方面, 为了匹配光伏行业高通量、低成本、产业化的要求, 公司在图形化环节也将会更多地追求技术创新, 推出更具优势的方案, 从量产经济性方面提高公司设备竞争力, 我们预计公司将另辟蹊径采用直接成型的图形化路径。根据公司规划, 将在 Q2 末完成对图形化方案的内部可行性实验评估, 加速打造电镀铜整体解决方案。

拟投资 10 亿建设 HJT 研发生产中心, 充分保障电镀铜技术发展。根据 2023 年 4 月 22 日公告, 公司拟在南通设立全资子公司作为研发生产中心, 主要用于异质结电池高端装备研发制造项目。南通研发制造中心占地面积约 70 亩, 总投资额规划约 10 亿元, 将作为电镀铜业务研发、生产投资项目的实施主体。得益于研发方面的充分保障, 电镀铜量产化进程有望进一步提速。

4. 参股 ficonTEC 布局泛半导体设备领域，受益光模块需求高增

4.1. 间接持股 ficonTEC 18%的股权，后续有望全资控股

截至 2023 年 6 月 26 日公司间接持股 ficonTEC 17.51%的股权，待收购斐控泰克计划重启，可完全控股 ficonTEC。ficonTEC 成立于 2001 年，总部位于德国，主要业务是半导体自动化微组装及精密测试设备的设计、研发、生产和销售。历经 20 年，ficonTEC 已经成为全球光芯片，光电子行业装备的领军者，在高速通信光模块领域技术应用处世界领先水平。

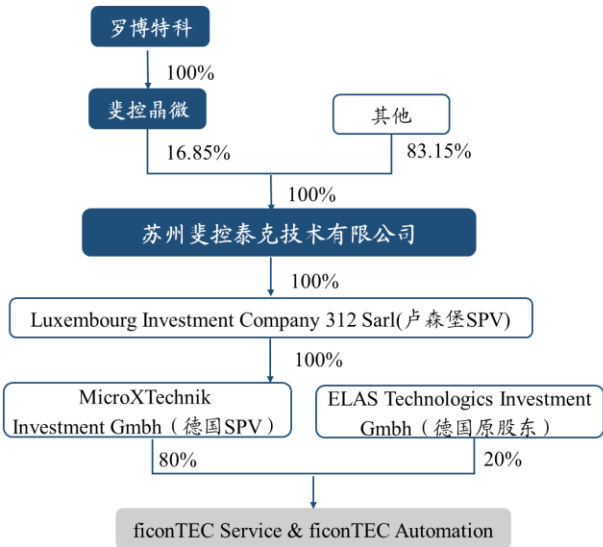
公司参股 ficonTEC 历经四大阶段，有望完全控股：

- ① 2020 年 11 月公司通过 100%全资子公司斐控晶微控股苏州斐控泰克技术有限公司 16.85%的股权（其余 83.15%的股权由建广广智、苏园产投等财团持有），再通过斐控泰克持有 ficonTEC 80%的股权，故罗博特科间接持股 ficonTEC 13.48%；
- ② 2021 年 8 月斐控晶微受让了建广广智持有斐控泰克 4.5%的股权，持股比例由 16.85%提升至 21.35%（其余 78.65%的股权由苏园产投等财团持有），间接持股 ficonTEC 17.08%；
- ③ 2022 年 2 月公司计划定增募资收购斐控泰克其余 78.65%的股权，以实现对 ficonTEC 的完全控股，但因疫情影响，收购方案于同年 6 月终止；
- ④ 2023 年 5 月南通能达向斐控泰克增资 1.2 亿元，斐控晶微对斐控泰克的持股比例从 21.35%稀释至 18.82%；同年 5 月斐控泰克收购了 ficonTEC 13.03%的股权，持股比例由 80%增长至 93.03%，罗博特科间接持股 ficonTEC 17.51%。

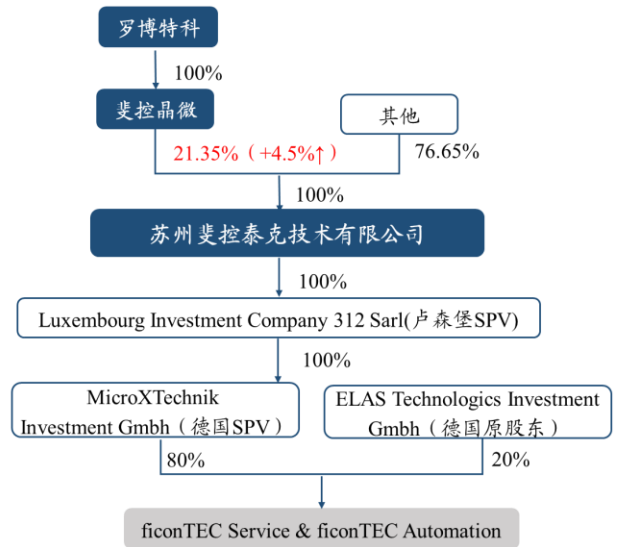
待时机成熟，罗博特科将择机重启收购斐控泰克事宜，以实现对 ficonTEC 的完全控股。

图26: 截至 2023 年 6 月 26 日罗博特科间接持股 ficonTEC 17.51%股权

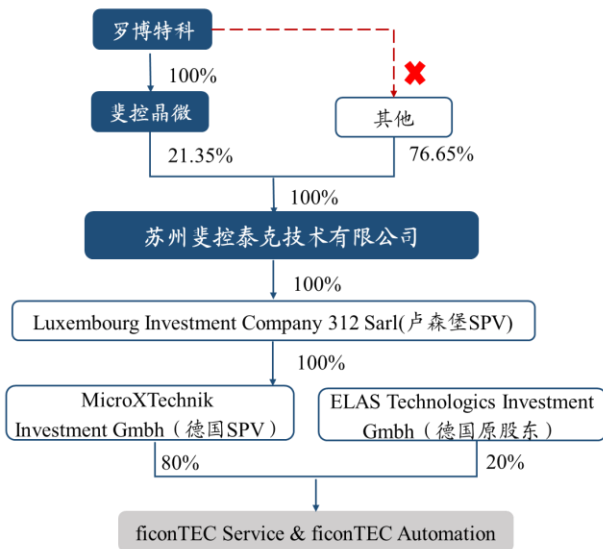
阶段一：2020年11月罗博特科持股斐控泰克 16.85%，间接持股ficonTEC 13.48%



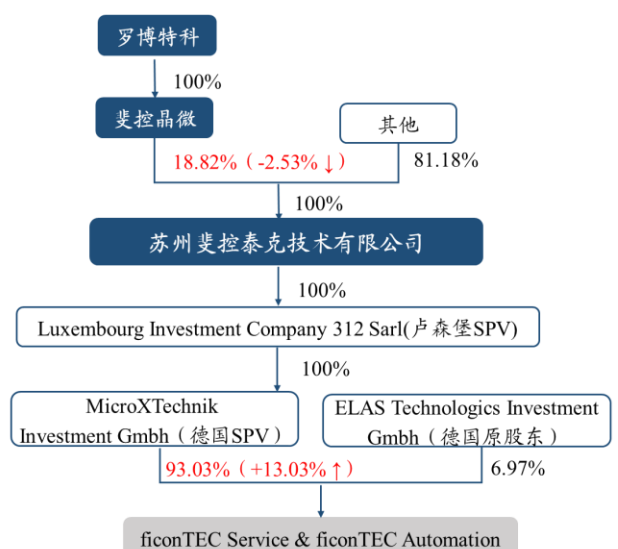
阶段二：2021年8月罗博特科持股斐控泰克 21.35%，间接持股ficonTEC 17.08%



阶段三：2022年2月罗博特科计划收购斐控泰克其余 76.65%股权，但受疫情影响，收购方案于6月终止



阶段四：2023年5月罗博特科持股斐控泰克 18.82%，间接持股ficonTEC 17.51%



数据来源：罗博特科公告、东吴证券研究所

公司产品覆盖微光学以及光电器件贴片、耦合、测试、堆叠全过程，全球累计交付设备超过 1000 台。ficonTEC 主要产品包括①贴片：晶圆/芯片级倒装贴片设备（Bond、CUSTOM 系列），可满足各种单独粘合要求，精度达微米甚至亚微米级别；②耦合：微光学/光纤组装设备（ASSEMBLY、FIBER、WELD 系列），多轴定位系统具有 3 至 16 个自由度，精度高达亚微米级别；③测试：晶圆/芯片级全自动光电混合测试设备、全自动

镜检设备 (TEST、INSPECTION 系列), 包含全套 LIV 测试以及光谱和近/远场光束特征测试; ④**堆叠**: Bar 条堆叠设备 (STACK 系列)。此外, 公司还可以根据客户需求在系统中设计植入特殊单元以及机器人系统。目前公司在全球累计交付设备超过 1000 台, 其产品主要运用在高端光模块生产。

图27: ficonTEC 产品系列覆盖微光器件贴片、耦合、测试、堆叠工艺

步骤	工艺	产品类型	产品型号	工艺内容	特点	图例
1	贴片	BOND自动光芯片粘接	BL300 BL500 B800等	芯片/晶片耦合和相 关热粘合工艺	功能丰富的功能模块可提供热管理, 多粘合力模式, 以及共晶/环氧/钎焊功能, 从而满足各种单独粘合要求	
		CUSTOM灵活芯片贴片平台	CL1000 CL2000等	多功能晶片粘合机	是ficonTEC所有平台中可选模组范围最大的系列最灵活的多功能晶片粘合机	
2	耦合	ASSEMBLY自动微光学组装	AL300 AL500 A800等	微光学器件的组装和接合	具有3-16个自由度, 高端平台与最先进的实时运动控制器相结合, 保证了简单和准确的亚微米轴心点轴心点定位	
		FIBER自动光纤组装	FL300等	光纤和波导 (包括阵列) 器件设计	具有3-12个自由度, 高精度, 快速有源耦合组装解决方案, 保证了简单和准确的亚微米轴心点定位及耦合	
		WELD激光焊接	目前仅提供独立整机	激光为光源的二光束或三光束垂直设置激光焊接单元	具有自动耦合, 激光焊接, 器件表征和测试功能, 同时可在处理过程中全程跟踪元件	
3	测试	TEST全自动测试	T500 TL2000等	激光芯片, VCSEL, 激光半导体巴条以及芯片COS的全套LIV测试	可用于实现各种其他复杂任务, 包括单芯片测试, 晶圆级测试, 自动光学检测等	
		INSPECTION全自动视检	IL2000等	多种复杂视检任务	系统包含侧面, 顶端及底部视检模组, 以及半导体芯片及PIC镀膜端面视检模组	
4	堆叠	STACK激光半导体bar条堆叠	SL2000等	激光二极管巴条全自动堆叠及拆解	可以选择性配备全自动视检设备, 根据检测结果将bar条选排入指定GelPak或WafflePak中	

数据来源: ficonTEC 官网、东吴证券研究所

2022年业绩扭亏转盈, 2023Q1 订单同比增速约 60%。2018年 ficonTEC 营业收入约 4246 万欧元, 同比增长 59%, 净利润 619 万欧元, 同比增长 371%。2019年营业收入和净利润同比均有下降, 2020年净利润出现负数 (-122.4 万欧元), 主要原因在于新冠疫情导致成本费用上升, 以及合并口径下 ficonTEC 可辨认净资产评估增值带来的无

形资产摊销。2022 年 ficonTEC 业绩好转，营收约 3860 万欧元（2.8 亿元，欧元:人民币=7.20: 1），净利润约 95 万欧元（0.07 亿元），净利率 2.5%。相较于 2021 年 1-9 月（净利率-6%）业绩已实现由亏转盈，业绩拐点初显。2023Q1 订单同比增速约 60%，其中光模块占比 60-70%，从需求来看，2023 下半年的订单增速可能会比上半年更快，因此全年订单增速预计达到 60%+。

图28: 2022 年营业收入约 3860 万欧元

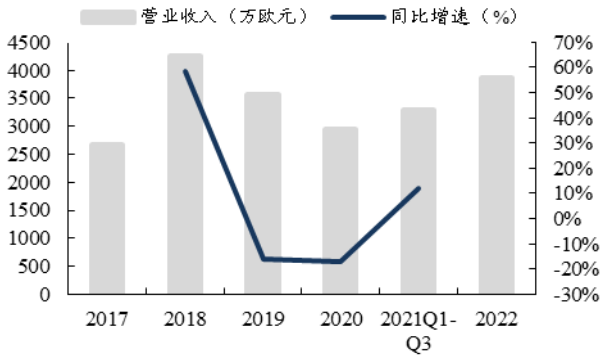


图29: 2022 年净利润 95 万欧元，净利率约 2.5%



数据来源: ficonTEC、罗博特科、东吴证券研究所

数据来源: ficonTEC、罗博特科、东吴证券研究所

注: 2022 财务数据为德国公司 FSG 的未经审计单体报表数

注: 2022 财务数据为德国公司 FSG 的未经审计单体报表数

深度绑定全球知名企业，其中四大客户 Cisco、Coherent、华为、中际旭创全球光模块市场份额超 50%。ficonTEC 客户均为全球硅光及相关领域知名企业，海外如 Intel、Cisco、Lumentum、Fabrinet、Finisar、Veloydne、Facebook、Coherent 等一批全球知名的半导体、光通讯、激光雷达等行业的龙头企业；国内如华为、中际旭创、剑桥科技等头部光模块公司。根据 LightCounting 数据，2022 年全球光模块市场份额，中际旭创与 Coherent 并列榜首、Cisco (Acacia) 排名第 3、华为 (海思) 排名第 4，CR4 全球光模块市场份额超过 50%，其中旭创和 Coherent 获得近 14 亿美元（约 99 亿元）的收入。竞争格局方面，TOP10 排名中，中国厂商的数量由 2010 年的 1 家升至 2022 年的 7 家，且市场份额不断占据上风，表明国内光模块市场步入发展快车道。

表10: 全球光模块 TOP10 榜单，国内厂商占据 7 席，旭创科技位列榜首

排名	2010	2016	2018	2022
1	Finisar	Finisar	Finisar	Innolight* (中际旭创)
2	Opnext	Hisense*	Innolight*	/Coherent
3	Sumitomo	Accelink*	Hisense*	Cisco (Acacia)
4	Avago	Acacia	Accelink*	Huawei (Hisilicon)* (华为海思)
5	Source Photonics*	FOIT (Avage)	FOIT (Avage)	Accelink* (光迅科技)
6	Fujitsu	Oclaro	Lumentum/Oclaro	Hisense* (海信)

7	JDSU	Innolight*	Acacia	Eoptolink* (新易盛)
8	Emcore	Sumitomo	Intel	HGG* (华工正源)
9	WTD	Lumentum	AOi	Intel
10	Neophotonics	Source Photonics*	Sumitomo	Source Photonics* (索尔思)

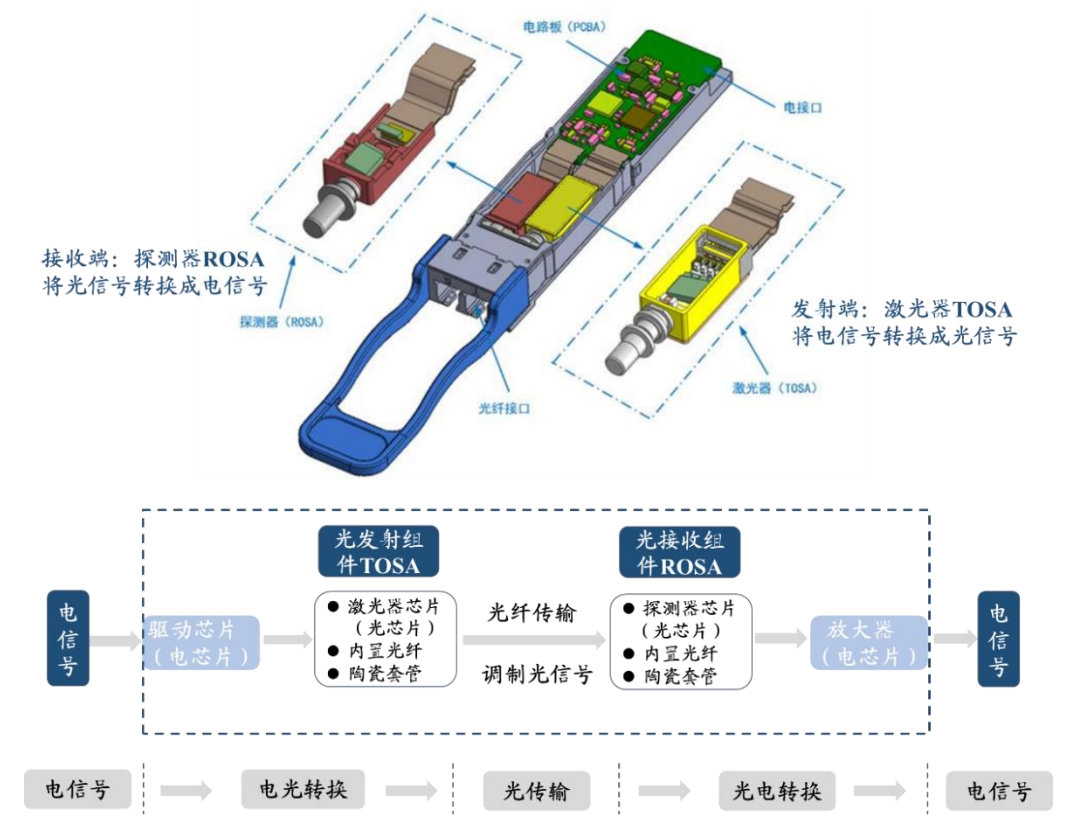
数据来源: LightCounting、东吴证券研究所

注: *表示国内厂商, 2010年1家, 2016年3家, 2018年3家, 2022年7家

4.2. AIGC 拔高算力的增长曲线, 拉动光模块设备需求暴增

光模块 (Optical Modules) 是光通信系统中完成光电转换的核心部件。光模块由光器件、电路板、接口等构成, 其中光器件是光模块的关键元件, 包括激光器 (TOSA) 和探测器 (ROSA), 分别实现光模块在发射端将电信号转换成光信号, 以及在接收端将光信号转换成电信号的功能。光模块工作原理分三大步骤: (1) **电光转换**: 发射端, 将带有信息的电信号整形放大, 驱动激光器 (TOSA) 内部芯片将电转换成光信号; (2) **光传输**: 将分散的光信号耦合聚集, 形成不同传播速度的光束 (例如 100G、400G、800G 等), 在光纤里进行短中长运输; (3) **光电转换**: 接收端, 将采集的光信号通过探测器 (ROSA) 内部的光探测二极管将光转换成电信号。

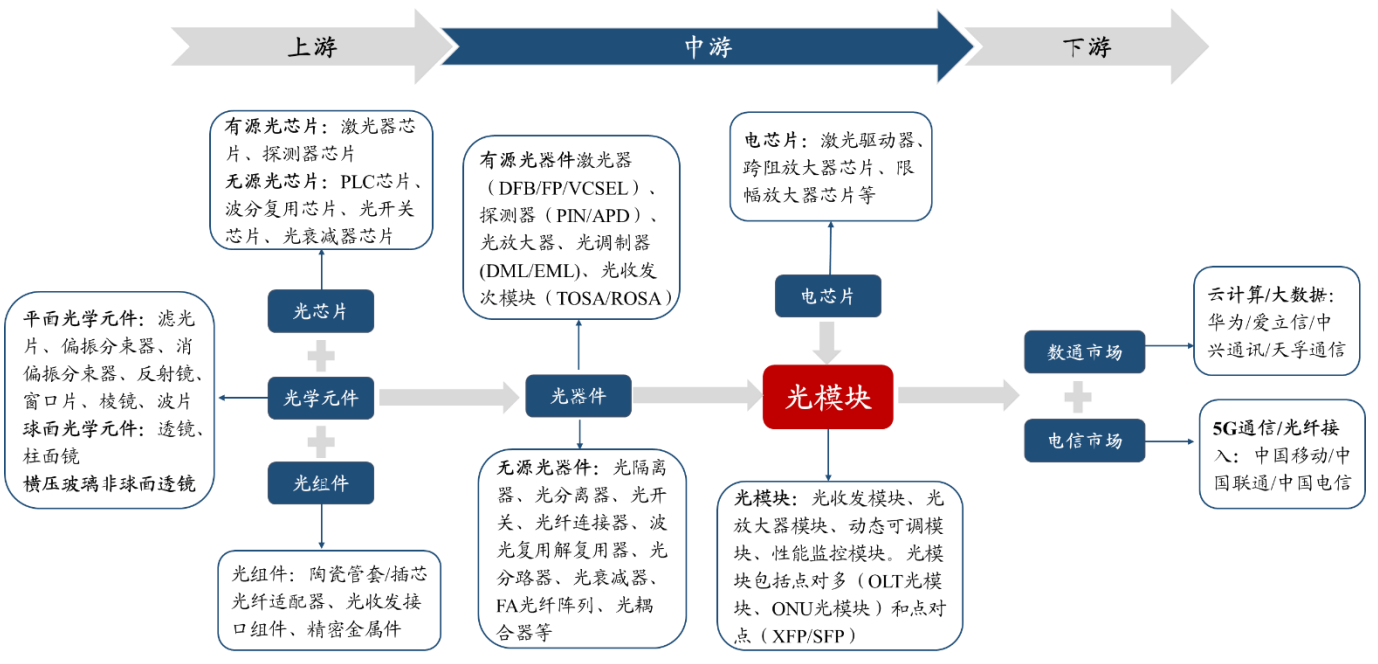
图30: 光模块内部结构及工作原理



数据来源: 联特科技招股书、东吴证券研究所

光模块是光通信产业链中游的关键节点，成本占比约 50%~60%。光模块是光通信产业链中游的关键节点；其上游是光芯片、电芯片厂商，主要提供光芯片、电芯片、以及其他组件构成光模块的基本元器件；下游是互联网数据中心为主的数通市场、以及运营商为主的电信市场，其中数通市场是未来光模块行业发展的主要驱动力。光模块作为光通信核心部件，设备成本占比较高，例如高速光模块在通信网络设备成本中占比达到 50%~60%，对网络总体建设成本产生直接影响，是光通信产业化降本增效的关键。

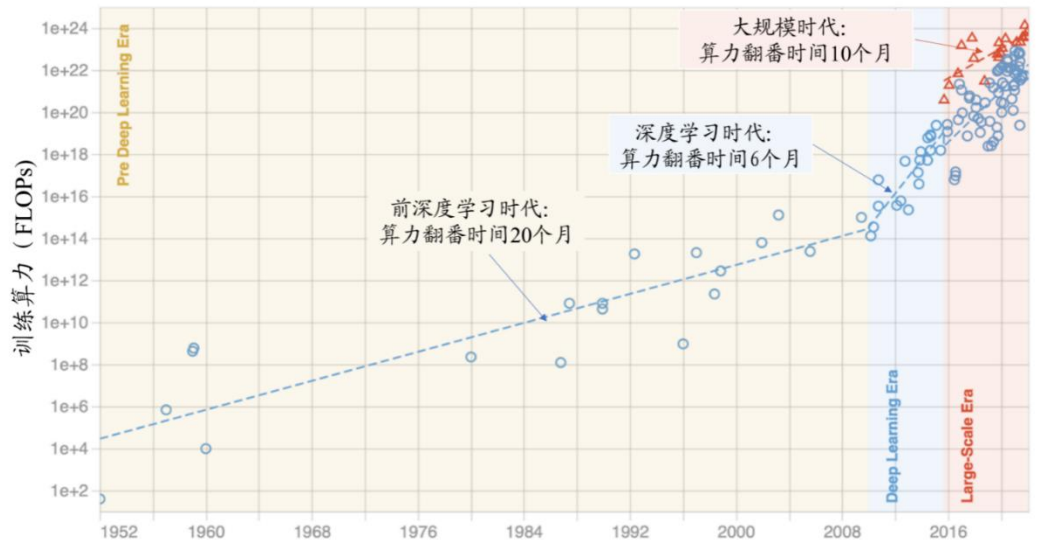
图31：光模块是光通信产业链中游的关键节点



数据来源：IT之家、东吴证券研究所

训练算力自 2010 年深度学习出现以来，增长了近 100 亿倍，2023 年以 ChatGPT 为代表的 AIGC 又将拔高算力的增长曲线，给光模块带来历史性机遇。训练算力主要分为三个时代：(1) 前深度学习时代 (2010 年前)：算力大致遵循摩尔定律，约 20 个月翻一番 (晶体管密度约两年翻一番)；(2) 深度学习时代 (2010-2015)：深度学习开始来临，训练算力的增长率大幅度提升，整体趋势加快，大约每 6 个月翻一番；(3) 大规模时代 (2015 年后)：新趋势始于 2015 年底的 AlphaGo，许多公司开发大规模的机器学习模型，对训练算力的要求提高了 10 到 100 倍，翻倍时间约为 10 个月。我们发现从 2010 年深度学习出现以来，全球训练算力增长了近 100 亿倍 (从 $1e+14$ Flops 增长到 $1e+24$ Flops)。2023 年以 ChatGPT 为代表的 AIGC 对算力提出了更高的要求，再次拔高算力增长曲线，谷歌、百度等巨头纷纷布局大模型，为光模块需求带来巨大增量。

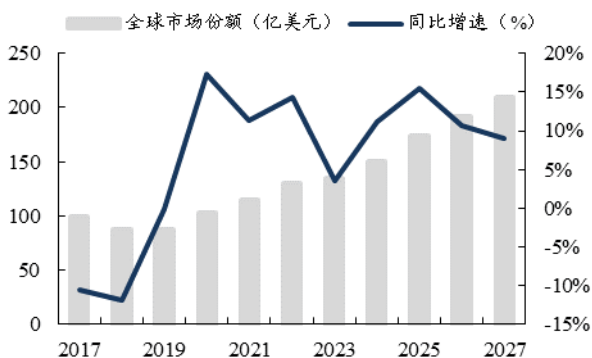
图32: 2015 年大规模时代训练算力的要求提高了 10 到 100 倍, 翻倍时间约为 10 个月



数据来源:《Compute Trends Across Three Eras of Machine Learning》(Jaime Sevilla et al.), 东吴证券研究所

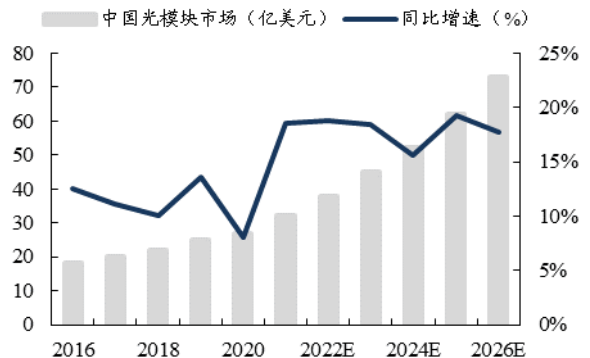
全球光模块增长趋势不变, 供应链国产替代加速, 驱动国内光模块市场扩张。(1) 全球光模块市场: 2017-2022 年全球光模块市场规模逐年增长, 2022 年市场规模 130 亿美元, 同比增长 14%。根据 Lightcounting 预测, 全球光模块市场在 2020、2021、2022 分别增长 17%、11%、14%之后, 可能在 2023 年放缓至 4%, 然后在 2024-2025 年恢复。未来 5 年 (2022-2027), 全球光模块市场规模将以 CAGR 11% 稳步增长, 2027 年市场规模将超 200 亿美元 (约 209 亿)。(2) 中国光模块市场: 近十年我国光模块市场快速崛起, 2022 年中国光模块市场规模约 38 亿美元, 全球占比约 30%, 同比增长 18%。随着中国光模块厂商逐渐引领全球 (2022 年全球光模块 top10, 国内厂商占据 7 席), 供应链国产化进程加速, 2022-2026 年中国光模块将以 GAGR 18%保持增长, 2026 年市场规模将达到 73 亿美元。

图33: 2022 年全球光模块市场规模约 130 亿美元



数据来源: Light Counting、东吴证券研究所

图34: 2022 年中国光模块市场规模约 38 亿美元

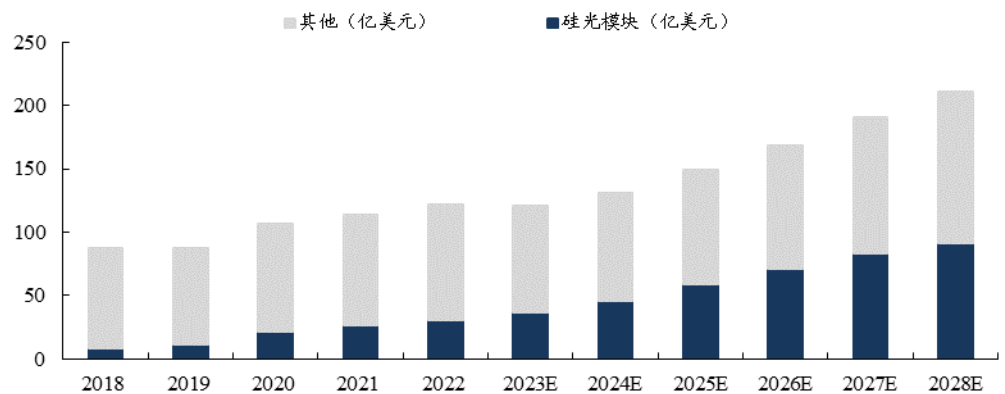


数据来源: 亿渡数据、东吴证券研究所

高速数据传输中，硅光模块比传统光模块更低功耗、高速率、低成本。硅光模块是光模块的一种，但采用硅光子技术在硅基材料上生成。传统光模块的光芯片由分离的多器件组合，而硅光模块的光芯片是高度集成的单体，具有低功耗、高速率、低成本（400G 高速传输中）等优势。虽然目前硅光模块的工艺难度大，封装成本较高（约 1.5-2 美元/GB），但其成本理论上有望降至 0.3 美元/GB，在量产情况具有极强的成本优势；而传统光模块的成本在 1+美元/GB，难以进一步降低。根据 Light Counting，2022 年全球硅光模块市场规模约 30 亿美元，2028 年将达到 90 亿美元，年均复合增速 20%。硅光模块市场占比将从 2022 年的 24% 增加到 2028 年的 44%，并将持续稳定增长，支撑起一半的光模块市场。

光电子产业将遵循微电子产业链发展轨迹，产业链逐渐分化，Fabless 的制造模式成为主流。半导体及微电子组装从 1960 年代到如今，耦合技术历经了从多分离器件到大规模集成，测试及组装技术也从人工操作，到半自动化、全自动与智能化，以及现在的 Fabless 制造模式（公司只负责芯片的电路设计和销售环节，其他环节进行外包，大幅降低企业运营和资本投入）。目前光电子产业也正从分离光电器件向硅光集成发展，光子器件制造类型从“小批量、多品种”转向“大批量、高集成”。未来光电子产业趋势应该会遵循半导体及微电子的发展路径，产业链将逐渐分化，Fabless 的制造模式真正成为主流。目前台积电、日月光、德普等代工厂商的入局，表明 fabless 制造模式正在快速发展。

图35：全球硅光模块市场占比将从 2022 年的 24% 增加到 2028 年的 44%

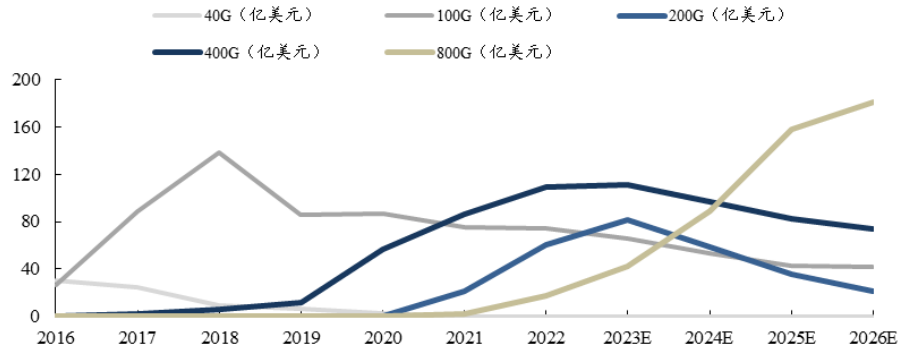


数据来源：Light Counting、东吴证券研究所

800G 将代替 400G 成为主流，硅光技术提供内生动力。低功耗&高速率的性能将驱动 800G 光模块占比大幅提升，因为高速率模块的功耗相对较低，例如 400G 光模块的早期功耗约为 10-12W，长期功率约 10W 左右，而 800G 光模块的功耗约为 16W 左右。根据 Light Counting，800G 光模块出货量将在 23 年下半年快速增长，2025 年将代替 400G 主导市场，市场占比约 50%，市场规模 158 亿美元，同比增速 78%。随着光模块

进入 800G 时代，传统光模块的集成度、功耗等问题将更为凸显，硅光技术可突破传统光模块的发展瓶颈，助推光模块向高速率、低功耗、高集成发展（例如 1.6T 光模块）。

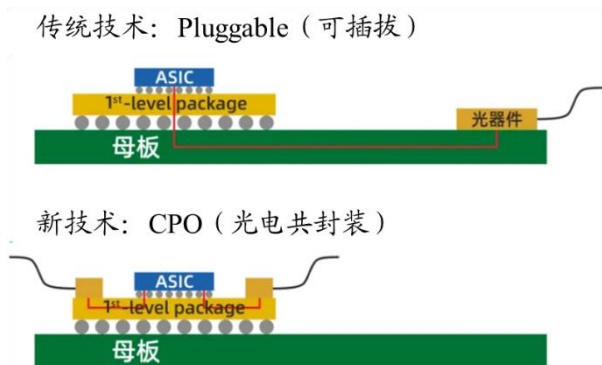
图36：2025 年 800G 光模块市场占比最大，约 50%



数据来源：亿渡数据，东吴证券研究所

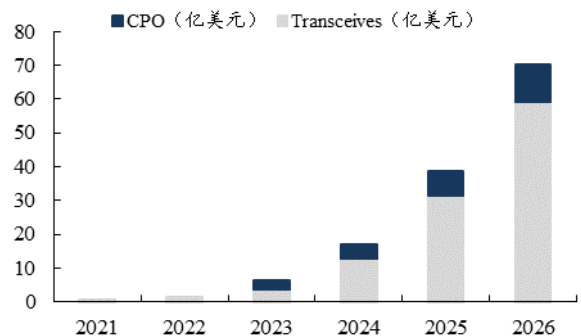
传统可插拔式封装技术难以支撑高算力，CPO 光电共存技术成为下一个风口。光模块产品逐渐向可热插拔、小型化、高速率、智能化、集成化方向发展，光模块封装形式也随之迭代更新。目前主流的封装技术是可插拔式 (Pluggable)，光模块先接上光纤，然后通过 SerDes 通道，将信号送到网络交换芯片 (ASIC)，该传统技术难以支撑高算力背景下的速率演进。CPO (光电共封装) 是一种全新的超小型高密度光模块技术，将光模块和 ASIC 芯片共同装配在同一个插槽上，缩短了 ASIC 芯片和光模块间的距离 (控制在 5~7cm)，使得高速电信号能够在两者之间高质量传输。目前 CPO 主要用于 800G 及以上的数据中心收发器，技术发展和产业化有待进一步成熟。从技术升级方向来看，短期内仍然以成熟&低成本的可插拔式为主，CPO 出货量预计将从 800G 和 1.6T 端口开始，于 2024 至 2025 年开始商用，2026 至 2027 年开始规模上量 (2026 年 CPO 市场规模约 10 亿美元)。

图37：CPO 与传统可插拔技术的区别



数据来源：芯东西、东吴证券研究所

图38：2026 年 CPO 市场规模约 10 亿美元



数据来源：Light Counting、东吴证券研究所

中际旭创、天孚通信、新易盛、光迅科技、联特科技、剑桥科技等纷纷布局 800G、1.6T 光模块以及 CPO 封装。2020 年中际旭创、光迅科技率先发布了 800G 相关产品，2022 年新易盛、华工正源、剑桥科技等厂商也相继发布了自身的 800G 产品，800G 光模块初具规模。1.6T 光模块和 CPO 技术布局也有进展，其中中际旭创的 1.6T 光模块已进入送测阶段，CPO 在持续研发中；天孚通信已推出 1.6T 光引擎产品及相关光器件，CPO 用激光芯片集成高速光引擎也已小批量交付；光迅科技、新易盛 1.6T 光模块都在 OFC2023 期间发布，目前正在积极推进客户送样测试工作，其中光迅科技已推出 CPO 相关产品，新易盛的 CPO 尚在预研阶段；剑桥科技、联特科技的 1.6T 光模块还在研发阶段，两者在 CPO 均有技术布局；随着国产光模块厂商崛起，供应链国产化进程加速，有望为带来更大市场空间。

图39：国内厂商在 800G、1.6T 光模块，以及 CPO 封装技术的布局

公司	趋势	产品	最新进展
中际旭创	高速率	800G	已向海外客户大批量供货
		1.6T	推出1.6T产品
	低功耗	CPO	技术布局
新易盛	高速率	800G	客户在进行小批量的采购
		1.6T	OFC2023推出新品
	低功耗	CPO	技术布局
天孚通信	高速率	800G	推出800G光引擎产品及相关光器件
		1.6T	推出1.6T光引擎产品及相关光器件
	低功耗	CPO	送样通过，项目进入可靠性验证阶段
光迅科技	高速率	800G	具备批量生产的能力，针对特定客户已进行小批量的交付
		1.6T	OFC2023，发布1.6T OSFP-XD DR8光模块
	低功耗	CPO	推出光电一体可插拔ELS光源模块产品，主要应用于下一代NPO/CPO光电互联应用领域
剑桥科技	高速率	800G	小批量发货
		1.6T	推出1.6T产品
	低功耗	CPO	正在对相关技术进行研究
华工科技	高速率	800G	已推出产品，800G硅光模块在海外推出并送样测试
		1.6T	技术布局
	低功耗	CPO	技术布局
联特科技	高速率	800G	已推出产品，预计在2023年客户端完成全面认证
		1.6T	研发阶段
	低功耗	CPO	技术布局
博创科技	高速率	800G	处于研发中
		1.6T	暂无
	低功耗	CPO	处于研发中

数据来源：乐晴智库、东吴证券研究所

我们预计到 2027 年硅光模块设备市场空间为 240 亿元，2022-2027 年 CAGR 为 50%。核心假设主要包括：（1）根据 Light Counting, 2023-2027 年全球硅光模块市场占比为 30.8%/35.5%/39.5%/42.5%/43.8%；（2）硅光模块在处理高速率光信号、高频电信号具有较强优势，因此硅光技术主要运用在 400G、800G 的生产中，2023-2027 年硅光模块 400G 占比 72%/52%/34%/29%/24%，800G 占比 28%/48%/66%/71%/76%；（3）当前硅光模块的工艺难度大，封装成本约 1.7 美元/G，2027 年有望实现规模量产，成本下降至 0.5 美元/G；（4）2022 年按照 100 万只 800G 硅光模块的整线设备价值量 12 亿计算，800G 硅光模块设备成本约 1200 元/只，400G 硅光模块工艺难度降低，设备成本约 800 元/只。

表11: 我们预计到 2027 年硅光模块设备市场空间为 240 亿元，2022-2027 年 CAGR 为 50%

	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
全球光模块市场规模 (亿美元)	102.5	114.1	130.4	135.0	150.1	173.4	192.0	209.5
硅光模块占比 (%)	20.5%	23.0%	24.8%	30.8%	35.5%	39.5%	42.5%	43.8%
硅光模块市场规模 (亿美元) ①	21.0	26.2	32.4	41.5	53.3	68.6	81.6	91.8
400G 占比 (%) ②	100%	98%	87%	72%	52%	34%	29%	24%
800G 占比 (%) ③	0%	2%	13%	28%	48%	66%	71%	76%
硅光模块售价 (美元/G) ④	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	1.1	0.8	0.5
400G 销售量 (万只) ⑤=①*②/④	276.2	356.4	412.3	469.5	495.0	532.2	742.3	1105.6
800G 销售量 (万只) ⑥=①*③/④	0.0	3.8	31.9	89.8	228.0	513.2	904.0	1741.3
400G 设备成本 (元/只) ⑦	1000	900	800	800	700	700	600	600
800G 设备成本 (元/只) ⑧	1400	1300	1200	1200	1100	1100	1000	1000
硅光模块设备市场空间 (亿元) ⑨=⑦+⑧	27.6	32.6	36.8	48.3	59.7	93.7	134.9	240.5

数据来源: Light Counting、罗博特科、东吴证券研究所

4.3. 光模块产品升级, ficonTEC 迎来国内市场拓展机会

硅光模块和 800G 对耦合设备精度要求提出了更高的要求, 国内手动操作/半耦合设备难以满足要求, 作为全球光模块自动耦合设备龙头, ficonTEC 将迎来国内市场的拓展机会。

(1) 设备使用情况: 国外光模块领域集中度高, 且均 IDM 模式 (集芯片设计、芯片制造、芯片封装和测试等多个产业链环节于一身), 自动耦合设备大都外采; 国内光模块领域规模企业主要采用人工或者半自动化耦合设备, 设备上选择自研或者绑定一家供应商。

(2) 市场趋势: 随着硅光模块、800G 甚至 1.6T 光模块的发展, ①人工培训成本会进一步提高; ②对组装精度要求更高, 手工操作/半自动难以满足精度要求; ③全自动化要求高精度、高产能、低成本。

作为全球光模块封测设备龙头，ficonTEC 始终保持技术领先，其量产的全自动设备适用于 400G/800G 高速光模块的封装及测试，并在前沿的 1.6T 级光模块自动耦合设备完成开发和客户（英伟达）验证、CPO 设备也已经完成出货。截至 2023 年 6 月 ficonTEC 全球范围内累计交付设备超过 1000 台，在硅光领域市占率超 50%，其中硅光方案的耦合设备中 80%-90%都是公司的设备（传统光模块方案可能用到其他公司设备）。

表12: finconTEC 光模块、硅光模块的竞对分析

下游市场	可使用设备		竞争对手
光模块	贴片机 (BL 系列)	耦合机设备 (AL 系列)	1) 国外: FineTech、SET、Amicra(ASM)、MRSI (Mycronic) 2) 国内: 深圳兴启航、苏州猎奇、无锡恩纳基
硅光模块	贴片机 (BL 系列)	耦合机装备 (AL 系列)	1) 国外: FineTech、SET

数据来源: ficonTec、东吴证券研究所

ficonTEC 具有高精度、高效率、模块化、工艺积累四大核心技术优势: (1) 高精度: 先进的定位和视觉系统及机器学习算法, 可确保光学器件的高精度快速耦合, 其中 ALTOALING 多轴定位系统具有 3~16 个自由度, 点胶精度可达亚微米级; (2) 高效率: 全自动封装机 AL500 平均 50~55 秒可以贴合一个棱镜, 而半自动设备竞品需要 5 分钟左右; (3) 模块化: 具有多条成熟, 高度模块化和高度集成化的产品线, 以及最先进机电一体化设计制造技术, 提高了设备的性能和可重复性; (4) 工艺积累: 具有自主可控的精密运动平台, 和客户密切合作的业务模式, 以及丰富的设备定制化设计经验。

图40: ficonTEC 具有高精度、高效率、模块化、工艺积累的核心技术优势

	<p>高精度 通过多相机系统、视觉算法、六轴定位模块、实现高精度耦合、点胶, 其中点胶精度可达亚微米级</p>		<p>高效率 高效率的优势主要是全自动AL500平均50~55秒可以贴合一个棱镜, 而半自动设备竞品需要5分钟</p>
	<p>模块化 核心是高精度六轴对准器, 开发超过50个模块, 实现快速高效的自动化, 并便于实现快速的交付</p>		<p>工艺积累 具备为客户新品提供设计组装工艺方案的能力, 并提供相关软硬件工具平台及培训服务</p>

数据来源: ficonTEC、东吴证券研究所

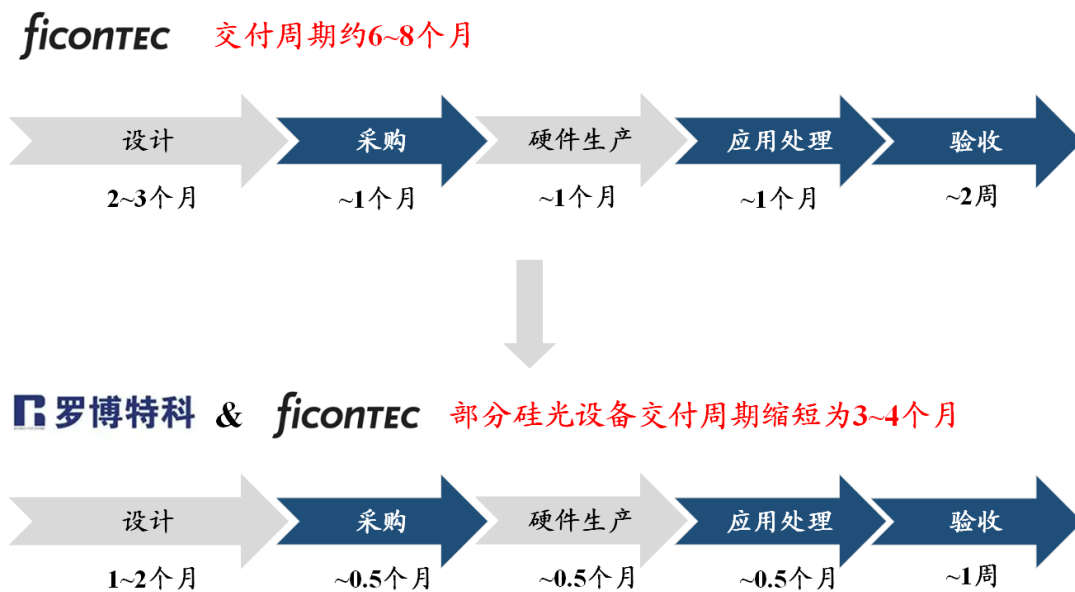
罗博特科并购 ficonTEC 可实现生产、研发、客户协同，实现共赢。ficonTEC 的光模块领域技术处世界领先水平，但核心技术人员不足&场地资源有限，交付周期超过半年，影响客户（特别是中国客户）的购买意愿。而罗博特科产能充足&客户资源优质，并购 ficonTEC 后可实现生产协同、研发协同、客户互补，并借助 ficonTEC 技术快速布局泛半导体设备领域。

(1) 生产协同: ficonTEC 主要生产基地位于德国、爱沙尼亚，具有生产制造成本高、产能不足、离亚洲市场较远、核心技术外泄风险等缺点；并购整合后，ficonTEC 可充分借助上市公司资源，以罗博特科生产制造为基础（罗博特科为落地项目储备工业用地 47 亩），目标提升产能、增强售后维护能力，覆盖亚太区市场。交付时间从之前的 6-8 个月，缩短成部分硅光设备 3-4 个月。

(2) 研发协同: ficonTEC 在光电子和半导体自动化领域具有丰富的研发实战经验；并购后，双方将得以整合研发团队，形成跨境联动的研发模式，罗博特科可获得新领域的领先技术及经验。

(3) 客户互补: 目前 ficonTEC 现有以 Intel、华为、恩科等通讯行业公司为主，而罗博特科则拥有诸多光伏、汽车零部件兴业客户，并有望通过新产品研发进入 3C、电子半导体等新领域。例如 2023 年 ficonTEC 基于罗博特科大平台，接到一家全球知名的汽车电子客户签订销售合同，并计划长期开展商业合作。与此同时，2023 年 3 月罗博特科与 ficonTEC 签订关联交易合同，拟自协议签订之日起 12 个月内向 ficonTEC 销售车载相机装配站相关配套设备及系统，销售总金额预计为 4000 万元人民币，实现共赢。

图41: ficonTEC 和罗博特科可实现生产、研发、客户业务整合



数据来源: ficonTEC、东吴证券研究所

5. 盈利预测与投资评级

(1) 自动化设备: 属于公司核心业务, 主要为光伏电池片提供配套和辅助设备, 受益于 N 型技术变革有望迎来量价齐升, 公司作为自动化设备龙头地位稳, 业绩有望恢复至疫情前水平,。我们预计 2023-2025 年该业务营收增速分别为 80%、55%、20%, 毛利率分别为 22.5%、23%、23%。

(2) 智能制造系统: 随着下游制造客户对于工业生产柔性化、智能化和高效性需求不断上升, 公司智能制造系统业务销量有望逐步修复, 我们预计 2023-2025 年该业务营收增速分别为 65%、35%、25%, 毛利率分别为 14%、14%、14%。

暂未考虑电镀铜设备&光模块设备收入, 我们预计 2023-2025 年营业总收入分别为 16/24/29 亿元, 同比增长 75%/50%/22%, 综合毛利率分别为 22.3%/22.7%/22.9%。

表13: 公司分业务收入预测 (百万元)

	2022A	2023E	2024E	2025E
自动化设备	661.42	1190.56	1845.36	2214.43
YOY	-28%	80%	55%	20%
毛利率	22.2%	22.5%	23.0%	23.0%
智能制造系统	192.83	318.17	429.53	536.91
YOY	61.9%	65%	35%	25%
毛利率	13.8%	14%	14%	14%
其他主营业务	48.950	70.98	99.37	139.12
YOY	1.8%	45%	40%	40%
毛利率	54.9%	55.0%	55.0%	55.0%
营业收入合计	903.20	1,579.70	2,374.26	2,890.46
YOY	-16.8%	74.9%	50.3%	21.7%
综合毛利率	22.17%	22.25%	22.71%	22.87%

数据来源: Wind, 东吴证券研究所测算

光伏设备业务我们选取晶盛机电、迈为股份、捷佳伟创、奥特维、双良节能、帝尔激光、东威科技、高测股份、金博股份、连城数控、芯碁微装、金辰股份、苏大维格作为可比公司; 光模块设备业务我们选取中际旭创、新易盛、天孚通信、源杰科技、联特科技、博众精工作为可比公司。我们预计罗博特科 2023-2025 年归母净利润分别为 1.0/1.6/2.1 亿元, 当前股价对应动态 PE 分别为分别 97/60/46 倍, 相较于光模块行业可比公司有一定估值优势。公司传统光伏电池片自动化设备业务稳定增长, 光伏电镀铜设备下游进展顺利有望快速放量, 尤其是光模块设备方面公司业务具备一定稀缺性, 故综合来看罗博特科成长性较为突出, 首次覆盖给予“增持”评级。

表14: 可比公司估值 (截至 2023/6/30 收盘价)

股票代码	公司	市值 (亿元)	股价 (元)	归母净利润 (亿元)			PE			
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
300316.SZ	晶盛机电	928	71	47.0	58.1	70.1	20	16	13	
300751.SZ	迈为股份	472	169	13.1	19.4	29.4	36	24	16	
300724.SZ	捷佳伟创	391	112	14.1	18.9	27.7	28	21	14	
688516.SH	奥特维	292	188	11.3	15.8	21.6	26	18	14	
600481.SH	双良节能	262	14	25.0	31.9	39.0	10	8	7	
300776.SZ	帝尔激光	177	65	7.0	10.0	12.9	25	18	14	
光伏设备	688700.SH	东威科技	229	100	3.9	5.7	7.5	59	40	31
	688556.SH	高测股份	180	53	13.5	17.8	21.6	13	10	8
	688598.SH	金博股份	161	172	8.8	11.5	15.2	18	14	11
	835368.BJ	连城数控	122	52	7.9	10.2	12.4	15	12	10
	688630.SH	芯碁微装	101	84	2.1	3.0	4.1	47	33	25
	603396.SH	金辰股份	76	66	1.9	3.4	5.4	41	22	14
	300331.SZ	苏大维格	68	26	2.0	3.5	—	34	20	—
		平均						29	20	15
	300308.SZ	中际旭创	1,184	147	15.1	20.2	25.5	78	58	46
	300502.SZ	新易盛	483	68	9.1	12.6	16.6	53	38	29
光模块	300394.SZ	天孚通信	422	107	5.1	6.5	8.5	83	65	49
	688498.SH	源杰科技	242	285	1.5	2.0	2.6	163	120	92
	301205.SZ	联特科技	237	183	1.3	2.0	2.9	185	120	81
	688097.SH	博众精工	135	30	4.9	6.2	5.3	28	21	19
		平均						98	70	53
	300757.SZ	罗博特科	97	88	1.0	1.6	2.1	97	60	46

数据来源: Wind, 东吴证券研究所

注: 晶盛机电、迈为股份、捷佳伟创、奥特维、双良节能、帝尔激光、东威科技、高测股份、金博股份、罗博特科均为东吴预测, 连城数控、芯碁微装、金辰股份、苏大维格、中际旭创、新易盛、天孚通信、源杰科技、联特科技、博众精工为 Wind 一致预期

6. 风险提示

(1) **下游装机量和扩产不及预期。**公司目前营收来自于光伏行业设备端自动化产品占比较高, 假如新增装机量和下游扩产不及预期, 则公司业绩将会面临一定压力。

(2) **光伏行业自动化需求不及预期。**光伏行业目前自动化设备投资额占比较低, 未来假设行业自动化需求提升不及预期, 则公司业绩将会面临压力。

(3) **新品拓展不及预期。**公司向光伏电镀铜、光模块设备领域拓展, 若研发进展不及预期、新品拓展不及预期, 则公司新成长空间面临压力。

罗博特科三大财务预测表

资产负债表 (百万元)					利润表 (百万元)				
	2022A	2023E	2024E	2025E		2022A	2023E	2024E	2025E
流动资产	1,457	1,769	2,382	2,890	营业总收入	903	1,580	2,374	2,890
货币资金及交易性金融资产	232	242	214	396	营业成本(含金融类)	703	1,228	1,835	2,229
经营性应收款项	344	572	821	919	税金及附加	6	9	14	17
存货	510	404	603	733	销售费用	47	82	123	147
合同资产	343	522	712	809	管理费用	37	66	97	116
其他流动资产	28	30	32	33	研发费用	59	103	152	182
非流动资产	725	734	741	747	财务费用	18	6	8	8
长期股权投资	196	241	286	331	加:其他收益	12	24	31	38
固定资产及使用权资产	291	267	239	208	投资净收益	2	4	6	7
在建工程	20	13	9	7	公允价值变动	0	0	0	0
无形资产	60	53	47	40	减值损失	(20)	0	0	0
商誉	8	9	10	10	资产处置收益	0	0	0	0
长期待摊费用	1	1	1	1	营业利润	26	112	181	235
其他非流动资产	150	150	150	150	营业外净收支	2	0	0	0
资产总计	2,182	2,504	3,124	3,637	利润总额	28	112	181	235
流动负债	1,282	1,503	1,962	2,266	减:所得税	2	12	20	26
短期借款及一年内到期的非流动负债	494	280	190	80	净利润	26	100	161	209
经营性应付款项	569	871	1,276	1,603	减:少数股东损益	(1)	0	0	0
合同负债	151	264	395	480	归属母公司净利润	26	100	161	209
其他流动负债	68	88	101	104	每股收益-最新股本摊薄(元)	0.24	0.91	1.46	1.89
非流动负债	30	30	30	30	EBIT	40	91	152	199
长期借款	30	30	30	30	EBITDA	74	133	196	243
应付债券	0	0	0	0	毛利率(%)	22.17	22.25	22.71	22.87
租赁负债	0	0	0	0	归母净利率(%)	2.89	6.34	6.79	7.25
其他非流动负债	0	0	0	0	收入增长率(%)	(16.83)	74.90	50.30	21.74
负债合计	1,312	1,533	1,992	2,296	归母净利润增长率(%)	155.78	282.79	60.97	30.00
归属母公司股东权益	872	972	1,133	1,342					
少数股东权益	(1)	(1)	(1)	(1)					
所有者权益合计	870	971	1,132	1,341					
负债和股东权益	2,182	2,504	3,124	3,637					

现金流量表 (百万元)					重要财务与估值指标				
	2022A	2023E	2024E	2025E		2022A	2023E	2024E	2025E
经营活动现金流	269	271	107	336	每股净资产(元)	7.89	8.79	10.25	12.14
投资活动现金流	(4)	(48)	(45)	(44)	最新发行在外股份(百万股)	111	111	111	111
筹资活动现金流	(178)	(214)	(90)	(110)	ROIC(%)	2.62	6.04	10.29	12.61
现金净增加额	86	10	(28)	182	ROE-摊薄(%)	3.00	10.30	14.22	15.60
折旧和摊销	34	43	44	44	资产负债率(%)	60.12	61.24	63.77	63.13
资本开支	(25)	(6)	(6)	(6)	P/E(现价&最新股本摊薄)	372.07	97.20	60.38	46.45
营运资本变动	170	114	(103)	87	P/B(现价)	11.16	10.01	8.59	7.25

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)),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>