

► **芯碁微装：国内直写光刻设备龙头。**芯碁微装成立于2015年，深耕PCB直写光刻设备，已成长为国内领军企业，近年来先后推出了用于IC掩模版、载板、先进封装、光伏电镀铜等领域的泛半导体直写光刻设备，充分拓展成长空间。得益于新老业务的齐头并进，公司收入规模高速增长，2017-2021年营业收入年均复合增速高达117%。2022年前三季度，公司实现营收4.12亿元，同比增长41.02%，实现归母净利润0.88亿元，同比增长38.88%，延续高增势头。与此同时，公司亦于2022年9月公告定增预案，拟募集资金8.25亿元，进一步扩充泛半导体产品产能，同时向上游布局关键子系统和核心零部件的自主研发，为公司长期发展巩固基础。

► **PCB业务：需求稳健，领衔国内LDI市场。**用于PCB的LDI设备为公司传统主业，PCB制造包括内层图形制作、层压、钻孔、层图形制作、阻焊层制作、表面处理等环节，LDI设备因为较好的精度和更优的成本在PCB制造中得到广泛应用。据QY Research数据，2021年全球全球PCB市场直接成像设备销售额8.13亿美元，2023年将达9.16亿美元，2年年均复合增速6.15%，全球市场龙头为来自以色列的Orbotech和来自日本的ORC，芯碁微装的PCB直写光刻设备主要性能已达到对标海外龙头的水平，2021年实现营收4.15亿元，以8.1%的份额位列全球第三。

► **泛半导体业务：广泛布局，产品矩阵展开。**PCB之外，泛半导体领域直写光刻亦有广泛的应用。在IC制造场景，直写光刻主要用于MEMS、分立器件等成熟应用；在先进封装领域，直写光刻可用于晶圆级封装等场景；在IC载板领域，直写光刻的应用与PCB类似，但对线宽、孔径等指标提出了更精细的要求；掩模版领域则一直是直写光刻的主要下游应用之一。2021年公司实现泛半导体业务收入0.56亿元，同比增长近400%。

► **跨界切入光伏电镀铜，布局未来电池技术路径。**光伏电池片技术围绕降本增效不断演进，电镀铜技术或将为HJT的渗透解决核心的成本问题。相比传统的银浆丝网印刷方案，电镀铜的制造工艺更类似IC前道的铜互连结构，带来了直写光刻设备的增量需求。公司作为直写光刻设备国产化领军企业，有望深度受益电池片技术路径迭代带来的全新市场。

► **投资建议：**芯碁微装作为国内直写光刻设备龙头企业，在保持PCB主业稳健增长的同时，在泛半导体领域亦持续扩大产品矩阵。我们预计公司2022-2024年收入分别为6.88/10.01/14.30亿元，归母净利润分别为1.39/2.09/3.00亿元，对应现价PE分别为85/56/39倍。我们看好公司在泛半导体领域的新品扩张，首次覆盖，给予“推荐”评级。

► **风险提示：**下游扩产不及预期；产品验证进度不及预期；技术路径迭代。

盈利预测与财务指标

| 项目/年度 | 2021A | 2022E | 2023E | 2024E |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| 营业收入 (百万元) | 492 | 688 | 1,001 | 1,430 |
| 增长率 (%) | 58.7 | 39.8 | 45.5 | 42.8 |
| 归属母公司股东净利润 (百万元) | 106 | 139 | 209 | 300 |
| 增长率 (%) | 49.4 | 30.9 | 50.3 | 43.6 |
| 每股收益 (元) | 0.88 | 1.15 | 1.73 | 2.48 |
| PE | 111 | 85 | 56 | 39 |
| PB | 12.6 | 11.2 | 9.6 | 7.9 |

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；(注：股价为2023年2月3日收盘价)

推荐

首次评级

当前价格：

97.33元



分析师 方竞

执业证书：S0100521120004

邮箱：fangjing@mszq.com



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

目录

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 1 芯碁微装：国内直写光刻设备龙头 | 3 |
| 1.1 直写光刻设备龙头，聚焦产品与技术创新 | 3 |
| 1.2 收入规模快速攀升，泛半导体业务迎来放量 | 4 |
| 1.3 管理层及研发团队资历深厚 | 5 |
| 1.4 定增募资扩产，着眼长远业务布局 | 6 |
| 2 PCB 业务：需求稳健，领衔国内 LDI 市场 | 7 |
| 2.1 PCB 需求稳健增长 | 7 |
| 2.2 直写光刻应用优势凸显 | 8 |
| 2.3 PCB 直接成像设备国产化突破实现 | 11 |
| 2.4 芯碁微装：新品持续拓展，产品线日益壮大 | 13 |
| 3 泛半导体业务：广泛布局，打开成长空间 | 16 |
| 3.1 泛半导体光刻简介 | 16 |
| 3.2 IC 载板：PCB 发展新方向 | 17 |
| 3.3 先进封装：后摩尔时代的大势所趋 | 18 |
| 3.4 掩膜版：晶圆制造关键的前置工艺 | 21 |
| 3.5 广泛布局，泛半导体产品矩阵形成 | 22 |
| 4 跨界切入光伏：电镀铜图形化环节核心设备 | 25 |
| 4.1 电镀铜是 HJT 光伏电池降本的终局方案 | 25 |
| 4.2 LDI 光刻机是电镀铜图形化环节的核心设备 | 29 |
| 5 盈利预测与投资建议 | 32 |
| 5.1 盈利预测假设与业务拆分 | 32 |
| 5.2 费用率预测 | 33 |
| 5.3 估值分析 | 33 |
| 5.4 投资建议 | 34 |
| 6 风险提示 | 35 |
| 插图目录 | 37 |
| 表格目录 | 37 |

1 芯碁微装：国内直写光刻设备龙头

1.1 直写光刻设备龙头，聚焦产品与技术创新

芯碁微装成立于 2015 年 6 月，专业从事以微纳直写光刻为技术核心的直接成像设备及直写光刻设备的研发、制造、销售以及相应的维保服务，主要产品及服务包括 PCB 直接成像设备及自动线系统、泛半导体直写光刻设备及自动线系统、其他激光直接成像设备以及上述产品的售后维保服务，产品功能涵盖微米到纳米的多领域光刻环节。

图1：芯碁微装直写光刻技术主要产品



资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

公司深耕 PCB 领域，先后开发了一系列 PCB 直接成像设备，在最小线宽、产能、对位精度等设备核心性能指标方面具有较高的技术水平，并不断凭借性价比及本土服务优势脱颖而出，产品市场渗透率快速增长。同时，公司正在向精度要求更高的泛半导体领域不断拓展，设备的光刻精度能够达到最小线宽 350nm，主要应用于下游 IC 掩膜版制版以及 IC 制造、OLED 显示面板制造过程中的直写光刻工艺环节。

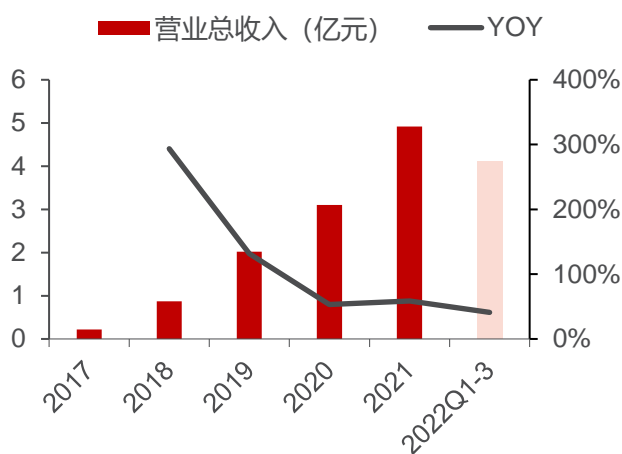
公司专注服务于电子信息产业中 PCB 领域及泛半导体领域的客户，通过优秀产品帮助客户在提升产品品质和降低生产成本的同时实现数字化、无人化、智能化发展。经过多年的深耕与积累，客户覆盖深南电路、健鼎科技等行业龙头企业，同时也与多家上市公司签订了战略合作协议。2021 年 4 月，公司登陆科创板上市。

创新是引领公司发展的第一动力，公司持续投入研发力量，包括持续增长的研发投入及人才引进，2022 年前三季度公司研发费用 0.63 亿元，研发费用率 15.39%。同时，公司与校企合作密切，与西交大、中科大、合工大建立联合实验室，助力研发、培养人才并吸引高端人才加入公司。截至 2022 年 9 月末，公司累计获得授权专利 128 项，其中，已授权发明专利 56 项，已授权实用新型专利 67 项，已授权外观设计专利 5 项。此外，公司还拥有软件著作权 14 项，实现了软件与硬件设备的有效配套。

1.2 收入规模快速攀升，泛半导体业务迎来放量

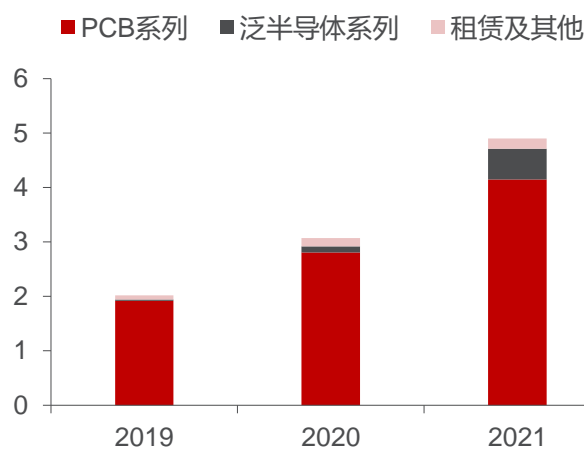
得益于主业的稳健表现，公司营收在过去几年保持了较快的增长趋势，2017-2021 四年 CAGR 为 117%。2021 年，公司实现营业收入 4.92 亿元，同比增长 58.74%，在 PCB 业务同比增长 47.61% 的同时，泛半导体业务亦迅速放量，实现收入 0.56 亿元，同比增长 393.49%。公司 2022 年前三季度实现营收 4.12 亿元，同比增长 41.02%，主要得益于泛半导体、PCB 领域的齐头并进。目前 PCB 直接成像设备仍旧是公司目前的主要收入来源

图2：2017-2022Q3 芯碁微装营业总收入（亿元）



资料来源：Wind，民生证券研究院

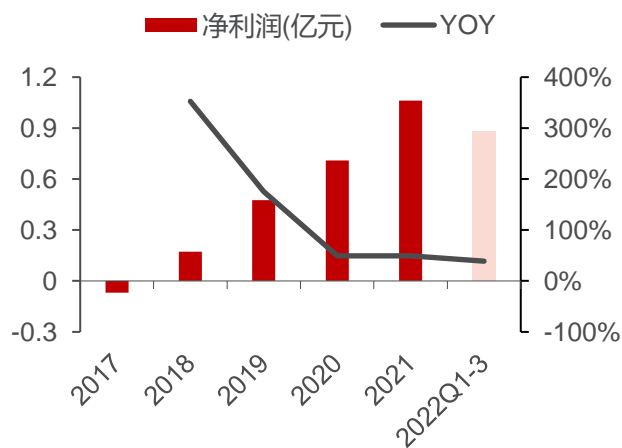
图3：2019-2021 年芯碁微装分业务营收（亿元）



资料来源：Wind，民生证券研究院

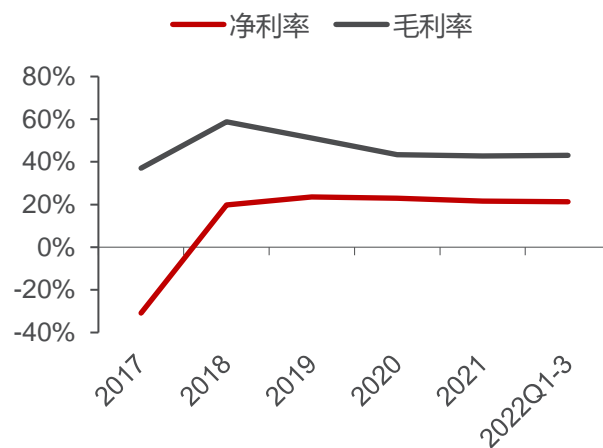
利润方面，2018-2021 年，公司归母净利润从 0.17 亿元增长至 1.06 亿元，伴随收入增长而逐步释放。2022 年前三季度，公司实现归母净利润 0.88 亿元，同比增长 38.88%。2020 年以来公司利润率基本维持稳定，2022 年前三季度，公司毛利率 43.10%，净利率 21.33%。

图4：2017-2022Q3 芯碁微装归母净利润（亿元）



资料来源：Wind，民生证券研究院

图5：2017-2022Q3 芯碁微装利润率



资料来源：Wind，民生证券研究院

1.3 管理层及研发团队资历深厚

公司管理层资历深厚，核心技术人员有多年纳米仪器研发经验。其中，总经理方林和总工程师何少锋拥有十几年的微纳直写技术行业研发经验，主持并成功研发多项有关专利。首席科学家 CHEN DONG 拥有二十多年在世界一流科学仪器和半导体设备公司的工作经历，积累近 30 年从事纳米仪器和精密光学测星及分析仪器的技术研发经验。

表1：芯碁微装核心管理层及技术人员

| 姓名 | 学历 | 职务 | 简介 |
|---------------|----|-----------------|--|
| 程卓 | 硕士 | 董事长，法定代表人，非独立董事 | 1984年8月至1998年4月，在国营九四〇九厂(安徽通用机械厂)从事管理工作；1998年12月至2012年12月，担任安徽盛佳拍卖有限责任公司总经理；2011年7月至2019年10月，担任安徽盛佳奔富商贸有限责任公司法定代表人、执行董事；2016年3月至2019年10月，担任芯碁有限董事长；2019年10月至今，担任公司董事长。 |
| 方林 | 硕士 | 总经理，非独立董事 | 2001年7月至2005年8月担任上海铁路局南京培训中心机电教研室教师；2007年3月至2013年3月，担任合肥芯硕半导体有限公司研发部工程师、总监；2013年4月至2014年3月，担任天津芯硕精密机械有限公司技术部副总经理；2014年4月至2015年6月，担任合肥芯硕半导体有限公司技术部副总经理；2016年3月至2019年10月，担任芯碁有限董事、总经理；2019年10月至今，担任公司董事、总经理。 |
| HING WONG(黄庆) | 博士 | 非独立董事 | 1990年1月至1997年6月担任美国IBM公司技术开发工程师；1997年7月至1997年12月，担任美国Chromatic Research公司工程师；1997年12月至2003年5月，担任美国Silicon Access公司研发部门主管、亚洲商务副总经理；2004年1月至2004年12月，担任美国Silicon Federation投资公司高级顾问；2005年5月至今，担任华登投资咨询(北京)有限公司董事总经理；2019年10月至今，担任公司董事。 |
| 何少锋 | 本科 | 总工程师 | 2001年7月至2001年10月担任福州光际通讯有限公司工程部光学工程师；2001年10月至2007年3月，担任麦克奥迪实业集团有限公司研发部光学工程师；2007年3月至2012年9月，担任合肥芯硕半导体有限公司研发部副总工程师；2012年9月至2014年6月，担任天津芯硕精密机械有限公司研发部总监；2014年6月至2015年6月，担任合肥芯硕半导体有限公司研发部总工程师；2015年11月至2019年10月，担任芯碁有限总工程师；2019年10月至今，担任公司总工程师。 |
| CHEN DONG | 博士 | 首席科学家 | 1995年7月至2000年7月担任美国IBM公司技术研究中心研究员；2000年7月至2001年11月，担任美国科天公司首席系统设计工程师；2001年11月至2010年10月，历任美国Veeco公司全自动扫描显微镜分公司首席科学家、光学精密计量分公司首席科学家；2010年10月至2015年12月，担任美国Bruker公司纳米表面集团探针与精密光学计量分公司首席科学家；2016年1月至2018年4月，担任美国科天公司首席系统设计工程师；2018年4月至2019年10月，担任芯碁有限首席科学家；2019年10月至今，担任公司首席科学家。 |

资料来源：Wind，民生证券研究院

1.4 定增募资扩产，着眼长远业务布局

2022 年，公司发布公告拟定增募资不超过 8.25 亿元，在业务布局、财务能力、人才引进、研发投入等方面作进一步的战略优化，持续提升公司业务覆盖度的深度及广度，敏锐把握市场发展机遇，实现公司主营业务的可持续发展。

表2：募集资金投向

| 项目名称 | 项目总投资 (万元) | 募集资金使用金额 (万元) |
|----------------------|------------|---------------|
| 直写光刻设备产业应用深化拓展项目 | 31,756.19 | 26,598.00 |
| IC 载板、类载板直写光刻设备产业化项目 | 23,408.27 | 17,583.75 |
| 关键子系统、核心零部件自主研发项目 | 24,758.22 | 15,172.00 |
| 补充流动资金项目 | 30,000.00 | 23,174.82 |

资料来源：募集说明书，民生证券研究院

直写光刻设备产业应用深化拓展项目：拟建设现代化的直写光刻设备生产基地，深化拓展直写光刻设备在新型显示、PCB 阻焊层、引线框架以及新能源光伏等领域内的应用，扩产现有 NEX 系列产品的同时，不断开发新产品并推动产业化落地。预计达产后将形成年产 210 (台/套) 直写光刻设备产品的生产规模。

IC 载板、类载板直写光刻设备产业化项目：拟建设现代化的 IC 载板、类载板直写光刻设备生产基地，瞄准快速增长的 IC 载板和类载板市场需求，把握国产替代市场机遇，推动公司直写光刻设备产品体系的高端化升级，提升直写光刻设备产品利润水平。预计达产后将形成年产量 70 (台/套) 直写光刻设备产品的生产规模。

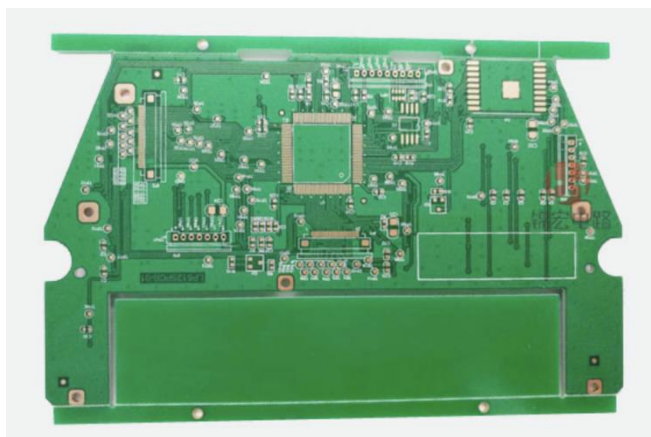
关键子系统、核心零部件自主研发项目：拟新建研发场所，引进高端研发人才，采购先进的研发设备和配套软件，对高精度运动平台开发项目、先进激光光源、高精度动态环控系统、超大幅面高解析度曝光引擎、半导体设备前端系统模组 (EFEM)、高稳定性全自动化线配套、基于深度学习算法的智能化直写光刻系统等领域进行深度研发，助力实现公司关键子系统、核心零部件自主可控。项目建成后能够加强公司供应链自主可控能力，进一步降低直写光刻设备生产成本，拓宽直写光刻核心技术护城河，并丰富公司产业链布局，进而提高公司市场核心竞争力。

2 PCB 业务：需求稳健，领衔国内 LDI 市场

2.1 PCB 需求稳健增长

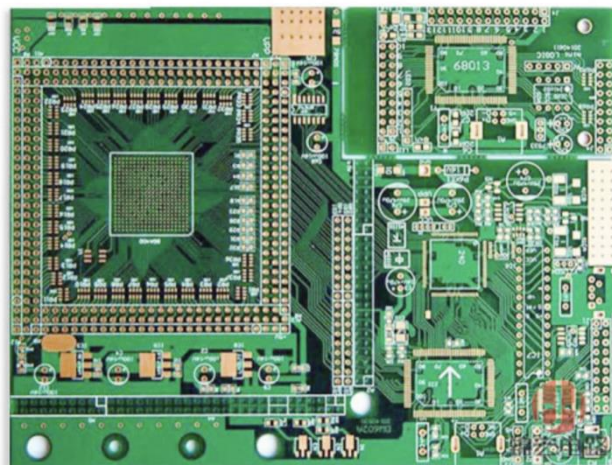
PCB 指采用印制技术，在绝缘基材上按预定设计形成导电路径图形或含印制元件的功能板，用于实现电子元器件之间的相互连接和中继传输，是电子信息产品必备的电路载体。PCB 种类多样，按照基材的柔软性可以分为刚性板（R-PCB）、柔性板（FPC）、刚柔结合板；按照导电路径的层数分，可分为单面板、双面板、多层板；另外，还有高速高频板、高密度连接板（HDI）、封装基板等。PCB 板是承载电子元器件并连接电路的桥梁，广泛应用于通讯电子、消费电子、计算机、汽车电子、工业控制、医疗器械、国防及航空航天等领域。

图6：单面板示意图



资料来源：锦宏电路官网，民生证券研究院

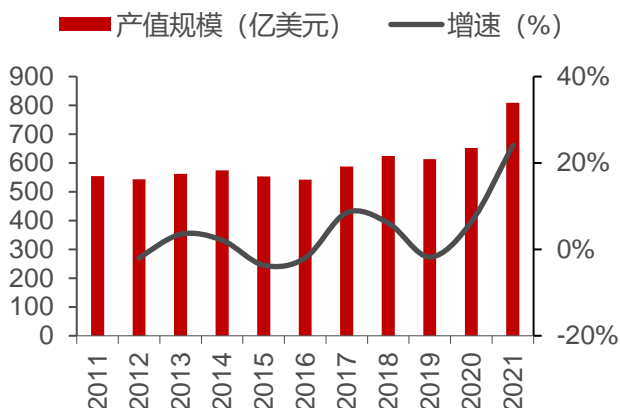
图7：多层板示意图



资料来源：锦宏电路官网，民生证券研究院

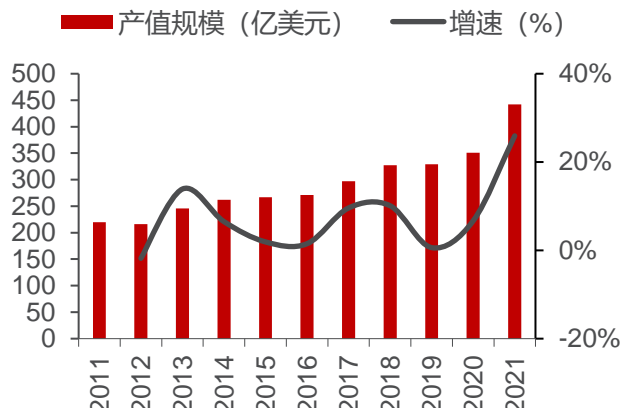
PCB 作为电子零件装载的基板和关键互连件，所有电子设备均需配备。近年来在下游服务器、基础设施、汽车等成长型市场的带动下，PCB 需求稳健增长。据 Prismark 数据，2021 年全球 PCB 行业产值达到 809 亿美元，同比增长 24.08%。国内 PCB 行业成长性更强于全球市场，产值规模自 2013 年以来始终保持增长状态，2021 年同比增长达到 25.93%，占全球市场 54.6%。

图8：2011-2021 年全球 PCB 产值规模及增长情况



资料来源：Prismark，民生证券研究院

图9：2011-2021 年中国大陆 PCB 产值及增长情况

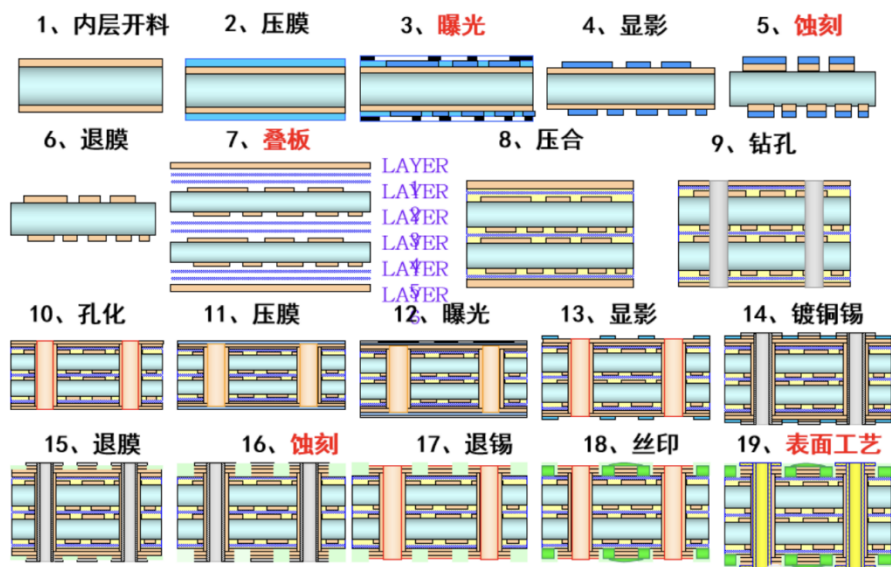


资料来源：Prismark，民生证券研究院

2.2 直写光刻应用优势凸显

PCB 的生产工序主要包括内层图形制作、层压、钻孔、外层图形制作、阻焊层制作、表面处理等。其中与芯碁微装相关的光刻工艺主要应用于内层图形、外层图形和阻焊层的制造，对应设备为曝光设备，主要功能是将设计好的电路线路图形转移到 PCB 基板上。

图10：PCB 工艺流程与对应设备

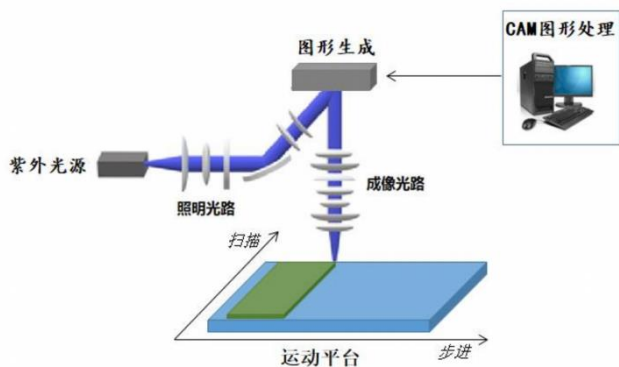


资料来源：搜狐网，民生证券研究院

根据曝光时是否使用底片，光刻技术可主要分为直接成像（直写光刻在 PCB 领域一般称为“直接成像”，对应的设备称为“直接成像设备”）与传统曝光（对应的设备为传统曝光设备）。直接成像（DI）是指计算机将电路设计图形转换为机器可识别的图形数据，并由计算机控制光束调制器实现图形的实时显示，再通过光学成像系统将图形光束聚焦成像至已涂覆感光材料的基板表面上，完成图形的直接成

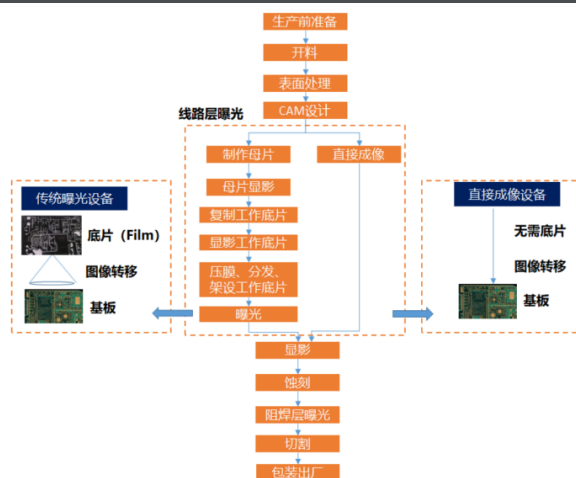
像和曝光。

图11：直写成像技术原理示意（紫外光源）



资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

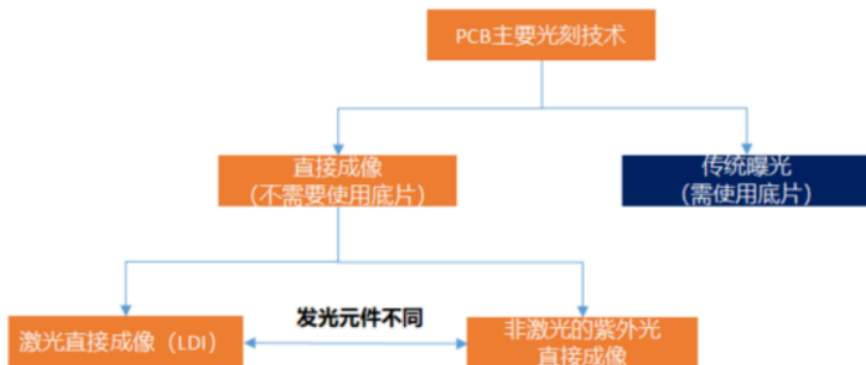
图12：传统曝光与直接成像技术对比图



资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

在直接成像设备的不同种类中，根据使用发光元件的不同，直接成像可进一步分为激光直接成像（LDI）以及非激光的紫外光直接成像，如紫外LED直接成像技术（UVLED-DI），其中LDI的光是由紫外激光器发出，主要应用于PCB制造中线路层的曝光工艺，而UVLED-DI的光是由紫外发光二极管发出，主要应用于PCB制造中阻焊层的曝光工艺。

图13：PCB主要光刻技术分类图



资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

对于PCB制造而言，直接成像设备在光刻精度、对位精度、良品率、环保性、生产周期、生产成本、柔性化生产、自动化水平等方面具有优势，成为目前PCB制造曝光工艺中的主流发展技术，芯碁微装的产品线主要有激光直接成像（LDI）构成。

表3：传统曝光技术与直接成像技术对比表

| 对比方面 | 传统曝光技术 | 直接成像技术 |
|-------|--|---|
| 光刻精度 | 传统曝光解析受限于底片的图形解析能力，且光线经过底片透射后发生角度变化、底片与基板贴合的平整度等因素均会影响线宽解析能力；目前使用传统曝光底片（银盐胶片）的传统曝光技术能够实现最高精度一般约 50 μ m 左右。 | 直接成像无需底片，其解析能力由微镜尺寸及成像镜头缩放倍率决定，避免了底片的限制与影响，可以实现更精细的线宽。目前直接成像技术能够实现最高精度可达 5 μ m 的线宽。 |
| 对位精度 | 传统的曝光工艺中，底片虽有较好的尺寸准确度，但在使用过程中吸收光致热，引起黑色区域尺寸变化，造成底片膨胀，影响对位精度。 | 直接成像技术不需要使用底片，能够根据基板的标记点直接测量实际变形量，实时修改曝光图形，避免了底片膨胀等问题，能够有效提升对位精度。 |
| 良品率 | 传统曝光机由于使用底片，导致光刻精度和对位精度较低，从而影响产品的良率。 | 直接成像采用数据驱动直接成像装置，避免了传统曝光机采用底片使用过程中带来的缺陷，有效提升了其对位精度等品质指标，从而提升了产品生产的合格率。 |
| 环保性 | 传统曝光工艺中需要大量使用底片，而底片的制作工序中会产生化学废液和底片废弃物，从而对环境造成污染。 | 直接成像技术无需使用底片，实现曝光工艺中的绿色化生产，具有良好的环保效应。 |
| 生产周期 | 传统曝光工艺需要底片，拉长了工艺流程，生产周期较长。 | 直接成像技术从 CAM 文件开始直接成像，免除传统曝光所需的底片制作的工艺流程及返工流程，能够缩短生产周期。 |
| 生产成本 | 传统曝光工艺中所需的底片使用寿命约为数千次，底片的制造会有一定的物料和人工成本。 | 直接成像技术不需要使用底片，节约了底片的物料成本和相关人力成本。 |
| 柔性化生产 | 传统曝光工艺流程复杂，需要先架设底片做首件确认，且过程中需要频繁更换清洁底片。此外，传统曝光设备的台面会限制 PCB 产品尺寸及产出。 | 直接成像技术可以简化曝光工艺流程，实现生产过程中便捷高效地切换产品型号，从而满足客户柔性化生产需求。此外，直接成像设备基于高对位能力及智能软件，可实现双拼/多拼（小尺寸）以及拼接（大尺寸）。 |
| 自动化生产 | 传统的曝光工艺具有较多的人工环节，人工成本较高。 | 直写光刻工艺简化了操作程序，有效减少了人工环节，从而减少了人为因素带来的生产质量问题。另外，直接成像联机自动化系统可以帮助客户实现无人化、智能化生产。 |

资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

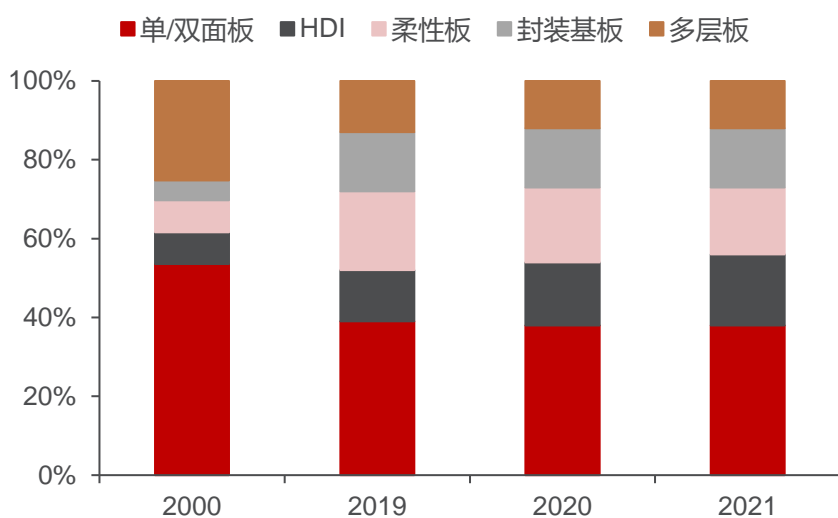
在工艺规格方面，PCB 具有单面板、双面板、多层板、HDI 板、柔性板以及 IC 载板等多种类型，不同类型的产品对制造过程中的曝光精度（线路最小线宽）要求不同，单面板、双面板等传统低端 PCB 产品的最小线宽要求相对较低，多层板、HDI 板与柔性板等中高端 PCB 产品的最小线宽要求较高，IC 载板是近年来兴起的新型高端 PCB 产品，其对最小线宽具有最高的技术要求。

表4: 2019-2023 年 PCB 产品曝光精度 (最小线宽) 要求演进

| PCB 产品类型 | 2019 年 | 2021 年 | 2023 年 |
|----------|------------|------------|------------|
| 多层板 | 40 μ m | 30 μ m | 30 μ m |
| HDI 板 | 40 μ m | 30 μ m | 30 μ m |
| 柔性板 | 20 μ m | 15 μ m | 15 μ m |
| IC 载板 | 8 μ m | 5 μ m | 5 μ m |

资料来源: 台湾电路板协会 (TPCA), 民生证券研究院

PCB 的集成度提高, 有望带来直接成像设备需求的增长。随着下游电子产品向便携、轻薄、高性能等方向发展, PCB 产业逐渐向高密度、高集成、细线路、小孔径、大容量、轻薄化的方向发展, PCB 产品结构不断升级。多层板、HDI 板、柔性板中高阶 PCB 产品市场份额占比不断提升, 根据 Prismark 数据, 到 2021 年单层/双层板产品占全球市场总量 38%, 较 2000 年下降了 15 pct, 而与之相对的, HDI 占比大幅增长。在 PCB 产品不断升级的过程中, 传统曝光技术在光刻精度、对位精度、生产效率、柔性化生产、自动化水平以及环保性等方面已经难以满足多层板、HDI 板、柔性板、IC 载板等中高端 PCB 产品的产业化生产需求, 直接成像技术成为中高端 PCB 产品制造中的主流技术方案。

图14: 高端 PCB 产品逐年提升


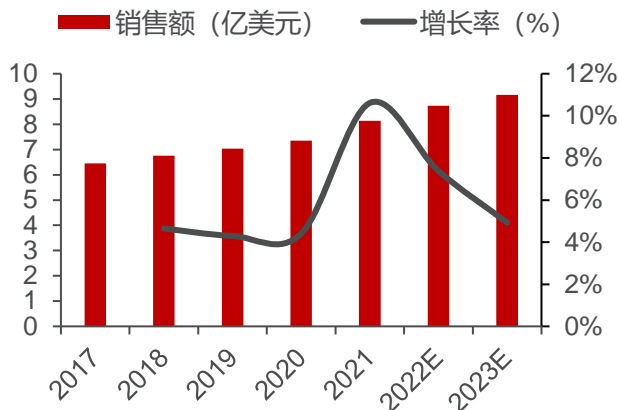
资料来源: Prismark, 博敏电子, 民生证券研究院

2.3 PCB 直接成像设备国产化突破实现

2.3.1 PCB 直接成像设备稳健增长

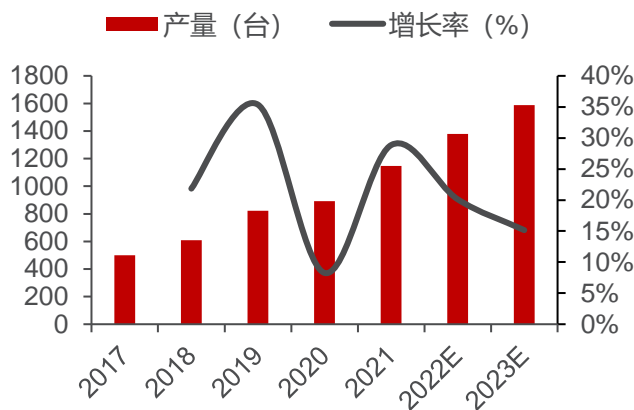
据 QY Research 数据, 2021 年, 全球 PCB 市场直接成像设备产量为 1,148 台, 销售额约为 8.13 亿美元, 预计至 2023 年, 全球 PCB 市场直接成像设备销售额将达 9.16 亿美元, 2 年复合增速 6.15%。

图15: 全球 PCB 市场直接成像设备销售额



资料来源: QY Research, 民生证券研究院

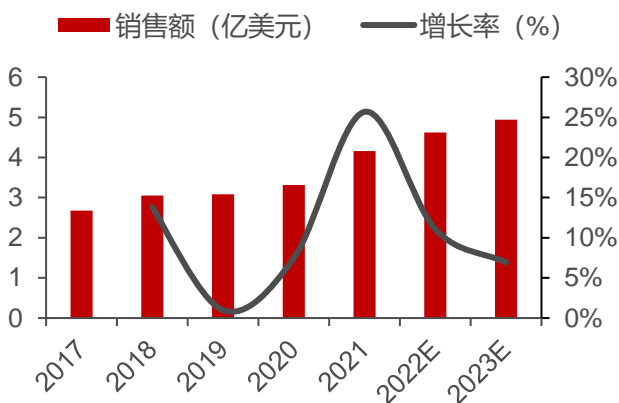
图16: 全球 PCB 市场直接成像设备产量



资料来源: QY Research, 民生证券研究院

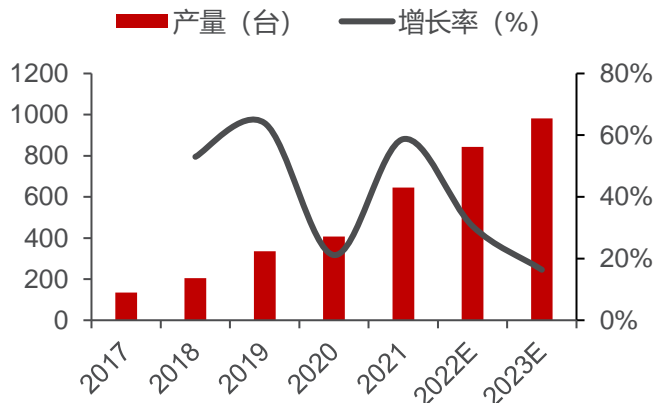
伴随着全球 PCB 产业向中国大陆地区转移,近年来我国 PCB 直接成像设备市场规模增速更盛。据 QY Research 数据,2021 年我国 PCB 市场直接成像设备产量达到 646 台,销售额约为 4.16 亿美元,预计至 2023 年,我国 PCB 直接成像设备市场规模将达到 4.94 亿美元,2 年复合增速 8.97%。芯碁微装 2021 年 PCB 直接成像设备位居全球 PCB 市场直接成像设备销售收入第三名。

图17: 中国 PCB 市场直接成像设备销售额



资料来源: QY Research, 民生证券研究院

图18: 中国 PCB 市场直接成像设备销量



资料来源: QY Research, 民生证券研究院

2.3.2 海外厂商主导, 国产化突破实现

目前直接成像设备行业发展的机遇体现在:一方面,PCB 制造业、泛半导体产业产能正在不断向中国大陆地区转移,为上游设备厂商创造了良机。另一方面,国产 PCB 直接成像设备技术水平有效提升,传统曝光设备及进口设备替代前景良好。

目前行业内境外主要厂商有以色列 Orbotech、日本 ADTEC、日本 ORC、日本 SCREEN、中国台湾川宝科技,境内主要厂商有芯碁微装、大族激光、天津芯硕、江苏影速、中山新诺等。

以芯碁微装为代表的国内厂商的直接成像设备在最小线宽、对位精度、产能效率等核心指标不断提升，能够直接与 Orbotech、ORC、ADTEC、SCREEN 等全球主要厂商进行竞争，国产设备市场销售量呈现快速增长趋势。据 QY Research 数据 2021 年，芯碁微装以 8.10% 的全球份额位列第三。

表5：2019-2021 年全球 PCB 直接成像设备市场前三名厂商销售额（百万美元）及份额

| 企业名称 | 2019 | | 2020 | | 2021 | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 销售额 | 份额 | 销售额 | 份额 | 销售额 | 份额 |
| Orbotech | 346.80 | 49.29% | 349.40 | 47.53% | 352.35 | 43.35% |
| ORC | 77.25 | 10.98% | 81.37 | 11.07% | 83.03 | 10.22% |
| 芯碁微装 | 28.49 | 4.05% | 40.74 | 5.54% | 65.81 | 8.10% |

资料来源：QY Research，芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

在技术水平方面，芯碁微装直写光刻设备主要性能指标在 PCB 领域内已经达到了以色列 Orbotech 同类型产品水平，且已突破应用于 IC 封装基板以及高端 HDI 板领域直写光刻设备的关键技术。但在最小线宽方面与日本 ORC、ADTEC 相比较仍具有差距。

表6：最小线宽在 10 μ m 左右的线路曝光工艺的直接成像设备

| 竞争对手产品型号 | 最小线宽 | 对位精度 | 产能效率 (面/hr) |
|--------------------------------|---------------|-------------|-------------|
| 日本 ORC: FDi-5 | 5 μ m | 3.5 μ m | 80 |
| 日本 ADTEC: IP-6 | 6 μ m | 5 μ m | 77 |
| 以色列 Orbotech: Paragon-Ultra300 | 8 μ m | 5 μ m | - |
| 江苏影速: IC250 | 8/12 μ m | 5 μ m | 116 |
| 天津芯硕: Mars9P | 10-15 μ m | 5 μ m | 90 |
| 芯碁微装: MLF | 6 μ m | 2 μ m | 180 |

资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

国内布局直写光刻机领域企业还有新诺科技、苏大维格等。新诺科技在激光光源及激光直接成像设备方面有超过 20 年的研发经验，拥有光刻技术原始专利在世界范围内的使用权，其系列化曝光设备主要适用于高精度电路板、大平板显示、半导体集成电路、集成电路高密度封装、触摸屏、大面积光掩模板、光化学精密加工等领域的应用。

2.4 芯碁微装：新品持续拓展，产品线日益壮大

芯碁微装以 PCB 制造市场作为切入点，成功开发了 TRIPOD、RTR、UVDI、MAS 等一系列 PCB 直接成像设备，全面覆盖了下游 PCB 各细分产品市场，设备功能从线路层曝光扩展至阻焊层曝光，设备销量及销售额均实现快速增长。

表7：芯碁微装 PCB 领域直写光刻设备

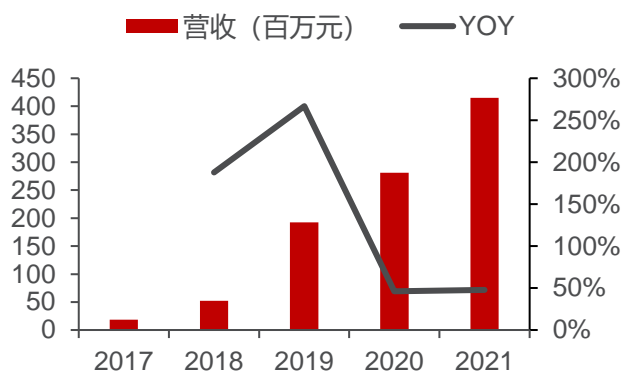
| 产品系列 | 产品型号 | 产品图示 | 主要应用领域 |
|-----------|---|---|---|
| MAS 系列 | MAS12 MAS15 MAS25 MAS35 MAS40 |  | 类载板、软板/软硬结合板、HDI 板、多层板和单/双面板等线路曝光制程。 |
| RTR 系列 | RTR15 RTR25 RTR35 |  | 高性能、卷对卷直接成像系统，采用高精度的成像和定位系统结合卷对卷上下料系统，为 FPC 软板制程提供完美的解决方案。 |
| NEX 系列 | NEX60 NEX3T NEX-3TW NEX-60W |  | 新一代的一款高性能防焊 DI 直接成像系统，采用大功率曝光光源设计，并结合高精度的成像和定位系统，为阻焊制程提供解决方案。 |
| DILINE 系列 | DILINE-MAS DILINE-NEX DILINE-FAST35 |  | 直接成像联机自动线，为自动化和智能化 PCB 工厂提供解决方案，适用于软板/软硬结合板、HDI 板、多层板和单双面板等线路及阻焊制程，提高产能及效率。 |
| FAST 系列 | FAST35 |  | 该系列是一款高产能、占地尺寸小的高性能直接成像 LDI 解决方案，采用高速运动平台，并结合高精度的成像和定位系统，为 PCB 黄光制程提供的解决方案。 |
| TRIPOD 系列 | TRIPOD100/100T TRIPOD200/200T |  | 单面板、双面板、多层板、HDI 板、柔性板线路曝光工艺环节。 |

资料来源：募集说明书，民生证券研究院

在市场销售方面，芯碁微装积累了丰富的客户资源，实现了 PCB 前 100 强全覆盖。台资企业如宏华胜、健鼎科技、沪电股份；港资企业如红板公司、诚亿电子等；内资企业如深南电路、景旺电子等。

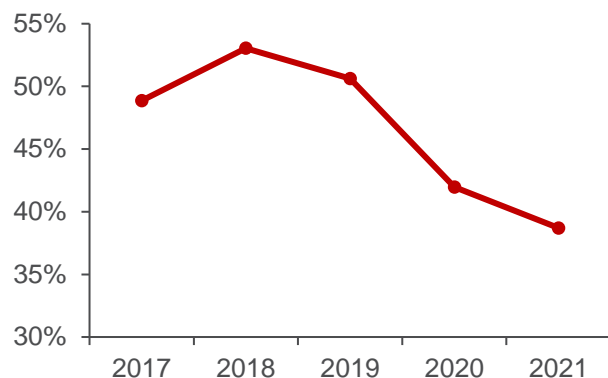
2021 年，芯碁微装 PCB 系列产品全年销售量达到 144 台，同比增长 71.43%。PCB 系列营业收入为 4.15 亿元人民币，同比增长 47.61%，毛利率为 38.7%。

图19: PCB 业务营收及增速



资料来源: Wind, 民生证券研究院

图20: PCB 业务毛利率



资料来源: Wind, 民生证券研究院

表8: 芯碁微装 PCB 系列产销情况 (单位: 台/套)

| | 生产量 | 销售量 | 生产量比上年增减 | 销售量比上年增减 | 库存量比上年增减 |
|--------|-----|-----|----------|----------|----------|
| 2021 年 | 160 | 144 | 45.45% | 71.43% | 22.86% |
| 2020 年 | 110 | 84 | 5.77% | 5.00% | 22.81% |

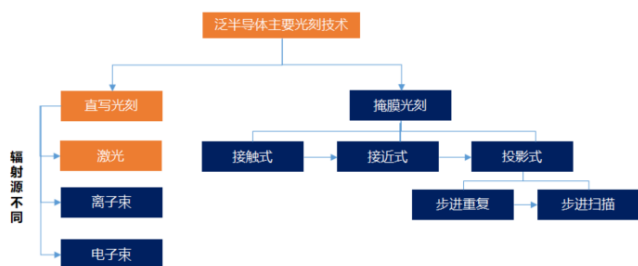
资料来源: 芯碁微装年度报告, 民生证券研究院

3 泛半导体业务：广泛布局，打开成长空间

3.1 泛半导体光刻简介

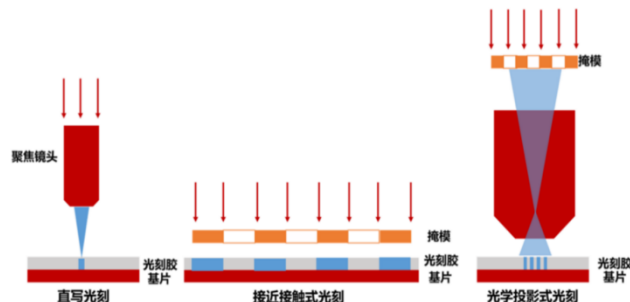
目前，在泛半导体领域，根据是否使用掩膜版，光刻技术主要分为直写光刻与掩膜光刻。其中，掩膜光刻可进一步分为接近/接触式光刻以及投影式光刻。

图21：泛半导体领域光刻技术分类



资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

图22：直写光刻/接近式光刻/投影式光刻示意图



资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

掩膜光刻技术原理：掩膜光刻由光源发出的光束，经掩膜版在感光材料上成像，具体可分为接近、接触式光刻以及投影光刻。相较于接触式光刻和接近式光刻技术，投影式光刻技术更加先进，通过投影的原理能够在相同尺寸掩膜版的情况下获得更小比例的图像，从而实现更精细的成像。目前，投影式光刻在最小线宽、对位精度、产能等核心指标方面能够满足各种不同制程泛半导体产品大规模制造的需要，成为当前 IC 前道制造、IC 后道封装以及 FPD 制造等泛半导体领域的主流光刻技术。

直写光刻技术原理：直写光刻也称无掩膜光刻，是指计算机控制的高精度光束聚焦投影至涂覆有感光材料的基材表面上，无需掩膜直接进行扫描曝光。直写光刻根据辐射源的不同大致可进一步分为两大主要类型：一种是光学直写光刻，如激光直写光刻；另一种是带电粒子直写光刻，如电子束直写、离子束直写等。

表9：直写光刻和掩膜光刻在不同细分市场的精度要求

| 应用领域 | 激光直写光刻 | 带电粒子束直写光刻 | 掩膜光刻 | 光刻精度要求 |
|--------------|------------------------------------|-------------------|---------------|--------|
| IC 前道制造 | 满足低端 IC 制造需求 | - | 满足中高端 IC 制造需求 | 高 |
| IC、FDP 掩膜版制版 | FDP 制造所需的掩膜版制版及 IC 制造所需的中低端掩膜版制版需求 | 满足 IC 制造高端掩膜版制版需求 | - | 中等 |
| IC 后道封装 | 满足先进封装需求 | - | 满足先进封装需求 | 较低 |
| FDP 制造 | 满足低世代线需求 | - | 满足中高世代线需求 | 较低 |

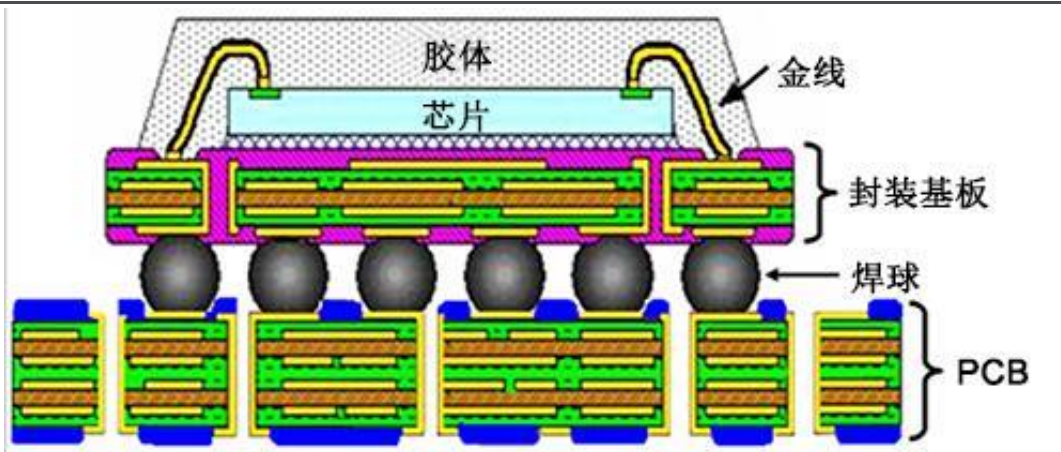
资料来源：芯碁微装招股说明书，民生证券研究院

在泛半导体领域，除 IC 前道晶圆制造外，还有掩膜版、IC 载板、先进封装等多领域运用到光刻技术。而芯碁微装正在持续推出新品，将直写光刻运用于这些领域，拓展下游市场空间。

3.2 IC 载板：PCB 发展新方向

IC 载板又称封装基板，是连接并传递裸芯片（DIE）与印刷电路板(PCB)之间信号的载体。IC 载板由 HDI 技术发展而来，从普通 PCB 到 HDI 到 SLP（类载板）到 IC 载板，加工精度逐步提升。IC 载板不仅为芯片提供支撑、散热和保护作用，同时为芯片与 PCB 母版之间提供电子连接，起着承上启下的功能。

图23：IC 载版结构图

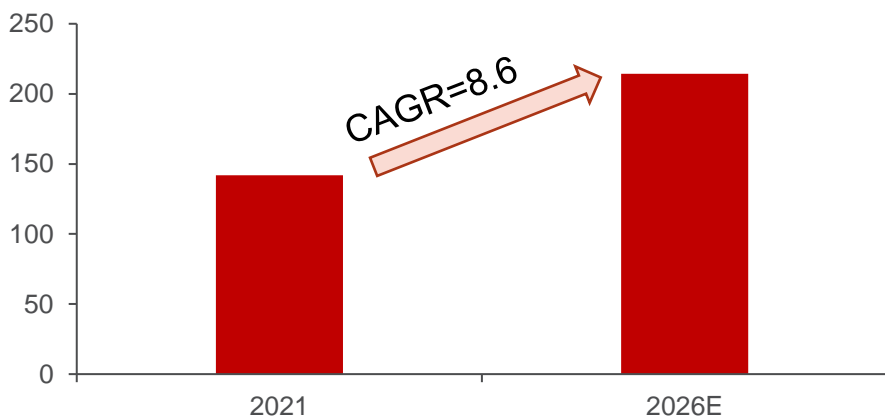


资料来源：深南电路招股说明书，民生证券研究院

区别于传统 PCB 的减成法，IC 载板主要采用 SAP（半加成法）与 MSAP（改良型半加成法）等工艺进行制造，所需设备有所不同，加工成本更高，线宽/线距、板厚、孔径等指标更为精细，同时对于耐热性要求也更高。

根据 Prismark 数据，2021 年全球 IC 载板市场规模达 142 亿美元，预计 2021-2026 年复合增长率为 8.6%，是 PCB 行业下属增长较快的细分行业，而在光刻技术的选择上，直写光刻相比掩膜光刻具有成本优势，近年来在 IC 载板领域得到广泛运用。

图24：全球 IC 载板市场规模（亿美元）

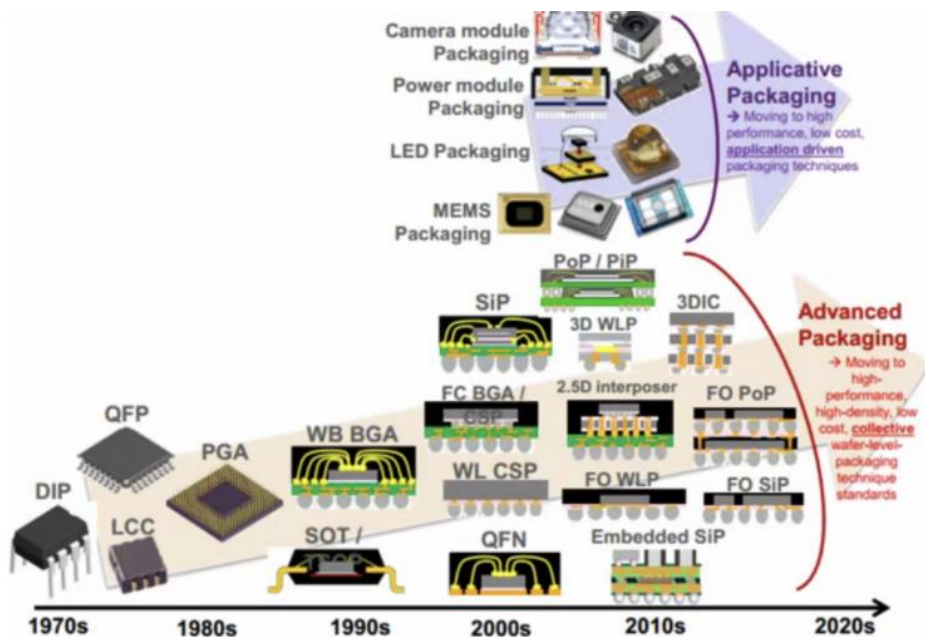


资料来源：Prismark，民生证券研究院

3.3 先进封装：后摩尔时代的大势所趋

后摩尔定律时代芯片性能逼近物理极限，行业开始注重封装环节，采用倒装、3D 封装、系统级封装等方式进一步提升芯片性能。先进封装不仅可以提升作用、提高产品价值，还可以有效控制成本，成为持续性创新的主要途径。

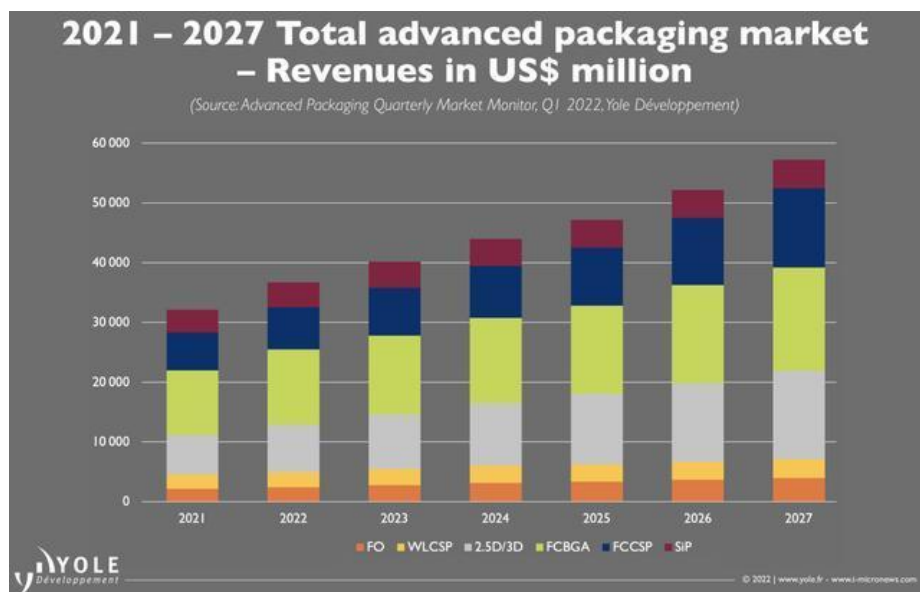
图25：封装技术发展历程



资料来源：观研天下，民生证券研究院

当前，先进封装市场高速发展，据 Yole 数据，2021 年先进封装市场总收入为 321 亿美元，预计到 2027 年复合年增长率为 10%，达到 572 亿美元。

图26：全球先进封装市场规模



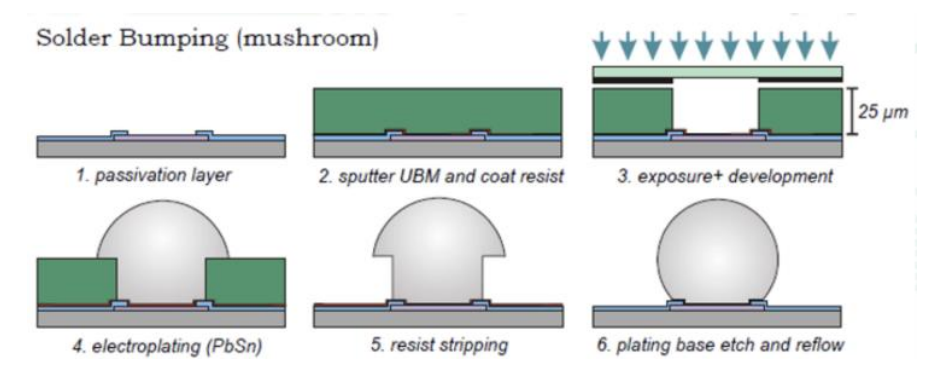
资料来源：Yole，民生证券研究院

先进封装有类似 IC 前道制造的光刻、镀膜等工艺，带来光刻设备的需求增量。

以下我们对先进封装典型工艺中的光刻运用做简要介绍：

Bumping（凸块）是迈向先进封装第一步：Bumping 工艺的雏形是倒装芯片所需的焊球，而倒装芯片一定程度上替代了引线键合，为此后产生的多种封装形式提供了基础。Bumping 在产业链中的位置介于前道晶圆制造和后道封装测试之间，因而被称作“中道”制造。随着高密度芯片需求的不断扩大带来倒装需求的增长，Bumping 的需求将不断提升。光刻运用于焊球之前的接触孔环节。

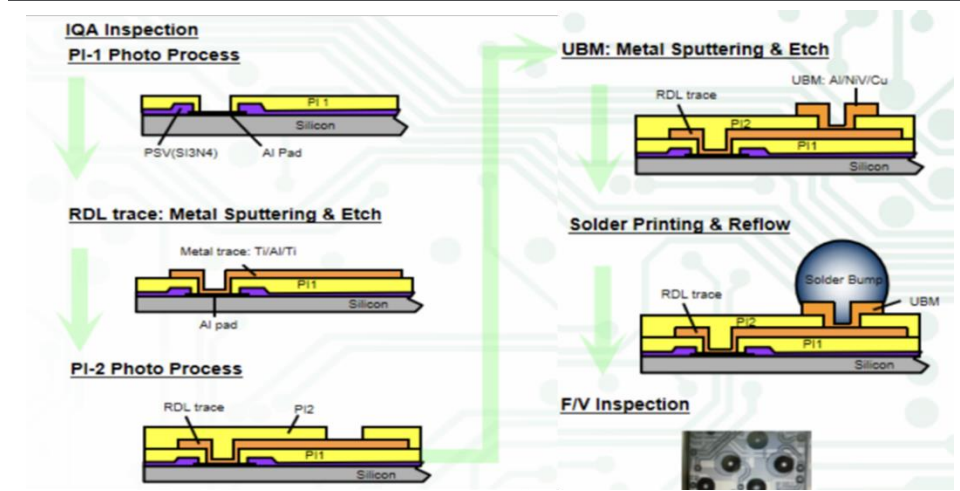
图27：凸点制造工艺流程



资料来源：SMT 之家，民生证券研究院

RDL（重布线层）助力晶圆级封装：RDL (Re-distributed layer) 主要为 2D 平面上的芯片电气延伸与互连提供媒介。RDL 在 WLP (WaferLevelPackage, 晶圆级封装) 和立体堆叠封装中有广泛的应用。根据重布凸点的位置，RDL 可分为扇入型 (Fan-In) 和扇外型 (Fan-Out)。扇入型封装是将线路集中在芯片内部，主要用于低 I/O 节点数量和较小裸片工艺中；扇外型封装技术采用在芯片尺寸以外的区域做 I/O 接点布线设计以提高 I/O 接点的数量。

图28：印制 RDL 工艺流程



资料来源：SMT 之家，民生证券研究院

当进入到 2.5D 封装、3D 封装环节，则需要进一步引入硅中介层和 TSV。如下图所示，在 2.5D 封装中，若若干个芯片并排排列在 Interposer 上，通过 Interposer

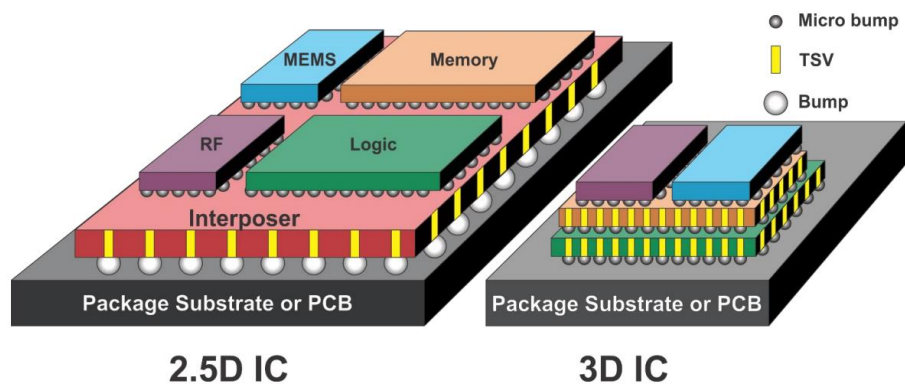
上的 TSV 结构、再分布层(Redistribution Layer, RDL)、微凸点(Bump)等, 实现芯片与芯片、芯片与封装基板间更高密度的互连。

TSV (硅通孔) 实现立体集成: TSV (ThroughSiliconVia, 硅通孔) 主要用于垂直方向上为芯片起到电气延伸和互连的作用。直接互联上下两片结构相同的芯片能够实现大带宽、低时延的数据传输, 一定程度上消除了芯片外存储器总线速度慢、功耗高的缺点。这一特性与存储器行业的需求不谋而合, 因此 TSV 大量应用于高端 Flash 和 DRAM 堆叠中。因此, 就存储器而言, TSV 已从封装技术变为整颗芯片制造过程中的重要组成部分。

Interposer (中介层), Interposer 是封装中多芯片模块或电路板传递电信号的一层平台, 通过引线/凸块/TSV 实现电气连接。中介层可以由硅和有机材料制成, 充当多颗裸片和电路板之间的桥梁, 完成异质集成封装。Interposer 具有较高的细间距 I/O 密度和 TSV 形成能力, 在 2.5D 和 3DIC 芯片封装中扮演着关键角色。与 RDL 用于单颗芯片的重布线不同的是, Interposer 主要用于连接多颗芯片与下方基板。

TSV 通孔的制造以及 Interposer 上的线路制造均需要使用光刻工艺。

图29: 2.5D、3D 封装示意图



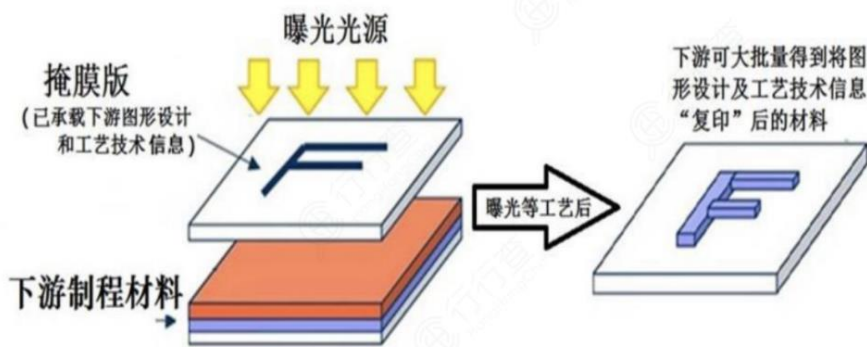
资料来源: 芯原股份, 民生证券研究院

目前在 IC 先进封装领域, 掩膜光刻技术是产业中应用的主流技术, 主要厂商以日本 ORC、美国 Rudolph 等日本、欧美地区企业为主, 我国企业中仅有上海微电子等企业能够参与市场竞争。但由于掩膜光刻在对准灵活性、大尺寸封装以及自动编码等方面存在一定的局限, 泛半导体设备厂商近年来将激光直写光刻技术应用于晶圆级封装等先进封装领域。以扇出形封装(Fan-Out)为例, 在重布线(RDL)环节, 拼装过程中芯片会产生位移, 使得使用掩膜版的光刻机难以精确定位。而无掩膜直写光刻设备可以在使用软件侦测位移后, 通过 RDL, 重新将裸片连接起来, 这样效率和成品率都会有一定提升。随着效率和技术的不断提高, 直写光刻设备在先进封装中的应用有望更加普遍。

3.4 掩膜版：晶圆制造关键的前置工艺

掩膜版 (Photomask) 又称光罩、光掩膜、光刻掩膜版等，是微电子制造过程中的图形转移工具或母版，是承载图形设计和工艺技术等知识产权信息的载体。掩膜版的作用是将设计者的电路图形通过曝光的方式转移到下游行业的基板或晶圆上，从而实现批量化生产。作为光刻复制图形的基准和蓝本，掩膜版是连接工业设计和工艺制造的关键，掩膜版的精度和质量水平会直接影响最终下游制品的优品率。

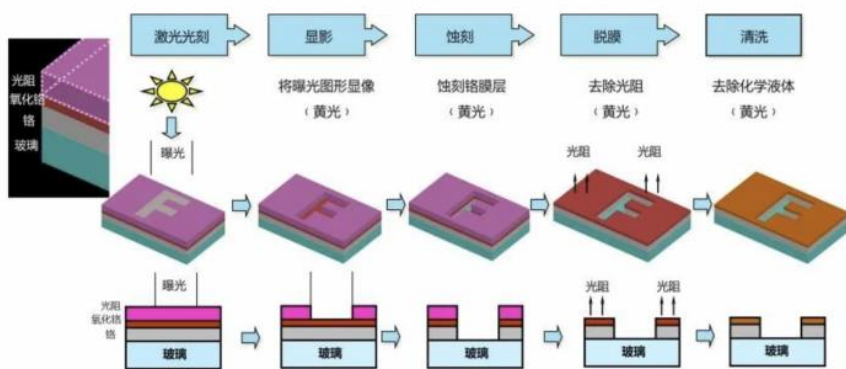
图30：掩膜版工作原理



资料来源：清溢光电招股说明书，民生证券研究院

掩膜版生产过程是通过光刻工艺及显影、蚀刻、脱膜、清洗等制程将微纳米级的精细电路图形刻制于掩膜基板上，生产呈现高度定制化和自动化特点。核心生产设备和产能瓶颈是光刻机，光刻系整个掩膜版制造过程中最为耗时的工序。

图31：掩膜版制造工艺流程



资料来源：智通财经网，民生证券研究院

直写光刻技术能够在计算机控制下按照设计好的图形直接成像，容易修改且制作周期较短，成为目前泛半导体掩膜版制版的主流技术。其中，激光直写光刻技术是指计算机控制的高精度激光束根据设计的图形聚焦至涂覆有感光材料的基材表面上，无需掩膜，直接进行扫描曝光的精密、微细、智能加工技术，主要应用于 FPD 制造所需的掩膜版制版及 IC 制造所需的中低端掩膜版制版领域。带电粒子直写光刻技术与激光直写光刻技术的原理相同，只是将辐射源用带电粒子束取代激

光光束，能够实现更高的光刻精度，主要应用于 IC 制造所需的高端掩膜版制版领域。

目前，采用激光为辐射源的直写光刻设备领域，主要厂商为瑞典 Mycronic、德国 Heidelberg 等企业，其中瑞典 Mycronic 处于全球领先地位。国内企业中，芯碁微装、江苏影速、天津芯硕等企业能够实现此类设备的产业化。芯碁微装在激光掩膜版制版领域的技术水平（最小线宽、产能效率等关键指标）已经能够与德国 Heidelberg 进行竞争。但是在对位精度方面，芯碁微装和江苏影速的设备仅能达到 500nm，低于瑞典 Mycronic 的 220nm；在设备的套刻精度上，芯碁微装和江苏影速分别为 150nm、200nm，低于瑞典 Mycronic 等海外企业。在采用带电粒子束作为辐射源的直写光刻设备领域，主要厂商为日本 JEOL、ELIONIX、NuFlare、ADVANTEST 以及德国 Vistec、Raith 等，国内厂商尚未涉及该领域。

表10：用于掩膜版制版的激光直写光刻设备技术实力对比

| 竞争对手产品型号 | 最小线宽 | 套刻精度 | 产能效率 (mm ² /minute) | CD 均匀度 |
|---------------------------|---------|-------|--------------------------------|--------|
| 瑞典 Mycronic: Sigma7700 | 220nm | 20nm | 130 | 5nm |
| 德国 Heidelberg: DWL-4000-I | 500nm | 160nm | 30 | 60nm |
| 天津芯硕: Mercury2000P | 1,000nm | 300nm | 35 | 60nm |
| 江苏影速: LP3000 | 500nm | 200nm | - | 50nm |
| 中山新诺: ALDI-SLA | 1,000nm | 200nm | 2,000 | - |
| 芯碁微装: LDW350 | 350nm | 150nm | 280 | 30nm |

资料来源：芯碁微装招股说明书、芯碁微装官网，民生证券研究院

3.5 广泛布局，泛半导体产品矩阵形成

泛半导体领域，芯碁微装产品应用在 IC、MEMS、生物芯片、分立功率器件等制造、IC 掩膜版制造、先进封装、显示光刻等环节，应用场景不断拓展。

表11：芯碁微装泛半导体领域直写光刻设备

| 产品系列 | 产品型号 | 产品图示 | 主要应用领域 |
|--------|------------------|---|--|
| LDW 系列 | LDW500 LDW350 |  | 用于 IC 掩膜版制版、IC 芯片、MEMS 芯片、生物芯片等直写光刻，光刻精度能够达到最小线宽 350nm-500nm，能够满足线宽 90nm-130nm 制程节点的掩膜版制版需求。 |
| MLC 系列 | MLC900 MLC600 |  | 自主研发生产的一款精巧型光刻设备，广泛应用 IC 芯片、掩模版、MEMS 芯片、生物芯片微纳光刻加工领域的研究与生产，光刻最小线宽 600nm，套刻对准精度 500nm。 |

| | | | |
|-------------|-----------------------|--|---|
| WLP 系列 | WLP2000 |  | 用于 8inch/12inch 集成电路先进封装领域，包括 Flip Chip、Fan-In WLP、Fan-Out WLP 和 2.5D/3D 等先进封装形式。该系统采用多光学引擎并行扫描技术，具备自动套刻、背部对准、智能纠偏、WEE/WEP 功能，在 RDL、Bumping 和 TSV 等制程工艺中优势明显。 |
| FDP 解决方案 | LDW700 |  | 该产品应用于 OLED 显示面板制造过程中的光刻工艺环节，光刻精度能够实现最小线宽 0.7 μ m。 |
| 陶瓷/封装基板解决方案 | MLF 系列 |  | 该产品应用于陶瓷/封装基板等过程中的光刻工艺环节，光刻精度能够实现最小线宽 6 μ m。 |
| IC 载板解决方案 | MAS6 MAS8 NEX50 |  | 该产品应用于 IC 载板的曝光制程，光刻精度能够实现最小线宽 6 μ m。 |

资料来源：芯碁微装定增募集说明书，民生证券研究院

随着芯碁微装在 IC 制造、掩模版制造、封装、面板制造等领域持续深耕，逐渐开拓了多个行业优质客户，主要面向显示面板制造厂商和各大科研院所。目前，积累了维信诺、辰显光电、佛智芯、矽迈微、生捷电子、立德半导体、龙腾电子、华芯中源、泽丰半导体、巨今精密等企业级客户；IC 载板领域拓展了上达电子、日翔股份、浩远电子、维信电子、明阳电路、深南电路等公司。

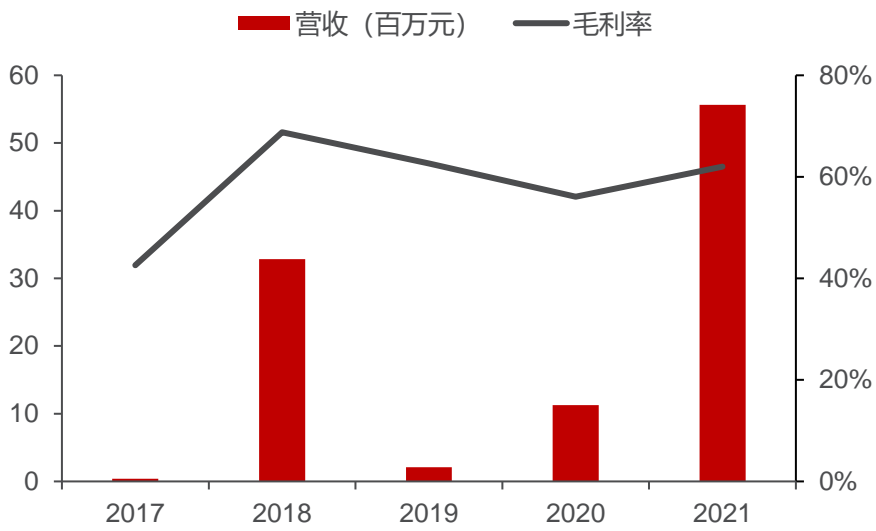
2021 年，芯碁微装泛半导体系列产品全年销售量达到 17 台，同比增长 183.83%。泛半导体系列营业收入为 5562 万元，同比增长 393.49%，毛利率为 62.04%。

表12：芯碁微装泛半导体系列产销情况（单位：台/套）

| | 生产量 | 销售量 | 生产量比上年增减 | 销售量比上年增减 |
|--------|-----|-----|----------|----------|
| 2021 年 | 21 | 17 | 425% | 183.83% |
| 2020 年 | 4 | 6 | 33.33% | 200.00% |

资料来源：芯碁微装年度报告，民生证券研究院

图32：芯碁微装泛半导体业务收入和毛利率



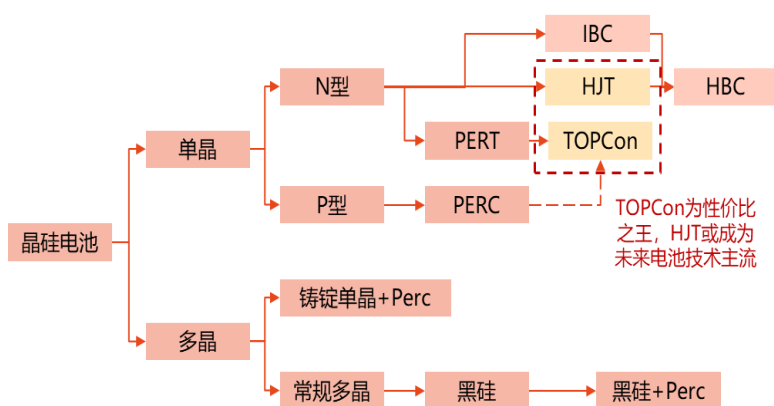
资料来源：Wind，民生证券研究院

4 跨界切入光伏：电镀铜图形化环节核心设备

4.1 电镀铜是 HJT 光伏电池降本的关键方案

光伏发展本质是技术驱动降本增效，而电池环节新技术近期加速落地。电池片技术的选用与下游电池的性能以及成本有着极为紧密的联系，其中又以光电转换效率的相对提升对于终端的发电成本控制更为有效。各路径下转换效率的快速提升，让 N 型电池产业化应用成为更可能。2023 年 TOPCON 和 HJT 路径均有望快速增长。

图33：光伏电池片技术演化路径



资料来源：民生证券研究院整理

HJT 电池装机量自 2023 年起有望快速增长。HJT 电池相比较传统电池技术，制作工艺流程大大简化，只需制绒清洗、非晶硅薄膜沉积、TCO 薄膜沉积、金属化四个步骤。同时从更长时间的维度看，HJT 电池是平台型的技术，其双面异质结的结构特点，非常适合作为底电池同未来更远期的钙钛矿电池形成叠层电池，进一步提升转换效率，基于以上优点 HJT 电池被行业内众多参与者看好。根据下表统计，2023 年 HJT 规划新增产能超过 40GW（相比 2022 年的 15GW 新增规划产能已经有大幅提升），同时 2024 年后的规划产能也超过了 180GW。随着相关设备工艺的成熟，成本的下降，我们预计 HJT 电池装机量自 2023 年起有望快速增长。

表13: HJT 规划产能统计

| 主要厂商 | 基地 | 现有产能 | 2022 产能 | 2023 产能 | 产能规划 |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|---------|---------|--|
| 华晟新能源 | 安徽宣城 | 一期 500MW 扩 建; 二期 2GW 单面微晶投产 | 2.7GW | 7.5GW | 宣城三期 4.8GW 双面微晶在建; 云南大理规划 5GW 双面微晶电池组件; 规划无锡锡山 5GW 电池组件; 850MW 异质结硅片切片项目调试爬坡 |
| 金刚玻璃 | 苏州吴江 | 1.2GW 半片 210 | 1.2GW | 6GW | 现产能微晶 PECVD, 年目标效率 25.5%+、功率 700w+; 规划 4.8GW 双面微晶产能 |
| | 甘肃酒泉 | | | 6GW | 现产能微晶 PECVD, 年目标效率 25.5%+、功率 700w+; 规划 4.8GW 双面微晶产能 |
| 爱康科技 | 江苏苏州 | | | 6+8GW | 规划 6GW 异质结组件 |
| | 江西赣州 | | | 6+8GW | 赣州南康基地 6GW HJT+1GW PERC 于 22 年 5 月开 工 |
| | 江苏泰州 | | | 6+8GW | 规划 6GW 电池+组件 |
| | 浙江湖州 长兴 | | 2.2GW | 6+8GW | 规划 10GW 电池+组件, 8GW 电池及 6GW 组件在 建, 3 月设备调试 |
| 华润电力 | 浙江舟山 | | | | 12GW 电池组件分 4 期建设, 2025 年达产; 2022 年 5 月厂房招标 |
| 隆基股份 | 陕西 | 或 1.2GW 中试 线, 400MW 试 验线 | 1.2GW+ | 1.2GW+ | - |
| | 安徽合肥 | | | | |
| 通威股份 | 安徽合肥 | 400MW 试验线 | 1.4GW | 1.4GW | - |
| | 金堂基地 | 1GW 中试线 | 1.4GW | 1.4GW | - |
| 东方日升 | 常州金坛 | 500MW 薄片 中试 | 或 2.5GW | 5.5GW | 浙江宁海规划 15GW HJT 电池+组件, 其中一期 5GW HJT 电池+10GW 组件在建, 年底或实现 2GW, 2023 年 4 月全部投产 |
| | 浙江宁海 | - | 或 2.5GW | 5.5GW | 浙江宁海规划 15GW HJT 电池+组件, 其中一期 5GW HJT 电池+10GW 组件在建, 年底或实现 2GW, 2023 年 4 月全部投产 |
| 宝馨科技 | 安徽蚌埠 | - | - | 2GW | 怀远 2GW 光伏电池组件项目开工 |
| 华耀光电 | 常州金坛 | - | - | 或 10GW | 常州 10GW 异质结电池项目已开工, 与呼和浩特签约 10GW 电池片项目(一期 2GW 2024 年投产, 二期 8GW 2026 年投产) |
| 明阳智能 | 江苏盐城 信阳-组 件 | - | 或 1GW | 或 2GW | 规划 5GW 电池, 一期 1GW 已开工, 二期 1GW, 三 期 3GW, 2025 年内全部投产 |
| 晶澳科技 | | 200MW 中试 | 200MW | - | - |
| 阿特斯 | 嘉兴 | 250MW | 250MW | - | - |
| 润阳股份 | 江苏盐城 | - | - | - | 规划 5GW 项目 |
| 海源复材/ 赛维能源 | 江西新余 | - | 600MW | - | 2022 年 10 月产线调试 |
| 苏州潞能 | 张家港 | - | 1GW | 1GW | 2021 年 3 月开工建设, 2022 年底前建成投产 |
| 山煤国际 | - | - | - | - | 规划 10GW, 一期 3GW 开工 |
| 晋能科技 | 太原 | 200MW | 200MW+ | 200MW+ | |
| 国润能源 | 张家口 | - | - | 或 3GW | 3GW 项目于 2022 年 6 月开工 |
| 国晟能源 | 徐州 | - | 1GW | 1GW+ | 规划 5GW HJT 电池组件一期 1GW 在建 |

| | | | | | |
|-----------------|------|---|--------|--------|---|
| 海泰新能 | - | - | - | - | 上市募投 2GW HJT 组件项目 |
| 国电投&福建钜能电力 | 福建莆田 | - | - | - | 规划 5GW 产能 |
| 众为新能源+中利集团/腾晖光伏 | 阜平县 | - | - | 2GW | 规划 5 年内投建 5GW HJT 电池+光伏组件以及 5GW 农光互补项目, 分三期建设, 二期 23 年建设 2GW, 三期 24 年建设 3GW |
| 水发集团 | 东营 | - | - | - | 与东营经开区签约 5GW HJT 电池+组件以及 3GW 集中式光伏电站 |
| 中弘晶能 | 台州 | - | - | - | 与台州签约 3GW HJT 电池项目 |
| 南京捷登智能&宝馨科技&怀远县 | 怀远 | - | - | - | 规划 18GW HJT 电池+8GW 组件分三期建设 |
| 金阳新能源 | 福建南安 | - | - | - | 22 年 7 月签合作协议, 规划 20GW 量产项目 21 年 12 月与张家口签约合作 HJT 电池项目 |
| 雅博股份 | 巴彦淖尔 | - | - | - | 22 年 7 月签合作协议, 规划 5GW HJT 组件+3GWh 储能 PACK 项目 |
| 合计 | - | - | 超 15GW | 超 40GW | 规划超 180GW |

资料来源: Solarzoom, 民生证券研究院

当前限制 HJT 最大的难点在于成本无法下降。根据我们测算目前 HJT 相比 TOPCON 的成本仍高出 0.11 元/w。转化效率方面, 2022 年 11 月隆基公布其 HJT 电池转换效率达到 26.81%, 2022 年 12 月晶科公布其 TOPCON 电池转换效率达到 26.4%, 结合上述数据, 目前 HJT 电池平均转换效率大约较 TOPCON 提升了 0.5%, 1%的转化效率提升这可为下游发电站带来 5%的成本降幅。同时 HJT 未来还具备平台型技术优势, 可与钙钛矿叠层, 以及工序优化为 4 道良率容易提升。按此估算, 我们预测 HJT 电池较 TOPCON 的生产成本涨幅降低到 5%以下时, 会具备大规模铺开的经济性。假设 HJT 较 TOPCON 生产成本涨幅控制在 5%以内, 则需要低于 1.04 元/W, 因此 HJT 电池的生产成本还需要降低 **0.06 元/W**。

表14: 不同电池技术的成本测算 (元/w)

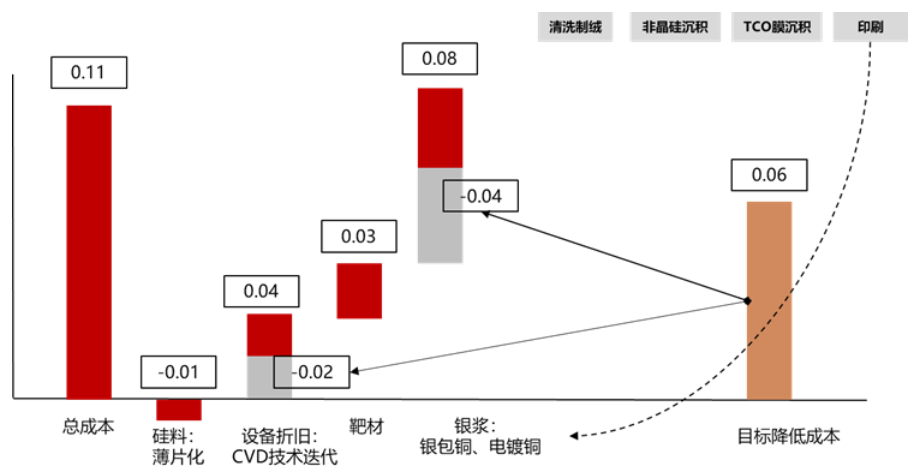
| | 单位 | PERC | TOPCON | HJT |
|----------|------|------|--------|------|
| 硅片成本 | 元/W | 0.63 | 0.66 | 0.65 |
| 设备投资 | 亿/GW | 1.5 | 2.0 | 3.5 |
| 折旧时间 | 年 | 4 | 4 | 4 |
| 设备折旧 | 元/w | 0.04 | 0.05 | 0.09 |
| 正面银浆消耗量 | mg/片 | 70 | 70 | - |
| 背面银浆消耗量 | mg/片 | 25 | 70 | - |
| 双面银浆消耗量 | mg/片 | - | - | 200 |
| 单片功率 | w/片 | 7.69 | 8.02 | 8.12 |
| 正面银浆消耗量 | mg/w | 9.1 | 8.7 | - |
| 背面银浆消耗量 | mg/w | 3.3 | 8.7 | - |
| 双面银浆消耗量 | mg/w | - | - | 24.6 |
| 正面银浆价格 | 元/kg | 4560 | 4560 | - |
| 背面银浆价格 | 元/kg | 4560 | 4560 | - |
| 双面低温银浆价格 | 元/kg | - | - | 6500 |

| | | | | |
|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 银浆成本 | 元/w | 0.06 | 0.08 | 0.16 |
| 靶材 | mg/片 | - | - | 140 |
| 靶材价格 | 元/kg | - | - | 2000 |
| 靶材成本 | 元/w | - | - | 0.03 |
| 其他 | 元/w | 0.20 | 0.20 | 0.17 |
| 总计 | 元/w | 0.92 | 0.99 | 1.10 |

资料来源：Solarzoom，民生证券研究院测算

根据我们测算，成本中占比较高的银浆成本是核心需要降本环节，且潜在降本空间大，更为可行（受益国产替代，设备环节成本已经快速降低至 3.5-4 亿元/GW，考虑未来核心设备环节的工艺的进步还有小幅降本空间）。银浆环节目前需要降本 0.04 元/W，即该环节成本需要降低 50%。

图34：HJT 电池降本路径测算（元/W）



资料来源：Solarzoom，民生证券研究院测算

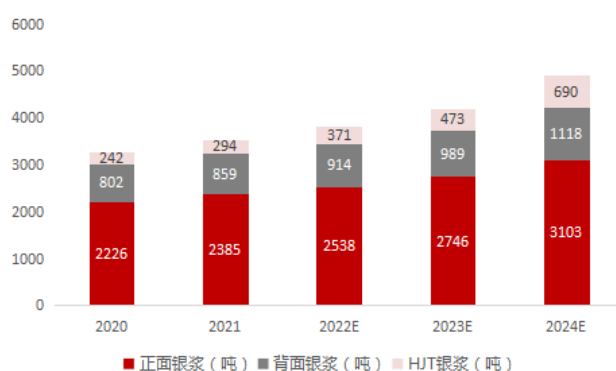
采用银包铜部分替代银的方案无法满足电池组件厂商的所有需求，因此电镀铜是终局方案。2022 年以来银价进入下行通道。因此只用部分铜代替银的降本效果有所下滑。从光伏银浆的需求量看，2020 年约 2500 吨，根据苏州固锴定增报告预测随着 HJT 的普及，2024 年银浆可能会上升到 5000 吨。对比看供给端，2021 年中国三大银浆企业聚和、帝科、苏州固锴总产量 1708 吨，而根据 CPIA 统计 2021 年正面国产银浆自给率约为 61%。综合来看，随着 HJT 方案对于银浆消耗量的大幅提升，银浆（特别是 HJT 所用的低温银浆，目前更加依赖进口）供给未来可能存在担忧，能够完全解决对银的需求问题是更多电池组件厂商更终极的目标。

图35: 全球白银价格 (美元/盎司)



资料来源: Wind, 民生证券研究院

图36: 中国光伏银浆需求 (吨)



资料来源: 苏州固锔定增报告书, 民生证券研究院

与此同时铜栅线具备上限更高的优点, 一方面银栅线无论是银浆还是银包铜材料均为混合物, 因此电阻率高于铜栅线, 同时铜栅线可做的更细, 减少遮光面积, 这些均可以提高光伏电池转化率的上限, 基于降本及提效的优点, 电镀铜被认为是更终局的解决方案。

表15: 电镀铜与银包铜的优劣势对比

| 银包铜的劣势 | 电镀铜的优势 | 电镀铜当前需要的优化方向 |
|---|--|---------------------------------|
| 1. 仍然无法消除对银浆供给的担忧 | 1. 可完全消除对银浆的依赖 | 1. 生产过程中的感光材料成本高, 需要优化材料的选择 |
| 2. 银包铜混合后如果银粉脱离, 会造成铜暴露氧化, 导电性变差, 因此成本优化上限低 | 2. 成本优化上限高, 原材料成本可将至极低, 其余均为设备折旧和耗材成本 | 2. 设备初始投资成本高, 需要行业采购起量后带动设备成本下降 |
| 3. 由于是混合物, 仍无法提升电池的转换效率, 与光伏企业最根本的诉求不一致 | 3. 纯铜栅线有低接触电阻, 同时可以做到更细减小面积, 这些均可提升电池的转换效率 | 3. 生产速度偏慢, 需要行业水平电镀技术的进一步成熟 |

资料来源: 独角兽智库, 民生证券研究

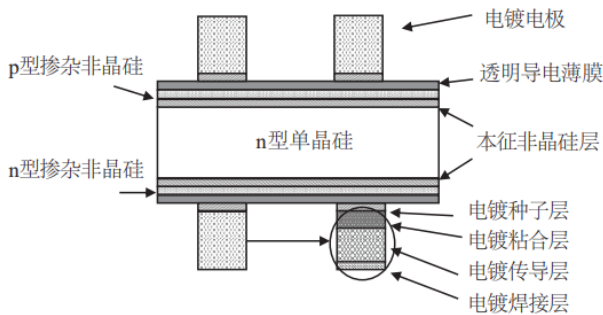
4.2 LDI 光刻机是电镀铜图形化环节的核心设备

铜电镀核心工艺主要是图形化和金属化两大环节。

图形化环节主要包括镀种子层、掩膜/感光胶、曝光显影等步骤。直接在 TCO 上电镀, 镀层和 TCO 间的接触为物理接触, 附着力主要为范德华力, 容易引起电极脱落, 且在 TCO 上电镀金属是非选择性的, 需在电镀之前在透明导电薄膜表面沉积种子层, 并沉积图形化的掩膜, 以实现选择性电镀。下图为具有电镀铜电极的异质结太阳能电池结构及工艺流程。为改善金属与透明导电薄膜的接触及附着特性, 引入一层极薄的种子层 (100 nm), 增加电镀金属与 TCO 之间的附着性能; 然后通过图形转移技术选择性地获得电极的设计图案。

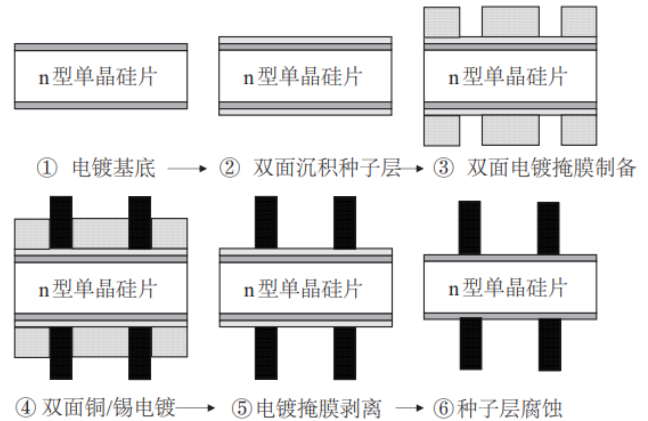
金属化环节主要包括电镀铜、去光感胶/掩膜剥离、PVD 镀焊接层等环节, 最终得到具有优异塑形和良好选择性的铜电极, 使电池的性能显著提高。金属化环节的主要设备即为电镀设备, 按照工艺不同分为垂直电镀和水平电镀。

图37: 电镀电极异质结太阳能电池的结构



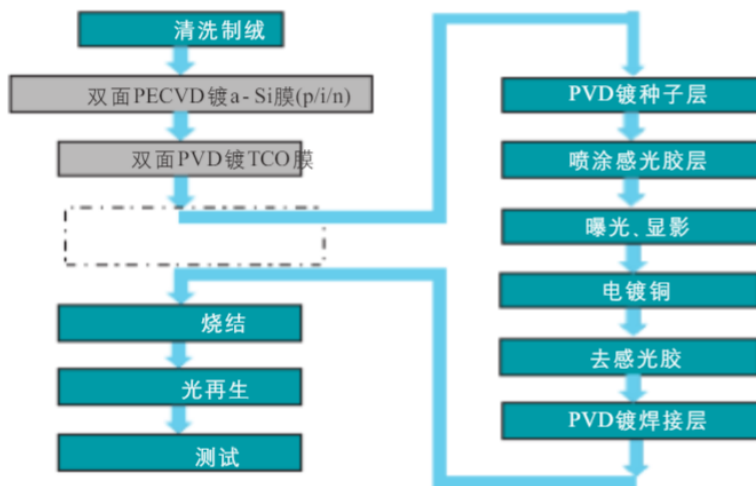
资料来源:《硅异质结太阳能电池接触特性及铜金属化研究》, 民生证券研究院

图38: 电镀电极异质结太阳能电池的工艺



资料来源:《硅异质结太阳能电池接触特性及铜金属化研究》, 民生证券研究院

图39: HJT 电池的电镀铜工艺流程

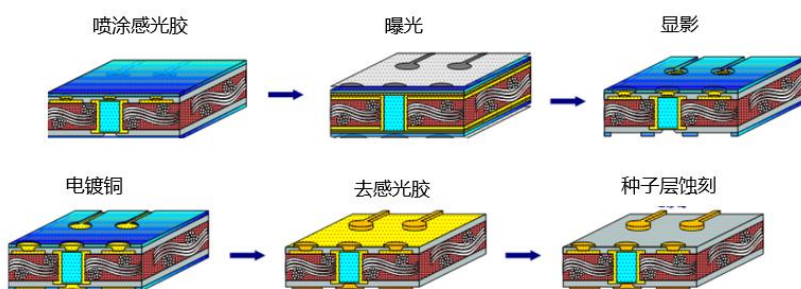


资料来源:《2020 年中国光伏技术发展报告-晶体硅太阳能电池研究进展 (7)》, 民生证券研究院

图形化主流是类光刻技术，其工艺来自于半导体/PCB 领域。图形化主要通过掩膜的选择性刻蚀，形成掩膜-种子层-掩膜的交替排列结构，铜离子仅在种子层暴露处沉积，从而形成特定排列的电极。这里的工艺思想来源于半导体/PCB 领域，并且已经在半导体/PCB 领域有着诸多成熟的应用经验。目前 HJT 电镀铜领域图形化的主流技术也是借鉴于此的类光刻技术。

从流程上看：1) 在种子层表面喷涂感光胶；2) 将铜栅线的图案通过曝光，转移到感光胶上，这里可根据光刻技术的选择不同分为需要掩膜版的掩膜光刻、无需掩膜版的 LDI 直写光刻；3) 通过显影机显影，去掉曝光图案部分的感光胶；4) 将露出的图案部分电镀上铜；5) 去除剩余的感光胶部分；6) 去除种子层。

图40：电镀铜工艺流程示意图

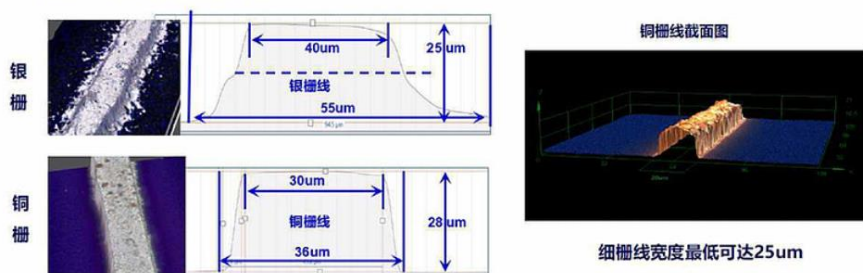


资料来源：《PCB 电镀化铜》中国科学院微电子研究所，民生证券研究院

由上述流程可以看出，电镀铜的图形化部分，仅需将铜栅线的图案转移至光伏电池片的铜种子层即可，而这种类光刻技术被广泛应用在 PCB、半导体领域，均是成熟工艺。

光伏需求的特点如下图所示，铜栅的精度要达到 25um，同时为了增加铜栅的牢固度避免铜栅，铜栅线往往呈现上窄下宽的形态。在保证这些的技术上，光伏企业会在成本及生产速度间进行权衡，找到最合适的方案。如下表所示，在综合考虑精度要求、生产稳定性、生产速度及成本后，目前直写光刻+湿膜的方案被最多的厂商在实验线中采用。

图41：电镀铜铜栅示意图



资料来源：《铜栅线高效异质结电池技术》，民生证券研究院

5 盈利预测与投资建议

5.1 盈利预测假设与业务拆分

公司报表将主营业务分为三类：PCB、泛半导体、租赁及其他。

PCB 业务：PCB 业务为公司传统主业，近年来保持稳健增长。伴随公司客户逐渐开拓和产品结构升级，我们预计公司 PCB 业务在 2022-2024 年收入同比增长 40.0/45.0/38.0%。毛利率方面，该业务自 2020 年以来毛利率有所下滑，但 22H1 呈现企稳，未来有望随产品结构改善稳定在 40%左右水平，因此预测 2022-2024 年 PCB 设备业务毛利率 39.5/40.0/40.0%。

泛半导体业务：2021 年实现收入大幅增长，主要得益于公司多款新品推向市场。该业务有望延续高增趋势，伴随电镀铜渗透和公司产品导入，有望在 2024-2025 年迎来新一轮放量增长，因此我们预计 2022-2024 年该业务收入同比增长 45.0/56.0/80.0%。毛利率方面，该业务面向下游高端应用，毛利率较高，预计未来亦有望维持在较高水平，2022-2024 年分别为 62.5/62.0/62.0%。

租赁及其他：主要包括设备租赁和设备维护，我们预计未来该业务收入伴随公司业务规模稳步增长，2022-2024 年同比增速分别为 25.0/25.0/25.0%。毛利率预计 2022-2024 年稳定在 70.0%水平。

其他业务：与主营业务无关，具体业务内容公司未作披露，且体量小，对公司整体业绩无重大影响。预测该业务收入随公司整体业务规模扩张而缓慢增长，2022-2024 年同比增速分别为 10.0/10.0/10.0%，2022-2024 年毛利率稳定在 70.0/70.0/70.0%

表16：分业务收入预测（百万元）

| | | 2020 | 2021 | 2022E | 2023E | 2024E |
|--------|-----|---------|-------|-------|--------|--------|
| 合计 | 营收 | 310.1 | 492.2 | 688.2 | 1001.1 | 1429.6 |
| | YOY | 53% | 59% | 40% | 45% | 43% |
| | 毛利率 | 43.4% | 42.7% | 43.4% | 43.7% | 44.3% |
| PCB 业务 | 营收 | 281.2 | 415.1 | 581.1 | 842.7 | 1162.9 |
| | YOY | 46% | 48% | 40% | 45% | 38% |
| | 毛利率 | 42.0% | 38.7% | 39.5% | 40.0% | 40.0% |
| 泛半导体业务 | 营收 | 11.3 | 55.6 | 80.6 | 125.8 | 226.4 |
| | YOY | 438% | 392% | 45% | 56% | 80% |
| | 毛利率 | 56.6% | 62.1% | 62.5% | 62.0% | 62.0% |
| 租赁及其他 | 营收 | 14.9 | 18.8 | 23.5 | 29.4 | 36.7 |
| | YOY | 93.5% | 26.2% | 25.0% | 25.0% | 25.0% |
| | 毛利率 | 62.4% | 69.7% | 70.0% | 70.0% | 70.0% |
| 其他业务 | 营收 | 2.70 | 2.70 | 2.97 | 3.27 | 3.59 |
| | YOY | 2600.0% | 0.0% | 10.0% | 10.0% | 10.0% |
| | 毛利率 | 37.0% | 77.8% | 70.0% | 70.0% | 70.0% |

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

5.2 费用率预测

销售费用：公司销售费用率较低，且在 2020 年以来无明显波动。预计未来随收入增长，销售费率将略有摊薄，2022-2024 年销售费用率分别为 6.0%/5.5%/5.5%。

管理费用率：公司 2022H1 管理费用率与 2021 年接近，预计未来收入增长的同时，管理费用率略有摊薄，2022-2024 年管理费用率分别为 4.5%/4.0%/4.0%。

研发费用率：公司 2022H1 研发费用率有较大幅度升高，主要因为泛半导体业务扩张带来较高的研发投入，考虑到公司当前有越来越多的新产品在研发和客户验证中，预计 2022-2024 年保持较高的研发投入，研发费用率分别为 14.0%/14.0%/14.0%。

财务费用：公司无长期借款，短期借款也较少，账上现金带来利息收入。考虑到公司健康的盈利和现金流情况，预计 2022-2024 年财务费用率分别为-0.6%/-0.6%/-0.5%。

表17：费用率预测

| 项目/年度 | 2020A | 2021A | 2022E | 2023E | 2024E |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 销售费用率 | 5.9% | 6.1% | 6.0% | 5.5% | 5.5% |
| 管理费用率 | 5.3% | 3.9% | 4.5% | 4.0% | 4.0% |
| 研发费用率 | 10.9% | 11.5% | 14.0% | 14.0% | 14.0% |
| 财务费用率 | 0.2% | -0.8% | -0.6% | -0.6% | -0.5% |

资料来源：wind，民生证券研究院预测

5.3 估值分析

公司主业为 PCB 设备和泛半导体设备，我们选取了光伏设备厂商迈为股份、PCB 设备厂商东威科技、半导体设备厂商芯源微作为同行业可比公司，同行业可比公司 2022-2024 年的 PE 均值为 90/57/39 倍，我们预计芯碁微装 2022-2024 年 EPS 为 1.15/1.73/2.48 元，对应现价 PE 85/56/39 倍，低于同行业均值。

表18：可比公司估值对比

| 公司 | 代码 | 股价 | EPS | | | | PE | | | |
|---------------|-----------|--------|------|------|------|-------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | 21A | 22E | 23E | 24E | 21A | 22E | 23E | 24E |
| 迈为股份 | 300751.SZ | 420.12 | 6.26 | 5.28 | 8.75 | 13.01 | 67 | 80 | 48 | 32 |
| 东威科技 | 688700.SH | 131.45 | 1.25 | 1.47 | 2.76 | 3.91 | 105 | 89 | 48 | 34 |
| 芯源微 | 688037.SH | 194.55 | 0.92 | 1.90 | 2.62 | 3.75 | 211 | 102 | 74 | 52 |
| 可比公司均值 | | | | | | | 128 | 90 | 57 | 39 |
| 芯碁微装 | 688630.SH | 97.33 | 0.88 | 1.15 | 1.73 | 2.48 | 111 | 85 | 56 | 39 |

资料来源：wind，民生证券研究院预测；

注：可比公司数据采用 Wind 一致预期，股价时间为 2023 年 2 月 3 日

5.4 投资建议

芯碁微装作为国内直写光刻设备龙头，在 PCB 领域保持领先优势，泛半导体领域亦持续拓宽产品线，我们看好公司的新市场开拓和长期成长，首次覆盖，给予“推荐”评级。

6 风险提示

1) **下游扩产不及预期的风险。**在光伏领域，新型高效电池如 TOPCon、HJT 在 2022 年以来扩产计划加速，但因技术成熟度、投资成本等限制性因素，规模化量产尚存在不确定性。在半导体领域，我国在先进制程的设备制造产业起步较晚，目前国内先进产线关键设备的国产化仍处于起步和发展阶段。如果国内新型高效电池和先进制程晶圆制造产线发展不及预期，公司未来销售增长将受到限制。

2) **新产品验证进度不及预期的风险。**公司产品的未来成长动力主要来自泛半导体、光伏领域的新产品导入。客户对公司新产品的验证要求较高、验证周期较长，公司用于新型高效电池和半导体各细分领域的新产品存在验证进度不及预期的风险。

3) **技术迭代风险。**如果下游光伏电池片企业最终选择其他技术路径而非 HJT 电镀铜，则会导致公司产品下游市场空间收缩，对公司业绩带来不利影响。

公司财务报表数据预测汇总

| 利润表 (百万元) | 2021A | 2022E | 2023E | 2024E |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 营业总收入 | 492 | 688 | 1,001 | 1,430 |
| 营业成本 | 282 | 390 | 563 | 796 |
| 营业税金及附加 | 2 | 3 | 5 | 7 |
| 销售费用 | 30 | 41 | 55 | 79 |
| 管理费用 | 19 | 31 | 40 | 57 |
| 研发费用 | 56 | 96 | 140 | 200 |
| EBIT | 98 | 132 | 205 | 300 |
| 财务费用 | -4 | -4 | -6 | -7 |
| 资产减值损失 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 投资收益 | 6 | 8 | 10 | 14 |
| 营业利润 | 108 | 132 | 205 | 301 |
| 营业外收支 | 8 | 18 | 20 | 22 |
| 利润总额 | 116 | 149 | 225 | 323 |
| 所得税 | 10 | 10 | 16 | 23 |
| 净利润 | 106 | 139 | 209 | 300 |
| 归属于母公司净利润 | 106 | 139 | 209 | 300 |
| EBITDA | 104 | 141 | 218 | 318 |

| 资产负债表 (百万元) | 2021A | 2022E | 2023E | 2024E |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 货币资金 | 215 | 291 | 346 | 401 |
| 应收账款及票据 | 324 | 419 | 555 | 715 |
| 预付款项 | 19 | 21 | 30 | 43 |
| 存货 | 234 | 298 | 369 | 478 |
| 其他流动资产 | 294 | 202 | 168 | 189 |
| 流动资产合计 | 1,087 | 1,231 | 1,468 | 1,827 |
| 长期股权投资 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 固定资产 | 118 | 158 | 206 | 262 |
| 无形资产 | 1 | 6 | 11 | 15 |
| 非流动资产合计 | 177 | 245 | 305 | 364 |
| 资产合计 | 1,264 | 1,476 | 1,773 | 2,191 |
| 短期借款 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 应付账款及票据 | 192 | 235 | 324 | 458 |
| 其他流动负债 | 88 | 98 | 127 | 155 |
| 流动负债合计 | 279 | 333 | 451 | 612 |
| 长期借款 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 其他长期负债 | 48 | 92 | 92 | 92 |
| 非流动负债合计 | 53 | 97 | 97 | 97 |
| 负债合计 | 332 | 430 | 548 | 710 |
| 股本 | 121 | 121 | 121 | 121 |
| 少数股东权益 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 股东权益合计 | 931 | 1,046 | 1,225 | 1,481 |
| 负债和股东权益合计 | 1,264 | 1,476 | 1,773 | 2,191 |

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

| 主要财务指标 | 2021A | 2022E | 2023E | 2024E |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| 成长能力 (%) | | | | |
| 营业收入增长率 | 58.74 | 39.81 | 45.45 | 42.80 |
| EBIT 增长率 | 58.73 | 35.27 | 55.25 | 46.33 |
| 净利润增长率 | 49.44 | 30.90 | 50.34 | 43.65 |
| 盈利能力 (%) | | | | |
| 毛利率 | 42.76 | 43.37 | 43.74 | 44.33 |
| 净利润率 | 21.57 | 20.19 | 20.87 | 20.99 |
| 总资产收益率 ROA | 8.40 | 9.42 | 11.78 | 13.70 |
| 净资产收益率 ROE | 11.40 | 13.29 | 17.05 | 20.26 |
| 偿债能力 | | | | |
| 流动比率 | 3.89 | 3.70 | 3.26 | 2.98 |
| 速动比率 | 2.82 | 2.52 | 2.29 | 2.05 |
| 现金比率 | 0.77 | 0.87 | 0.77 | 0.65 |
| 资产负债率 (%) | 26.31 | 29.13 | 30.89 | 32.40 |
| 经营效率 | | | | |
| 应收账款周转天数 | 209.73 | 200.00 | 180.00 | 160.00 |
| 存货周转天数 | 303.63 | 280.00 | 240.00 | 220.00 |
| 总资产周转率 | 0.52 | 0.50 | 0.62 | 0.72 |
| 每股指标 (元) | | | | |
| 每股收益 | 0.88 | 1.15 | 1.73 | 2.48 |
| 每股净资产 | 7.71 | 8.66 | 10.14 | 12.26 |
| 每股经营现金流 | 0.25 | 0.15 | 0.64 | 1.16 |
| 每股股利 | 0.20 | 0.24 | 0.37 | 0.53 |
| 估值分析 | | | | |
| PE | 111 | 85 | 56 | 39 |
| PB | 12.6 | 11.2 | 9.6 | 7.9 |
| EV/EBITDA | 111.55 | 81.36 | 52.37 | 35.74 |
| 股息收益率 (%) | 0.21 | 0.25 | 0.38 | 0.54 |

| 现金流量表 (百万元) | 2021A | 2022E | 2023E | 2024E |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 净利润 | 106 | 139 | 209 | 300 |
| 折旧和摊销 | 6 | 9 | 13 | 18 |
| 营运资金变动 | -88 | -103 | -123 | -152 |
| 经营活动现金流 | 30 | 19 | 77 | 140 |
| 资本开支 | -132 | -43 | -53 | -55 |
| 投资 | -212 | 118 | 0 | 0 |
| 投资活动现金流 | -339 | 61 | 7 | -41 |
| 股权募资 | 416 | 0 | 0 | 0 |
| 债务募资 | 15 | -23 | -0 | 0 |
| 筹资活动现金流 | 429 | -4 | -30 | -45 |
| 现金净流量 | 121 | 76 | 55 | 55 |

插图目录

| | |
|----------------------------------|----|
| 图 1: 芯碁微装直写光刻技术主要产品 | 3 |
| 图 2: 2017-2022Q3 芯碁微装营业总收入 (亿元) | 4 |
| 图 3: 2019-2021 年芯碁微装分业务营收 (亿元) | 4 |
| 图 4: 2017-2022Q3 芯碁微装归母净利润 (亿元) | 4 |
| 图 5: 2017-2022Q3 芯碁微装利润率 | 4 |
| 图 6: 单面板示意图 | 7 |
| 图 7: 多层板示意图 | 7 |
| 图 8: 2011-2021 年全球 PCB 产值规模及增长情况 | 8 |
| 图 9: 2011-2021 年中国大陆 PCB 产值及增长情况 | 8 |
| 图 10: PCB 工艺流程与对应设备 | 8 |
| 图 11: 直写成像技术原理示意 (紫外光源) | 9 |
| 图 12: 传统曝光与直接成像技术对比图 | 9 |
| 图 13: PCB 主要光刻技术分类图 | 9 |
| 图 14: 高端 PCB 产品逐年提升 | 11 |
| 图 15: 全球 PCB 市场直接成像设备销售额 | 12 |
| 图 16: 全球 PCB 市场直接成像设备产量 | 12 |
| 图 17: 中国 PCB 市场直接成像设备销售额 | 12 |
| 图 18: 中国 PCB 市场直接成像设备销量 | 12 |
| 图 19: PCB 业务营收及增速 | 15 |
| 图 20: PCB 业务毛利率 | 15 |
| 图 21: 泛半导体领域光刻技术分类 | 16 |
| 图 22: 直写光刻/接近式光刻/投影式光刻示意图 | 16 |
| 图 23: IC 载版结构图 | 17 |
| 图 24: 全球 IC 载版市场规模 (亿美元) | 17 |
| 图 25: 封装技术发展历程 | 18 |
| 图 26: 全球先进封装市场规模 | 18 |
| 图 27: 凸点制造工艺流程 | 19 |
| 图 28: 印制 RDL 工艺流程 | 19 |
| 图 29: 2.5D、3D 封装示意图 | 20 |
| 图 30: 掩模版工作原理 | 21 |
| 图 31: 掩模版制造工艺流程 | 21 |
| 图 32: 芯碁微装泛半导体业务收入和毛利率 | 24 |
| 图 33: 光伏电池片技术演化路径 | 25 |
| 图 34: HJT 电池降本路径测算 (元/W) | 28 |
| 图 35: 全球白银价格 (美元/盎司) | 29 |
| 图 36: 中国光伏银浆需求 (吨) | 29 |
| 图 37: 电镀电极异质结太阳能电池的结构 | 30 |
| 图 38: 电镀电极异质结太阳能电池的工艺 | 30 |
| 图 39: HJT 电池的电镀铜工艺流程 | 30 |
| 图 40: 电镀铜工艺流程示意图 | 31 |
| 图 41: 电镀铜铜栅示意图 | 31 |

表格目录

| | |
|--|----|
| 盈利预测与财务指标 | 1 |
| 表 1: 芯碁微装核心管理层及技术人员 | 5 |
| 表 2: 募集资金投向 | 6 |
| 表 3: 传统曝光技术与直接成像技术对比表 | 10 |
| 表 4: 2019-2023 年 PCB 产品曝光精度 (最小线宽) 要求演进 | 11 |
| 表 5: 2019-2021 年全球 PCB 直接成像设备市场前三名厂商销售额 (百万美元) 及份额 | 13 |

| | |
|--|----|
| 表 6: 最小线宽在 10 μ m 左右的线路曝光工艺的直接成像设备 | 13 |
| 表 7: 芯碁微装 PCB 领域直写光刻设备 | 14 |
| 表 8: 芯碁微装 PCB 系列产销情况 (单位: 台/套) | 15 |
| 表 9: 直写光刻和掩膜光刻在不同细分市场的精度要求 | 16 |
| 表 10: 用于掩膜版制版的激光直写光刻设备技术实力对比 | 22 |
| 表 11: 芯碁微装泛半导体领域直写光刻设备 | 22 |
| 表 12: 芯碁微装泛半导体系列产销情况 (单位: 台/套) | 23 |
| 表 13: HJT 规划产能统计 | 26 |
| 表 14: 不同电池技术的成本测算 (元/w) | 27 |
| 表 15: 电镀铜与银包铜的优劣势对比 | 29 |
| 表 16: 分业务收入预测 (百万元) | 32 |
| 表 17: 费用率预测 | 33 |
| 表 18: 可比公司估值对比 | 33 |
| 公司财务报表数据预测汇总 | 36 |

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

| 投资建议评级标准 | | 评级 | 说明 |
|---|------|------|---------------------|
| 以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。 | 公司评级 | 推荐 | 相对基准指数涨幅 15%以上 |
| | | 谨慎推荐 | 相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间 |
| | | 中性 | 相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间 |
| | | 回避 | 相对基准指数跌幅 5%以上 |
| | 行业评级 | 推荐 | 相对基准指数涨幅 5%以上 |
| | | 中性 | 相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间 |
| | | 回避 | 相对基准指数跌幅 5%以上 |

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F；200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层；100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元；518026