

2021年06月27日

机械

半导体测试设备：百亿美元国产替代空间，细分领域正在加速突破

■ **测试设备：**贯穿半导体制造始末，占 20% 设备投资额。半导体检测设备主要用于半导体制造过程中检测芯片性能与缺陷，几乎每一步主要工艺完成后都需要进行，贯穿于半导体生产过程中，广义上根据测试环节分为前道测试和后道测试设备。根据 Semi 及 Gartner 统计，半导体前道测试设备一般在半导体设备支出中占比 11~13%，后道测试设备占比 8~9%，合计占比约 20%，根据此值估算，2020 年全球半导体设备总市场规模约 712 亿美元，按 12% 与 8.5% 测算，前道测试设备市场约 86 亿美元，后道测试设备市场约 61 亿美元，合计 147 亿美元，目前前道设备国产化率不足 1%，后道设备国产化率不足 10%，国产替代空间接近百亿美元，且随着半导体设备市场进入扩张周期，前后道设备需求均将显著受益。

■ **前道测试：**科磊 (KLA) 高度垄断，量测领域国产替代较快。前道量检测设备注重过程工艺监控，根据功能的不同分为两种设备：一是量测类，二是缺陷检测类。其中根据科磊及 Semi 统计，我们取半导体前道测试设备占比 10.5%，按照 Semi 最新预计 2020 年/2021 年半导体设备总市场分别为 712 亿及 780 亿美元估算，我们预测 2020 年/2021 年全球半导体前道检测设备市场空间分别达到 85.4/93.6 亿美元，国内市场分别达到 22.46/24.7 亿美元，约为 146/160.6 亿元人民币。其中检测类占比 55%，量测类占比 38%。目前科磊市占率达 52%，呈垄断地位，国内上海精测、中科飞测、上海睿励等部分产品已实现批量销售，我们判断前道设备中，国产替代将从量测设备开始，并逐渐向检测等难度较高领域延伸。

■ **后道测试：**泰瑞达 (Teradyne) 及爱德万 (Advantest) 为全球龙头，细分领域已逐步实现国产替代。后道测试设备注重产品质量监控，可分为测试机、分选机、探针台，根据 Semi 数据，三者价值量分别占比 63.1%、17.4%、15.2%。根据 VLSI Research 预计，受益于 SoC 及存储需求强劲以及封测、晶圆厂资本开支加剧将继续维持高景气，2020 年市场空间达 61 亿美元，同比增长 10%，2021 年将保持 10% 的同比增速，预计将达 69 亿美元。根据赛迪顾问，国内后道测试设备市场 2020 年将达到 64 亿元，根据同等比例测算，2021 年市场空间有望达 70.4 亿元。目前泰瑞达及爱德万为全球龙头，但在模拟/混合类测试领域国内已逐步实现国产替代，目前华峰测控已推出 STS8300 测试机，进入 SoC 测试领域，长川科技相关产品也正在研发中，SoC 测试机相比模拟/混合测试机市场规模将有 4-5 倍的提升，替代空间上限将被打开。

■ **投资建议：**重点推荐华峰测控 (测试设备)，建议关注长川科技 (测

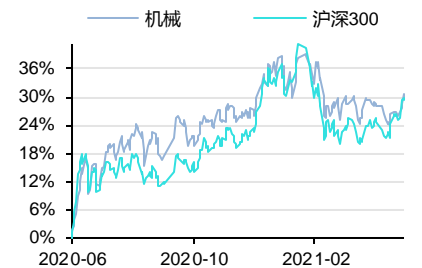
行业深度分析

证券研究报告

投资评级 **领先大市-A**
维持评级

首选股票	目标价	评级
688200	华峰测控	增持-A
300604	长川科技	买入-A
300567	精测电子	65.45 增持-A

行业表现



资料来源：Wind 资讯

%	1M	3M	12M
相对收益	-0.54	-0.02	7.52
绝对收益	-0.86	5.60	36.08

李哲

分析师

SAC 执业证书编号：S1450518040001
lizhe3@essence.com.cn

崔逸凡

分析师

SAC 执业证书编号：S1450519090004
cuiyf1@essence.com.cn
021-35082396

相关报告

机械设备行业夏季投资策略
2021-06-21

一周解一惑 (6)：半导体大基金投资地图解析 2021-06-19

代理属性本质，铸就高盈利成长赛道
2021-06-18

一周解一惑 (4)：如何看待下半年半导体设备投资机会 2021-06-06

一周解一惑：对比 16-18 年，原材料涨价对制造业影响几何 2021-05-17

试设备、分选机、探针台)、精测电子(量测及测试设备)。

■风险提示：市场竞争加剧，国产化进程不及预期，市场规模不及预期。

内容目录

1. 测试设备：贯穿半导体制造始末，占 20%设备投资额	5
1.1. 测试设备分前/后道，测试物理性能及电性能.....	5
1.2. 全球半导体资本开支有望进入扩张周期，测试设备受益显著.....	5
2. 前道测试：科磊高度垄断，量测领域国产替代较快	7
2.1. 量测设备：对各环节工艺参数指标进行测量.....	7
2.2. 晶圆缺陷检测设备：分为光学与电子束技术，对图形缺陷进行检查.....	10
2.3. 前道测试设备市场约 86 亿美元，缺陷检测类占 55%.....	13
2.4. 科磊处于全球领先地位，国内从量测领域开始突破.....	14
3. 后道测试：细分领域已实现国产替代、向更高价值量领域迈进	15
3.1. 后道测试设备：注重产品质量监控，分为测试机、分选机、探针台.....	15
3.2. 后道测试设备市场空间预计 60 亿美元，自动化测试设备价值量最高.....	19
3.3. 细分领域已实现局部国产替代，切入 SoC 测试机市场空间约有 4~5 倍增长.....	20
4. 标的推荐	23
4.1. 华峰测控：国内模拟测试机龙头，切入 SoC 及第化合物测试打开市场空间.....	23
4.2. 长川科技：后道测试设备全覆盖，探针台及数字测试机有望实现突破.....	23
4.3. 精测电子：多次并购聚焦半导体测试，加速弥补国内测试领域空白.....	24
5. 风险提示	24

图表目录

图 1：半导体测试设备产业链图解.....	5
图 2：全球半导体产业资本开支情况.....	6
图 3：三大封测厂资本开支情况（亿元）.....	6
图 4：前道测试设备分类.....	7
图 5：各环节测试的参数和主要的技术与设备.....	8
图 6：薄膜材料厚度.....	8
图 7：四探针台.....	8
图 8：椭圆偏振技术.....	9
图 9：关键尺寸示意图.....	9
图 10：CD-SEM 原理图.....	9
图 11：套刻误差对准示意图.....	10
图 12：缺陷检测图示.....	10
图 13：明/暗场图形缺陷检测原理图.....	11
图 14：明/暗场图形缺陷检测设备示意图.....	11
图 15：无图形表面检测系统原理图.....	12
图 16：KLA Surfscan 示意图.....	12
图 17：睿励 FSD 系列设备.....	12
图 18：宏观缺陷检测设备示意图.....	12
图 19：电子束缺陷检测原理图.....	13
图 20：电子束缺陷检测示意图.....	13
图 21：全球半导体前道测试设备市场规模.....	13
图 22：大陆半导体前道测试设备市场规模.....	13
图 23：前道量测设备中各类设备占比.....	14

图 24: 前道测试设备中各类设备占比.....	14
图 25: 前道量测/检测设备全球市场竞争格局.....	14
图 26: 科磊在各个环节的市占率.....	14
图 27: 后道测试设备所处环节.....	17
图 28: 模拟/混合测试机.....	18
图 29: SoC 测试机被测芯片范围.....	18
图 30: 全球半导体测试设备市场规模.....	20
图 31: 中国半导体测试设备市场规模.....	20
图 32: 测试设备细分市场占比.....	20
图 33: SoC 及存储测试机全球市场规模.....	20
图 34: 2018 年全球半导体后道测试设备竞争格局.....	21
图 35: 2019 年全球半导体测试机竞争格局.....	21
图 36: 2018 年国内半导体测试机竞争格局.....	21
图 37: 2018 年全球半导体分选机竞争格局.....	22
图 38: 2018 年全球半导体探针台竞争格局.....	22
表 1: 封测端扩产规划.....	6
表 2: 2018~2020 年科磊营收拆分.....	15
表 3: 国内主要前道测试设备厂商进程.....	15
表 4: 后道测试设备具体流程.....	16
表 5: 测试机分类及具体应用.....	18
表 6: 不同种类分选机优缺点对比.....	19
表 7: 国内外后道测试设备对比.....	22
表 8: 公司测试设备介绍.....	23

1. 测试设备：贯穿半导体制造始末，占 20%设备投资额

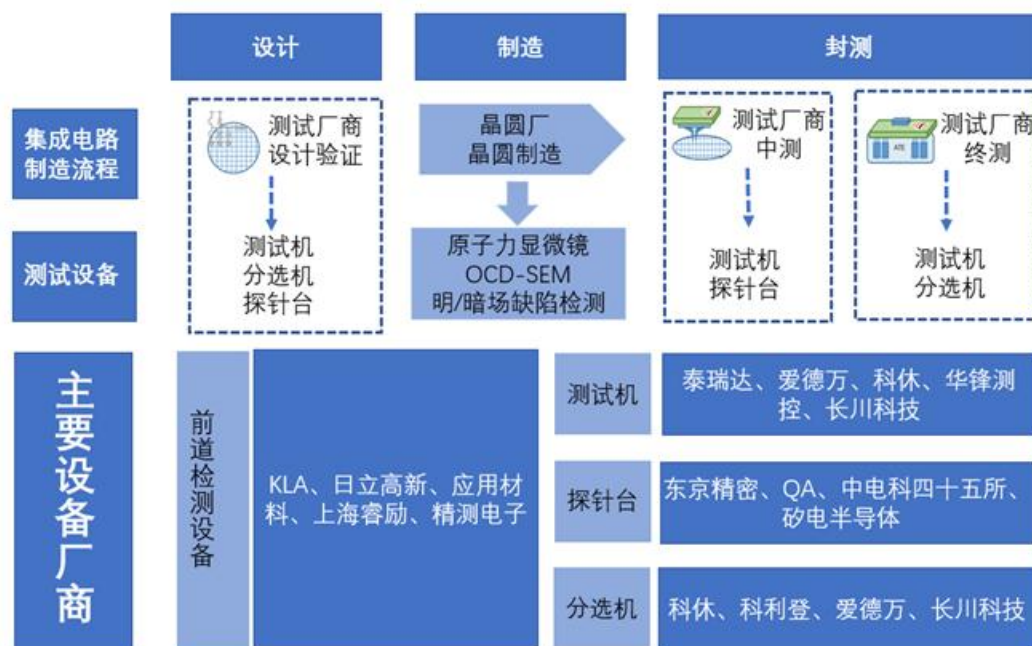
1.1. 测试设备分前/后道，测试物理性能及电性能

半导体检测设备主要用于半导体制造过程中检测芯片性能与缺陷，几乎每一步主要工艺完成后都需要在整个生产过程中进行实时的监测，以确保产品质量的可控性，贯穿于半导体生产过程中，对保证产品质量起到关键性的作用，广义上根据测试环节分为前道测试和后道测试设备。

前道测试设备主要用于晶圆加工环节，是一种物理性、功能性的测试，用以检测每一步工艺后产品的加工参数是否达到设计的要求并查看晶圆表面上是否存在影响良率的缺陷，确保将加工产线的良率控制在规定的水平之上，又称过程工艺控制（Semiconductor process control），可以进一步细分为缺陷检测（inspection）和量测（metrology）；

后道测试设备用于晶圆加工前的设计验证环节和晶圆加工后的封测环节，通过测试机和分选机或探针台配合使用，分析测试数据，确定具体失效原因，并改进设计及生产、封测工艺，以提高良率及产品质量，属于电性能的检测。

图 1：半导体测试设备产业链图解



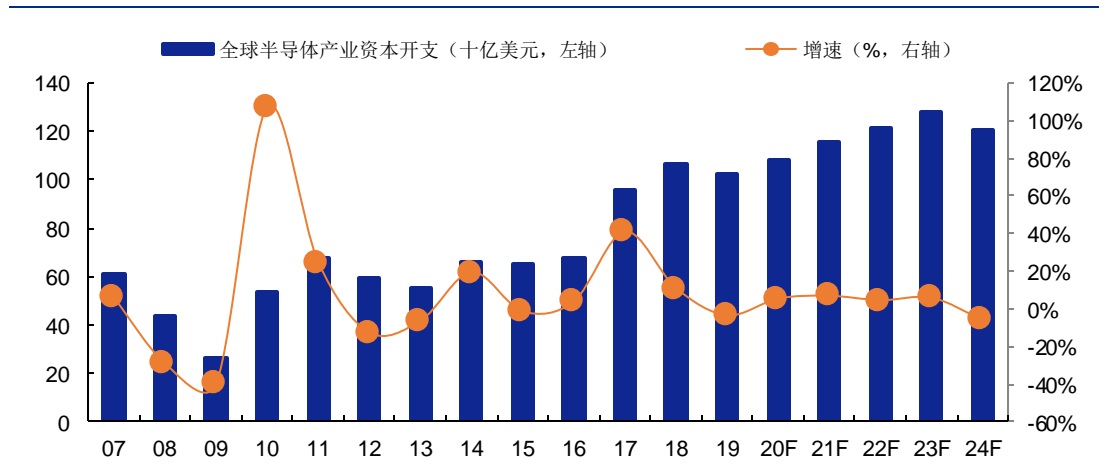
资料来源：华峰测控招股书，安信证券研究中心

1.2. 全球半导体资本开支有望进入扩张周期，测试设备受益显著

全球半导体资本开支自 2019 年起底部回升，未来有望进入加速投资阶段。据 IC Insights 预测，2020 年半导体资本支出为 1080 亿美元，同比增长 5.46%，2021 年将达到 1156 亿美元，同比增长 6.9%，由于疫情加速全球数字化转型叠加缺芯事件，引发晶圆厂投资建设加速，2020 年半导体资本开支超过 2018 年达到了历史最高点，至 2023 年全球半导体资本开支将上升至 1280 亿美元。根据 2021 年台积电 4 月召开的法说会，公司 2020 年资本开支为 172.4 亿美元，预计 2021 年资本开支将上调至 300 亿美元，其中，80%的资本开支将用于先进制

程 (7nm、5nm 及 3nm); 三星则预计 2021 年增加资本支出 20%-30% 用于存储及晶圆代工厂建设, 全年资本开支将达 35 兆韩元 (约合 296 亿美元)。

图 2: 全球半导体产业资本开支情况



资料来源: IC Insights, 安信证券研究中心

根据 Semi 及 Gartner 统计, 半导体前道测试设备一般在半导体设备支出中占比 11~13%, 后道测试设备占比 8~9%, 合计占比约 20%, 根据此值估算, 2020 年全球半导体设备总市场规模约 712 亿美元, 按 12% 与 8.5% 测算, 前道测试设备市场约 86 亿美元, 后道测试设备市场约 61 亿美元, 随着半导体设备市场进入扩张周期, 前后道设备均将显著受益。

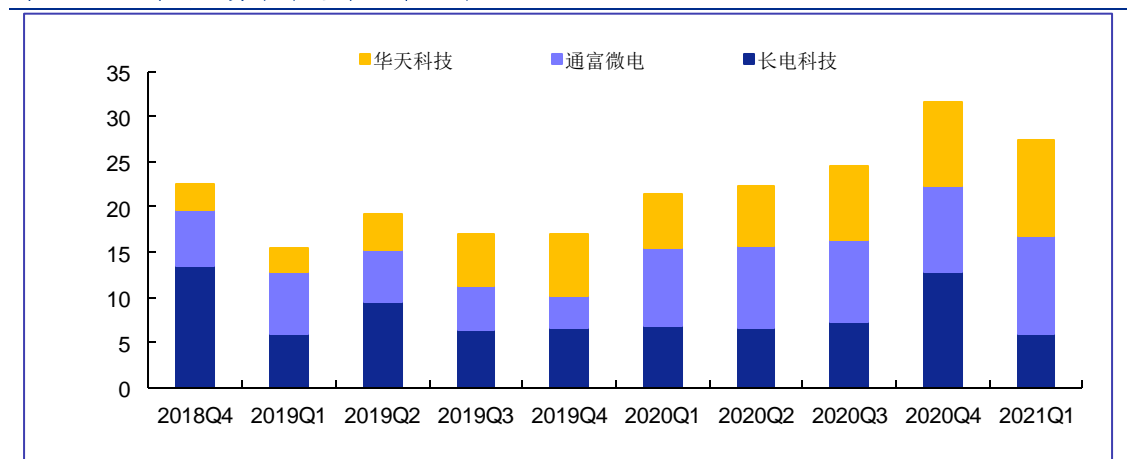
此外, 后道测试设备主要用于封测厂, 因此与封测产能扩张紧密相关。封测端在经历 2018 年封测厂低迷后, 2019 年景气度回暖, 长电、通富、华天三大国内厂商均宣布了扩产计划, 合计投资 150 亿元扩充原有产线, 从资本支出角度来看, 2020 年国内三大封测厂资本支出合计 100.05 亿元, 同比增长 45.67%, 预计未来仍将保持高位, 封测端资本开支扩张带动国产测试设备受益。

表 1: 封测端扩产规划

公司名称	扩产规划
长电科技	资本开支 30 亿元, 定增 50 亿元, 投入“年产 36 亿颗高密度半导体及系统级封装模块项目”及“年产 100 亿块通信用高密度混合半导体”及模块封装项目
通富微电	募投 40 亿元, 投入“半导体封测二期工程”、“车载品智能封测中心建设”、“高性能中央处理器等半导体封装测试项目”
华天科技	计划投资 80 亿元南京封装基地, 目前一期 7 月已投产, 二期正在建设

资料来源: 各公司公告, 安信证券研究中心

图 3: 三大封测厂资本开支情况 (亿元)

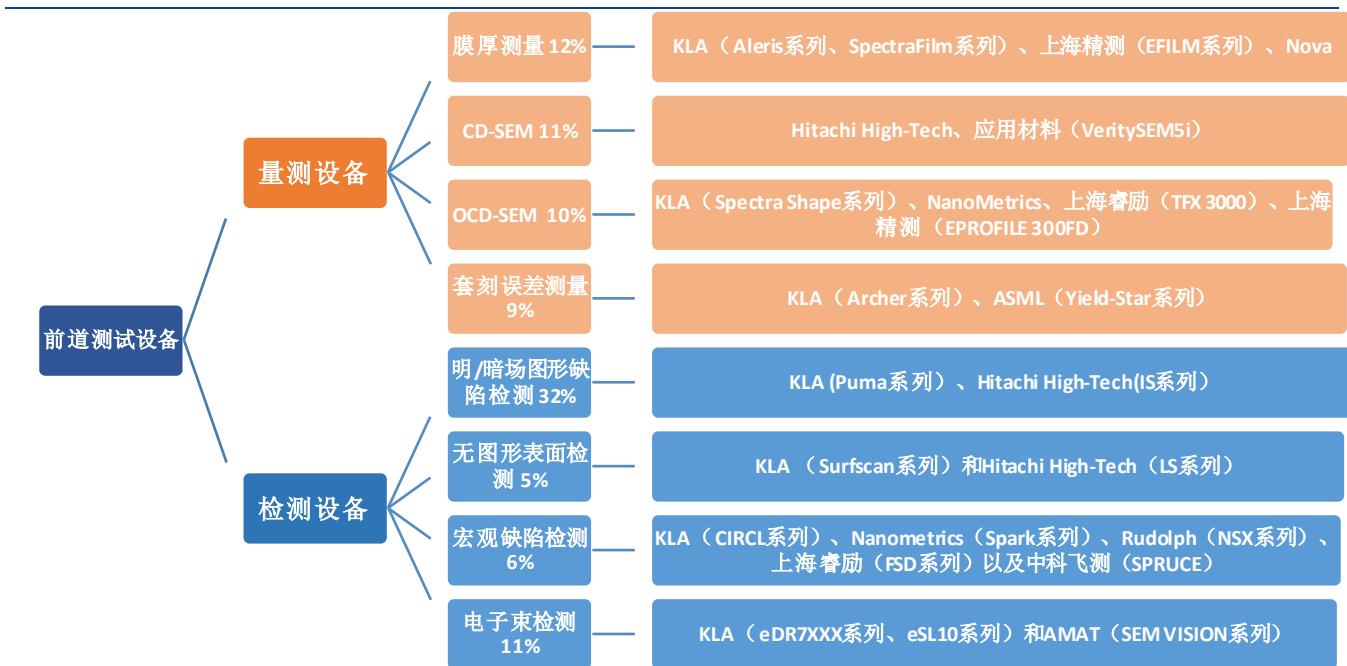


资料来源：Wind，安信证券研究中心

2. 前道测试：科磊高度垄断，量测领域国产替代较快

前道量检测设备注重过程工艺监控，几乎运用在每一道制造工序中。根据功能的不同分为两种设备：一是量测类，二是缺陷检测类。(1) 量测类设备：主要用来测量透明薄膜厚度、不透明薄膜厚度、膜应力、掺杂浓度、关键尺寸、套准精度等指标，对应的设备分为椭偏仪、四探针、原子力显微镜、CD-SEM、OCD-SEM、薄膜量测等。(2) 缺陷检测类设备：用来检测晶圆表面的缺陷，分为明/暗场光学图形图片缺陷检测设备、无图形表面检测设备、宏观缺陷检测设备。

图 4：前道测试设备分类



资料来源：Semi，KLA，精测电子，安信证券研究中心

2.1. 量测设备：对各环节工艺参数指标进行测量

半导体量测设备主要功能是在半导体生产过程中，对经过每一道工艺的晶圆进行定量测量，以保证工艺的关键物理参数满足工艺指标，如膜厚、关键尺寸 (CD)、膜应力、折射率、掺杂浓度、套准精度等。

图 5：各环节测试的参数和主要的技术与设备

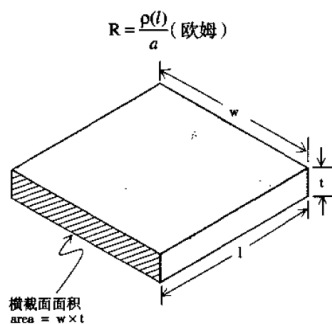
工艺过程	注入	扩散*	薄膜		抛光	刻蚀	曝光	主要技术和设备
			金属	电介质				
质量检测			膜厚					光学薄膜测量设备、XRF技术TRXRF技术、光声技术（金属薄层）
			方块电阻					四探针方块电阻测试仪
			膜应力					扫描激光束技术、分束激光束技术、X射线衍射光谱仪、薄膜应力测试设备
			折射率					干涉技术、椭圆偏振技术
			掺杂浓度					四探针法（高掺杂浓度）、热波系统（低剂量）、二次离子质谱仪(SIMS)
			无图形表面缺陷					明场光学检测光学显微镜、暗场光学检测光散射缺陷探测、无图形圆片表面检测系统、宏观缺陷检测设备、缺陷分析扫描电子显微镜
						有图形表面缺陷		明场光学图形图片缺陷检测设备、暗场光学圆片缺陷检测设备、宏观缺陷检测设备、电子束图形图片缺陷检测设备、缺陷分析扫描电子显微镜
						关键尺寸(CD)		关键尺寸扫描电子显微镜（CD-SEM）、光学关键尺寸测量设备（OCD）
					台阶覆盖			表面台阶仪
						套刻标记		自动套刻测量仪、套刻误差测量系统

资料来源：《半导体制造技术》，《半导体产业全书》，安信证券研究中心

注：扩散区工艺包括氧化、淀积、扩散、退火和合金

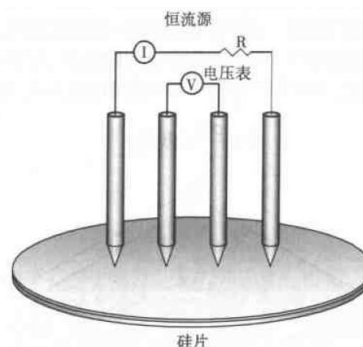
薄膜材料的厚度和物理常数量测设备：在半导体制造过程中，晶圆要进行多次各种材质的薄膜沉积，因此薄膜的厚度及其性质（如折射率和消光系数）需要准确地确定，以确保每一道工序均满足设计规格。膜厚测量可以根据薄膜材料划分为两个基本类型，即不透明薄膜（金属类）和透明薄膜。测量不透明薄膜厚度的方法通常是通过测量方块电阻，通过其电阻与横截面积得到其膜厚，采用的设备一般为四探针台，将四根探针等距离放置，通过对最外两根探针施加电流，从而测量其电势差，计算被测薄膜的方块电阻。目前市场主要供应商为 KLA（Omni Map 系列）。

图 6：薄膜材料厚度



资料来源：《半导体制造技术》，安信证券研究中心

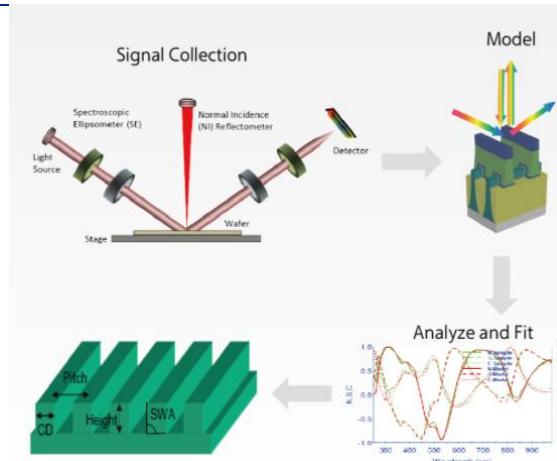
图 7：四探针台



资料来源：《半导体制造技术》，安信证券研究中心

而透明薄膜则通常基于椭圆偏振技术，对光谱范围内的偏振变化进行分析，各种薄膜层提供高精度薄膜测量，由于膜应力、折射率等物理性质同样需要椭圆偏振及干涉技术进行测量，因此目前主流的膜厚测量设备同时集成了应力测量、折射率测量等功能，目前该类设备市场主要供应商为 KLA（Aleris 系列、SpectraFilm 系列）、上海精测（EFILM 系列）

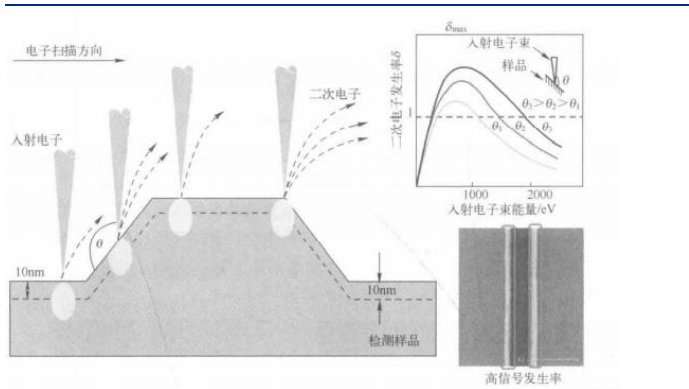
图 8：椭圆偏振技术



资料来源：《半导体制造技术》，安信证券研究中心

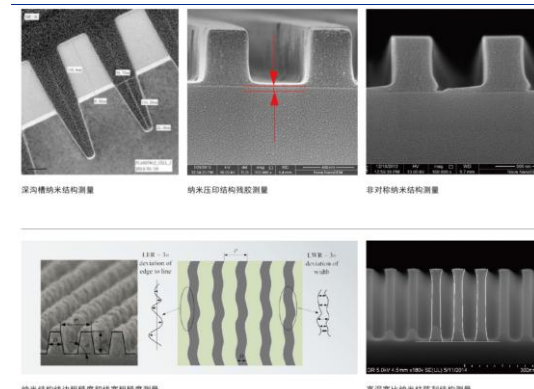
关键尺寸扫描电子显微镜(CD-SEM)：关键尺寸即栅极线条宽度，通常是指我们所说的“线宽”，任何经过光刻后的光刻胶线条宽度或刻蚀后栅极线条宽度与设计尺寸的偏离都会直接影响最终器件的性能、成品率及可靠性，所以先进的工艺控制都需要对线条宽度进行在线测量。下图所示为 SEM 成像原理图，图左侧是待测量图形的剖面图，由于在斜坡处入射电子有效作用面积最大，二次电子产生率也相应最高转换为 SEM 图像时，图形边缘的亮度总是最高的，于是就可以据此计算线宽，即 CD 值。目前市场上的主要供应商为 Hitachi High-Tech 和应用材料 (VeritySEM5i)。

图 9：关键尺寸示意图



资料来源：《半导体制造技术》，安信证券研究中心

图 10：CD-SEM 原理图



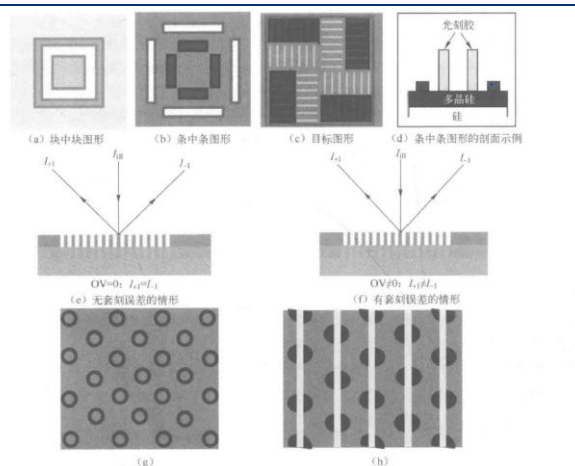
资料来源：《半导体制造技术》，安信证券研究中心

光学关键尺寸(OCD)测量设备：由于 CD-SEM 需要将待测晶圆置于真空，因此检测速度较慢，目前基于衍射光学原理的非成像光学关键尺寸(OCD)测量设备已成为先进半导体制造了艺中的主要工具，它可以实现对器件关键线条宽度及其他形貌尺寸的精确测量，并具有很好的重复性和长期稳定性通过 OCD 测量可以一次性获得诸多工艺尺寸参数，而在以前这些参数通常需要使用多种设备（如扫描电子显微镜、原子力显微镜、光学薄膜测量仪等）才能完成。主要应用于圆片在光刻胶曝光显影后、刻蚀后和 CMP 工艺后的关键尺寸和形貌结构的测量。市场上该类设备主要供应商为 KLA (Spectra Shape 系列)、NanoMetrics、上海睿励 (TFX 3000) 和上海精测 (EPROFILE 300FD)

套刻误差对准测量：在半导体制造过程中，关键层的光学套刻对准直接影响了器件的性能、成品率及可靠性，随着芯片集成度的增加，线宽逐渐缩小以及多重光刻工艺的应用，套刻误

差需要更严格地被控制，因此套刻误差测量也是过程工艺控制中最重要地步骤之一。其测量原理通常为通过光学显微成像系统获得两层刻套目标图形的数字化图像，然后基于数字图象算法，计算每一层的中心位置，从而获得套刻误差。目前市场上主流的供应商为 KLA (Archer 系列) 和 ASML (Yield-Star 系列)。

图 11：套刻误差对准示意图



资料来源：《半导体制造技术》，安信证券研究中心

2.2. 晶圆缺陷检测设备：分为光学与电子束技术，对图形缺陷进行检查

晶圆缺陷检测设备检测晶圆上的物理缺陷（称为颗粒的异物）和图案缺陷，并获取缺陷的位置坐标（X, Y）。缺陷可分为随机缺陷和设备缺陷，**随机缺陷**主要是由附着在晶圆表面的颗粒引起的，因此无法预测其位置。晶圆缺陷检测设备的主要作用是检测晶圆上的缺陷并找出其位置（位置坐标）；**设备缺陷**则是由掩模和曝光工艺的条件引起的，往往在所有投射的管芯的电路图案上的相同位置发生。

图 12：缺陷检测图示



资料来源：KLA，安信证券研究中心

按照检测技术分类，晶圆缺陷检测技术分为光学和电子束技术。传统检测技术以光学检测为主，通过光学成像原理对相邻的晶圆进行比对，可以在短时间内进行大范围检测。但随着半导体制程不断缩减，光学检测在先进工艺技术的图像识别的灵敏度逐渐减弱，因此电子束检

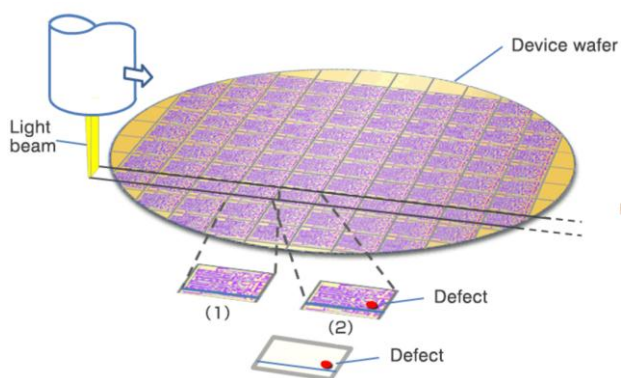
测技术在先进工艺中使用较多。电子束的原理为利用电子束扫描待测元件，得到二次电子成像的影像，通过对二次电子的收集，以呈现的图像来解析晶圆在制程中的异常处。

电子束检测的优势为可以不受某些表面物理性质的影响，且可以检测很小的表面缺陷，如栅极刻蚀残留物等，相较于光学检测技术，电子束检测技术灵敏度较高，但检测速度较慢，因此在针对先进制程芯片的生产流程时，会同时使用光学检测与电子束检两种技术互相辅助，进而快速找到晶圆生产的缺陷并控制和改善。

光学图形圆片缺陷检测设备采用高精度光学检测技术，对圆片上的 $nm/\mu m$ 尺度的缺陷和污染进行检测和识别，以便发现在不同生产节点中的圆片的产品质量问题，该设备可以进一步分为明/暗场图形缺陷检测、无图形表面检测系统、宏观缺陷检测设备。

明/暗场图形缺陷检测：该类检测是基于光学成像技术对图形化的晶圆进行检测，明场是指照明光角度和采集光角度完全相同或部分相同，在光电传感器上最终形成的图像是由照明光入射晶圆表面并反射回来的光形成的；而暗场则是指照明光角度和采集光角度完全不同，所以在光电传感器上最终形成的图像是由照明光入射晶圆表面并被图形表面的 3D 结构散射回来的光形成的。通俗来说，明场一般是指照明光路和采集光路在临近晶圆端共用同一个显微物镜，而暗场是指照明光路和采集光路在物理空间上是完全分离的。其皆通过对晶圆上的图形进行成像后与相邻图像对比来检测缺陷并记录其位置坐标

图 13：明/暗场图形缺陷检测原理图



资料来源：KLA，安信证券研究中心

图 14：明/暗场图形缺陷检测设备示意图

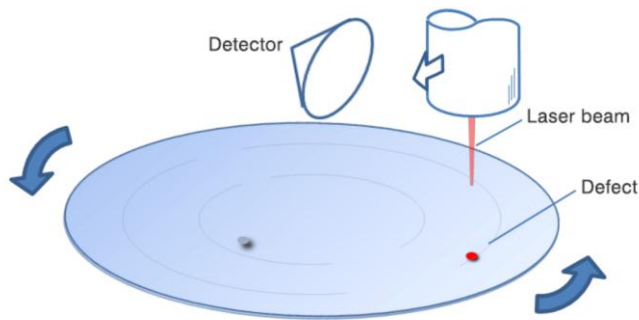


资料来源：KLA，安信证券研究中心

目前市场上明场光学图形缺陷检测设备的供应商主要为 KLA (39xx 系列及 29xx 系列) 以及应用材料 (UVision 系列)，暗场光学图形缺陷检测设备的供应商主要为 KLA (Puma 系列) 和 Hitachi High-Tech(IS 系列)。

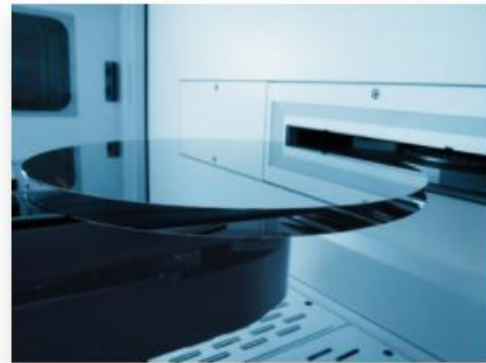
无图形圆片表面检测系统：该设备是一种用于检测圆片表面品质和发现圆片表面缺陷的光学检测设备。由于晶圆尚未形成图案，因此无需图像比较即可直接检测缺陷。其工作原理是将激光照射在圆片表面，通过多通道采集散射光，经过表面背景噪声抑制后，通过算法提取和比较多通道的表面缺陷信号，最终获得缺陷的尺寸和分离。无图形圆片表面检测系统能够检测的缺陷类型包括颗粒污染、凹坑、水印、划伤、浅坑、外延堆垛 (Epi Stacking)、CMP 突起 (CMP Protrusion) 等。

图 15：无图形表面检测系统原理图



资料来源：KLA，安信证券研究中心

图 16：KLA Surfscan 示意图



资料来源：KLA，安信证券研究中心

目前市场上主要供应商为 KLA（Surfscan 系列）和 Hitachi High-Tech（LS 系列）。

宏观缺陷检测设备：基于光学图像检测技术，结合多种光学量测方法，可以实现尺度大于 0.5 μm 的圆片缺陷检测。宏观缺陷检测设备采用的检测方式有两种，一种方式为全圆片表面成像，光学系统能够实现整个 300mm 圆片表面的一次性成像探测，检测速度较快；另一种方式为局部圆片表面成像，具有更高的空间分辨率，测试中通过对圆片表面的定位或连续扫描，拍摄圆片表面的完整图像信息，通过“Die-to-Die”比对等图像计算方法获得检测结果。

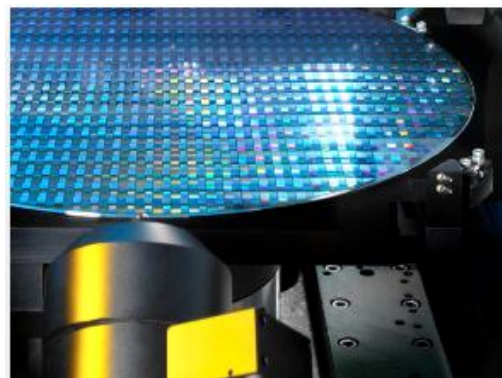
宏观缺陷检测设备一般用于光刻、CMP、刻蚀、薄膜沉积后的出货检验（OQC）以及入厂检验（IQC）中，包括正面检测、背面检测、边缘检测、晶圆几何形状检测等，可高速扫描硅片的全表面，自动存储硅片全景图像、缺陷分类，和输出缺陷检测结果。其主要供应商为 KLA（CIRCL 系列）、Nanometrics（Spark 系列）、Rudolph（NSX 系列）、上海睿励（FSD 系列）以及中科飞测（SPRUCE）。

图 17：睿励 FSD 系列设备



资料来源：睿励官网，安信证券研究中心

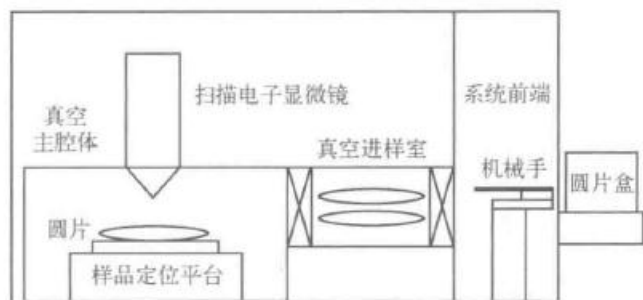
图 18：宏观缺陷检测设备示意图



资料来源：KLA，安信证券研究中心

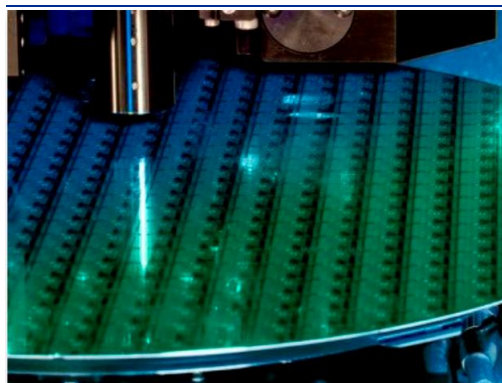
电子束图形圆片缺陷检测设备是一种利用扫描电子显微镜在前道工序中对半导体圆片上的刻蚀图形直接进行缺陷检测的工艺检测设备。其原理为通过聚焦电子束对圆片表面进行扫描，接受反射回来的二次电子和背散射电子，进而将其转换成对应的圆片表面形貌的灰度图像。通过比对圆片上不同芯片（Die）同一位置的图像，或者通过图像和芯片设计图形的直接比对，可以找出刻蚀或设计上的缺陷。目前市场上主要供应商为 KLA（eDR7XXX 系列、eSL10 系列）和 AMAT（SEM VISION 系列）。

图 19：电子束缺陷检测原理图



资料来源：《半导体制造技术》，安信证券研究中心

图 20：电子束缺陷检测示意图

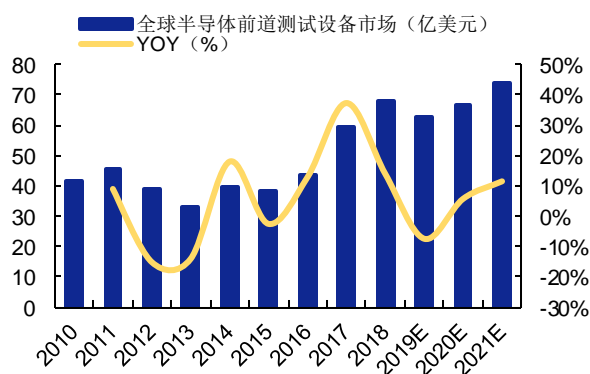


资料来源：KLA，安信证券研究中心

2.3. 前道测试设备市场约 86 亿美元，缺陷检测类占 55%

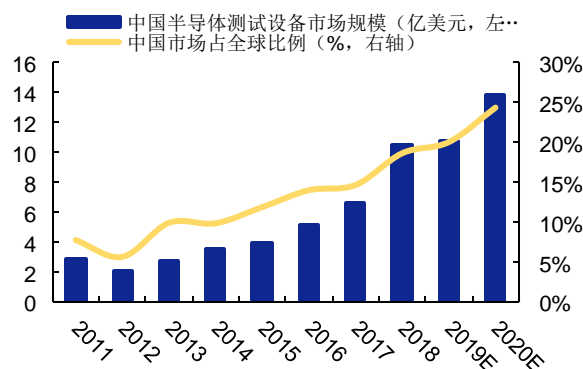
根据科磊及 Semi 统计，前道测试设备占比在 11%~13%，我们取半导体前道测试设备占比 12%，按照 Semi 最新预计 2020 年/2021 年半导体设备总市场分别为 712 亿及 780 亿美元估算，我们预测 2020 年/2021 年全球半导体检测设备市场空间分别达到 **85.4/93.6 亿美元**，根据 Semi 数据 2020 年国内半导体设备市场规模达 187.2 亿元，2021 年约同比增长 10%，根据同样方法测算检测设备市场分别达到 **22.46/24.7 亿美元**，约为 **146/160.6 亿元人民币**。

图 21：全球半导体前道测试设备市场规模



资料来源：Semi，安信证券研究中心

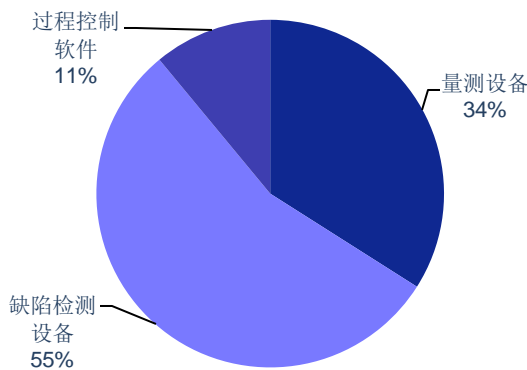
图 22：大陆半导体前道测试设备市场规模



资料来源：Semi，安信证券研究中心

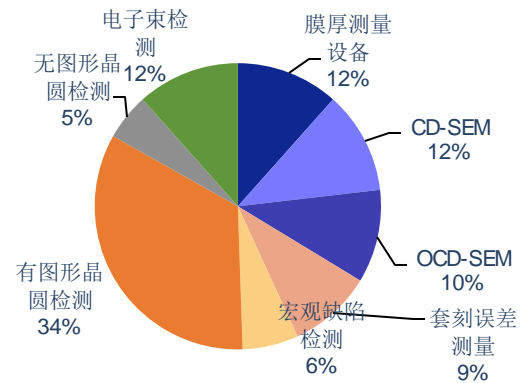
前道量测设备进一步细分为量测设备、缺陷检测设备以及过程控制软件，根据智研咨询数据，其中缺陷检测设备约占前道检测设备的 55%，量测设备占前道量测设备的 34%，过程控制软件占 11%。进一步按产品细分，膜厚测量占比 12%、OCD-SEM 测量占比 10%，CD-SEM 占比 11%、套刻误差测量占比 9%；缺陷检测中有图形晶圆检测占比 32%、无图形晶圆检测占比 5%、电子束检测占比 12%、宏观缺陷检测占比 6%。

图 23：前道量测设备中各类设备占比



资料来源：SEMI，安信证券研究中心

图 24：前道测试设备中各类设备占比

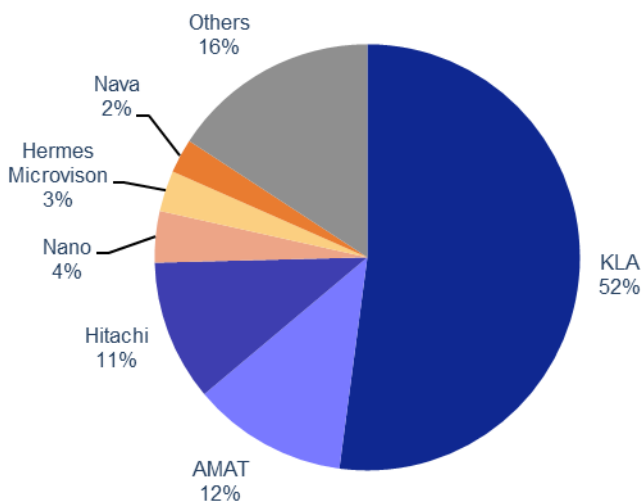


资料来源：智研咨询，安信证券研究中心

2.4. 科磊处于全球领先地位，国内从量测领域开始突破

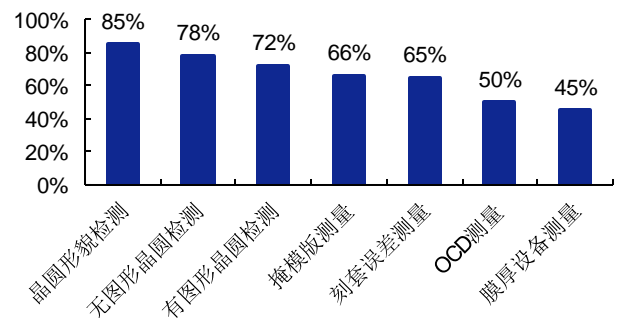
全球行业集中度较高，科磊处于全球领先地位。根据 Gartner 数据，前道检测设备领域，科磊独占 52% 的份额，应用材料、日立高新则分别占比 12%、11%，CR3 合计占比接近 80%，市场集中度较高，且基本被海外公司所垄断，国内企业市场份额不足 1%，其中科磊在检测设备领域市占率有绝对优势，在晶圆形貌检测、无图形晶圆检测、有图形晶圆检测领域市占率分别达到 85%、78%、72%，应用材料产品则主要为掩模版测量及电子束检测，日立高新则在 CD-SEM 领域市占率较高。

图 25：前道量测/检测设备全球市场竞争格局



资料来源：Gartner，安信证券研究中心

图 26：科磊在各个环节的市占率



资料来源：智研咨询，安信证券研究中心

科磊：公司由 KLA 和 Tencor 两家公司合并形成，为全球半导体过程控制和良率管理领域龙头公司，业务涵盖晶圆和光罩制造、半导体、封装、PCB 和 LED 等工业技术领域，公司产品贯穿前道工艺过程控制流程，包括 Surfscan 无图案晶圆缺陷检测系统、eDR7xxx 电子束晶圆缺陷检测系统、eSL10 图案晶圆检测、39xx 系列超分辨率宽光谱等离子图案晶圆缺陷检测系统、29xx 宽光谱等离子图案晶圆缺陷检测系统、Puma 激光扫描图案晶圆缺陷检测系统、Teron 光罩缺陷检测系统、Archer™ 套刻量测系统等，并在缺陷检测领域市占率较高。科磊 2020 财年实现营业收入 58.06 亿美元，归母净利润 12.17 亿美元，其中半导体工艺控

制类占比 81.73%，贡献主要营收。

表 2：2018~2020 年科磊营收拆分

单位：亿美元	2018	2019	2020
半导体工艺控制	39.44	40.81	47.45
特殊半导体制造设备	0.00	1.51	3.30
PCB、面板和零部件检查	0.93	3.33	7.27
其他	0.00	0.05	0.04
合计	40.37	45.69	58.06

资料来源：安信证券研究中心

日立高新：日立高新为日立集团下的子公司，主要布局半导体制造和检测、科学医疗系统、仪表系统和其他工业零部件，半导体测试领域产品为 CD-SEM、暗场检测设备、宏观检测设备、缺陷复查显微镜等，主要布局量测类设备。

应用材料：应用材料为全球半导体设备龙头公司，其产品线贯穿半导体制造生产整个流程，其在半导体检测领域产品线主要为晶圆检测设备和 CD-SEM，主要布局量测类设备。

Onto：由 Rudolph Technologies 与 Nanometrics Incorporated 合并，产品主要包括自动缺陷检测和量测系统，探针卡测试和分析系统

量测设备已吹响国产替代号角，未来将逐渐向检测设备延伸。量测与检测设备由于对光学及电子束等基础科学要求较高，因此国内外技术仍有一定差距，国内布局该领域的公司分别有上海睿励、上海精测和中科飞测。目前，上海睿励的薄膜测量设备成功进入三星和长江存储生产线；中科飞测的晶圆表面颗粒检测机成功进入中芯国际生产线，智能视觉检测系统成功进入长江存储生产线，椭圆膜厚量测仪进入士兰微生产线；上海精测的膜厚测量设备已经成功小批量生产并进入长江存储生产线，OCD 量测设备已取得订单并已实现交付，首台半导体电子束检测设备 eViewTM 全自动晶圆缺陷复查设备已正式交付国内客户，在膜厚量测领域国产替代已吹响号角，未来规模化替代在即，且随着国内企业持续进行研发投入，图形化检测、无图形检测设备将逐渐通过晶圆厂验证，因此我们判断前道量测及检测设备中，国产替代将从量测设备开始，并逐渐向检测等难度较高领域延伸。

表 3：国内主要前道测试设备厂商进程

公司名称	设备类型	产品类别	设备名称	最新进展
上海精测	集成式/独立式膜厚量测设备	量测	EFILM 系列	得到长江存储、广州粤芯批量订单
	高性能厚膜/OCD 测量	量测	EPROFILE 300FD	取得订单并交付完成
	电子束量检测	检测	Ultraview	已正式交付国内客户
中科飞测	形貌及膜厚测量	量测	SKYVERSE-900	取得长江存储、士兰微、中芯绍兴等批量订单
	晶圆表面缺陷检测	检测	SPRUCE-600	中标上海积塔
	智能视觉检测系统	检测	BIRCH	取得长江存储订单
上海睿励	膜厚测量	量测	TFX 系列	获得上海积塔、长江存储、三星订单
	OCD 测量	量测	TFX3000 OCD	进入三星、长江存储生产线
	宏观缺陷检测	检测	FSD 系列	

资料来源：公司官网，安信证券研究中心

3. 后道测试：细分领域已实现国产替代、向更高价值量领域迈进

3.1. 后道测试设备：注重产品质量监控，分为测试机、分选机、探针台

后道测试设备注重产品质量监控，并贯穿半导体制造始末。半导体后道测试覆盖了 IC 设计、生产过程的核心环节，通过分析测试数据，能够确定具体失效原因，并改进设计及生产、封测工艺，以提高良率及产品质量。后道测试设备具体流程可分为设计验证、在线参数测试、硅片拣选测试、可靠性测试及终测，其中设计验证主要用于 IC 设计环节，用于确保调试芯片设计符合要求；在线参数测试用于晶圆制造环节，用于每一步制造端的产品工艺检测，硅片拣选测试用于制造后的产品功能抽检，可靠性及终测均在封装厂进行，用于芯片出厂前的可靠性及功能测试。其主要测试步骤为：将芯片的引脚与测试机的功能模块连接，对芯片施加输入信号，并检测输出信号，判断芯片功能和性能是否达到设计要求。

表 4：后道测试设备具体流程

测试环节	半导体制造阶段	硅片/芯片级	测试描述
IC 设计验证	生产前	硅片级	描述、调试和检验芯片设计，保证符合规格要求
在线参数测试	硅片制造过程中	硅片级	为了监控工艺，在制作过程前端进行产品工艺检验测试
硅片拣选测试	硅片制造后	硅片级	产品功能测试，验证每个芯片是否符合产品规格
可靠性测试	封装芯片	封装的芯片级	半导体加电并在高温下测试
终测	封装芯片	封装的芯片级	使用产品规格进行产品功能测试

资料来源：《半导体制造工艺》，安信证券研究中心

晶圆检测环节：(CP, Circuiq Probing) 晶圆检测是指在晶圆完成后进行封装前，通过探针台和测试机的配合使用，对晶圆上的裸芯片进行**功能和电参数测试**。其步骤为：

- 1) 探针台将晶圆逐片自动传送至测试位置，芯片的 Pad 点通过探针、专用连接线与测试机的功能模块进行连接；
- 2) 测试机对芯片施加输入信号并采集输出信号，判断芯片功能和性能在不同工作条件下是否达到设计规范要求；
- 3) 测试结果通过通信接口传送给探针台，探针台据此对芯片进行打点标记，形成晶圆的 Map 图。

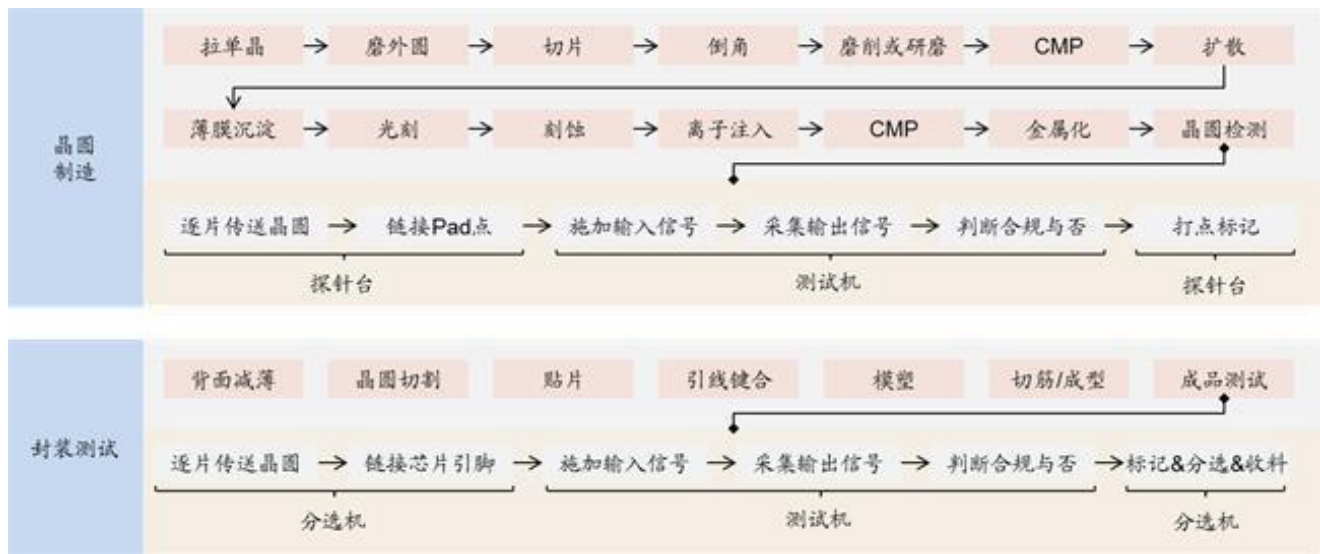
该环节的目的在于确保在芯片封装前，尽可能地把无效芯片筛选出来以节约封装费用。

成品测试环节 (FT, Final Test)：成品测试是指芯片完成封装后，通过分选机和测试机的配合使用，对封装完成后的芯片进行**功能和电参数测试**。其具体步骤为：

- 1) 分选机将被测芯片逐个自动传送至测试工位，被测芯片的引脚通过测试工位上的基座、专用连接线与测试机的功能模块进行连接；
- 2) 测试机对芯片施加输入信号并采集输出信号，判断芯片功能和性能在不同工作条件下是否达到设计规范要求；
- 3) 测试结果通过通信接口传送给分选机，分选机据此对被测芯片进行标记、分选、收料或编带。

该环节的目的在于保证出厂的每颗半导体的功能和性能指标能够达到设计规范要求。

图 27：后道测试设备所处环节



资料来源：华峰测控招股说明书，安信证券研究中心

后道测试设备主要根据其功能分为自动化测试系统（Automatic Test Equipment, ATE）、分选机和探针台，其中自动化测试系统占比较大，对整个制造生产流程起到决定性的作用，又可根据所针对芯片不同分为模拟和混合类测试机、存储器测试机、SoC 测试机、射频测试机和功率测试机等；分选机可以分为重力式分选机、转塔式分选机、平移拾取和放置式分选机。

自动化测试系统（ATE）：后道测试设备核心部件，自动化测试系统通过计算机自动控制，能够自动完成对半导体的测试，加快检测电学参数的速度，降低芯片测试成本，主要测试内容为半导体器件的电路功能、电性能参数，具体涵盖直流参数（电压、电流）、交流参数（时间、占空比、总谐波失真、频率等）、功能测试等，自动化测试系统主要衡量指标为：

- 1) 引脚数：从芯片内部电路引出与外围电路的接线，所有的引脚构成该块芯片的接口；
- 2) 测试频率：在固定的时间可以传输的资料数量，亦即在传输管道中可以传递数据的能力；
- 3) 工位数：一台测试系统可以同时测试的芯片（成品测试）或管芯（圆片测试）数量；

根据下游应用不同，ATE 可分为模拟/混合类测试机、SoC 测试机、存储测试机、功率测试机等。

模拟/混合测试机：主要针对以模拟信号电路为主、数字信号为辅的半导体而设计的自动测试系统，被测电路主包括电源管理器件（线性稳压器、DC-DC 转换器等）、高精度模拟器件（运算放大器、视频/音频放大器、滤波器等）、数据转换器（A/D、D/A 转换器）、汽车电子（功率放大器、驱动器等）及分立器件（IGBT、MOSFET 等）。其中模拟信号是指是指信息参数在给定范围内表现为连续的信号，或在一段连续的时间间隔内，其代表信息的特征量可以在任意瞬间呈现为任意数值的信号；数字信号是指人们抽象出来的时间上不连续的信号，其幅度的取值是离散的，且幅值被限制在有限个数值之内。模拟/混合测试机通常测试引脚数不超过 100 个，对测试频率要求不高，频率一般不超过 10MHZ，但对测试精度要求较高。目前市场上主流模拟/混合测试机供应商为泰瑞达(ETS 系列和 FLEX 系列)，华峰测控(STS8200)和上海宏测 (MTS737)。

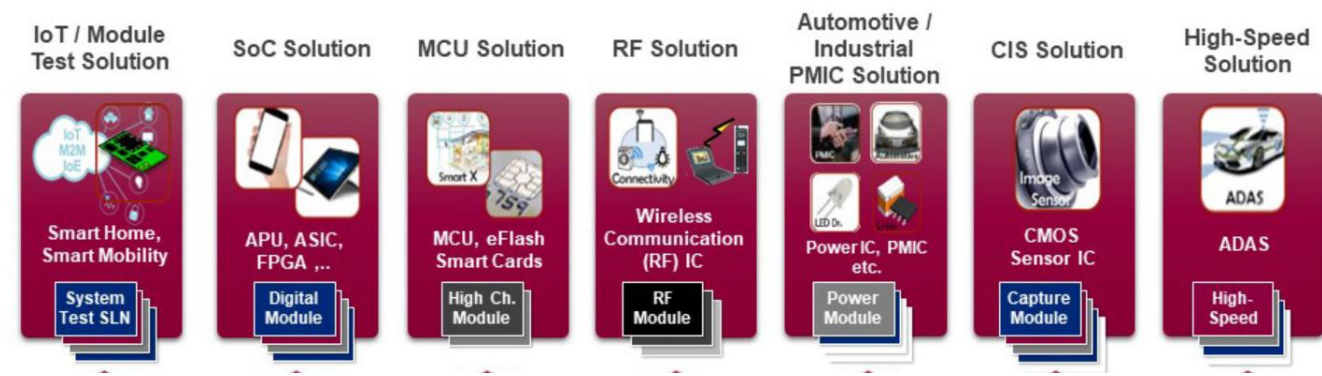
图 28: 模拟/混合测试机



资料来源: 华峰测控官网, 安信证券研究中心

SoC 测试机: 主要针对以 SoC 芯片的测试系统, SoC 芯片即系统级芯片(System on Chip), 通常可以将逻辑模块、微处理器 MCU/微控制器 CPU 内核模块、数字信号处理器 DSP 模块、嵌入的存储器模块、外部进行通讯的接口模块、含有 ADC /DAC 的模拟前端模块、电源管理模块 PMIC 等集成在一起, 设计和封装难度高于普通逻辑和模拟芯片, SoC 测试机被测芯片可以是微处理器 MCU、CPU、通信芯片等纯数字芯片或数模混合/数字射频混合芯片, 测试引脚数可达 1000 以上, 对信号频率要求较高尤其是数字通道测试频率要求较高。目前市场上主要供应商为泰瑞达 (Ultra Flex 系列和 J750 系列)、爱德万 (V9300 系列) 和华峰测控 (STS8300)。

图 29: SoC 测试机被测芯片范围



资料来源: 爱德万官网, 安信证券研究中心

存储测试机: 存储测试机主要针对存储器进行测试, 其基本原理与模拟/SoC 不同, 往往通过写入一些数据再校验读回的数据进行测试, 尽管 SoC 测试机也能针对存储单元进行测试, 但 SoC 测试机的复杂程度较高, 且许多功能在进行存储器测试时是用不到的, 因此出于性价比及性能的考量存储芯片厂商需要采购存储器测试机进行测试, 尽管存储器逻辑电路部分较为简单, 但由于存储单元较多, 其数据量巨大, 因此存储测试机的引脚数较多, 且对频率及信号同步性要求较高, 目前市场上存储测试机主要供应商为爱德万 (T5XX 系列)。

表 5: 测试机分类及具体应用

测试机分类	被测对象	测试引脚数	难点	主要供应商	
模拟/混合测试机	功率测试机	IGBT、MOSFET、IPM 模块	较少	耐高压、高电流	泰瑞达 (ETS 系列)、
	模拟测试机	信号放大器、滤波器、电源管	<100	测试频率要求不高, 精度要求	华峰测控 (STS8200)、

数模混合测试机	理芯片等 DAC、ADC 等		较高	长川科技 (CT 系列)
SoC 测试机	MCU、SoC、IOT、CIS 等	10~1000 不等	测试频率尤其是数字通道测试频率要求较高	泰瑞达 (Ultra Flex 和 J750 系列)、爱德万 (V9300 系列)、华峰测控 (STS8300)
存储测试机	存储器	数万个	高速数字信号通道, 引脚间同步性要求高	爱德万 (T5 系列)

资料来源: 各公司官网, 爱德万, 安信证券研究中心

探针台: 主要负则晶圆输送及定位, 使晶圆依次与探针接触完成测试, 提供晶圆自动上下片、找中心、对准、定位及按照设置的步距移动晶圆以使探针卡上的探针能对准硅片相应位置进行测试, 按不同功能可以分为高温探针台、低温探针台、RF 探针台、LCD 探针台等。

我国目前探针台主要生产企业为深圳矽电, 其产品适用于 4~8 英寸半导体晶圆的自动探针测试, 具有高精度 XY 运动平台, 实现综合定位精度 $\pm 3\mu\text{m}$, 并可以满足 1000 根探针以下的单芯或多芯测试, 配备全自动上下片系统, 具有高精度、高刚性, 高稳定性的特点。目前长川科技正在对其第二代探针台进行研发, 未来有望填补国产空缺。

分选机: 主要用于芯片的测试接触、拣选和传送等。分选机把待测芯片逐个自动传送至测试工位, 通过测试机测试后分选机根据测试结果进行标记、编带和分选, 根据传输方式不同可分为平移式分选机、重力式分选机及转塔式分选机, 其传输芯片方式分别为水平抓取、重力下滑及器件在转塔内旋转。

表 6: 不同种类分选机优缺点对比

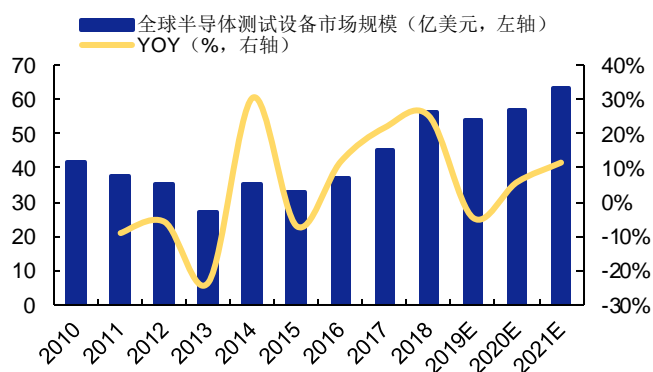
分选机种类	设备优点	设备缺点
重力式分选机	设备结构简单, 易于维护和操作; 生产性能稳定, 故障率低	产量较低; 不支持体积较小、球栅阵列封装等特殊封装类型产品测试
转塔式分选机	每小时产量高, 可以集成打印、外观检查、包装等功能	不能用于重量较大、外形尺寸较大的产品
平移拾取和放置式分选机	结构简单、可靠性高; 适用于重量较重、体积较大的产品	每小时产量较低; 不适用于体积较小的物体

资料来源: 立鼎产业研究网, 安信证券研究中心

3.2. 后道测试设备市场空间预计 60 亿美元, 自动化测试设备价值量最高

根据 VLSI Research 预计, 2019 年半导体测试市场达 55.45 亿美元, 受益于 SoC 及存储需求强劲以及封测、晶圆厂资本开支加剧将继续维持高景气, 2020 年达 61 亿美元, 同比增长 10%, 2021 年将继续保持 10% 的同比增速, 预计将达 69 亿美元。根据赛迪顾问预计, 2019 年中国半导体测试设备市场规模达 60.5 亿元, 2020 年将达到 64 亿元, 同比增长 5.78%, 根据同等比例测算, 2021 年后道测试设备市场空间有望达 70.4 亿元, 并且由于封测产能逐渐向大陆集中, 大陆测试设备占全球测试设备比例逐渐提高。

图 30：全球半导体测试设备市场规模



资料来源：VLSI Research, 安信证券研究中心

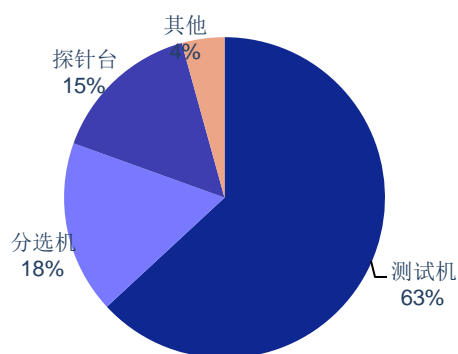
图 31：中国半导体测试设备市场规模



资料来源：赛迪顾问, 安信证券研究中心

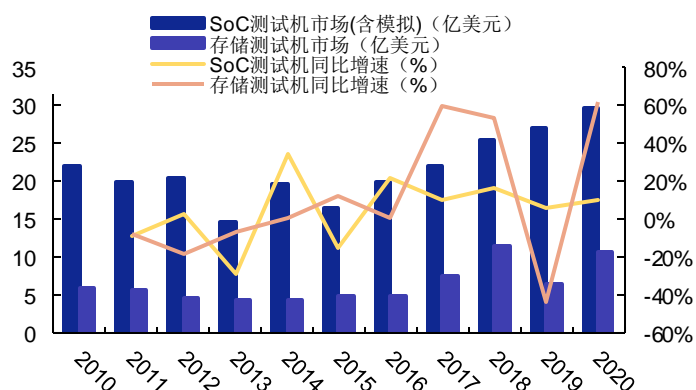
根据 SEMI 的统计，半导体后道测试设备市场中，测试机、分选机、探针台分别占比 63.1%、17.4%、15.2%，根据该占比估算，2020 年三类设备全球市场规模分别达 38.5 亿美元、10.6 亿美元及 9.3 亿美元。根据 VLSI 统计，测试机中存储测试机 2020 年全球市场规模为 10.5 亿美元，同比增长 62%，但受存储器开支周期性较强，波动较大，SoC 及其他类测试机全球市场规模为 29.7 亿美元，同比增长 10%，在 SoC 芯片快速发展下需求保持稳定增长。

图 32：测试设备细分市场占比



资料来源：Semi, 安信证券研究中心

图 33：SoC 及存储测试机全球市场规模

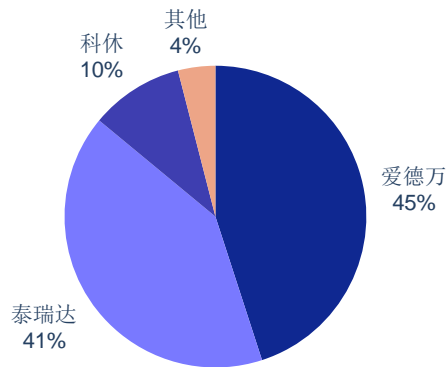


资料来源：VLSI, 安信证券研究中心

3.3. 细分领域已实现局部国产替代，切入 SoC 测试机市场空间约有 4~5 倍增长

全球半导体后道测试设备市场依然呈高度垄断性，主要市场由爱德万及泰瑞达占据，根据 Semi 披露数据，爱德万市场份额最高为 45%，泰瑞达次之 41%，科休则占比 10%，CR3 占据了全球 96% 的市场空间，市场集中度较高，其他公司仅占 4%。

图 34：2018 年全球半导体后道测试设备竞争格局



资料来源：SEMI，安信证券研究中心

泰瑞达及爱德万虽同为国际领先企业，但也业务覆盖领域各有不同。泰瑞达在 1960 年成立于美国，业务覆盖面较广，主要产品覆盖工业自动化、量产板测试、半导体测试、存储测试及无线测试等，在半导体测试领域，公司从分立器件、射频器件、存储芯片、模拟芯片到高端 SoC 芯片均有布局，并通过十余次的外延内生不断扩张，在全球范围内尤其是欧美市场占据绝对的优势；爱德万则在 1954 年成立于日本东京，目前专注于高端 SoC 芯片、存储芯片测试机以及分选机，根据其 2020 年年报披露，爱德万全年实现营收 25.52 亿美元，其中 SoC 芯片测试和存储器芯片测试业务占公司总收入比重 81%，其中 SoC 芯片测试占 57%，存储器芯片测试占 24%，其在中国大陆及台湾市场的销售额超过 60%。

自动测试系统 (ATE) 是半导体后道测试设备中的核心设备，全球半导体 ATE 市场主要由科休、爱德万和泰瑞达三大巨头占据，合计占比 68.5%，市场集中程度较高。国内半导体测试机市场中，爱德万、泰瑞达和科休同样占据了近 91.2% 的市场，中国本土公司占比小于 10%。国内厂商华峰测控占比 6.1%，长川科技占比 2.4%。

分选机虽主要市场仍由海外占领，但竞争格局较为分散，主要企业仍为科休、爱德万、台湾鸿劲以及长川科技，根据 VLSI Research 及 Semi，科休占比最高为 21%，Xcerra（已被科休收购）占比 16%，国内企业长川科技占比 2%。探针台全球市场主要由两家龙头企业垄断，ACCRETECH 占比 46%，TEL 占比 27%，其余的企业为台湾旺矽、台湾惠特以及深圳矽电等。

图 35：2019 年全球半导体测试机竞争格局

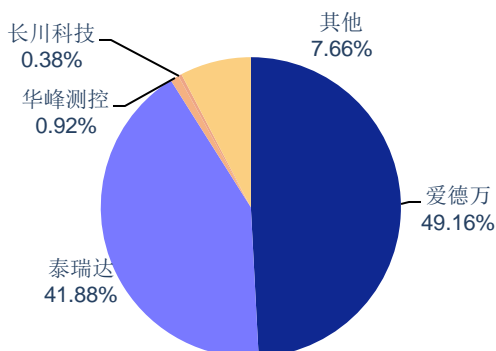
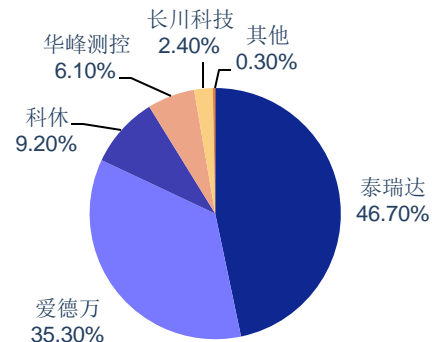


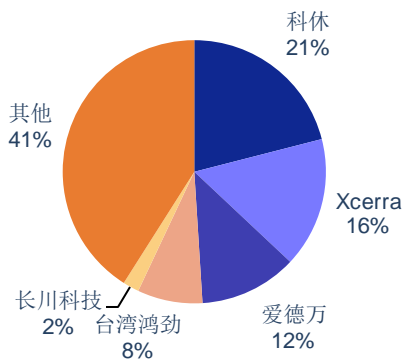
图 36：2018 年国内半导体测试机竞争格局



资料来源：SEMI，安信证券研究中心

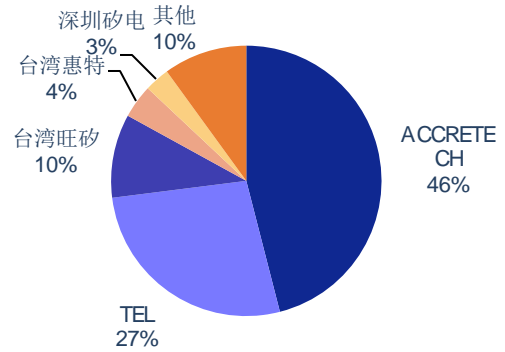
资料来源：赛迪顾问，安信证券研究中心

图 37：2018 年全球半导体分选机竞争格局



资料来源：VLSI，安信证券研究中心

图 38：2018 年全球半导体探针台竞争格局



资料来源：CSA Research, SEMI, 安信证券研究中心

从细分市场来看，传统模拟/混合市场国内已率先进行国产替代，据赛迪顾问数据，2018 年国内模拟/混合类测试机市场空间为 4.31 亿元，华峰测控相关业务收入 1.73 亿元，市占率达 40%，长川科技测试机收入为 0.86 亿元，市占率约 20%，2020 年华峰测控测试机收入已达 3.69 亿元，长川科技则达 1.78 亿元，合计市占率预计超 80%，在该细分领域基本已实现对海外龙头爱德万及泰睿达的国产替代。

与传统模拟/混合类芯片测试机相比，SoC 芯片测试机市场空间将有 4-5 倍提升。SoC 芯片测试机针脚数从数十到上千个，测试时间长，精度要求高，主要应用于电源管理类器件（PMIC）、无线充电类 PMIC、电池管理类器件（BMS）、TFT 显示屏控制驱动器件、快充电源类器件等的测试中。目前该系列产品在海外 IDM 客户中已较为普遍，而大陆和台湾设计公司也开始进入集成化电源类芯片 PMIC 市场，市场潜力大。根据 VLSI Research，模拟测试机市场空间约 4-5 亿美金，SoC 测试机则有 20-25 亿美金，约 4-5 倍增长，未来国内测试机企业逐步由较低端模拟/混合类测试机向 SoC 测试机进军，市场空间将大幅提升。

表 7：国内外后道测试设备对比

产品类别		国外企业				国内企业		
		爱德万	泰瑞达	科休	华峰测控	长川科技	武汉精鸿	佛山联动
ATE 设备	SOC 测试机	T2000/V93000	UltraFLEX	X-Series/Diamond	STS8300			
	存储器测试机	T5500/T5800	Magnum/Ultra FLEX-M			JH5 320		
	模拟/混合测试机	T7912	Eagle		STS8200 /8250	CTA 系列	QT-8 000	
	功率测试机				STS8200 扩充	CTT 系列	QT-4 000	
产品类别		国外企业		国内企业				
		爱德万		科休	长川科技			
分选机	重力式分选机			Rasco SO1000、Rasco SO2000、MT9928	C1 系列、C3Q 系列、C8/8H 系列			
	转塔式分选机	M4841、M4872、M4171、M6242		Delta Eclipse XT、Delta Eclipse XTA、Delta MATRiX、MT9510 XP / x16、Solstice	C6 系列、C6100、C6800C 等			
	平移拾取和放置式分选机							
产品类别		国外企业		国内企业				
		东京精密		东京电子	深圳矽电	长川科技		

探针台	UF3000EX、UF2000、FP3000 等	Precio™ XL、Precio nano™、Precio octo™、Precio™	PT-920、PT-912S、PT-912A	CP12
-----	--------------------------	----------------------------------------------	------------------------	------

资料来源：各公司官网，安信证券研究中心

4. 标的推荐

4.1. 华峰测控：国内模拟测试机龙头，切入 SoC 及第化合物测试打开市场空间

华峰测控为国内最早进入半导体测试设备行业的企业之一，在行业内深耕二十余年，聚焦于模拟和混合信号测试设备领域，截至目前，全球累计装机量突破 3500 台。目前为国内前三大半导体封测厂商模拟测试领域的主力测试平台供应商，还拥有上百家半导体设计企业客户资源，也与超过三百家以上的半导体设计企业保持了业务合作关系。公司目前按产品功能可分为三大业务：传统模拟类测试机（STS 8200）、模拟/混合类测试机（STS 8300）、功率类测试机（STS 8203）。

提前布局第三代半导体测试机，具有卡位优势抢占市场先机：公司第三代半导体测试机主要覆盖对 GaN、SiC 等宽禁带半导体芯片进行检测，公司相关设备主要是在 8200 的平台上扩充了模块和整套链条，由于公司在 GaN 测试机布局较早，且目前国际上主要竞争公司为泰瑞达与科休，因此市占率较高，订单增速较显著。随着 GaN 在下游快充市场迅速放量，SiC 在新能源车等领域渗透加速，下游市场将迅速扩容，有望为公司业务带来全新增长点。

4.2. 长川科技：后道测试设备全覆盖，探针台及数字测试机有望实现突破

长川科技是国内半导体测试设备领域的龙头企业，主要产品为 ATE 设备、分选机、探针台、AOI 设备和自动化设备及生产线，其中 ATE 设备包括功率测试机和模拟/混合测试机，主要性能指标已达国内领先、接近国外先进水平；分选机包括重力式分选机、平移拾取和放置式分选机等，已达国外一流技术水平。

表 8：公司测试设备介绍

产品类别	产品名称
ATE 设备	模拟/混合测试机
	功率测试机
分选机	重力式分选机
	平移拾取和放置式分选机
探针台	CP12（研发中）

资料来源：公司官网，安信证券研究中心

士兰微团队出身，研发实力有所保障：公司核心团队来源于士兰微，董事长赵轶原为士兰微生产总监，主要核心技术和销售人员也多来自士兰微，如副总经理、研发部经理等，核心成员在士兰微的任职经历奠定了公司的技术基础，目前公司正在加速对新一代探针台、测试机的研发，未来有望在该领域实现突破，弥补国内在高端探针台、数字测试机等领域空缺。

并购 STI 切入分选机领域，进一步拓宽产品线：公司于 2019 年完成对新加坡光学检测设备公司 STI 的收购，拓宽分选机产品线，有助于发挥协同效应，丰富公司产品结构，拓宽销售渠道，提升公司盈利能力与可持续发展能力。

4.3. 精测电子：多次并购聚焦半导体测试，加速弥补国内测试领域空白

武汉精测电子成立于 2006 年，主要从事半导体、显示、新能源检测系统的研发、生产与销售，公司目前在显示领域的主营产品包括信号检测系统、OLED 调测系统、AOI 光学检测系统和平板显示自动化设备等；在半导体领域的主营产品包括存储芯片测试设备、驱动芯片测试设备以及膜厚量测类设备等；在新能源领域的主营产品包括锂电池和燃料电池检测设备。

目前公司已基本形成在半导体检测前道、后道全领域的布局，公司子公司武汉精鸿主要聚焦自动检测设备（ATE）领域，目前已实现关键核心技术转移、国产化研发、制造、核心零部件国产化，且已在国内一线客户实现批量重复订单。

子公司 WINTEST 及其在武汉的全资子公司伟恩测试现阶段主要聚焦驱动芯片测试设备领域，目前已取得批量的订单。

子公司上海精测主要聚焦半导体前道检测设备领域，致力于半导体前道量测检测设备的研发及生产，现已形成了膜厚/OCD 量测设备、电子束量测设备、泛半导体设备三大产品系列。上海精测膜厚产品（含独立式膜厚设备）已取得国内一线客户的批量重复订单、OCD 量测设备已取得订单并已实现交付，首台半导体电子束检测设备 eView™ 全自动晶圆缺陷复查设备已正式交付国内客户。

5. 风险提示

市场竞争加剧：随着全球半导体资本开支加剧，国内外企业投资热情均不断增长，促使更多的企业开始向半导体测试进行布局，由于国内半导体领域进入较晚，市场份额较低，主要市场仍由美国、日本、台湾等企业垄断，若市场竞争加剧且国内公司无法持续保持较好的技术水平，可能导致国内企业客户流失、市场份额降低，从而对盈利能力带来不利影响。

国产化进程不及预期：我国半导体领域进入时间较晚，产品技术水平与国外还具有一定的差距，若国内公司半导体领域产品研发不及预期，将导致国产化进程延缓，国产替代不及预期。

市场规模不及预期：文中我们根据 12%及 8.5%对测试设备市场空间进行测算，若未来测试设备占比减小，可能导致测试设备市场规模不及预期。

■ 行业评级体系

收益评级:

领先大市 — 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上;

同步大市 — 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市 — 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上;

风险评级:

A — 正常风险, 未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B — 较高风险, 未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

■ 分析师声明

李哲、崔逸凡声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析, 形成证券估值、投资评级等投资分析意见, 制作证券研究报告, 并向本公司的客户发布。

■ 免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写, 但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断, 本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期, 本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态, 本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料, 但不保证及时公开发布。同时, 本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改, 投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点, 一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准, 如有需要, 客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下, 本公司及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或期权并进行证券或期权交易, 也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务, 提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素, 亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议, 无论是否已经明示或暗示, 本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下, 本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有, 未经事先书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的, 需在允许的范围内使用, 并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”, 且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设, 并采用适当的估值方法和模型得出的, 由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性, 估值结果和分析结论也存在局限性, 请谨慎使用。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

■ 销售联系人

上海联系人	潘艳	上海区域销售负责人	18930060852	panyan@essence.com.cn
	侯海霞	上海区域销售总监	13391113930	houhx@essence.com.cn
	朱贤	上海区域销售总监	13901836709	zhuxian@essence.com.cn
	李栋	上海区域高级销售副总监	13917882257	lidong1@essence.com.cn
	刘恭懿	上海区域销售副总监	13916816630	liugy@essence.com.cn
	苏梦	上海区域销售经理	13162829753	sumeng@essence.com.cn
	秦紫涵	上海区域销售经理	15801869965	qinzh1@essence.com.cn
	陈盈怡	上海区域销售经理	13817674050	chenyy6@essence.com.cn
	徐逸岑	上海区域销售经理	18019221980	xuyc@essence.com.cn
北京联系人	张莹	北京区域销售负责人	13901255777	zhangying1@essence.com.cn
	张杨	北京区域销售副总监	15801879050	zhangyang4@essence.com.cn
	温鹏	北京区域销售副总监	13811978042	wenpeng@essence.com.cn
	刘晓萱	北京区域销售副总监	18511841987	liuxx1@essence.com.cn
	王帅	北京区域销售经理	13581778515	wangshuai1@essence.com.cn
	游倬源	北京区域销售经理	010-83321501	youzy1@essence.com.cn
	侯宇彤	北京区域销售经理	18210869281	houyt1@essence.com.cn
深圳联系人	张秀红	深圳基金组销售负责人	0755-82798036	zhangxh1@essence.com.cn
	胡珍	深圳基金组高级销售副总监	13631620111	huzhen@essence.com.cn
	范洪群	深圳基金组销售副总监	18926033448	fanhq@essence.com.cn
	聂欣	深圳基金组销售经理	13540211209	niexin1@essence.com.cn
	杨萍	深圳基金组销售经理	0755-82544825	yangping1@essence.com.cn
	黄秋琪	深圳基金组销售经理	13699750501	huangqq@essence.com.cn
	喻聪	深圳基金组销售经理	18503038620	yucong@essence.com.cn
	马田田	深圳基金组销售经理	18318054097	matt@essence.com.cn

安信证券研究中心

深圳市

地址：深圳市福田区深南大道 2008 号中国凤凰大厦 1 栋 7 层

邮编：518026

上海市

地址：上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮编：200080

北京市

地址：北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮编：100034