

8. 科创之于军工行业：科研转化核心土壤，高研发迎接价值重估——天风军工邹润芳团队

8.1. 科创定位国家战略\核心技术，军工是科研和产业突破排头兵

根据证监会前期科创板文件《关于在上海证券交易所设立科创板并试点注册制的实施意见》中显示，“科创板定位于面向世界科技前沿、面向国家重大需求，主要服务于符合国家战略、突破关键核心技术的科技创新企业。重点支持新一代信息技术、高端装备、新材料、新能源、节能环保、生物医药等高新技术产业和战略新兴产业。”可以发现，面向国家重大需求、服务于国家战略、突破关键核心技术是科创板的重点。

军工企业是面向国家重大需求的国家战略突破任务的主要承担者，也是我国科技创新人才密集度最高的产业集团之一。值得关注的是已公布的国家科技重大专项，共计 15 项，其中军工企业主导承担的有大型飞机专项、载人航天与探月工程专项、高分辨率对地观测系统专项、航空发动机与燃气轮机专项、机载专项、核高基专项共计 6 项，共同承担的有大规模集成电路制造装备和成套工艺、大型先进压水堆及高温气冷堆核电站专项、新一代宽带无线移动通信网专项共计 3 项。因此军工行业承担的国家重大专项达到 60%，主导承担 40% 的国家科技重大专项，体现了军工行业作为主要科研任务承担者和战略突破者的历史重任。

表 24：国家重大专项军工承担情况

重大专项名称	军工承担情况	重大专项名	军工承担情况
大型飞机	主承担	大规模集成电路制造装备及成套工艺	联合承担
载人航天与探月工程专项	主承担	新一代宽带无线移动通信网	联合承担
高分辨率对地观测系统	主承担	高档数控机床与基础制造装备专项	联合承担
航空发动机与燃气轮机	主承担	大型油气田及煤层气开发专项	——
国家机载	主承担	水体污染控制与治理专项	——
核心电子器件、高端通用芯片及基础软件产品	主承担	转基因生物新品种培育专项	——
北斗卫星导航系统	联合承担	重大新药创制专项	——
大型先进压水堆及高温气冷堆核电站	联合承担	艾滋病和病毒性肝炎等重大传染病防治专项	——
军工主承担比例	43.75%	军工全口径参与比例	62.50%

资料来源：国家科技重大专项官网，中证网，经济参考报，天风证券研究所

科创板关注科研成果转化，军工技术或将进入民用产业化阶段

军工技术是众多重大民用技术的前身，众多目前造福社会形成的万亿级产业是源自军工科研转化，例如计算机技术、互联网技术、卫星导航、核电、商用航空等众多的万亿\千亿级产业。

根据中国科学报对中国航天系统科学与工程研究院院长薛惠锋的采访(2018年8月24日)，以航天产业为例，“航天产业的直接投入产出比约为 1：2，但是对相关产业带动高达 1：7 至 1：14”。军转民积极辐射带动全面经济。

军用技术所运用的技术很多都具有军民两用性，例如卫星导航、遥感图像、气象雷达、传感器、物联网、空管雷达等。传统军工企业往往在相关领域具有较高的技术优势，先进技术先在国防领域使用，而后将领先的军工技术民用化是科研到应用再到产业化的必经之路。如前面所述，在军方航天领域的一份投入在军民融合时代可以带动 7-14 倍的相关产业，在其他领域的军转民也均有较强的相关产业带动的能力，军用技术民用化也将在中国形成趋势。

军工已有科研成功转化成功案例：1、通信设备商领军企业-中兴通信（董事长来自航天科

技集团，此外航天科技、航天科工集团控大股东 48.5%) 2、安防领军企业-海康威视(中国电子科技集团隶属) 3、煤化气技术领军企业-航天工程(航天科技集团) 4、连接器龙头-中航光电(中航工业集团) 5、卫星通信广播龙头-中国卫通(航天科技集团) 6、民航制造龙头-中国商飞(中航工业创立) 等等。

8.2. 研发投入是科创重点指标，军工位居第二

根据《关于在上海证券交易所设立科创板并试点注册制的实施意见》，“允许符合科创板定位，尚未盈利的企业上市，综合考虑市值、收入、净利润、现金流、研发投入等指标。”其中收入、净利润、现金流是常规的上市财务数据考核项，本次亮点为将市值、研发投入纳入指标。我们列出 2017 年全 A 股行业研发费用占收入比重情况，军工行业排名第二，为研发费用占比第二高的行业。

图 90：2017 年行业研发费用占比（军工为第二）



资料来源：Wind，天风证券研究所

表 25：行业内部研发费用占比情况

研发费用占比	2015	2016	2017
主机厂	1.99%	1.99%	2.43%
配套企业	4.71%	4.49%	4.64%
民参军	8.13%	7.91%	9.33%

资料来源：Wind，天风证券研究所

军工行业内部研发费用占比情况，我们发现民参军企业是军工行业研发投入最大的，主要原因是研究所核心资产未进入上市公司，也就是科创类资产依然停留在体外。

8.3. 科创板机遇：估值上修聚焦自主可控和军转民

科创板将带动一大机遇，就是对符合国家战略、突破关键核心技术的科技创新企业将具备一次价值重估机遇。因科创板上市考核标准不再局限于传统利润表指标，科创板预计会较多出现传统 PE 相对估值法的高估值企业，以及聚焦科研实力和投入的新估值体系，相对估值的上修可带来传统主板、创业板估值的跟踪调整。这将对符合国家战略、突破关键核心技术的企业产生估值重塑影响，这批企业主要集中在军工的自主可控领域。

聚焦高研发投入的科研方向投资机会：

- 1、高研发体制内院所资产投资机会：包含一级市场产业化和科创上市机遇。对于二级市场主要关注具备科创板战略方向资产的对应上市平台。
- 2、高研发投入自主可控民参军企业投资。

表 26：军工行业龙头企业梳理

产品类别	核心功能与用途	具备生产/设计/供货能力的企业

电子元件	电阻、电容、电感	略	上市企业：振华科技、、火炬电子 未上市：宏明电子、元六鸿远、其他国营厂民营企业
	晶体管（二极管、三极管）	略	
	MLCC(片式多层陶瓷电容器)	航空航天、军用移动通讯设备、袖珍式军用计算机、军事信号监控；武器弹头控制、雷达、炮弹引信、舰艇、武器系统等。	上市：火炬电子、宏达电子、风华邦科
	射频/微波毫米波半导体器件	略	和而泰、中电科 13 所/55 所、亚光科技
	光电子器件	略	久之洋、利达光电、中航光电
	功率器件	包括砷化镓、氮化镓功率器件、固态功率器件	和而泰、金信诺、中电科 13 所/55 所
	连接器	主要包括圆形、矩形、印制电路板、RF 及少量特种连接器，是构成完整的武器装备系统所必需的基础组件。	中航光电、航天电器
	MEMS（微机械电子系统）	包括惯性 MEMS、射频 MEMS、MEMS	中电科 13 所、振芯科技、高德红外、晨曦航空
	TR 组件	无线收发系统的一个部分，两端接天线、中频处理单元，进而构成收发单元。 TR 组件能够实现信号的放大、移相、衰减，决定了相控阵雷达的系统性能。	亚光科技、航锦科技、电科 55、14、38 所等
	GPU(图形处理器)	图形处理器	航锦科技、景嘉微、中科院计算机所/高校
CPU(中央处理器)	中央处理器	航天电子、中科院计算所、中科院下属海光信息技术有限公司	
FPGA(现场可编程门阵列)	允许实现特殊的硬件加速算法，广泛运用于航天、航空、电子、通信、雷达、高端波束形成系统、芯片模拟等领域。 应用领域：相控阵雷达（相位控制电子扫描阵列雷达）、夜战红外设备、精确制导武器上的地图匹配、5G 通信基站、医疗等。	航锦科技、成都华微、深圳国微、紫光国芯、航天科技集团 772 所。 对应上市公司：航锦科技、振华科技、航天电子	
DSP(数字信号处理芯片)	一种微处理器，将模拟信号转换成数字信号进行处理，强调数字信号处理的实时性。能够即时处理资料，快速实现各种数字信号的处理算法。 应用领域：机载空空导弹、战斗机目视瞄准器、补兵头盔式微光仪、自动火炮控制、巡航导弹、预警飞机、相控阵天线等雷达数字信号处理，通信，工业控制，仪器仪表，汽车安全与无人驾驶。	航天电子、航锦科技、中电科 14 所（国睿科技）、中电科 38 所（四创电子）	
射频芯片	负责接收、发送信号。	中电科 13 所/55 所、和而泰(铖昌科技)、金信诺（江苏万邦）、亚光科技	
基带芯片	负责信号处理、解码。	振芯科技、华力创通、合众思壮、上海复旦微电子	
AD/DA(模数/数模转换芯片)	实现可编程逻辑控制器、光收发器、数据采集等多种应用，使军用和商用雷达获得的数字信号转换为模拟信号(反之亦可)，从而进行下一步的处理。	航天电子、航锦科技、振芯科技、振华集团（成都华微）	
IGBT 芯片(绝缘栅)	能源转换与传输的核心器件，通过功率变换实现	振华科技、斯达半导体	

双极型晶体管)	用电效率和质量的提高,是电力电子装置的“CPU”,广泛用于军工、高铁、新能源汽车等领域。	
SiP (系统级封装)	进行并排或叠加封装,成为具备一定功能的单个标准件,做到“集成系统的各个芯片及无源器件”。	航天电子、航锦科技、欧比特
SoC (片上系统)	从设计的角度出发,将系统所需的组件高度集成到一块芯片上,做到“一个芯片就是一个系统”。	欧比特、航天电子、振芯科技、振华集团(成都华微)

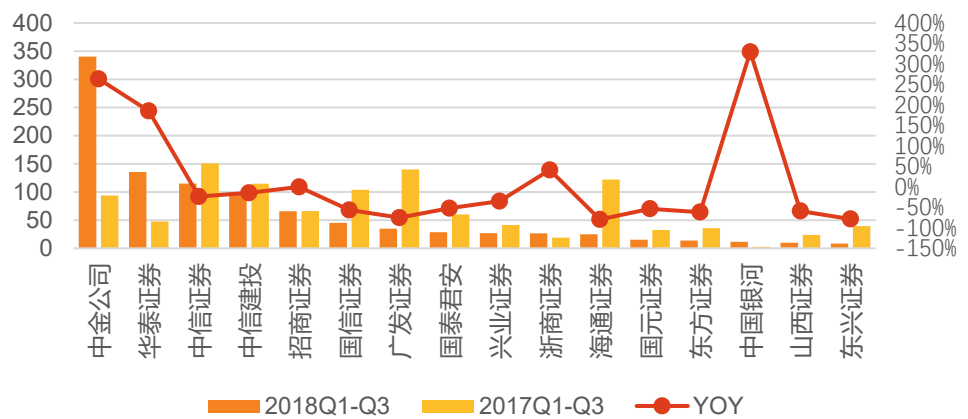
资料来源:天风证券研究所整理

9. 科创板之于券商行业：有望开启中国现代化投资银行的新篇章——天风非银夏昌盛团队

“设立科创板并试点注册制”对于证券行业的意义重大，将有望开启中国现代化投资银行的新篇章。证券公司将在新股定价和配售等多个环节发挥核心作用，“牌照通道”效用将弱化，而基于投研的定价能力、投行项目储备与获取能力、资本实力（直投、信用等）、品牌溢价将联合发挥更加重要的作用，并带来行业竞争格局的重塑，我们预计市场集中度将进一步提升。各大券商将打造以股权融资、项目融资、风险投资、资产证券化、并购咨询为核心的“大投行”体系，中国的国际化一流大投行有望在这个新篇章中诞生，并助力中国经济高质量发展。

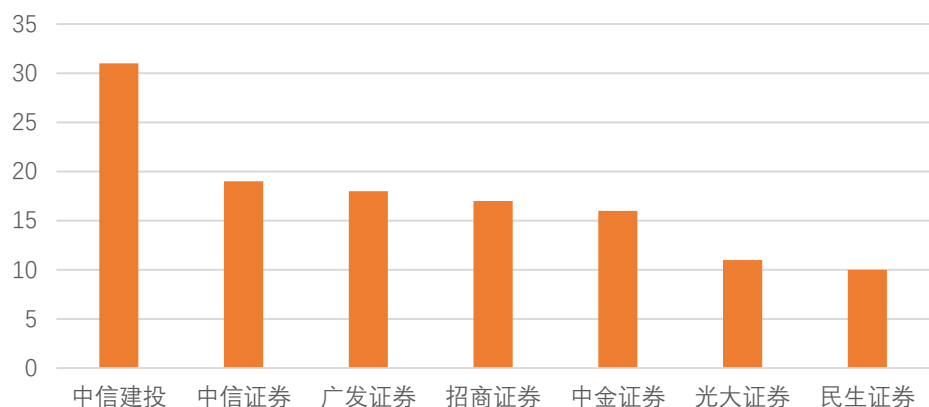
具体业务层面，“设立科创板并试点注册制”将直接增加投行承销保荐业务收入、相关的经纪业务收入（包括新股配售经纪佣金）、跟投产生的投资收益、市场更加活跃带来的整体佣金收入。另外，科创板项目质优量多的券商（如中信建投、中信证券等）将取得显著的竞争优势和发展前景，“投行+直投”模式有望得到高质量发展。

图 91：主要上市券商 IPO 承销规模情况（单位：亿元，%）



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 92：证券 IPO 项目储备 10 家以上的券商，全市场 249 家（截至 2019 年 1 月 31 日）



资料来源：Wind，天风证券研究所

经总结，3 月 1 日发布的《上海证券交易所科创板股票发行与承销实施办法》对于保荐机构及承销商的重要规定如下：

1) 科创板试行保荐机构相关子公司跟投制度。发行人的保荐机构依法设立的相关子公司或者实际控制该保荐机构的证券公司依法设立的其他相关子公司，参与本次发行战略配售，并对获配股份设定限售期。

2) 承销商应当向通过战略配售、网下配售获配股票的投资者收取不低于获配应缴款一定比例的新股配售经纪佣金，承销商因承担发行人保荐业务获配股票或者履行包销义务取得股票的除外。

3) 发行人和主承销商可以在发行方案中采用超额配售选择权。采用超额配售选择权发行股票数量不得超过首次公开发行股票数量的 15%。

4) 发行人股票上市之日起 30 个自然日内，主承销商有权使用超额配售股票募集的资金，从二级市场购买发行人股票，但每次申报的买入价不得高于本次发行的发行价。主承销商可以根据超额配售选择权行使情况，要求发行人按照超额配售选择权方案发行相应数量股票。

5) 主承销商应当在超额配售选择权行使期届满或者累计行使数额达到采用超额配售选择权发行股票数量限额的 5 个工作日内，根据超额配售选择权行使情况，向发行人支付超额配售股票募集的资金，向同意延期交付股票的投资者交付股票。

基于以上规则，“设立科创板并试点注册制”对券商收入直接增量的简单测算如下：

1) 投行承销保荐收入。假设 2019 年共 100 家公司于科创板上市，每家上市公司平均募集资金 10 亿元，保荐和承销费率为 5%，那么投行承销保荐收入的增量为 50 亿元。

2) 保荐机构参与战略配售(跟投)的投资收益。假设券商子公司参与战略配售比例为 10%，投资收益率为 10%，那么投资收益的增量是 10 亿元。

3) 新股配售经纪佣金：假定新股配售经纪佣金万分之五，在 70%的网下配售比率下，首年会带来 350 万元的佣金收入。

基于上述假设与测算（暂不考虑“绿鞋机制”），科创板首年给券商带来的业绩贡献约为 60 亿元，占 2018 年证券行业收入约 2.4%。由于科创板项目大概率会集中于头部券商。此外，科创板带来上市标的与整体市场交易量的提升，以及后续潜在的各项业务并未纳入测算（由于不确定性强），因此“设立科创板并试点注册制”对券商业绩的实际提升效果将显著优于我们对于直接增量的测算。

表 27：科创板首年行业收入预估

单位：亿元	科创板	2019e
	科创板上市公司数量	100
	科创板融资规模	1000
投行收入	科创板 IPO 费率 (%)	5.00%
	科创板 IPO 收入	50
	科创板 IPO 收入/投行收入(2018E)	11.43%
投资收益	券商作为保荐机构参与 10%配售	100
	投资收益（假设股价上涨 10%）	10
佣金收入	新股配售经纪佣金(假设 70%为网下配售,佣金率万五)	0.35
预计收入合计		60.4
收入占比（占 2018 年收入）		2.4%

资料来源：天风证券研究所整理

10. 科创板之于机械行业：新兴制造业肩负升级重任，科创板助推加速——天风机械邹润芳、曾帅团队

在制造业升级的背景下，国产设备的发展空间巨大，主要从几个方面体现：

- 1) 传统产业中的第二轮、第三轮周期国产设备全面替代进口，其中以工程机械和港口机械等领域为典型代表，外资品牌设备在国内市场的份额逐渐降低、甚至全面退出中国市场。在行业下行周期过程中出现大量企业因为盈利能力下降而退出行业、但优质的公司仍将逆势提高市占率和盈利能力。
- 2) 新兴产业中的创新不断，技术迭代带来快速设备更新需求，因此要求装备企业紧密跟踪客户需求、并进行持续的大额研发投入，呈现“客户资源+技术+资金”三重壁垒叠加和较高盈利能力，通常以宁德时代、苹果、华为、京东方、富士康等大客户的需求主导。
- 3) 核心零部件环节，必须经历持续 10~20 年的研发投入方可实现逐步替代进口，其中技术的进步和成本的降低将同时出现，但前期盈利能较弱、需要大量基础工艺研究。

综上所述，大量的企业在初期研发投入阶段的资金需求会非常大，大量企业因为资金链断裂导致“出师未捷身先死”。因此未来科创板的创立，将有利于各行业直接融资。

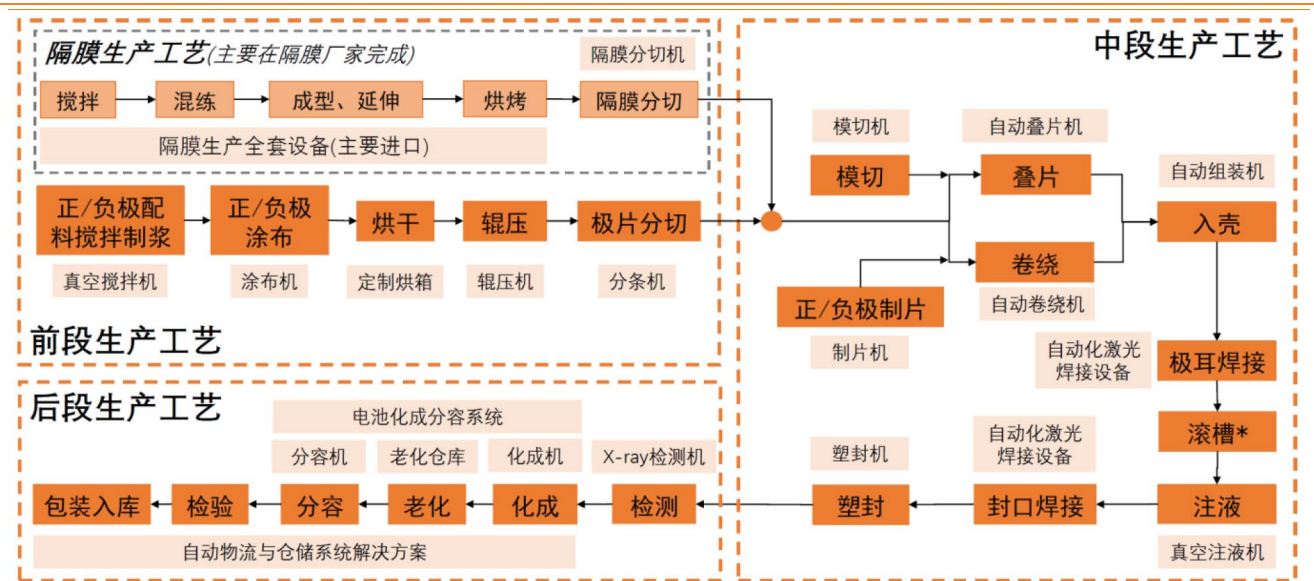
结合“技术+资金”的科创行业发展趋势，我们将锂电池、光伏、半导体、显示、3C 和智能制造等领域作为创新的引领者看待。

10.1. 锂电池需求旺盛，国产设备正当年

在过去的三年中，锂电池和新能源车行业发生了巨大的变化，由此将导致设备全面国产化。

- 1) 车辆补贴持续减少，车企要实现盈利能力提高必须通过规模扩大和供应链压缩成本，因此供应链各环节将分摊该成本，其中设备国产化、零部件国产化将明显降低设备采购成本。
- 2) 为追求规模效应，锂电池产业链各个环节均需要快速扩大产能。锂电池行业总体产能与销量对比，结构性过剩明显，同样要求三元电池环节快速提高产能。
- 3) 国产设备厂家经历了数码锂电时代的模仿学习，技术方面已经日臻成熟，能够满足龙头宁德时代和比亚迪等厂家的需求。同时提供的维修服务能力强、性价比远高于日韩同行。应用案例多也积累了大量工程经验，未来国产设备实现全球供应打下基础。
- 4) 电池厂家的集中度提高明显，也将促进设备厂家的集中度提高。
- 5) 设备领域步入“人民币玩家”模式，越大的公司相对垫资能力、持续经营能力更有保证。但也带来新的问题，就是设备厂的融资需求迫切，未来股权、债券、信贷等多种方式并举将成为大趋势。

图 93：锂电池制造工艺流程



资料来源：天风证券研究所综合整理

表 28：国内主要从事锂电设备研发与制造的厂家

	红运	万家	科恒	赢合	先导	格林	金银	北方	大族	联赢	海木	正业	星云	瑞能	杭可	新威	擎天	蓝奇
搅拌机	✓	✓		✓			✓	✓										
涂布机			✓	✓	✓		✓	✓	✓									
辊压机			✓				✓	✓										
分切机			✓	✓	✓		✓	✓	✓									
制片机				✓			✓											
模切机				✓	✓	✓	✓		✓		✓							
卷绕机				✓	✓	✓	✓		✓									
叠片机				✓	✓	✓												
装壳焊接									✓	✓	✓		✓	✓				
注液封口				✓	✓	✓			✓	✓	✓							
分容化成				✓	✓								✓	✓	✓	✓	✓	✓
射线检测												✓						
PACK				✓					✓	✓	✓							
MES 系统				✓	✓	✓	✓	✓					✓		✓			

资料来源：各公司公告、各公司官网产品线介绍，天风证券研究所综合整理

10.2. 华为+京东方，显示技术不断革新

华为发布折叠手机，由此引爆相关资本和市场对显示新技术的关注和热情。根据中关村在线 1 月初新闻，韩国政府计划开始对出口中国的 OLED 设备进行强管控，主要是由于三星核心供应商 TOPTech 技术泄露加剧了韩国对于 OLED 产业链被中国赶超的担忧。我们判断韩国政府此举会加速 OLED 设备国产化。目前国内多家设备厂已经具备了 OLED 模组及部分前中道设备的供应能力。

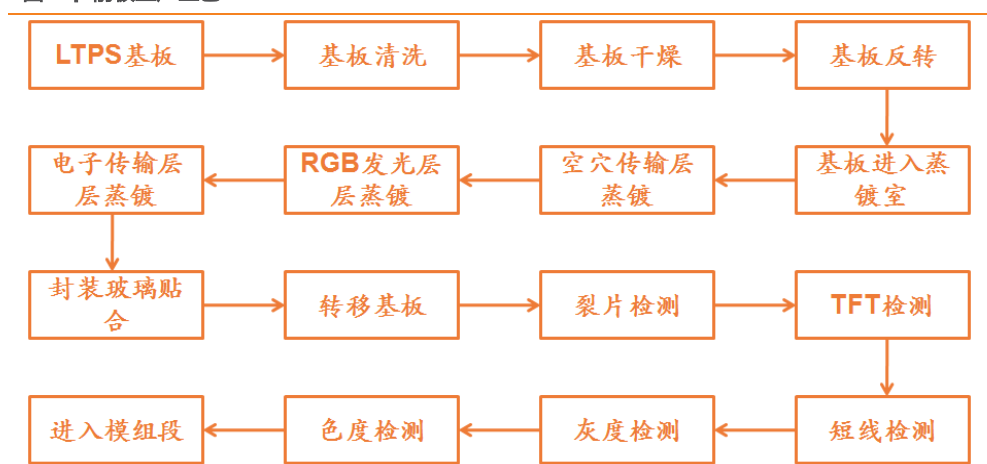
(1) 前板生产工艺：核心设备主要在日企手上，国内设备需要更长研发周期

前板段制程是整个 AMOLED 工艺中的最重要的环节。对于处理后的基板，送入 5x10—5Mpa

的真空室内进行各功能层、发光层的蒸镀，蒸镀之后对 AMOLED 进行功能性和外观性的检测以及偏光片的贴附，最后进入模组制程。

前板段涉及到的主要设备有：基板转移设备、基板清洗设备、蒸镀机、张紧机、老化机、固化机等设备，其中蒸镀工艺和设备是核心。所谓蒸镀，就是真空中通过电流加热，电子束轰击加热和激光加热等方法，使被蒸材料蒸发成原子或分子，它们随即以较大的自由程作直线运动，碰撞基片表面而凝结，进而形成薄膜。蒸镀工艺难度极高，需要专用的蒸镀机才能够完成。目前日本 Tokki 的技术能力最佳，全球范围内拥有大规模量产蒸镀设备的也仅此一家，基本垄断了全球蒸镀机的供应。

图 94：前板生产工艺

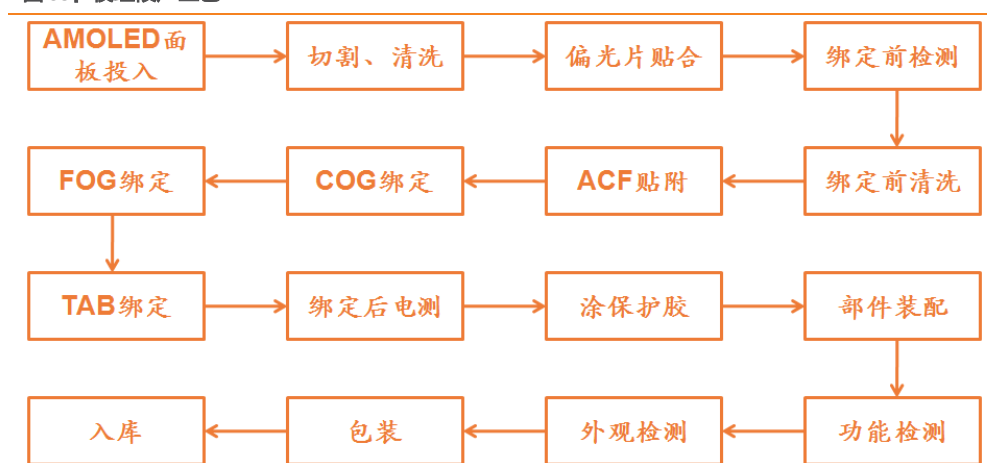


资料来源：《AMOLED 显示器件制程解析》，天风证券研究所（综合整理）

（2）模组段生产：邦定贴合装备核心技术基本掌握，全面替代进口

对制作好的 AMOLED 面板进行模组装配是最后一道工序。AMOLED 模组段生产较 LCM 模组段简单，其中涉及到的设备主要有：清洗机、板材切割机、粒子检测机、偏光片贴合机、ACF 贴附机、COG 邦定机、FOG 邦定机、OLB 邦定机、老化测试机、AOI 自动检测机等等。目前国内在模组段设备已经取得了较大的突破，在部分环节已经可以完全实现进口替代。

图 95：模组段工艺



资料来源：《AMOLED 显示器件制程解析》，天风证券研究所（综合整理）

10.3. 光伏：清洁能源的全球缺口较大，国产设备已经全面供应

全球光伏市场呈稳步上升态势，2018 年新增装机容量 110GW，累计装机容量达 515GW，同比增长 27%。2018 年中国新增装机容量 44.4GW，较 2017 年下降 16%，累计装机容量达 174GW，全球占比 34%。目前我国光伏产业链的下游应用主要为大型地面电站与分布式光

伏项目，以大型地面电站为主；未来分布式光伏增长迅速，未来市场潜力巨大。

2017 年全球硅片产量达到 105.5GW，中国占比达到 83%。中国硅片产能达到 122.3GW，实际产量为 87.6GW，约为 188 亿片，同比增长 39%。2018 年我国硅片产量增长至 109.2GW，预计 2019 年将达到 120GW。

表 29：中国与世界光伏装机容量现状及预测（GW）

	全球累计装机容量	全球新增装机	全球乐观预测	中国累计装机容量	中国新增装机	中国乐观预测
2011	66.6	30.2	30.2	1.37	2.7	2.7
2012	98.6	32	32	5.87	4.5	4.5
2013	137	38.4	38.4	16.77	10.9	10.9
2014	180	43	43	27.37	10.6	10.6
2015	233	53	53	42.5	15.13	15.13
2016	303	70	70	77	34.5	34.5
2017	405	102	102	130	53	53
2018	515	110	110	174	44	44
2019 (F)	625	110	120	209	35	45
2020 (F)	745	120	130	249	40	50
2021 (F)	875	130	155	294	45	60
2023 (F)	1025	150	175	349	55	70
2025 (F)	1190	165	200	414	65	80

资料来源：CPIA，天风证券研究所

表 30：光伏主要设备和生产厂家

	产品	国内厂商	国外厂商
硅片设备	单晶炉	晶盛机电、北方华创、大连连城、精功科技	
	多晶炉	晶盛机电、中电 48 所、精功科技、京运通	GTsolar
	金刚石切割	三超新材、岱勒新材、恒星科技	Asahi、ALMT、DMT
电池片设备	清洗设备	常州捷佳创、上海思恩、张家港超声、上海釜川、北方华创	
	制绒设备	常州捷佳创、苏州聚晶	Schmid、RENA
	扩散炉	捷佳伟创、丰盛装备、中电 48 所、北方华创	Tempres System Inc., Centrotherm Photovoltaics AG
	PECVD	捷佳伟创、北方华创、丰盛装备、中电 48 所	Centrotherm Photovoltaics AG、Roth&Rau、Tempres System Inc
	自动化设备	捷佳伟创、罗博特科、先导智能、无锡江松	Jonas&Redmann、Schmid、MANZ
	丝网印刷设备	迈为股份	Baccini、Dek
	分选设备	捷佳伟创、天津必利优科技、三工光电	Vitronic、GPsolar
组件设备	串焊机	金辰股份、罗博特科、奥特维、博硕光电、先导智能	
	层压机、排版机	金辰股份、奥特维、博硕光电	
	自动化组件生产线	金辰股份、博硕光电、苏州晟成	

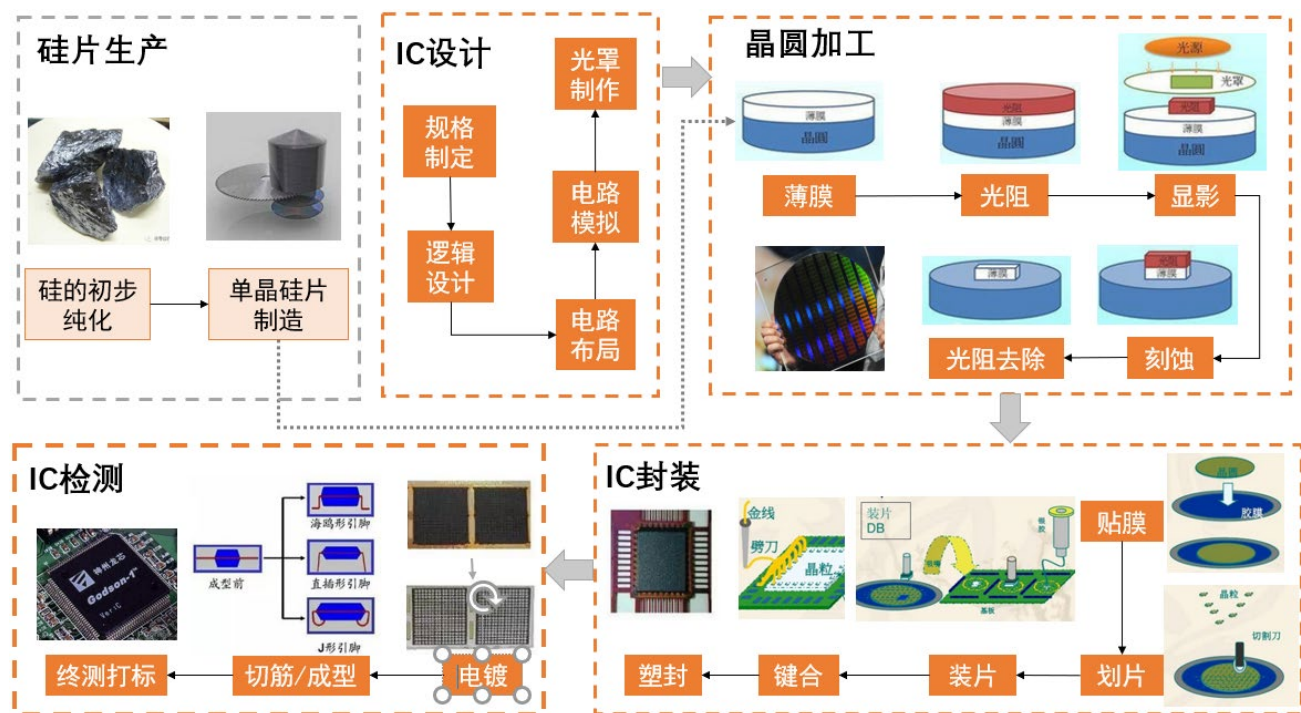
资料来源：晶盛机电公告、捷佳伟创公告、金辰股份公告、天风证券研究所整理

10.4. 半导体制造：工艺流程复杂，设备集中于制造、封测段

(1) 半导体的生产工艺比较复杂，以集成电路为例，主要生产工艺流程主要涵盖确定电路版图的“IC 设计”阶段（前道）、将电路图转移到晶圆上的“IC 制造”阶段（中道），将硅片管线与外部接引的“IC 封装”阶段，和最后的“IC 检测”（后道）阶段。

硅片是 IC 制造阶段的初始原材料，其纯度和大小对最终半导体产品性能有着至关重要的影响，硅片制造主要为硅的初步纯化和硅片生产两个阶段。

图 96：半导体制造工艺



资料来源：《半导体制造技术》，天风证券研究所

(2) IC 设计是指将系统、逻辑与性能的设计要求转化为具体的物理版图，即把产品从抽象的过程一步步具体化、直至最终物理实现的过程，也就是设计师将客户的需求转换成具体的电路设计图的过程。

IC 设计主要可分为前段设计（逻辑设计）和后段设计（物理设计）：前段设计是将客户的实际需求进行编码翻译成实际电路的元器件，并用门级网表示的过程；后段设计主要是完成布局布线，以及进行各类检测测试，使得最终生成可以送交晶圆厂流片的 GDS2 文件的过程。

表 31：IC 设计具体工艺流程

工艺环节	具体流程/主要作用	所需工具
规格制定	确定 IC 的主要目的及效能	
详细设计	Fabless 根据客户提出的规格要求，拿出设计解决方案和具体实现架构，划分模块功能	
逻辑设计	设计芯片细节，将 HDL code 转换成逻辑电路，生成电路图	
逻辑设计	仿真验证	设计和仿真验证是反复迭代的过程，直到验证结果显示完全符合规格标准。VCS 和 NC-Verilog
	逻辑综合	把设计实现的 HDL 代码翻译成门级网表 netlist Design Compiler
	STA	检查电路是否存在建立时间和保持时间的违例 Prime Time
	形式验证	从功能上对综合后的网表进行验证，保证在逻辑综合过程中没有改变原先 HDL 描述的电路功能 Formality
可测性设计	在设计中插入扫描链，将非扫描单元变为扫描单元	DFT Compiler
物理设计	布局规划	放置芯片的宏单元模块，能直接影响芯片最终的面积 Astro
	CTS	时钟的布线 Physical Compiler
	布线	各种基本逻辑门电路之间的走线 Astro
	寄生参数提取	分析信号完整性 Star-RCXT
	版图物理验证	版图与逻辑综合后的门级电路图的对比验证 Hercules
光罩制作	光掩膜版制造 将电路版图转换到光掩膜板上	光学制版设备

资料来源：《半导体制造技术》，天风证券研究所

(3) 以圆形硅晶片为基底，在其表面上加工制作成各种电路元件结构，即构成了硅半导体集成电路。单晶硅片和硅晶圆的制造是半导体后续工艺的基础，使用高纯度、大尺寸的单晶硅片进行后续 IC 制造是提高芯片效率的关键。

图 97：硅片生产主要工序及设备



资料来源：《半导体制造技术》，新材料在线，天风证券研究所

半导体行业发展遵循摩尔定律，在向着“更快、更小、更便宜”的趋势发展，因此单晶硅势必向着高纯度、大直径的方向发展：目前半导体级单晶硅纯度要求在 11 个 9 以上；主流的硅片尺寸为 300mm（12 英寸）、200mm（8 英寸）和 150mm（6 英寸）。

其中 12 英寸硅片国内目前需求量约为 50 万片/月，2018 年预计达到 120 万片，而目前国内产量几乎为零，进口依赖严重，主要原因在于目前我国绝大部分硅片生产企业仅能生产 6 寸以下规格的硅片（国产化率约 50%），8 寸硅片国产化率约 10%。在硅片制造设备领域有着同样的问题，国内除晶盛机电外，鲜有厂商可以供应 12 英寸及以上的晶体生长炉。

(3) 以圆形硅晶片为基底，在其表面上加工制作成各种电路元件结构，即构成了硅半导体集成电路。单晶硅片和硅晶圆的制造是半导体后续工艺的基础，使用高纯度、大尺寸的单晶硅片进行后续 IC 制造是提高芯片效率的关键。

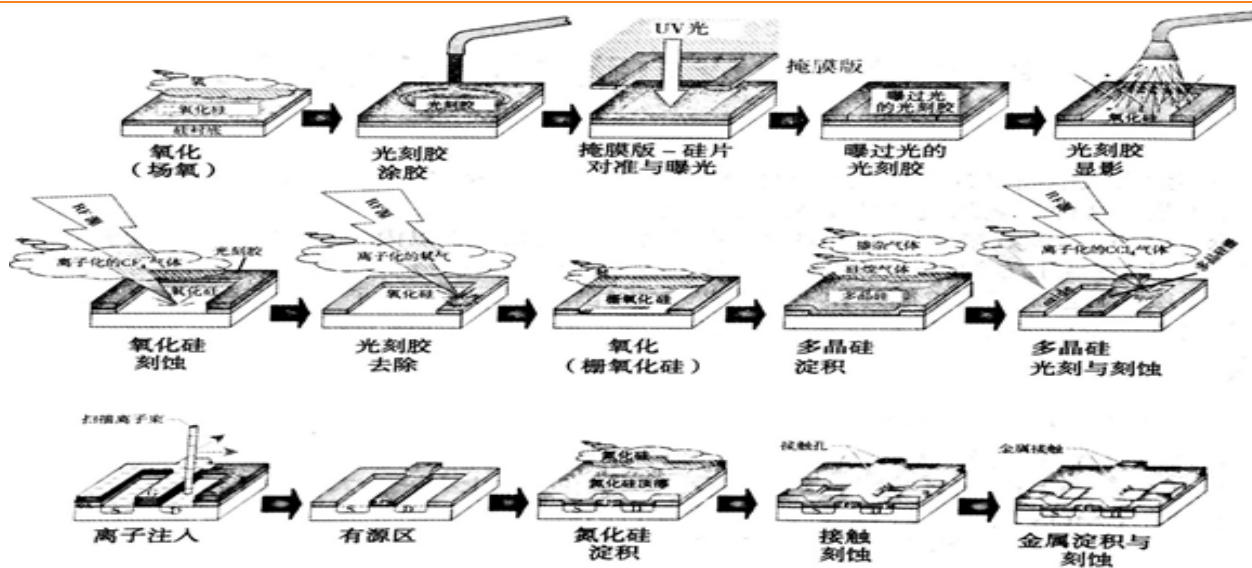
表 32：硅片生产工艺流程、设备及主要供应商

工艺环节	工艺流程	产品状态变化/作用	设备	主要供应商
单晶生长	多晶体硅料经加热熔化，待温度合适后，将籽晶浸入、熔接、引晶、转肩、收尾等步骤，完成一根单晶锭的控制。	多晶硅料→晶锭	晶体生长炉	晶盛机电、北方华创
磨外圆	用磨削的方法加工晶锭表面，	径向研磨，使得晶锭有精确的直径		晶盛机电
切片	使用带有金刚石切割边缘的内圆切割机对硅锭切片，得到硅片	硅锭→硅片	内圆切割机	
磨片	用垫片和带有磨料的浆料利用旋转的压力对进行平整度的调整，使硅片两面高度平行及平坦	硅片平面抛光修整	切磨一体机	
倒角		硅片边缘抛光修整		
刻蚀	利用化学刻蚀选择性去除硅片表面损伤和沾污	去除硅片表面损伤和沾污	刻蚀机	中微半导体、北方华创
抛光	使用化学机械抛光技术使硅片表面平坦化	得到光滑平整的硅片表面	抛光机	
包装	硅片叠放在有窄槽的塑料片架里以支撑硅片，并放在充满氮气的密封小盒里运至芯片制造厂	防止硅片在运输过程中损坏及沾污		

资料来源：《半导体制造技术》，Wind，天风证券研究所

(4) 对单晶裸片进行初步加工得到晶圆，接下来将光罩上的电路图刻蚀到晶圆上，这些工序都是由晶圆代工厂完成的。主要包括扩散、薄膜生长、光刻、刻蚀、离子注入、抛光等工序，对应设备主要有扩散炉、氧化炉、CVD/PVD 设备、清洗设备、光刻机、刻蚀系统、离子注入机、抛光机等。

图 98：晶圆加工主要工艺流程



资料来源：《半导体制造技术》，天风证券研究所

光刻机是全产线核心，光刻的成本可占到整个硅片制造工艺的 30%以上，耗费时间约占整个硅片加工流程的 40%-60%。根据 SEMATECH 的研究，1970 年代，光刻机的单价在几十万美元，并且约每 4.4 年价格翻一倍。目前，先进光刻机的单价一般都超过 2000 万美金，荷兰 ASML 最新出品的 EUV 光刻机价格达到一亿美金。光刻机可占半导体设备投资的 20~25%。

表 33：晶圆加工主要工艺流程

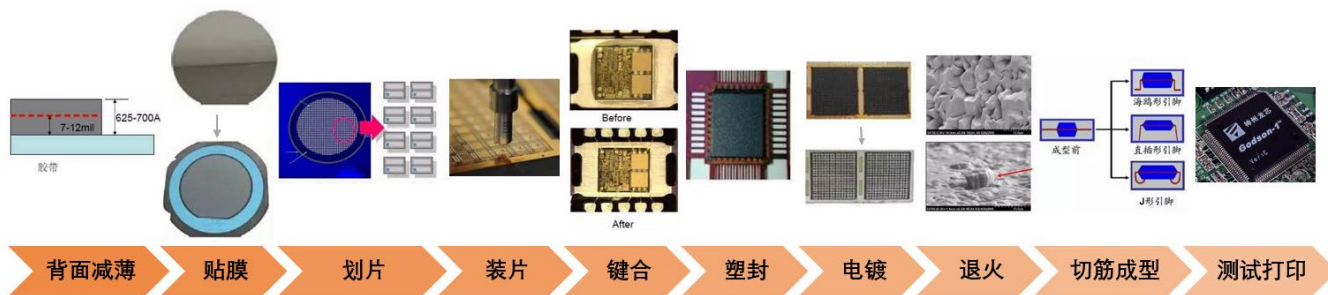
工艺环节	具体制程	设备	国内主要供应商	国外主要供应商	工艺流程及作用
扩散	氧化	氧化炉	北方华创、中电 48 所	英国 Thermco 公司	使硅片表面在高温下与氧化剂发生反应，生长一层二氧化硅膜
	RTP	RTP 设备			
	激光退火	激光退火设备			
薄膜生长	PVD	PVD 设备	北方微电子、北京仪器厂、中电 48 所	美国 PVD 公司、德国 Cemecon 公司	通过溅射使二次电子实现高离子密度和高能量的电离，把靶原子或分子高速率溅射沉积在基片上形成薄膜
	CVD	CVD 设备	北方微电子、北京仪器厂、中电 45 所	美国泛林半导体、荷兰 ASM、日本 Tokki	在沉积室利用辉光放电，使反应气体电离后在衬底上进行化学反应，沉积半导体薄膜材料
	RTP	RTP 设备			
	ALD	ALD 设备			
	清洗	清洗设备			
光刻	涂胶	涂胶机			在衬底上涂光刻胶
	测量	CD SEM 等			
	光刻	光刻机	上海微装、中电 48、中电 45 所	荷兰 ASML、日本尼康、美国 ABM	将掩膜版上的图形复制到涂有光刻胶的衬底上，使光刻发生反应
刻蚀	显影	涂胶显影机	沈阳芯源	日本 TEL、德国 SUSS、奥地利 EVG	将曝光后的光刻胶与紫外光发生化学反应的部分去除或保留下来
	干刻	等离子体刻蚀机	中微半导体、北方华创、北方微电子	美国应用材料、韩国 JuSung	物理撞击，使半导体加工成型

	或湿刻	湿法刻蚀设备			化学反应，使半导体加工成型
	去胶	等离子去胶机			
	清洗	清洗设备			
离子注入	离子注入	离子注入设备	中科信、中电 48 所	美国 AMAT	对半导体材料表面附近区域进行掺杂
	去胶	等离子去胶机			
	清洗	清洗设备			
抛光	CMP	CMP 设备	华海清科、盛美半导体、中电 45 所	美国 Rtec	通过机械研磨和化学液体溶解“腐蚀”的综合作用对半导体进行研磨抛光
	刷片	刷片机			
	清洗	清洗设备			
	测量	测量设备			
金属化	PVD	PVD 设备			
	CVD	CVD 设备			
	电镀	电镀设备			
	清洗	清洗设备			
检测	检测设备	上海睿励科学仪器	美国 KLA-Tencor		检测缺陷，监控加工过程，提高良率

资料来源：《半导体制造技术》，天风证券研究所

(5) IC 封测属于半导体制造的后道工序，主要可分为背面减薄、贴膜、划片、装片、键合、塑封、电镀、退火、切筋成型和测试打印 10 个工序。IC 封测阶段工艺相对于前道（IC 设计）及中道（IC 制造）而言技术难度较低，设备的技术壁垒相对而言也较低，我国有望在该领域率先实现突破。

图 99：IC 封测段工艺流程



资料来源：《半导体制造技术》，天风证券研究所整理

封测环节属于劳动密集型，技术含量较低。我国在集成电路发展早期，以此为突破口并实现了长足发展，因此封装测试产业在我国占比最大，并已成为我国集成电路产业链中最具国际竞争力的环节。尤其是长川科技、上海新阳以及中电 15 所及中电 48 所，在划片设备、键合设备、电镀设备等领域实现了技术突破，国产替代优势明显。

表 34：封测段主要工艺流程简介

工艺环节	具体制程	设备	主要设备厂商	具体工艺流程及作用
	进料检测(IQC)	检测设备		
背面减薄	贴膜 (Wafer tape)	贴膜机		将晶圆粘贴在蓝膜上，使得即使后续被切割开后不会散落

在集成电路封装前，需要对晶片背面多余的基体材料去除一定的厚度，改善晶片散热效果，利于后期封装工艺

	背面研磨	晶片减薄机	北京中电科、兰新高科	
	测量	厚度/粗糙度测量仪		
	剥膜 (Detape)	剥膜机		
	晶圆安装(Wafer Mount)	晶圆安装		
晶圆切割	晶圆切割(Wafer Saw)	切割设备	大族激光、沈阳仪器、中电 45 所	将整片晶圆切割成一个个独立的芯片，方便后续芯片粘接等工序
	晶圆清洗(Wafer Wash)	清洗设备		清洗划片时产生的各种粉尘，得到清洁的晶圆，进行后续工艺
	光学检测	AOI		
贴片	贴片 (Die Attach)	贴片机		
	粘贴	贴片机		
	固化 (Cure)	烤箱		
键合	引线键合 (Wire Bond)	引线键合机	中电 45 所、北京中电科	把半导体芯片上的 Pad 与管脚上的 Pad 用导电金属线链接起来
	清洗	清洗设备		
	光学检测	AOI		
模塑	等离子体清洗	等离子体清洗机		将注塑完成后的产品封装起来防止受到外界湿热环境的影响
	注塑 (Molding)	注塑机		
	激光打标 (Laser Mark)	激光打标机		
	烘烤 (Post Mold Cure)	烤炉		
	检测	X-ray		
电镀	电镀	电镀设备	上海新阳	利用金属和化学方法，在引线框架表面镀上镀层
	退火	高温炉退火		让无铅电镀后的产品在高温下烘烤一段时间，消除电镀层潜在的晶须生长
切筋成型	切筋成型	切筋成型设备		将一条片的引线框架切割成单独的芯片单元，并进行引脚成型
	检测	AOI		
终测打标		测试、分选、打印设备	长川科技、中电 45 所、精测电子	检测半导体性能指标是否符合设计要求

资料来源：芯榜，《半导体制造技术》，天风证券研究所

半导体设备技术壁垒较高，国内半导体厂商设备多依赖进口，国内产业相对薄弱。从全球范围看，美国、日本、荷兰是世界半导体装备制造三大强国：美国公司在等离子体刻蚀设备、离子注入机、薄膜沉积设备、掩模版制造设备、检测设备、测试设备、表面处理等设备中具有竞争优势；日本公司在光刻机、刻蚀机、沉积设备、清洗设备、涂胶显影设备、退火设备、检测设备、测试设备等领域占据优势；荷兰公司则在高端光刻机、垂直扩散炉等方面领先。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益 -10%-10%
		卖出	预期股价相对收益 -10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅 -5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅 -5%以下

天风证券研究

北京	武汉	上海	深圳
北京市西城区佟麟阁路 36 号 邮编：100031 邮箱：research@tfzq.com	湖北武汉市武昌区中南路 99 号保利广场 A 座 37 楼 邮编：430071 电话：(8627)-87618889 传真：(8627)-87618863 邮箱：research@tfzq.com	上海市浦东新区兰花路 333 号 333 世纪大厦 20 楼 邮编：201204 电话：(8621)-68815388 传真：(8621)-68812910 邮箱：research@tfzq.com	深圳市福田区益田路 5033 号平安金融中心 71 楼 邮编：518000 电话：(86755)-23915663 传真：(86755)-82571995 邮箱：research@tfzq.com