

半导体检测设备行业专题报告： 晶圆制造环节检测设备尚需技术积淀， 封测环节检测设备国产化加速

首席证券分析师：周尔双

执业证书编号：S0600515110002

联系方式：zhouersh@dwzq.com.cn 13915521100

2021年8月6日

总述：检测设备龙头稳居全球十大半导体设备商，业务专一地位稳固

- ◆ 晶圆制造环节检测设备龙头KLA，封测环节检测设备龙头爱德万和泰瑞达，三者均稳居2017-2020年全球前十大半导体设备商，排名分别稳定在第5、第6和第8名。
- ◆ 全球半导体设备市场格局稳定，CR10在2018-2020年均超过76%。从具体位次看，第1-8家公司排名三年未变化（仅2020年泛林半导体和东京电子位次交换，但两者收入规模相差不大），第9和第10家公司在2019-2020年也相对稳定下来。
- ◆ 不同于其他龙头设备商，检测龙头业务更专一。设备龙头应用材料、Lam、东京电子等公司业务多涵盖半导体制程的多个环节，KLA、爱德万和泰瑞达则聚焦检测设备，对其他环节业务涉及较少，在主营环节具备绝对支配地位。
- ◆ 投资建议：考虑到半导体检测设备行业高度景气 and 国产替代趋势，重点推荐国内半导体模拟类测试设备龙头，拓展SoC及大功率器件领域打开成长空间的【华峰测控】；推荐【华兴源创】。
- ◆ 风险提示：SoC测试机和大功率器件测试系统研发不及预期、半导体行业景气度下滑风险、产品价格下降及毛利率下滑的风险。

图表：2018-2020全球半导体设备销售额前十

图：半导体设备龙头主营业务分布，检测设备商业务相对专一

排名	2018	2019	2020
1	Applied Materials	Applied Materials	Applied Materials
2	ASML	ASML	ASML
3	Tokyo Electron	Tokyo Electron	Lam Research
4	Lam Research	Lam Research	Tokyo Electron
5	KLA-Tencor	KLA-Tencor	KLA-Tencor
6	Advantest	Advantest	Advantest
7	SCREEN	SCREEN	SCREEN
8	Teradyne	Teradyne	Teradyne
9	Kokusai Electric	Hitachi High-Tech	Hitachi High-Tech
10	Hitachi High-Tech	ASM International	ASM International
CR10	76.4%	76.4%	76.6%

2020排名	公司名称	总部	扩散	光刻	刻蚀	离子注入	薄膜沉积	抛光	清洗	晶圆制造环节检测	封测环节检测
1	AMAT	美国	√		√	√	√	√	√	√	
2	ASML	荷兰		√							
3	Lam Research	美国			√		√		√		
4	Tokyo Electron	日本			√		√		√	√	
5	KLA-Tencor	美国								√	
6	Advantest	日本									√
7	SCREEN	日本			√				√	√	
8	Teradyne	美国									√
9	Hitachi High-Tech	日本			√		√				√
10	ASM International	荷兰					√				

目录



1 晶圆制造环节：晶圆制造环节检测设备繁多，KLA 份额一家独大

2 封测环节：泰瑞达、爱德万检测设备双龙头，模/混和SoC领域实现国产突破

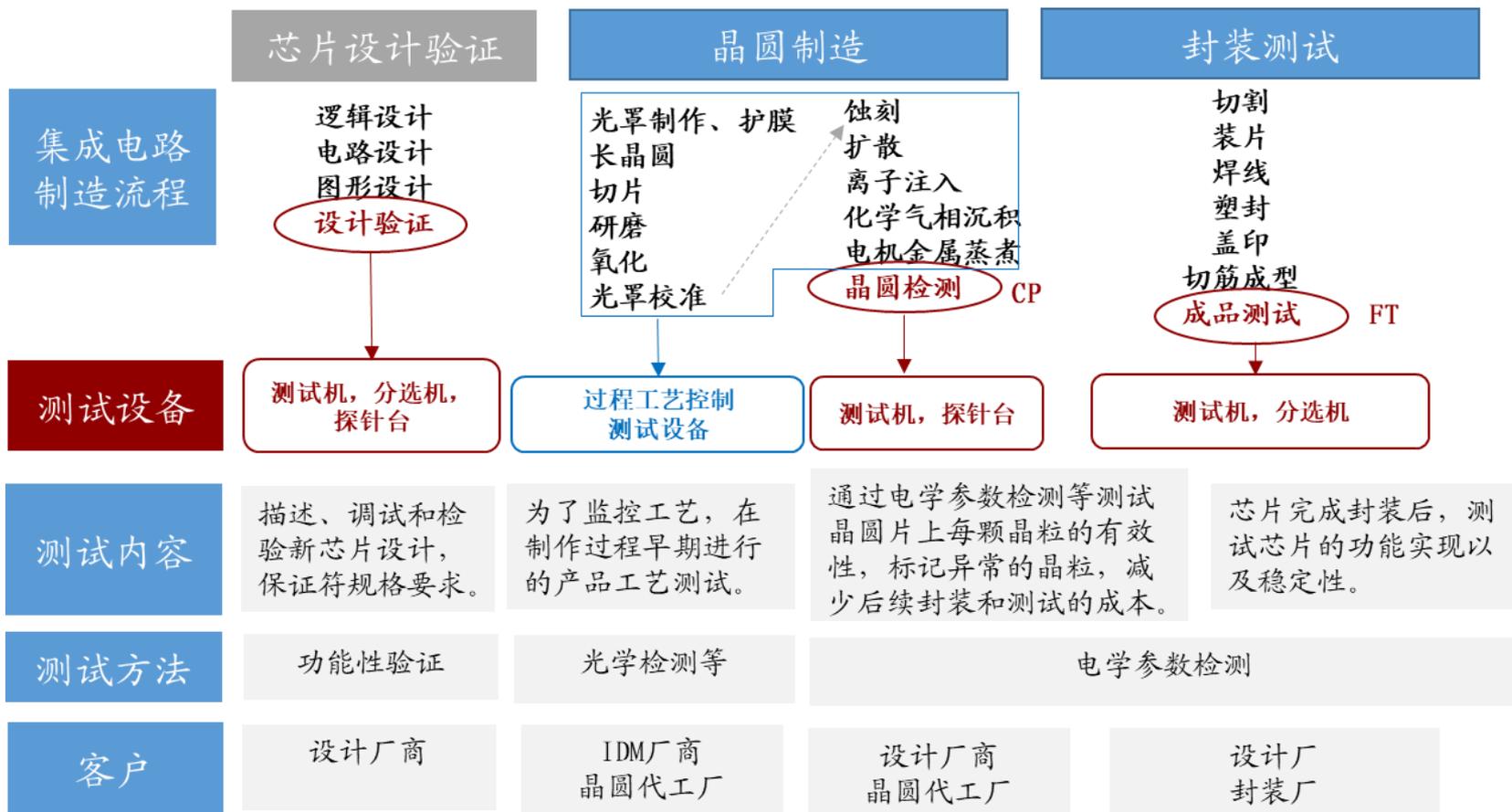
3 检测设备核心标的：主要聚集在封测环节，大规模国产化仍需时间沉淀

4 投资建议

5 风险提示

晶圆制造环节检测偏物理性，封测环节检测偏电性能

- 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，贯穿于半导体生产过程中，可分为晶圆制造环节的检测设备和封测环节的检测设备。
- 晶圆制造环节的检测：偏向于外观检测，是一种物理性、功能性的测试。
- 封测环节的检测：按照封装前后分为晶圆检测（CP）和成品检测（FT），主要系电性能的检测。



2020年全球晶圆制造环节检测设备市场规模约80亿美元

- ◆ 2020全球半导体设备销售额712亿美元，同比+19.2%，中国半导体设备销售额187.2亿美元，同比+39.2%。中国半导体设备销售额占比从2017年14.5%提升至2020年26.3%，首次成为半导体设备的最大市场。SEMI预测2021/2022年全球半导体设备销售额为953/1013亿美元，假设中国市场占比稳定在26%，我们预计中国半导体设备销售额为248/263亿美元，合1604亿元/1701亿元，分别同比+32%/+6%（人民币兑美元汇率取6.468，下同）。
- ◆ 2020年，晶圆制造环节占半导体设备销售额86.12%。半导体设备主要包含晶圆制造设备、（封测环节）检测设备和封装设备三类，SEMI报告披露2020年三者分别占比86.1%、8.5%和5.4%。
- ◆ 晶圆制造主要包含八大环节，晶圆制造环节检测设备价值量占比约为13%。2020年，晶圆制造环节设备销售额约为613亿美元，因此我们预计2020年全球晶圆制造环节检测设备市场规模为79.69亿美元。

图表: 2020全球半导体设备销售额712亿美元

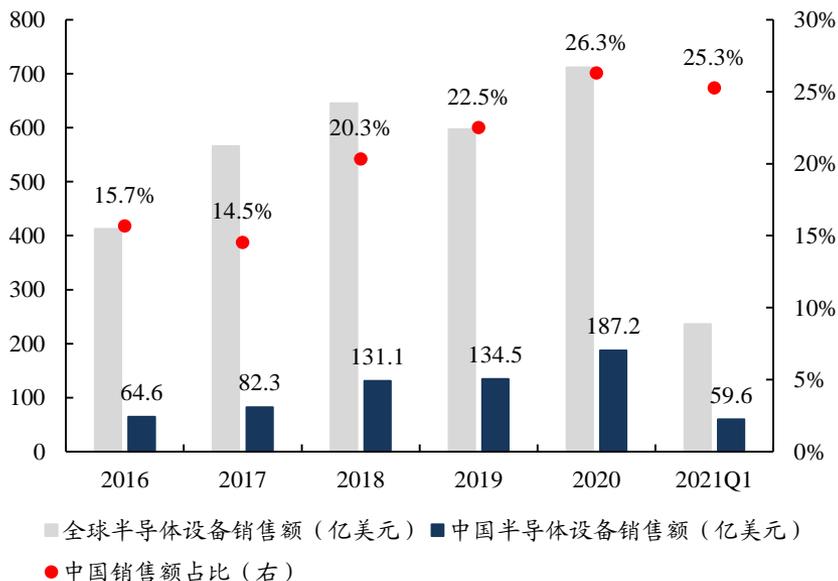
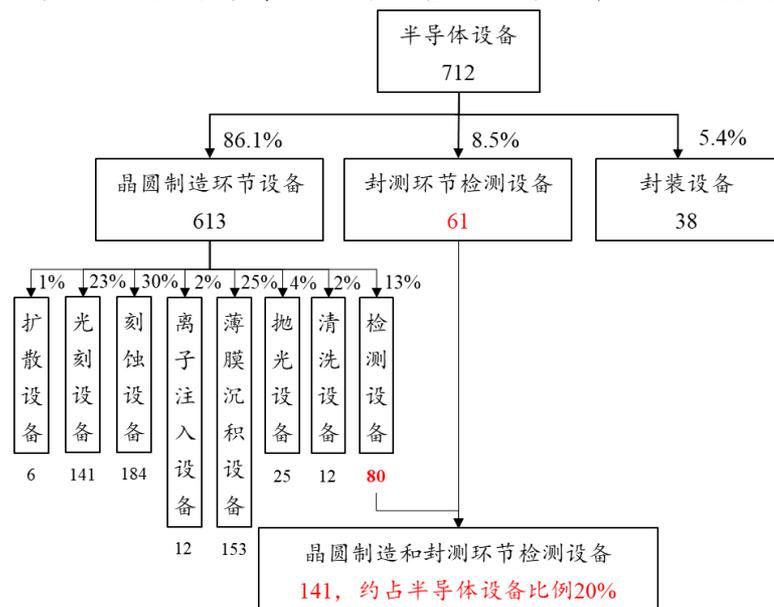


图: 2020全球半导体设备销售额测算 (单位: 亿美元)



晶圆制造环节检测设备分为量测和缺陷检测，国产化率极低

◆ 晶圆制造环节检测设备（过程工艺控制）主要包括量测类设备和缺陷检测类设备，价值量占比分别为40%和50%，控制软件等其他设备占剩余10%。

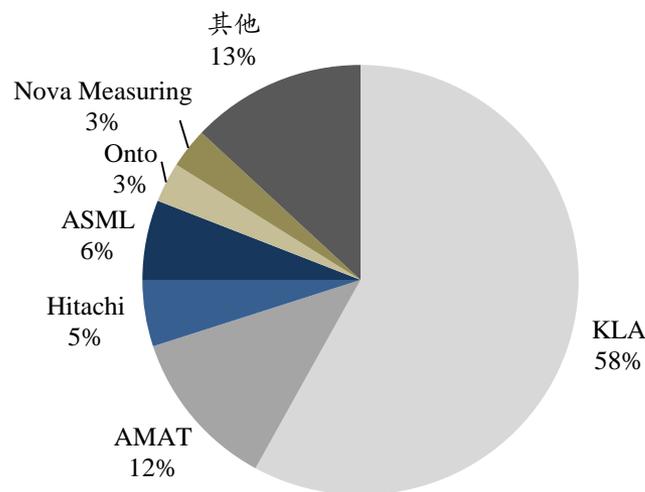
设备		生产设备	环节简介	价值量占比 (2018年)	2020规模测算 (亿美元)	市场供应商
晶圆制造环节检测设备（过程工艺控制）	量测设备 40%	膜厚测量	准确确定经过多次薄膜沉积后晶圆薄膜的厚度及性质。可分为透明薄膜和不透明薄膜。	11.4%	9	KLA（市占率45%）、上海精测
		关键尺寸扫描电子显微镜	对栅极线条宽度（线宽）进行实时测量，对最终性能、良率和可靠性十分关键。	10.5%	8	日立高新技术、应用材料
		光学关键尺寸测量设备	综合扫描电子显微镜、光学薄膜测量仪等多设备功能，可同时测量关键线宽和形貌结构参数，用于光刻、刻蚀和CMP工艺后。	9.5%	8	KLA（50%）、Nano、上海睿励、上海精测
		套刻误差测量	通过数字化两层套刻目标图形的图像，用算法获取套刻误差，对芯片工艺提升十分重要	8.6%	7	KLA（市占率65%）、ASML
	缺陷检测设备 50%	有图形晶圆检测设备	采取明场和暗场照明，光线反射/散射到光传感器上形成图像，通过对比检测缺陷并记录位置。	29.6%	24	KLA（市占率72%）、日立高新技术
		无图形晶圆检测设备	用激光照射晶圆表面，多通道采集散射光并抑制表面背景噪声，通过算法提取和比较多通道的表面缺陷信号。	4.6%	4	KLA（市占率78%）、日立高新技术
		电子束检测设备	传统检测以光学为主（有/无图形晶圆检测均采用光学），电子束在先进工艺使用较多其灵敏度高但是检测速度较慢。通过对电子束扫描元件所得二次电子成像的解析，寻找晶圆的异常。	10.2%	8	——
		宏观缺陷检测设备	光学：全晶圆片表面成像，速度较快。局部晶圆片表面成像，空间分辨率更高，通过对不同芯片同一位置比对等方法获取缺陷信息。 电子束：利用扫描电子显微镜，聚焦电子束扫描晶圆表面，接受反射回的电子后转换为灰度图像，直接检测晶圆表面的刻蚀图形。	5.6%	4	光学：KLA、Nano、上海睿励、中科飞测 电子束：KLA（市占率85%）、应用材料
	控制软件及其他 10%	——	——	10.0%	8	——

晶圆制造环节检测设备KLA一家独大，2020年市占率达58%

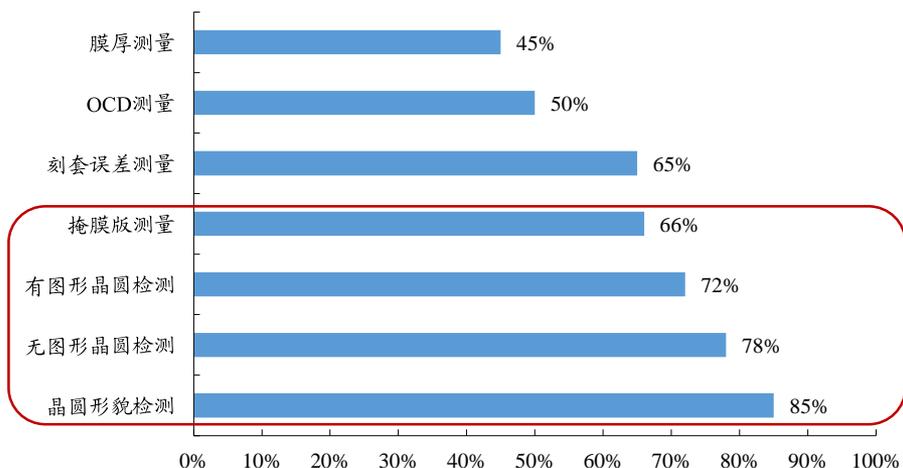
◆ 根据Gartner数据，2020年KLA占晶圆制造环节检测设备市场58%的销售份额，应用材料、日立高新则分别占比12%、5%，三家合计占比75%，市场集中度较高且被海外公司垄断，国内主要公司有上海睿励、精测电子、赛腾等，市场份额不足1%。

◆ 2018年，KLA在前道检测多数环节销售额市占率超40%。分产品看，膜厚检测设备主要供应商为KLA、Nova，OCD测量设备主要供应商为KLA、Nano，套刻误差测量设备主要供应商为KLA、ASML，形貌测量、掩模板检测、有/无图形缺陷检测等环节60%以上市场被KLA占据。国产设备商主要切入点为膜厚、OCD等环节。

图：2020年全球市场销售额CR3达75%，KLA一家独大



图表：2018年KLA各环节市占率均具显著优势

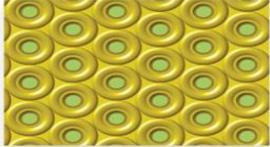
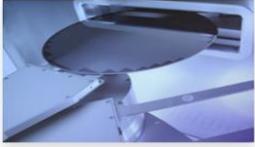


图表：国产设备商主要布局膜厚、OCD等环节

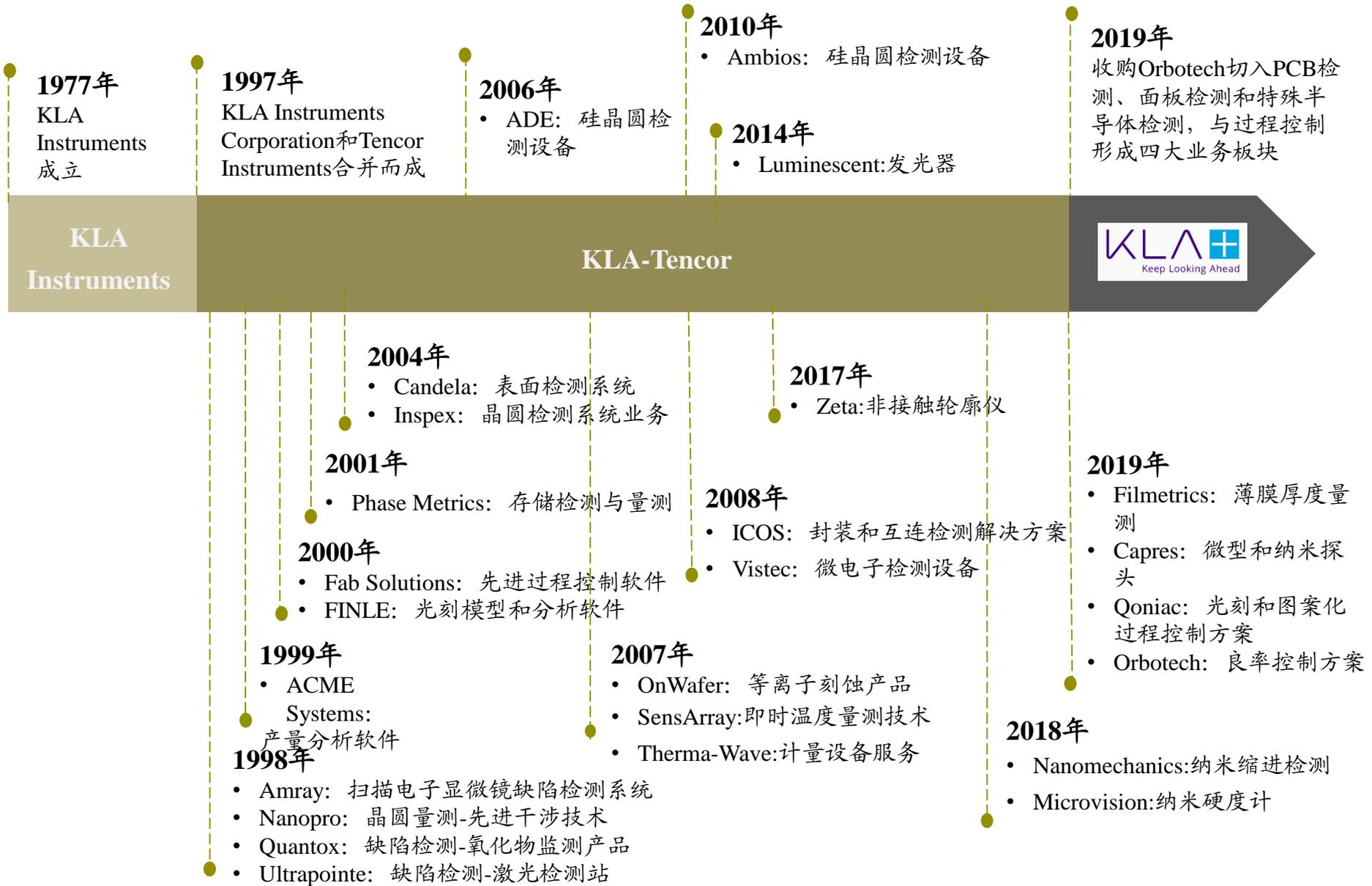
公司名称	业务领域
上海精测	膜厚度量测设备（EFILM系列） OCD测量设备（EPRPROFILE系列） 电子束检测设备（ULTRACView）
中科飞测	形貌及膜厚度量测设备（SKYVERSE-900） 表面缺陷检测设备（SPRUCE系统） 亚微米量级有图形晶圆检测（智能视觉检测系统BIRCH）
上海睿励	膜厚度量测设备（TFX3000P、TFX3200） OCD测量设备（TFX3000） 宏观缺陷检测设备（FSD系列）
赛腾股份	2019年收购日本Optima株式会社，半导体业务占比仍较小

- ◆ KLA于1977年在美国加利福尼亚州成立，由KLA公司和Tencor Instruments公司合并而成。目前为全球第5大半导体设备公司，是从事半导体及相关纳米电子产业设计、制造制程控制和良率管理解决方案的领导者。产品应用范围主要包括晶片制造、晶圆制造、光掩模制造、化合物半导体制造、互补式金属氧化物半导体(CMOS)和图像感应器制造、太阳能制造、LED制造、资料存储媒体/读写头制造、微电子器械系统制造及通用/实验室应用等。

图：KLA主要产品、应用领域及工艺展示

主要产品	应用领域	工艺展示
Surfscan®无图案晶圆缺陷检测系统	领先的逻辑和内存设计节点的 IC 制造 (包括 EUV 光刻)	
Candela® 8xxx 先进的复合半导体材料表面检测	氮化镓相关材料、GaAs 基板和外延的工艺控制，并且对生产功率器件、通信和RF 器件以及高级 LED 生产中的关键缺陷具有较高灵敏度	
eSL10™电子束	高级逻辑、DRAM 和 3D NAND 器件	
39xx 超分辨率宽光谱等离子图案晶圆缺陷检测系统	小于7nm 设计节点的逻辑及领先内存，包括EUV 光刻制程检查	
Archer™套刻量测系统	先进的存储器和逻辑器件	

KLA: 27次收购快速获得大量技术, 产品结构不断拓展



- ◆ **2016-2020年营收CAGR达18.1%:** 受下游半导体行业需求影响, 公司营业收入和净利润波动较大。2016年以来公司营收维持高增速, 2020年营收58.06亿美元, 同比+27.09%, 2016-2020年CAGR达18.1%; 2020年净利润12.17亿美元, 同比+3.5%。
- ◆ **公司高毛利率稳步上升:** 20世纪80年代以来, 公司毛利率稳步上升, 自2016年一直稳定在60%以上, 2020年达60.75%; 净利率自2012年以来均维持在20%左右, 2020年为20.95%。

图: 2020年实现营收58.06亿美元, 同比+27.09%

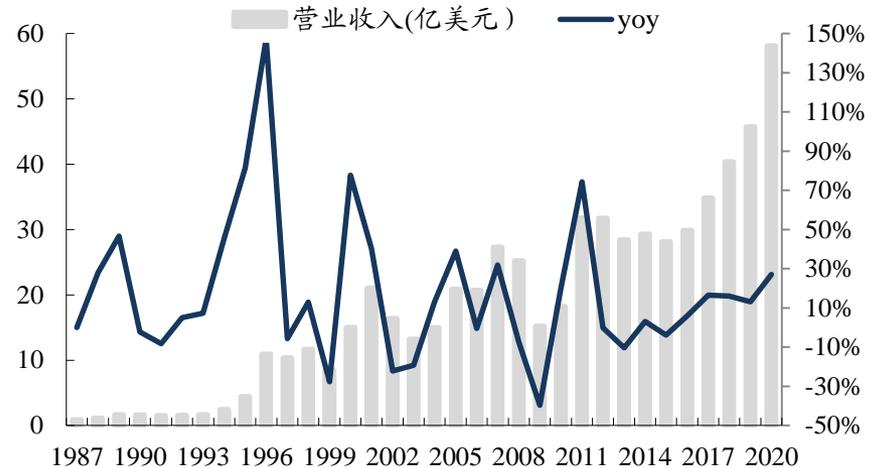


图: 2020年毛利率为60.75%, 净利率为20.95%

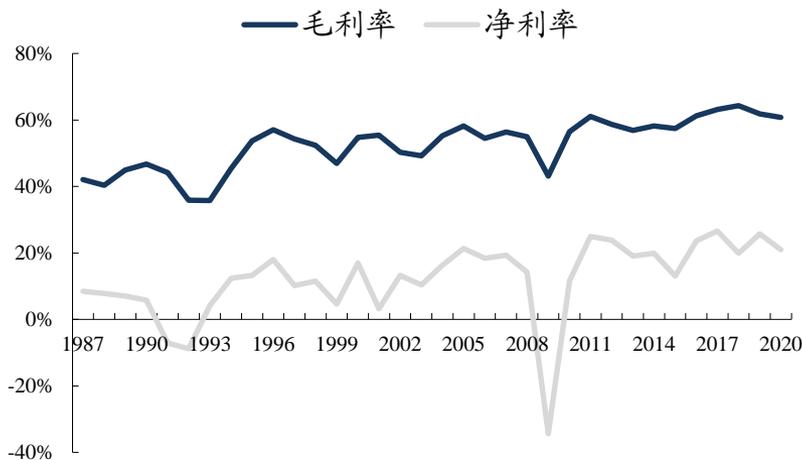


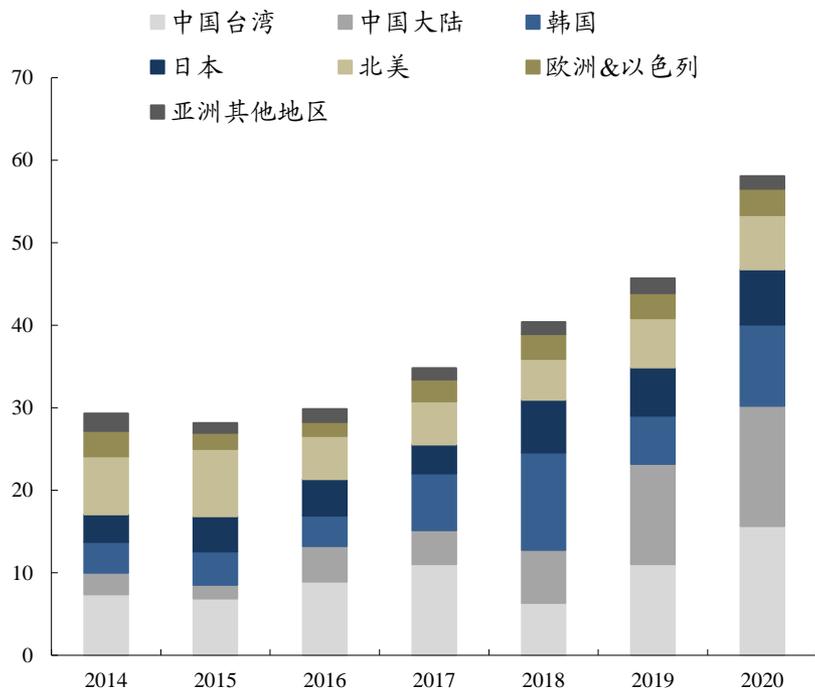
图: 2020年实现净利润12.17亿美元, 同比+3.5%



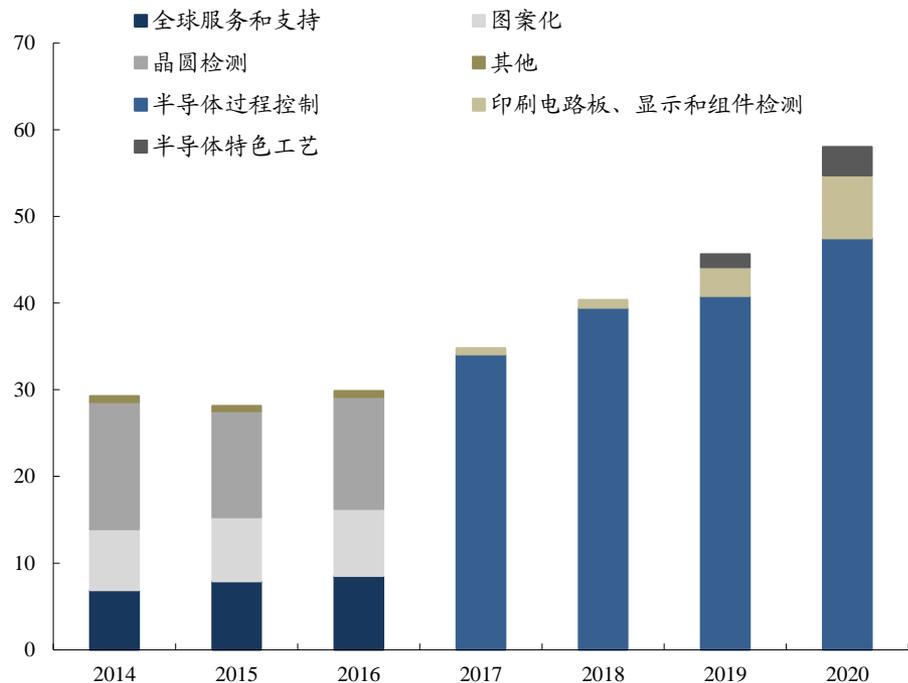
KLA: 过程控制收入占比超80%，来自中国收入约50%

- ◆ 从产品结构来看，KLA超80%的收入来自过程控制：2020年公司过程控制收入47.45亿美元，占总营收比重为81.72%；印刷电路板、显示和组件检测7.27亿美元，占比12.52%；特色工艺3.3亿美元，占比5.67%。
- ◆ 从地区来看，来自中国台湾和中国大陆的收入超一半：2020年来自中国台湾收入为15.67亿美元，占总营收比重为26.98%；来自中国大陆收入为14.58亿美元，占比25.1%，二者合计占比超过50%；来自韩国收入为9.82亿美元，占比为16.91%；来自日本收入为6.7亿美元，占比11.54%。来自东亚的收入占比超过80%。

图：2020年来自中国台湾和大陆的收入占比约50%
(单位：亿美元)



图：2020年过程控制收入占比81.72% (单位：亿美元)



- ◆ **持续高研发投入:** 公司自2012年研发投入占比维持在15%左右, 多年技术研发沉淀巩固公司龙头地位。
- ◆ **与客户共同研发:** 作为龙头有更多的客户资源和客户端数据来进行不断反馈和修正, 通过客户共同研发能否尽早发现先进工艺中可能存在的工艺缺陷, 形成正循环。
- ◆ **产品更新速度快:** 从产品的迭代更新来看, KLA平均每年向市场新推出的新产品数量高达5-8件, 并且能够领先竞争对手2代以上, 2倍速的研发水平使得公司在最为前沿的市场领域少有竞争对手。

图: 自2012年以来公司研发收入占比维持在15%且投入金额远高于同行公司 (单位: 亿美元)

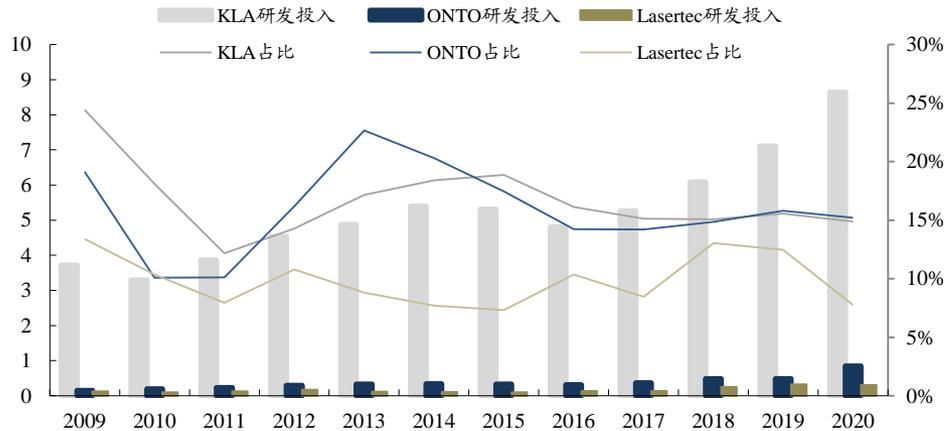


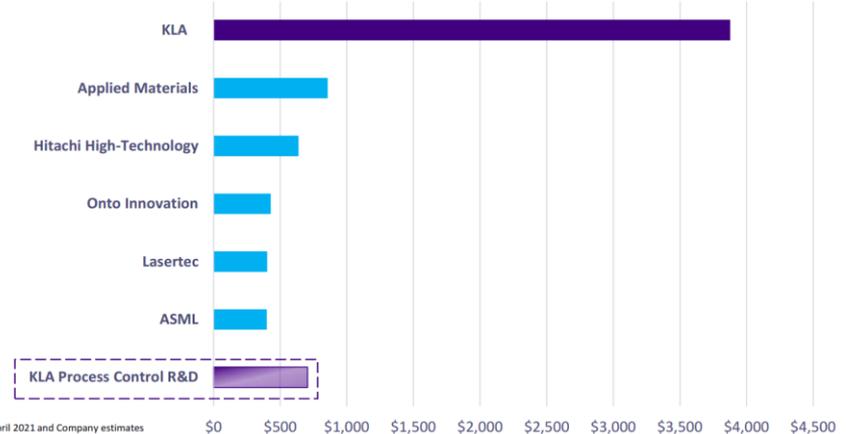
图: 与客户共同研发形成正向循环

Large and Diversified Customer Base



图: 20年KLA研发投入金额高于绝大多数同行全年在半导体检测领域的收入

2020 GARTNER PROCESS CONTROL SYSTEMS REVENUE ESTIMATES (\$M)



source: Gartner April 2021 and Company estimates

目录



1 晶圆制造环节：晶圆制造环节检测设备繁多，KLA 份额一家独大

2 封测环节：泰瑞达、爱德万检测设备双龙头，模/混和SoC领域实现国产突破

3 检测设备核心标的：主要聚集在封测环节，大规模国产化仍需时间沉淀

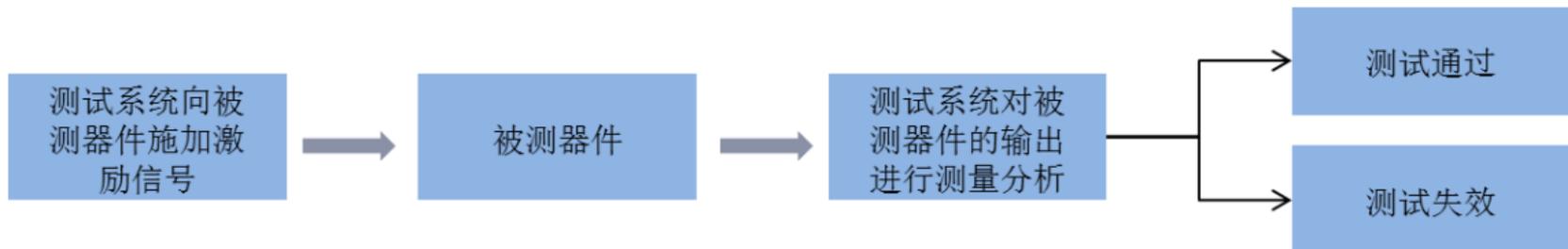
4 投资建议

5 风险提示

以封测为界分为晶圆检测（CP）和成品测试（FT）

- ◆ 以封测为界，检测包括晶圆检测（CP, Circuit Probing）和成品测试（FT, Final Test）：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。无论是晶圆检测或是成品检测，要测试芯片的各项功能指标均须完成两个步骤：一是将芯片的引脚与测试机的功能模块连接起来，二是通过测试机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。
- ◆ 随着集成电路技术不断发展，芯片线宽尺寸不断减小，制造工序逐渐复杂，对集成电路测试设备要求愈加提高，集成电路测试设备的制造需要综合运用计算机、自动化、通信、电子和微电子等学科技术，具有技术含量高、设备价值高等特点。

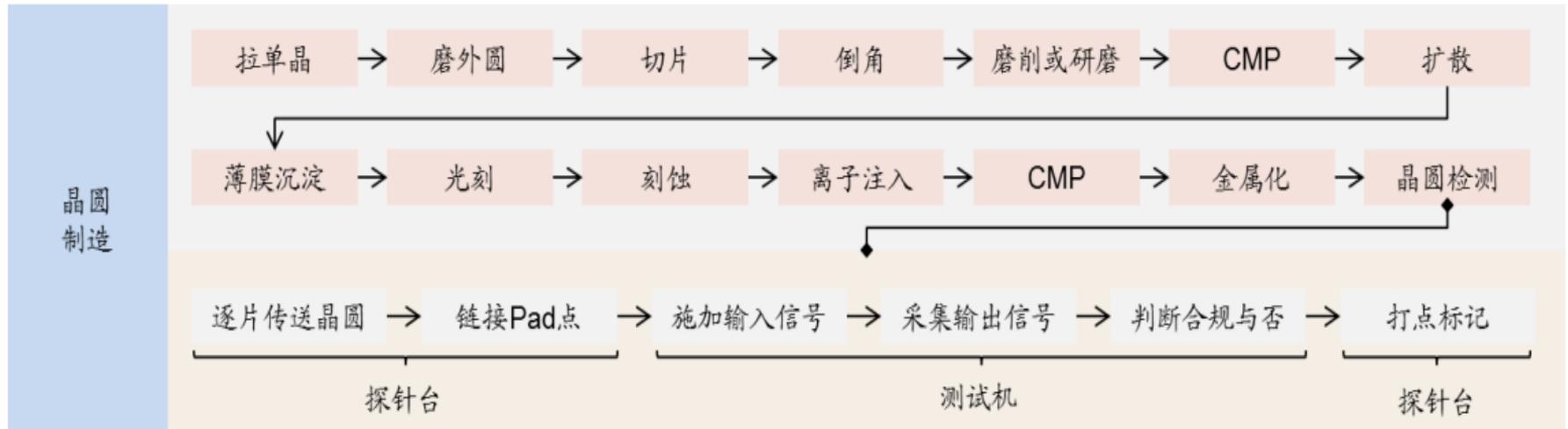
图：集成电路检测原理



晶圆检测（CP）发生于晶圆完成后、进行封装前

- ◆ **晶圆检测（Circuit Probing, CP）**：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。
- ◆ **流程**：（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）ATE 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。
- ◆ **作用**：该环节的目的是确保在芯片封装前，尽可能地把无效芯片筛选出来以节约封装费用。
- ◆ **所需设备**：探针台、ATE 测试机

图：晶圆检测在晶圆完成后、进行封装前利用探针台和测试机进行功能和电参数测试



ATE测试机为晶圆检测和成品测试的核心设备

- ◆ 晶圆测试和成品检测主要用到自动化测试系统（Automatic Test Equipment, ATE，又称为测试机）、分选机和探针台三种设备，其中ATE测试机是检测设备中最重要的设备类型，价值量占比约为63%：根据 SEMI，2018 年国内ATE测试机、分选机和探针台市占率分别为 63.1%、17.4%和 15.2%，其它设备占 4.3%。
- ◆ ATE测试机的检测内容主要为功能和电参数检测：ATE测试机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。

表：ATE测试机、分选机、探针台设备对比

	测试环节	测试对象	主要技术壁垒	下游厂商
ATE测试机	晶圆制造、封装测试	测试电压、电流、时间、温度、电阻、电容、频率、脉宽、占空比等	集成电路参数项目越来越多，精度越来越高，响应速度越来越快，并且具备通用化软件开发平台，结合大数据应用	封测厂、Fabless厂、晶圆厂
分选机	封装测试	将检测的集成电路逐个自动传至测试工位，被测试集成电路进行标记、分选、收料或编带	对自动化高速重复定位控制能力和测压精度要求较高，达到0.01mm，设备要求稳定性强，具备快速切换能力，抗干扰能力强	封测厂、Fabless厂、晶圆厂
探针台	晶圆制造	对测试台测试的芯片打点标记，形成map图	精度要求严苛（0.001mm）级别，对设备稳定性要求极高，需要具备视觉精密控制测量和定位系统，对系统算法提出很高要求，工作环节必须洁净度极高	封测厂、Fabless厂、晶圆厂

- ◆ **衡量ATE测试机技术先进性的关键指标：**主要包括测试功能模块、测试精度、响应速度、应用程序定制化和测试数据存储、采集和分析等，其技术核心在于功能集成、精度、速度与可延展性。
- ◆ **功能集成：**芯片集成度不断提升，测试机所需测试的范围也不断扩大，能够覆盖更大范围的测试机更受客户青睐；
- ◆ **测试精度：**ATE测试机精度影响对不符合要求产品的判断，重要指标包括测试电流、电压、电容、时间量；
- ◆ **响应速度：**下游客户为提高出货速度对测试时间要求越来越高，响应速度快的设备；
- ◆ **可延展性：**ATE测试机价格投入较高，可灵活增加测试功能、提升通道数和工位数的设备能够极大地降低客户成本。

表：衡量ATE测试机技术先进性的关键指标

序号	核心技术指标	具体介绍
1	测试功能模块	功能模块的测试覆盖范围越大，越具有先进性
2	测试精度	测试电压、电流等参数的精度越高，越具有先进性
3	响应速度	响应/建立速度越快，测试效率越高，并行测试通道越多，越具有先进性
4	应用程序定制化	应用程序开发平台越通用化，以便适应不同产品的定制化测试需求，越具有先进性
5	平台可延展性	平台越具有延展性，以便更有效地增加测试功能，提升通道数和工位数，越具有先进性
6	测试数据存储、采集和分析	对芯片的状态、参数监控、生产质量等数据越能更好地存储、采集和分析，以促进客户进一步优化生产，越具有先进性

- ◆ **ATE细分领域多元，市场需求存在差异：**不同类型芯片的测试需求的侧重点不同，ATE根据下游应用可细分为存储器、SoC、模拟/混合类和功率测试机等；全球ATE市场以存储器和SoC测试为主，国内模拟/混合测试、数字测试等领域仍存较大市场空间。
- ◆ **(1) 模拟/混合类测试机：**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、高精度模拟器件、数据转换器、汽车电子及分立器件等。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/混合类测试机技术难度整体不高，代表企业为国外泰瑞达、国内华峰测控、长川科技和上海宏测。

表：模拟/混合类测试机测试对象、技术参数及主要玩家

测试机分类	测试对象	单芯片引脚数	主要参数	技术难点和特点	代表性企业
功率测试机	MOS管、二极管、三极管、IGBT元件等	10个引脚以内	速度5-10MHz 向量深度8-16MV 调试工具1-3种 协议1-2种	除IGBT等大电压、大电流的测试机相对有一定难度外，普通分立器件测试对测试软件、算法和工具几乎无特别要求	泰瑞达（ETS和Flex系列） 华峰测控（STS8200） 长川科技（CT系列） 上海宏测（MTS737）
模拟测试机	放大器、电源芯片等	几个至几十个引脚	并测几十到几百引脚	对测试软件、算法和工具要求不高	
数模混合测试机	低端AD/DA芯片等			对电压和电流的量测较多，只需基本的少量数字通道和矢量，对速度、向量深度、算法等要求不高	

◆ (2) 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数字和模拟芯片，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。目前市场上代表企业为泰瑞达、爱德万和华峰测控。

表：SoC测试机测试对象、技术参数及主要玩家

测试机分类	测试对象	单芯片引脚数	主要参数	技术难点和特点	代表性企业
SoC测试机	CPU、GPU、ASIC、DSP、MCU、CIS、显示驱动芯片、高端AD/DA芯片、射频芯片等	几十至上千个引脚	速度100MHz-1.6GHz 向量深度256-512MV 调试工具5-10种 协议100余种 并测几百到几千引脚	SoC芯片总体测试要求非常高，对测试板卡速度、精度、向量深度、种类、测试方法和算法、调试工具、软件等要求非常高，因而其硬件系统和软件系统的复杂度和技术要求极高，需要持续研发以适应不断迭代的高端芯片和新的技术标准协议。	泰瑞达（UltraFlex和J750系列） 爱德万（V93000系列） 华峰测控（STS8300）

图：SoC测试机主要面向领域



- ◆ **（3）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代表性企业为爱德万。

表：存储测试机测试对象、技术参数及主要玩家

测试机分类	测试对象	单芯片引脚数	主要参数	技术难点和特点	代表性企业
存储测试机	DRAM、NAND Flash等存储芯片	几百个引脚	速度200MHz-6GHz 向量深度256-512MV 调试工具2-3种 协议2-3种 并测数万个引脚	DRAM、NAND测试对测试机要求很高，系统、软件、算法、调试工具系统庞大复杂，对新的DRAM标准持续支持带来的研发投入大，技术难度大，同测数量要求可达1024DUT。	爱德万（T5系列）

图：爱德万T5系列概览

T5503HS2



T5511



T5830/T5830ES



T5833/T5833ES

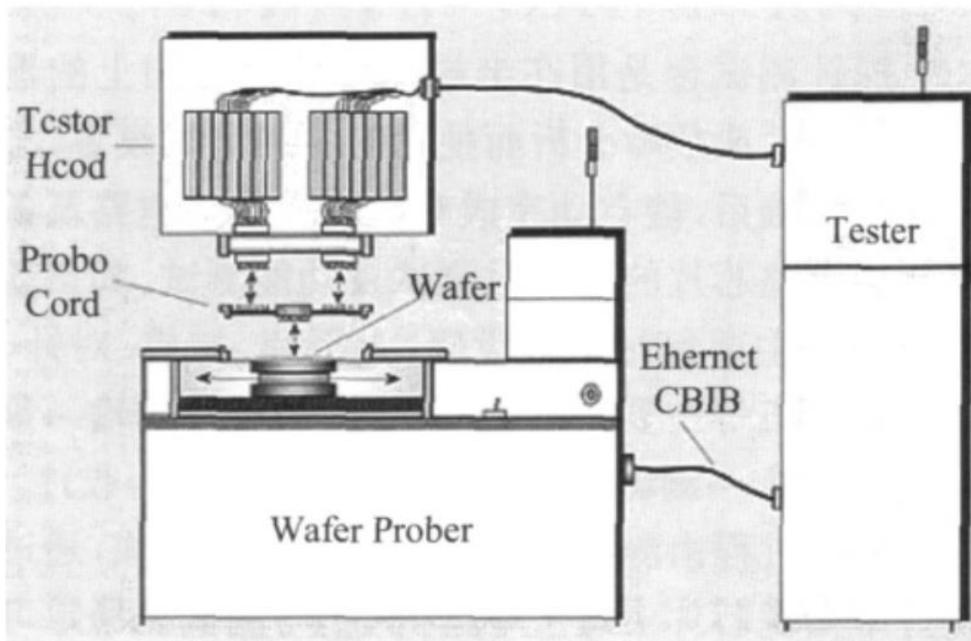


T5851/T5851ES

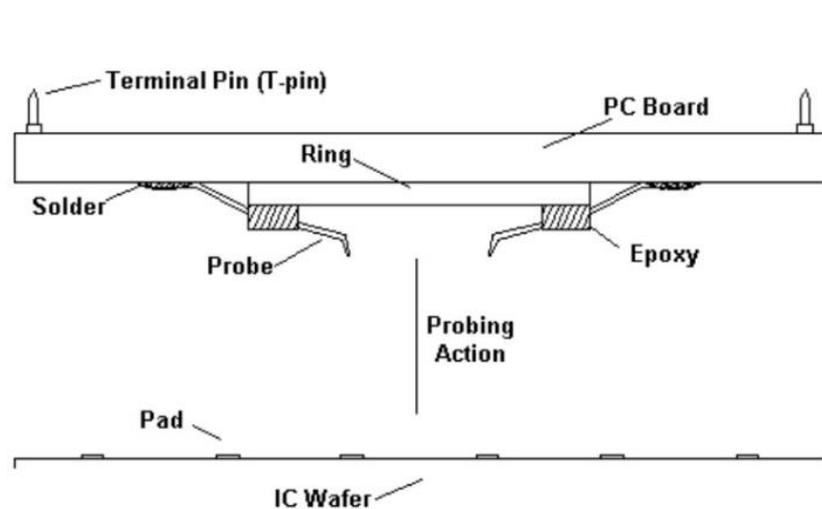


- ◆ 探针台（Prober）主要承担输送定位任务，使晶圆依次与探针接触完成测试，提供晶圆自动上下片、找中心、对准、定位及按照设路的步距移动晶圆以使探针卡上的探针能对准硅片相应位置进行测试，按不同功能可以分为高温探针台、低温探针台、RF 探针台、LCD 探针台等。
- ◆ 探针卡为ATE测试机与晶圆 Pad 信号交互的关键部件：晶圆测试时，被测对象安置于探针台之上，然后用探针卡上的探针与芯片上的焊垫或凸块直接接触，将ATE测试机产生的信号施加于被测器件之上并将被测器件中的反馈信号传输回 ATE测试机，从而完成整个测试。探针卡可以分为悬臂式探针卡（Cantilever）、垂直式探针卡、微弹簧式探针卡和微机电式探针卡等，目前主流为悬臂式和垂直式。

图：探针台与测试机合作的工作原理



图：探针卡结构示意图



分选机主要负责芯片的测试接触和挑拣传送

- ◆ 分选机主要承担机械方面的任务，包括产品的测试接触、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，芯片引脚通过测试工位上的金手指、专用连接线与测试仪的功能模块进行连接，测试仪对芯片施加输入信号并采集输出信号，完成封装测试。测试结果通过通信接口传送给分选机，分选机据此对被测试集成电路进行标记、分选、收料或编带。集成电路产品的封装类别多样化，使得分选机设备生产商需要持续改进机械结构和精度，并提高其兼容性，以满足对不同封装尺寸和外形的需求。
- ◆ 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。

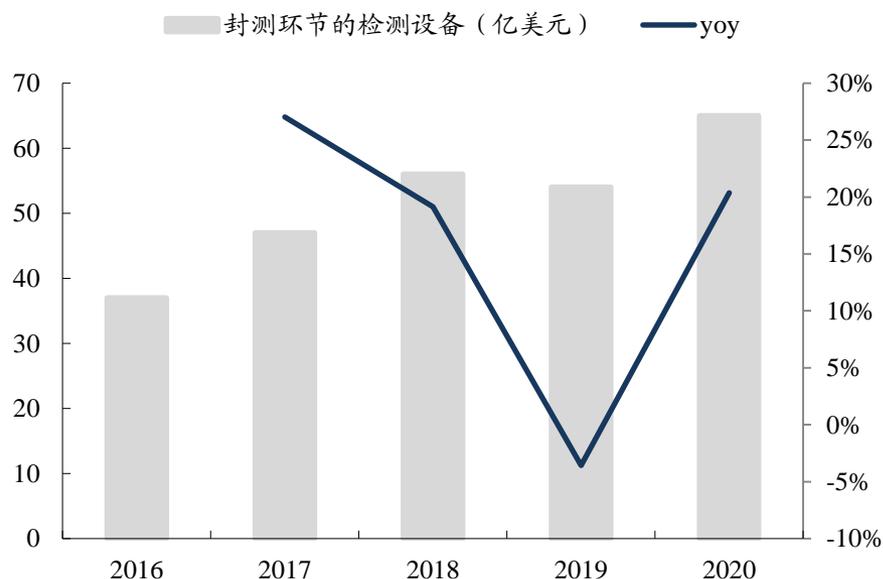
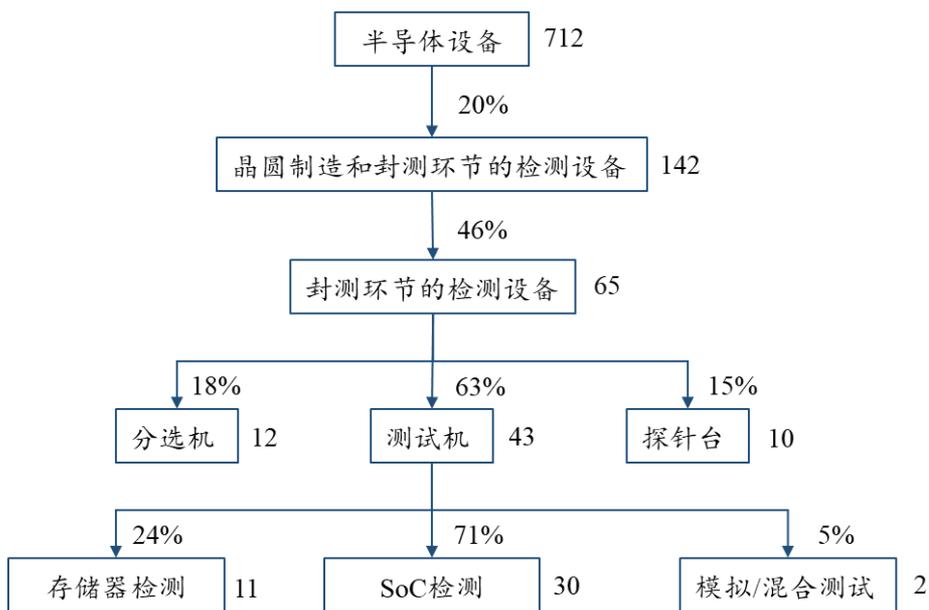
表：不同种类分选机优缺点对比

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	结构简单、可靠性高；适用于重量较重、体积较大的产品
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

2020年全球封测环节的检测设备市场规模约为65亿美元

- ◆ **2020年全球晶圆制造和封测环节的检测设备市场规模为142亿美元：**根据SEMI数据，在全球半导体设备市场中，工艺过程控制、CP测试、FT测试等晶圆制造和封测环节的检测设备占整个半导体设备市场空间的15%-20%。根据SEMI数据，以2020年全球712亿美元的半导体设备销售额、占比20%测算，2020年全球晶圆制造和封测环节的检测设备市场规模为142亿美元。
- ◆ **2020年封测环节的检测设备市场规模为65亿美元：**根据KLA、Gartner的数据，在半导体检测设备的价值量分布中，封测环节的检测设备占比约为46%，则占半导体设备销售额约为9.2%，由此得出2020年全球封测环节的检测设备市场规模为65亿美元，同比+20%。

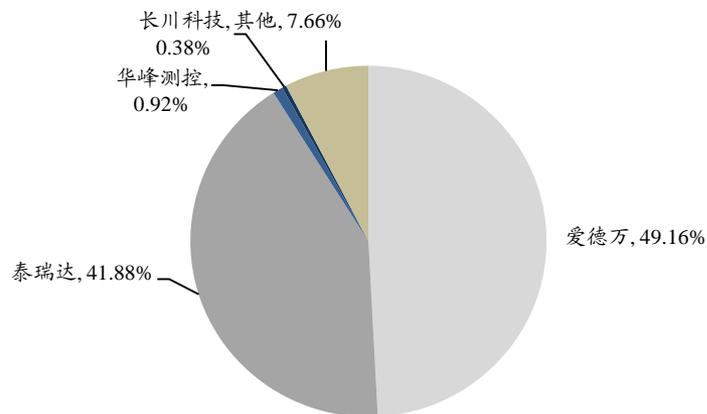
图：封测环节的检测设备价值量分布（单位：亿美元） 图：封测环节检测设备市场规模（单位：亿美元）



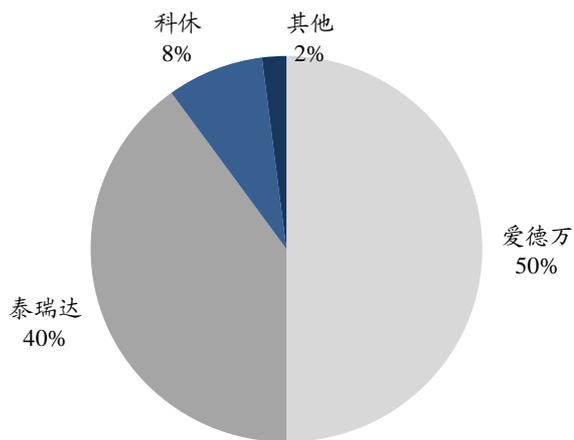
◆ 全球半导体封测环节的设备市场主要由爱德万及泰瑞达占据：根据前瞻产业研究院披露的数据，2019年爱德万销售额市占率最高为50%，泰瑞达次之为40%，科休占比8%，CR3达98%。

◆ ATE测试机市场国产厂商占比较少：泰瑞达、爱德万为ATE测试机双龙头，2019年二者合计销售额市占率约90%。国内半导体ATE测试机市场中，爱德万、泰瑞达和科休占据了近91.2%的市场销售额，中国本土公司占比较少，国内厂商华峰测控占比6.1%，长川科技占比2.4%。

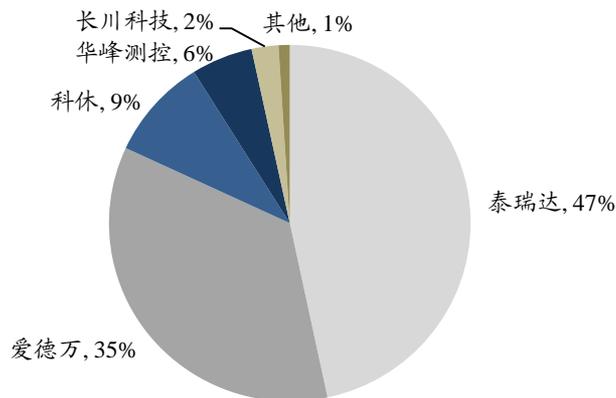
图：2019年全球半导体测试机销售额竞争格局



图：2019年全球半导体封测环节检测设备销售额竞争格局



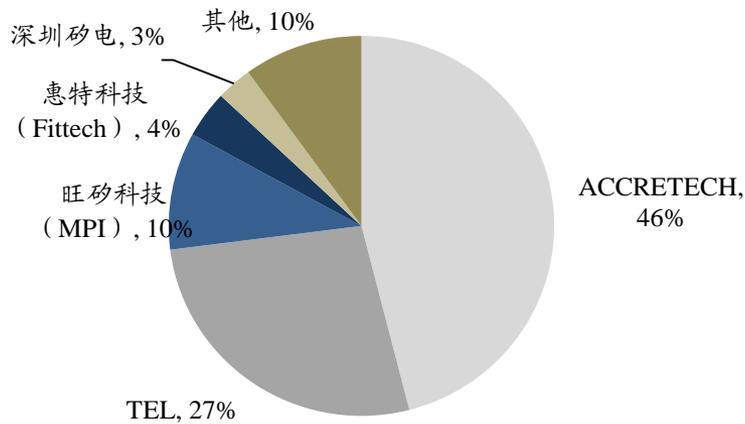
图：2019年国内半导体测试机销售额竞争格局



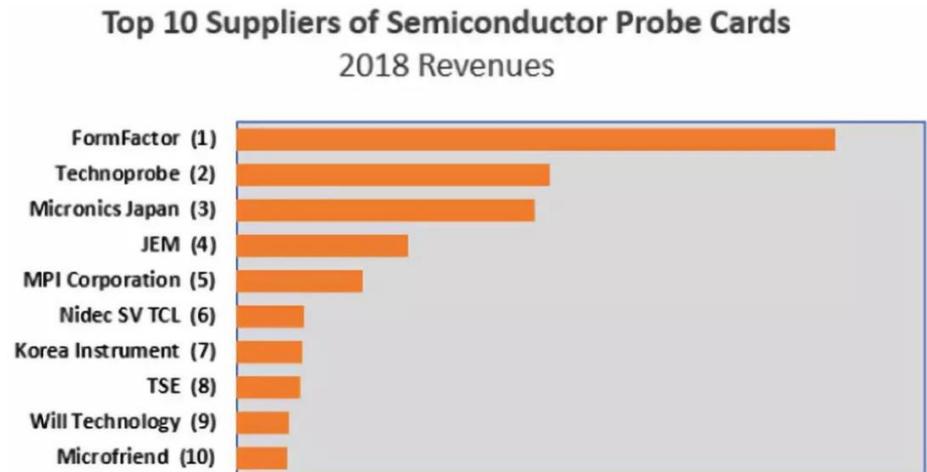
探针台和探针卡市场集中度高，均呈现高集中格局

- ◆ **探针台龙头为东京精密、东京电子：**探针台设备主要由国外厂商主导，行业竞争格局较为集中。2019年东京精密（Accretech）、东京电子（Tokyo Electron）两家公司销售额占据全球73%的市场份额。其次为中国台湾企业，如惠特科技（Fittech）、旺矽科技（MPI）等也占有较大的市场份额。
- ◆ **FormFactor为探针卡龙头，技术壁垒高：**探针卡既有玩家的市场份额较稳定，本土化配套需求强，目前全球排名靠前的探针卡企业均位于美日韩台等国家和地区，依托当地半导体产业的发展而得以壮大。根据VLSI数据，2020年前十名探针卡供应商FormFactor为探针卡龙头企业，凭借其在交货时间、价格、探针卡寿命、探针尖端接触精度、探针卡速度和频率、平行接触的芯片数量、探针头数量等方面的相对优势，FormFactor在高级探针卡市场，用于密集焊盘的芯片并行测试探针卡以及用于高达毫米波频率的无线射频设备的高信号完整性测试方面具有优势。

图：2019年全球半导体探针台销售额竞争格局

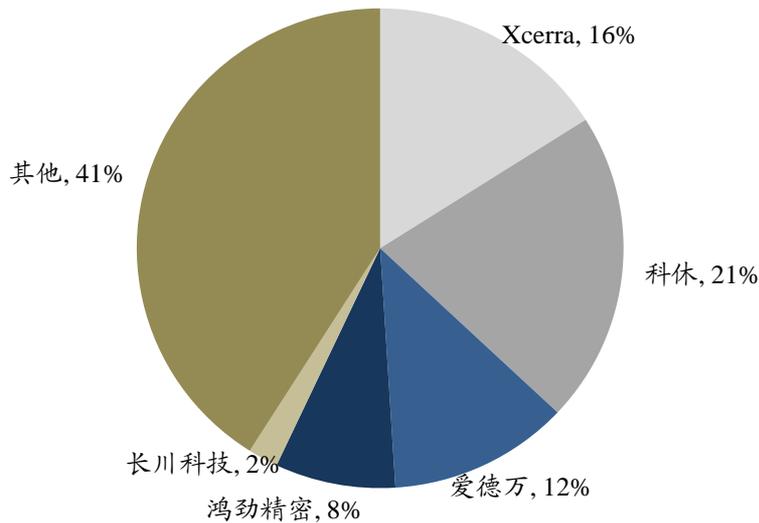


图：2018年全球前十探针卡公司营业收入排序



- ◆ 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、鸿劲精密以及长川科技，根据 VLSI Research 及 SEMI，2018年科休销售额市占率最高为 21%，Xcerra（已被科休收购）占比 16%，国内企业长川科技占比 2%。
- ◆ 科休通过收购丰富分选机产品线：其在2008年和2013年分别收购Rasco（主要业务为重力式分选机和平移式分选机）和ISMeca（主营业务为转塔式分选机），丰富了其在分选机领域全系列产品线；2017年Cohu分选机全球市场销售额占有率21.5%；2018年5月Cohu收购全球第二大分选机企业科利登（Xcerra，主要业务为测试机和分选机），进一步将其分选机的全球市场销售额占有率提升至38.5%的同时，填补了其在测试机领域空白。

图：2018年全球半导体分选机销售额竞争格局



图：科休重力分选机



国内外测试设备厂商产品结构差异较大

◆ 国内外测试设备制造商在确定其技术路线和产品结构时均有所侧重：从ATE来看，国外龙头企业产品线齐全，SoC测试机、存储测试机、模/混测试机均有所布局，国内厂商以模/混测试机为主。

图：国内外测试设备厂商产品对比（截至2021.7）

	ATE			分选机			探针台
	SoC测试机	存储器测试机	模拟/混合测试机	重力式分选机	转塔式分选机	平移拾取和放置式分选机	
爱德万	T2000/V93000	T5500/T5800	T7912		M4841、M4872、M4171、M6242		
泰瑞达	UltraFLEX	Magnum/Ultra FLEX-M	Eagle				
科休	X-Series/Diamond			Rasco SO1000、Rasco SO2000、MT9928	Delta Eclipse XT、Delta Eclipse XTA、Delta MATRiX、MT9510 XP/x16、Solstice	MATRiX、MT9510 XP/x16、Solstice	
东京精密							UF3000EX、UF2000、FP3000等
东京电子							Precio XL、Precio nano、Precio octo、Precio
华峰测控	STS8300		STS8200/8250 STS8200扩充				
长川科技			CTA系列 CTT系列	C1、C3Q、C8/8H系列		C6、C6100、C6800C等	CP12
武汉精鸿		JH5320					
佛山联动			QT-8000 QT-4000				
深圳矽电							PT-920、PT-912S、PT-912A

国产ATE测试机的部分技术指标可达国际一流水平

◆ 国产模拟及混合信号ATE测试机在测试功能模块、测试精度、响应速度等部分核心技术指标上可达国际一流水平。

图：国内外ATE测试机企业主要技术指标对比

关键技术指标	具体指标	华峰测控 STS 8200 系列	华峰测控 STS 8250/8300	泰瑞达 ETS 系列	长川科技 CTA 系列
1. 测试功能模块	高精度浮动电压表	±100V 18bit/1Msps和 12bit/10Msps每通道	±100V 18bit/1Msps和 12bit/10Msps每通道	±200V 16bit/200Ksps和 12bit/10Msps每通道	未披露
	通用小功率浮动V/I源	±40V/±1A	±40V/±1A	±30V/±0.2A	±50V/±1A
	通用中功率浮动V/I源	±100V/±10A	±100V/±10A	±100V/±12A	±50V/±10A
	通用大功率浮动V/I源	无	±100V/±100A	±100V/±100A	未披露
	通用高压V/I源	±2000V/±10mA	±1000V/±10mA	±500V/±50mA	±1000V/±20mA
2. 测试精度	微小电容测试精度	<1pF	<1pF	<1pF	<1pF
	微小电流测试精度	<1nA	<1nA	<1nA	未披露
	精密低失调运算 放大器失调电压测试精 度	<10μV	<10μV	<10μV	未披露
	精密低失调运算 放大器失调电流测试精 度	<10pA	<10pA	<10pA	未披露
	3. 响应速度	V/I源稳定时间	<100us	<100us	<100us
4. 应用程序定制化	软件开放性	开放架构，支持C/C++语言编程，及图形化的菜单式编程	开放架构，支持C/C++语言编程，及图形化的菜单式编程	开放架构，支持C/C++语言编程，及图形化的菜单式编程	开放架构，支持C/C++语言编程，及图形化的菜单式编程
5. 平台可延展性	平台化程度	同一技术平台，可测试模拟器件及分立器件	同一技术平台，可测试模拟器件、分立器件和混合器件	ETS200/ETS300/ETS200T/ETS364/ETS88不同的型号应对不同的测试需求	CTA8280F/CTA8200/CTA8290D/CTA3280不同的型号应对不同的测试需求
6. 测试数据存储、采集和分析	测试数据存储	自动保存测试数据，数据格式支持ACCESS/EXCEL/CSV/STDF/TXT，并可定制专用数据格式	自动保存测试数据，数据格式支持ACCESS/EXCEL/CSV/S TDF/TXT，并可定制专用数据格式	自动保存测试数据，支持多种数据格式	自动保存测试数据，支持多种数据格式
	测试数据采集和分析	自带数据分析软件工具，可进行数据分析，统计，同时具备标准接口，可实现与第三方数据分析软件对接	自带数据分析软件工具，可进行数据分析，统计，同时具备标准接口，可实现与第三方数据分析软件对接	未披露	未披露

未来随着国内产业链成熟，SoC检测设备空间较大

- ◆ 从细分市场来看，模拟/混合测试机市场国产厂商已实现突破：根据赛迪顾问数据，2018年中国半导体ATE测试机市场规模为36.0亿人民币，其中泰瑞达和爱德万中国销售收入分别约为16.8亿人民币和12.7亿人民币，分别占据46.7%、35.3%；华峰测控产品以模拟及混合信号类测试系统为主，与长川科技2018年测试机销售收入分别约为2.2亿人民币和0.86亿人民币，分别占中国集成电路测试机市场份额的6.1%和2.4%。
- ◆ 未来随着国内产业链日益成熟，国产ATE测试机企业向SoC测试机进军，市场空间较大：SoC测试机技术难度高、价值量大，目前该系列产品在海外IDM客户中已较为普遍，而中国大陆和中国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。根据我们的测算，2022年模/混测试机市场空间约为2亿美元，而SoC测试机为32亿美元，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：2016-2022E全球半导体封测环节的检测设备及细分领域市场空间（单位：亿美元）

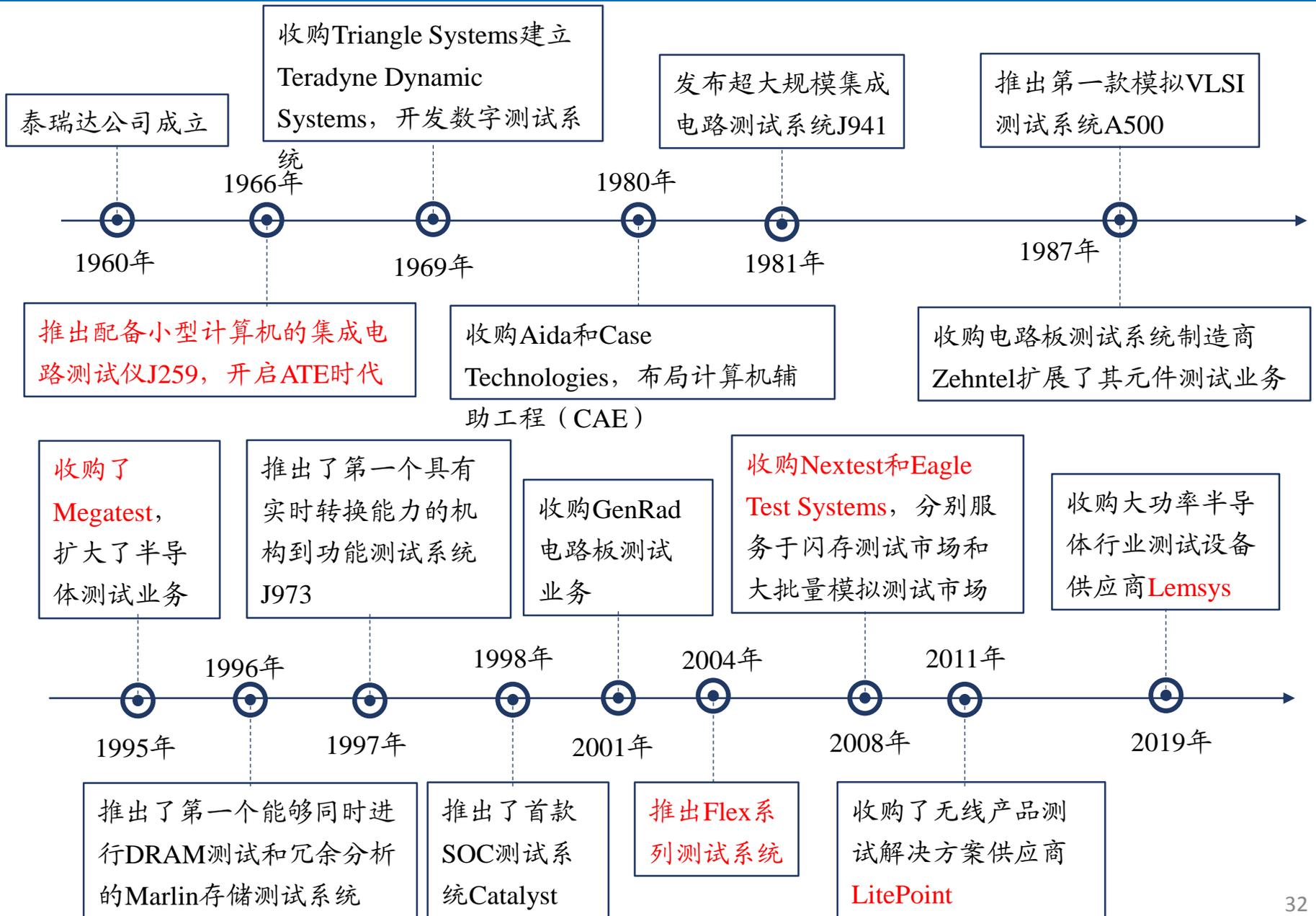
	2016A	2017A	2018A	2019A	2020A	2021E	2022E	
全球半导体设备销售额	412.30	566.20	645.30	597.60	711.80	718.00	762.00	
全球半导体晶圆制造和封测环节的检测设备销售额	82.46	113.24	129.06	119.52	142.36	143.60	152.40	
封测环节的检测设备销售额	37.93	52.09	59.37	54.98	65.49	66.06	70.10	
ATE测试机	SoC	17.07	23.44	26.72	24.74	29.47	29.73	31.55
	存储	5.69	7.81	8.91	8.25	9.82	9.91	10.52
	模拟/混合	1.14	1.56	1.78	1.65	1.96	1.98	2.10
分选机	6.83	9.38	10.69	9.90	11.79	11.89	12.62	
探针台	5.69	7.81	8.91	8.25	9.82	9.91	10.52	
其它	1.52	2.08	2.37	2.20	2.62	2.64	2.80	

泰瑞达：“大而稳定”的半导体检测设备龙头

◆ 泰瑞达 (Teradyne) 目前是全球最大的半导体测试设备公司，总部位于美国马萨诸塞州，于 1960 年成立。泰瑞达已经在行业内深耕半个多世纪，主要产品包括半导体测试系统、国防/航空存储测试系统、无线测试系统等，其中半导体测试系统涵盖模拟、电源管理、混合信号和存储等多个方向。过去曾为美国军方提供服务，其技术特点为“大而稳定”。

产品分类	产品型号	产品图示	产品优势	应用领域
数字和混合信号	Ultraflex		1.卓越的灵活性、吞吐量和可扩展性; 2.最大测试质量和产量:UltraFLEX的性能使集成电路生产商能够满足“零”缺陷率和最大设备缺陷率这两个相互矛盾的目标; 3.更快的生产时间:IG-XL软件通过转换测试程序开发,加快了上市时间,降低了测试成本。	移动应用处理器、数字基带处理器、高数据速率射频收发器、射频连接设备、毫米波5克移动电源管理IC (PMIC)、微处理器、网络处理器等
	J750Ex-HD		1.最低测试成本: J750Ex HD系列通过更高的吞吐量和更多的站点数量,将测试成本降低了25-50%; 2.最快的盈利时间:IG-XL软件系统与竞争对手的ATE软件系统相比,使多站点测试程序的开发速度提高了30%。	MCU、FPGA、数字音频/基带设备、LCD驱动器,触摸屏传感器和触摸显示驱动器集成(TDDI)
	IP750Ex-HD		1.为高分辨率设备运行最先进的图像测试算法强大处理库; 2.高速并行数据传输,每台仪器40Gbps; 3.并行测试多达80个站点。	高通用性,可测试多种设备—VGA至超过100万像素,具有多种图像输出捕获标准功能;市场上唯一具有定制LVDS协议覆盖范围的仪器解决方案;具有强大的SoC测试能力支撑SoC图像传感器测试
存储	Magnum 2		1.可扩展平台; 2.高并行NOR/NAND闪存设备测试; 3.双组ECR: 包括硬件加速和RA处理器同时捕获和扫描减少了测试时间。	NOR Flash、NAND Flash、SRAM、DRAM、MEMS
	Magnum V		1.高性能: Magnum V的1.6Gbps超级用户模式涵盖了当今和未来的下一代超高速存储设备; 2.高度并行: 可配置多达20480个数字管脚; 3.可扩展平台: 对于每种配置,很容易在现有TIU上添加额外的测试通道。	eMMC、Toggle NAND、Legacy NAND、ONFI FLASH、MCP、eMCP、LPDDR2、LPDDR3
功率	ETS-800		ETS-800具有独特的解决方案组合,可应对复杂汽车测试的挑战。它采用多扇区技术(MST),是一种四扇区多核测试控制器设计,具有超高的并行测试效率。	汽车 ICs、电源和电池管理解决方案、高效照明和 LED 驱动器、电机控制器、通用模拟和混合信号器件

泰瑞达：自主研发+外延并购成长为市场领导者

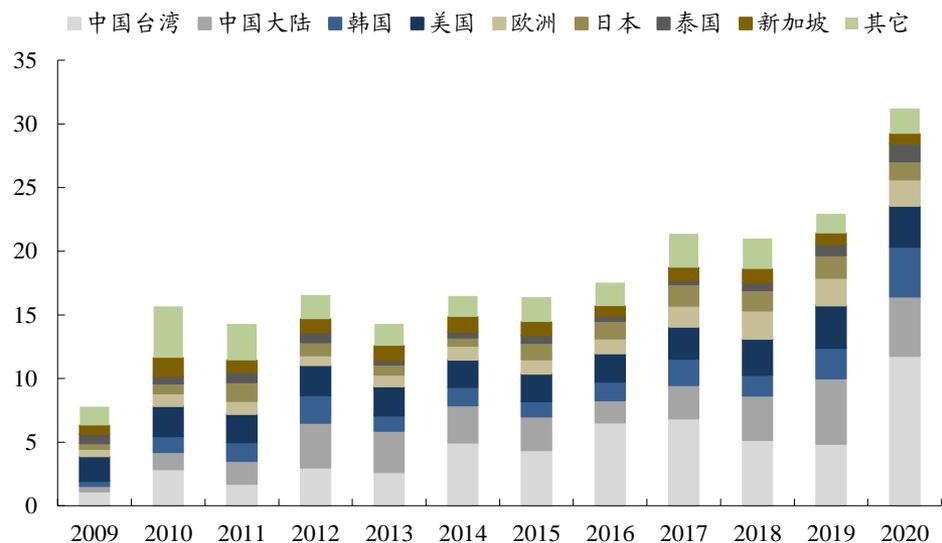


- ◆ 从产品结构来看，泰瑞达以SoC检测设备收入为主，2020年占总营业收入比重约60%：公司四大业务板块为半导体检测设备、无线检测设备、系统检测设备和工业自动化中，其中半导体检测设备为第一大业务。自2018年披露半导体检测设备的细分领域SoC检测设备和存储检测设备以来，2018-2020年SoC检测设备占总营业收入比重分别为58%、56%和60%，存储检测占总营业收入比重分别为13%、12%和12%。
- ◆ 从地区结构来看，公司收入来源主要为中国台湾、中国大陆、韩国等东亚地区：20年公司收入37%来自中国台湾，15%来自中国大陆。

图：2020年SoC检测设备收入占比约60%（单位：亿美元）

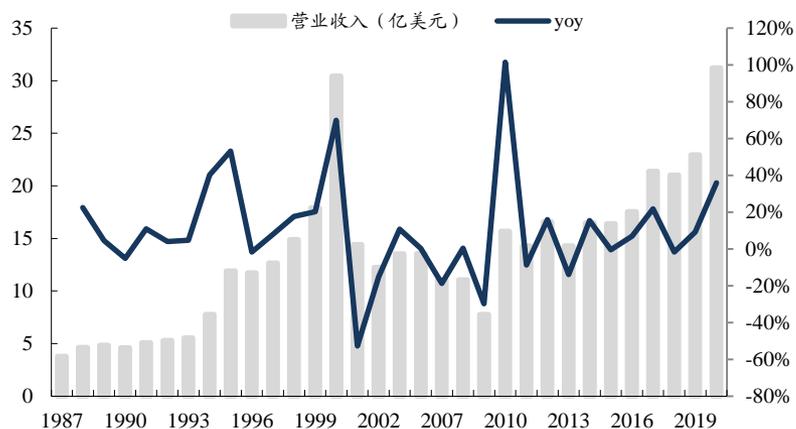


图：2020年中国台湾占比高，大陆占比逐步提升（单位：亿美元）



- ◆ 受下游半导体行业需求直接影响，泰瑞达业绩波动较大。2020年公司半导体测试业务营收占总营收比为70%，所以公司受下游半导体行业需求影响较大。公司营业收入和净利润波动较大，但自2017年以来受益于下游景气周期拉长，业绩稳步提升，2020年公司实现营收31.21亿美元，同比+36.01%；实现净利润7.84亿美元，同比+67.74%。
- ◆ 自上世纪80年代以来公司毛利率稳步提升，2020年达57.22%；净利率波动较大，20年达25.12%。

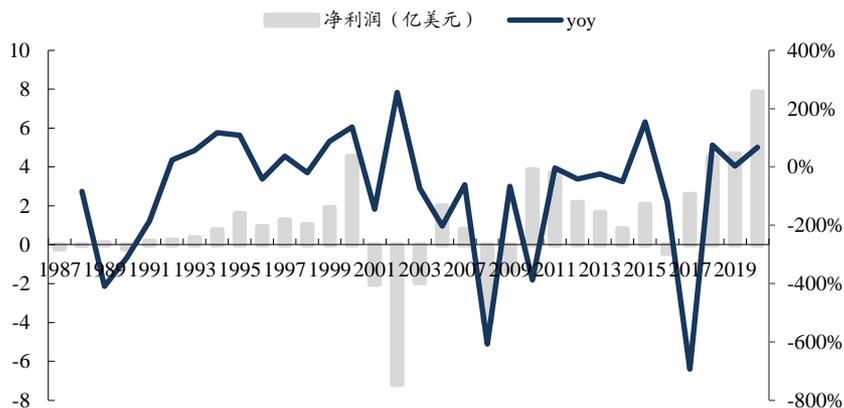
图：2020年实现营收31.21亿美元，同比+36.01%



图：毛利率稳步提升，净利率波动较大



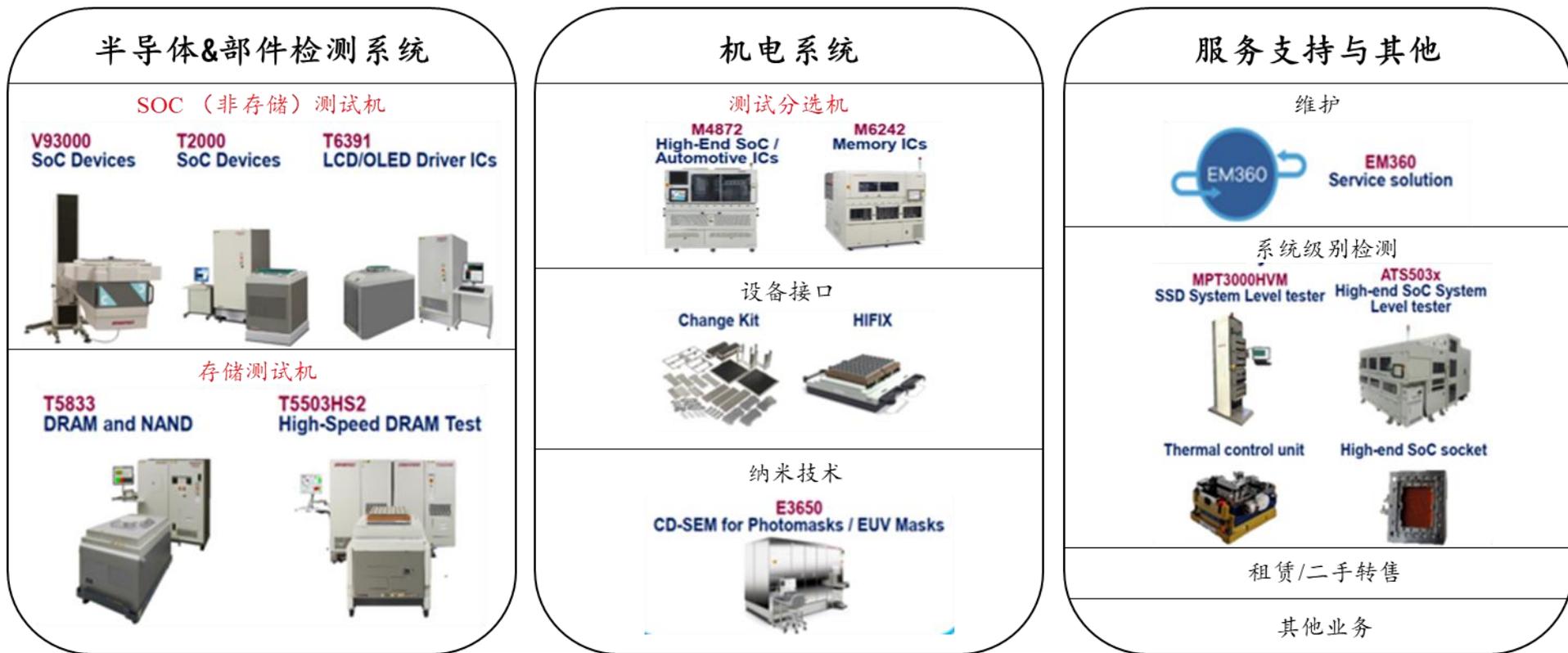
图：2020年实现净利润7.84亿美元，同比+67.74%



爱德万：“细致精巧”的半导体测试设备龙头

- ◆ 爱德万（Advantest）是日本的半导体检测设备供应商，1954年成立于东京，主要从事大规模集成电路自动测试设备及电子测量仪器的研发、制造、销售和服务。业务涵盖 SoC 测试系统、存储器测试系统、分选机等领域以及其他新兴业务与服务领域，在 SoC 测试设备市场，其市场占有率仅次于泰瑞达，位居全球第二。其产品多偏应用端，技术特点为“细致精巧”。

图：爱德万主要产品，覆盖存储/非存储测试机和分选机



爱德万：由仪器仪表起家逐步成长为半导体检测设备龙头

1954-1980年
电子计数器起家1981-2000年
受益半导体产业发展2001-2016年
开展外延并购2017年-至今
发展步入新阶段

1957年

公司最初的业务是电子计数器，TR-124B数字测频电子计数器为热门产品

1963年

推出日本第一台数字电压表



1954年

武田一夫创立武田理研工业株式会社（爱德万前身）

1972年

推出了日本制造的第一套半导体测试系统T-320/20和T-320/30。

1979年

推出了测试频率为100MHz的超大规模集成电路（VLSI）测试系统。

1982年

成立美国子公司，开展国际化布局

1985年

更名为Advantest，并首次在半导体测试设备市场中取得第一的份额。

1995年

推出250MHz S-DRAM内存测试系统T5581，成为畅销产品。

2011年

以11亿美元收购了主要半导体测试设备供应商Verigy（前身为惠普的半导体测试设备部门），开始销售V93000测试系统。

2003年

收购日本工程株式会社

2008年

收购Credence Systems GmbH, CSG在欧洲主要致力于针对车载芯片测试设备的研发和制造，公司可以吸收欧洲市场的客户、丰富的测试经验和模拟信号方面的专业技术。



2019年

收购Astronics的系统级测试（System Level Test）业务

2020年

收购美国公司Essai，结合其高精度IC插座和热控制单元业务；并宣布与PDF Solutions建立合作关系，扩展数据分析业务。

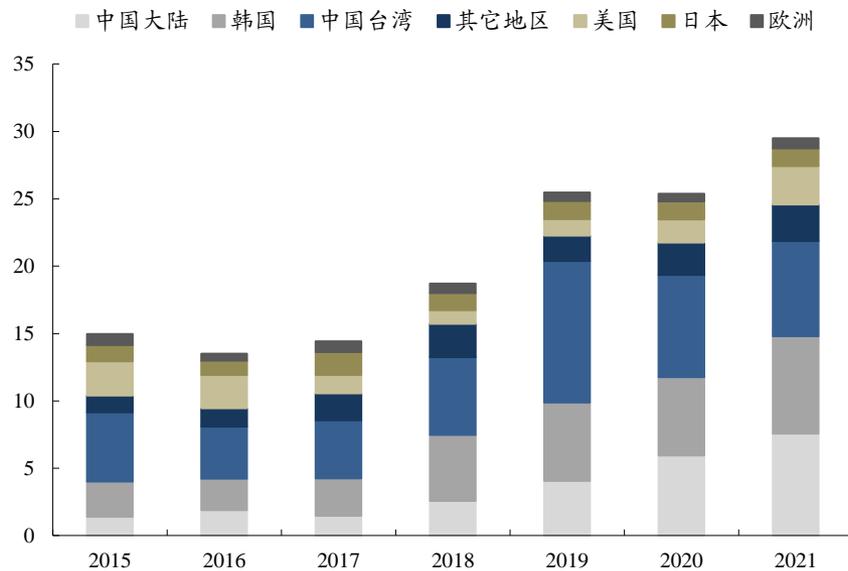


爱德万：SoC检测为主，中国和韩国为收入主要来源地区

- ◆ 从产品结构来看，爱德万以SoC检测收入为主，占总营业收入比重为50%左右：公司三大业务板块半导体测试、服务支持和机电一体化系统中，半导体检测自2011年起占比均维持在70%左右。自2019财年披露半导体检测的细分领域SoC检测和存储检测以来，2019财年、2020财年、2021财年的SoC检测占总营业收入比重分别为53%、56%和45%，存储检测占总营业收入比重分别为22%、15%和21%。
- ◆ 从地区结构来看，公司收入来源主要为中国台湾、中国大陆、韩国，三地合计占比达75%：20财年公司收入24%来自中国台湾，24%来自中国大陆，25%来自韩国，三者合计占比近75%。

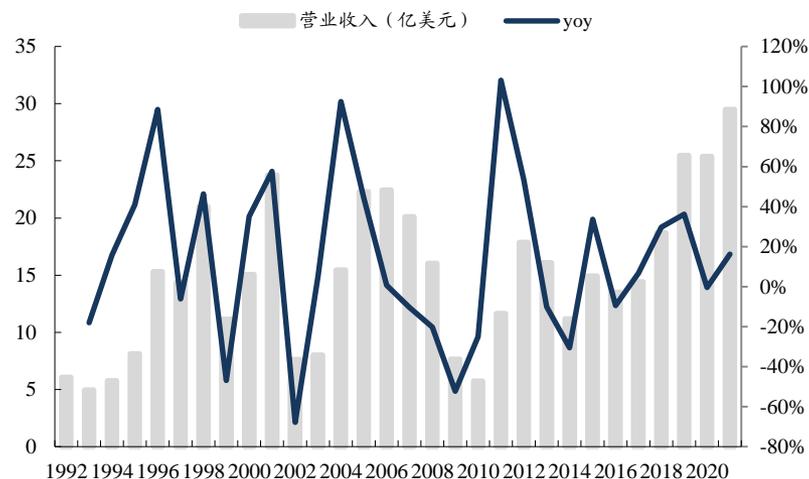
图：2021财年SoC检测占总营业收入45%
(单位：亿美元)

图：2021财年中国大陆、中国台湾、韩国三地合计占比达75%

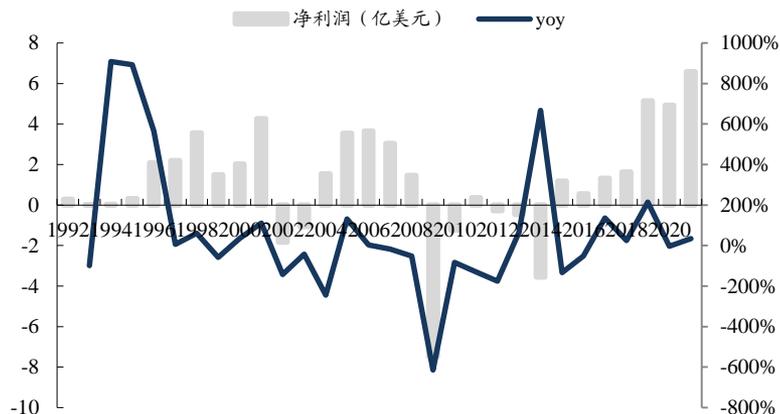


- ◆ 爱德万业绩波动与下游半导体行业需求波动密切相关。2021财年公司半导体测试业务营收占总营收比为70%，受下游半导体行业需求影响较大。公司营业收入和净利润波动较大，但自2017年以来受益于下游景气周期拉长，业绩稳步提升，2021财年公司实现营收29.51亿美元，同比+16.26%；实现净利润6.58亿美元，同比+33.69%。
- ◆ 2015年以来公司净利率明显改善：21财年毛利率为53.80%，净利率达22.31%。

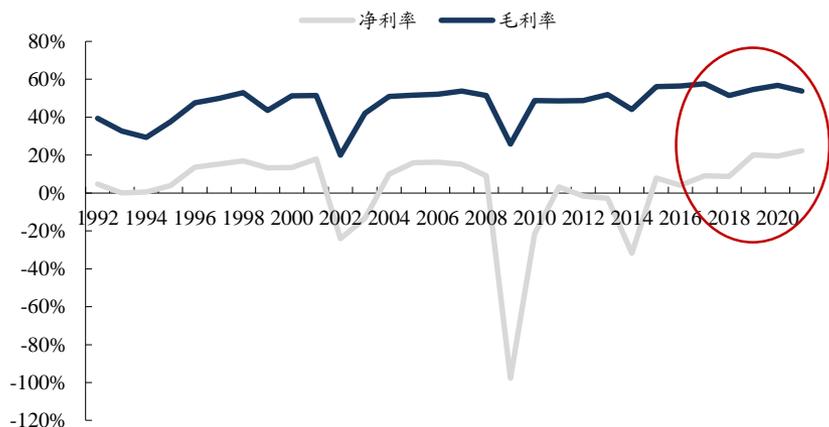
图：2021财年实现营收29.51亿美元，同比+16.26%



图：2021财年实现净利润6.58亿美元，同比+33.69%



图：2021财年毛利率为53.8%，净利率为22.31%

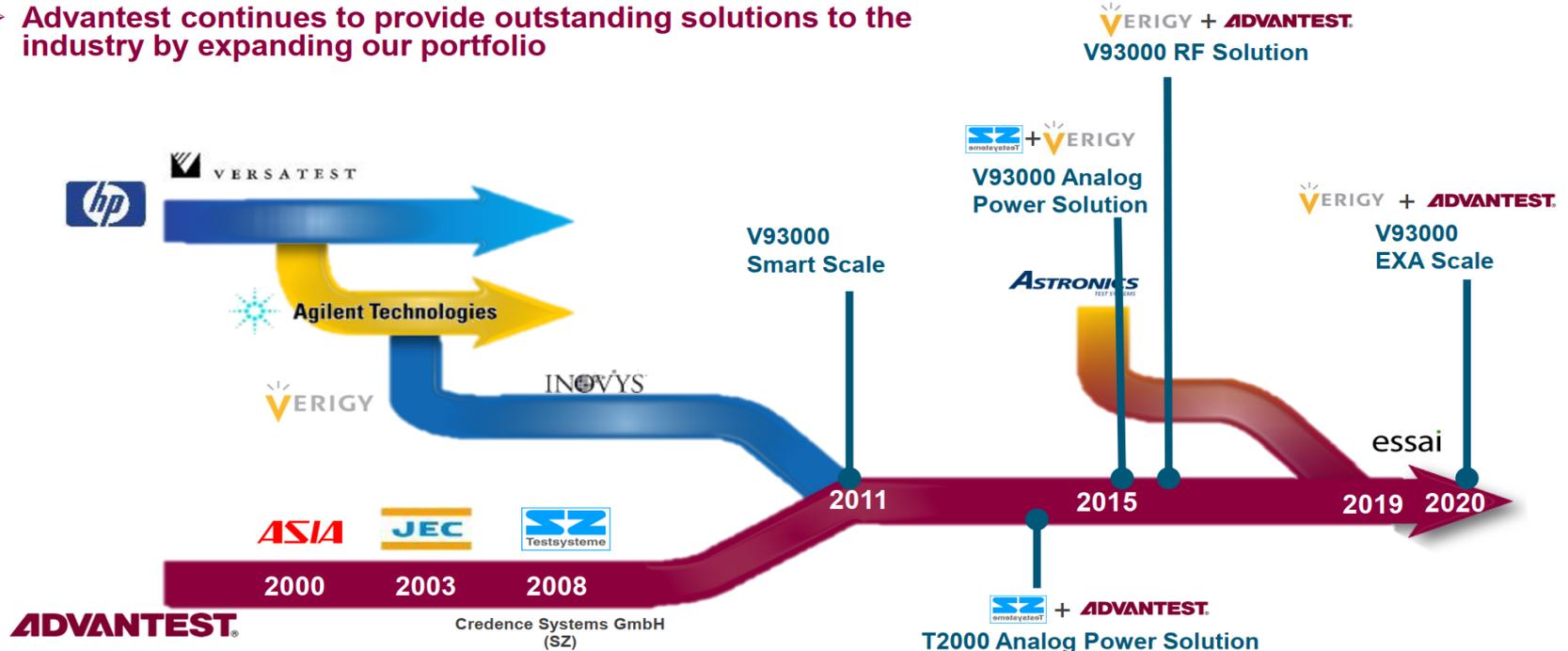


爱德万：SoC技术优势来源于并购后的内化研发

- ◆ SoC源于公司合并了惠普的Verigy，在2011年推出**V93000 Smart Scale**，完全兼容2000年Verigy推出的V93000，密度增加了8倍，测试速度提高了15%，功耗降低80%，占地面积减少75%，使得成本更低，将原用于高端测试的V93000拓展到了低端市场，进一步缩短了测试时间，加大了测试覆盖度，性价比极高。
- ◆ 2015年与CSG推出了**T2000和V93000模拟解决方案**、与Verigy推出了**V93000射频解决方案**，进一步扩展了产品的应用领域。
- ◆ 2020年进一步推出了**V93000 EXA Scale**，搭载PVI8模块，强化了V93000测试平台对嵌入式电源元件进行高电压、大电流测试的能力，同时采用了Xtreme Link技术，提升了数据传输速度，以应对5G、AI时代到来芯片集成度越来越高的挑战。

图：自主研发+并购推动爱德万SoC测试技术发展

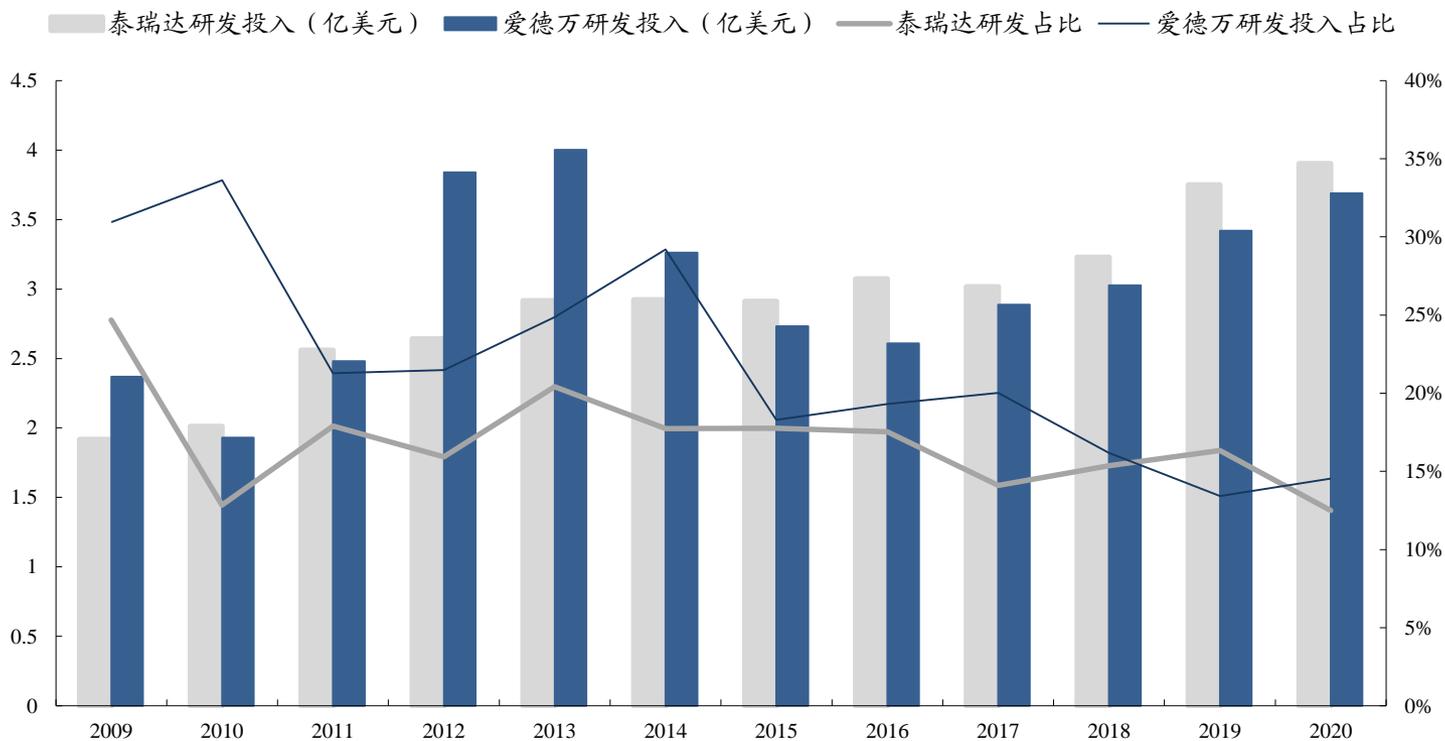
➤ **Advantest continues to provide outstanding solutions to the industry by expanding our portfolio**



50-60年经验积累+持续高研发投入，技术优势显著

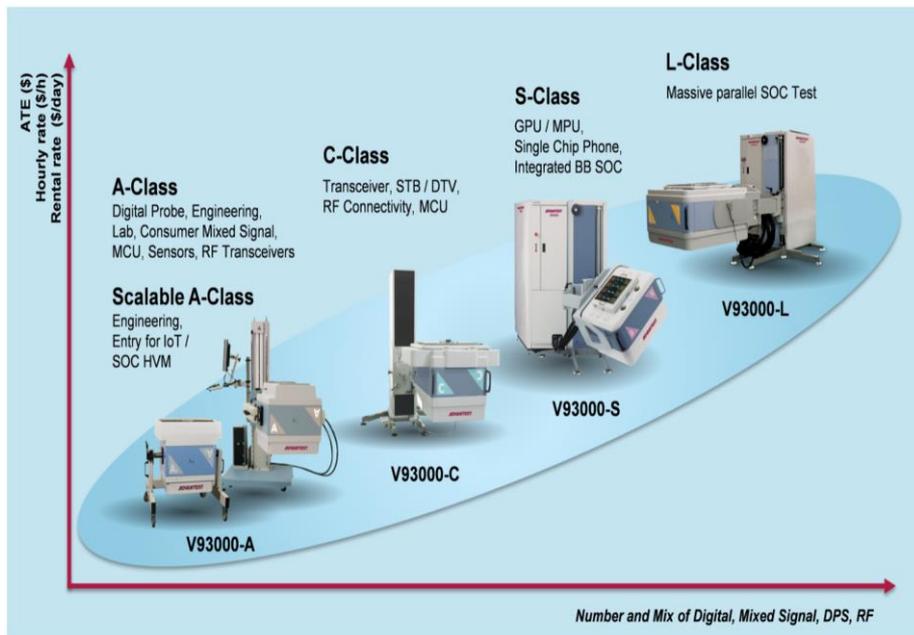
- ◆ 泰瑞达和爱德万通过长期发展积累的经验丰富，具备极强的技术实力：泰瑞达和爱德万自上世纪60、70年代便进入半导体测试领域，经过几十年长期的历史经验积累，SoC检测等技术实力强，其设备硬件及软件技术稳定性高、精度优良；
- ◆ 多年持续高研发投入巩固技术优势：泰瑞达和爱德万研发投入自2009年以来均维持在2-4亿美元，占营收比重达15%-35%，即便是在半导体行业低谷时期二者也未放弃高研发投入，进一步巩固了技术优势。

图：2009-2020年泰瑞达和爱德万研发投入（单位：亿美元）及占比

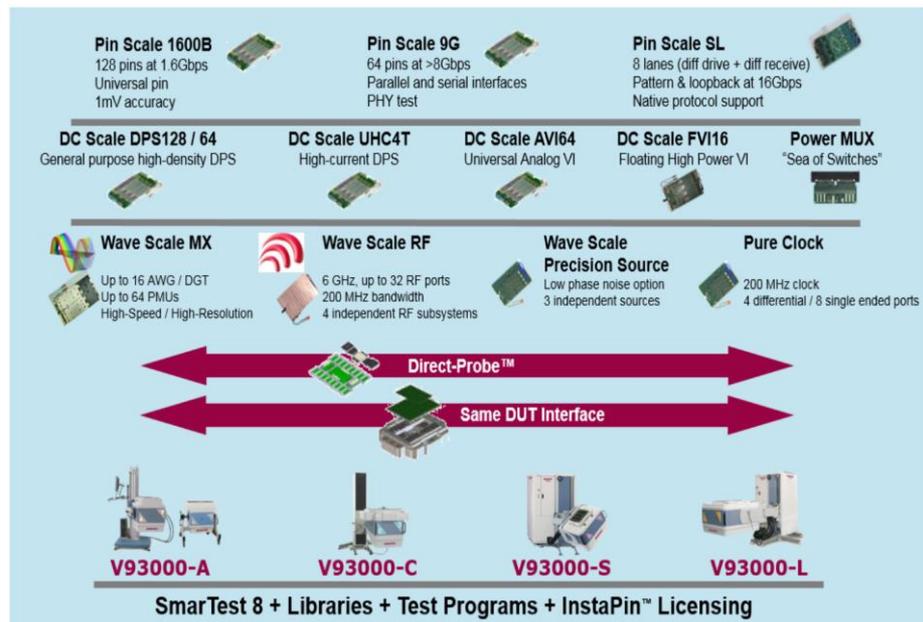


- ◆ 泰瑞达和爱德万的检测系统具备可扩展性：泰瑞达和爱德万提供的系统和软件均可进行升级，带来了统一平台化优势，适应了客户应用端的习惯并形成了大量用户群，减轻了测试开发周期和选择应用方案给客户带来的压力。
- ◆ 以V93000可扩展平台为例：如今SoC集成了越来越多的功能，汽车芯片、工业芯片、移动设备的电源管理芯片等往往都集成了高速数字电路、高压电路、模拟电路、混合信号电路中的两种或三种。大多数自动化测试系统无法测试这些单颗SoC中的所有功能。V93000提供了一系列兼容测试，用户可以用V93000这一个平台来完成全部测试任务。随着测试需求的变化，系统设计可以很容易地用新模块和工具扩展配置。

图：V93000可扩展平台



图：V93000可扩展构建块



目录



1 晶圆制造环节：晶圆制造环节检测设备繁多，KLA 份额一家独大

2 封测环节：泰瑞达、爱德万检测设备双龙头，模/混和SoC领域实现国产突破

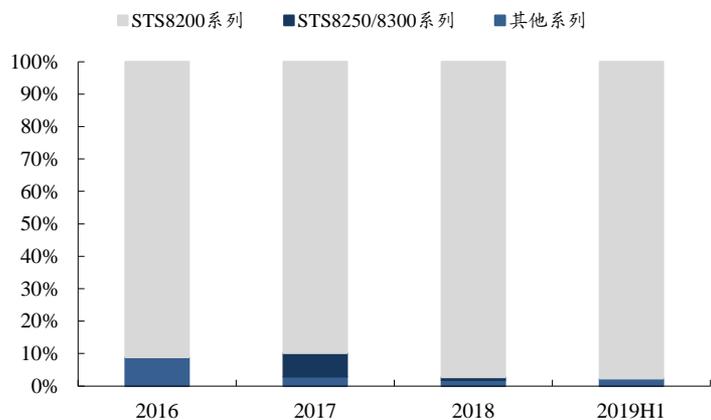
3 检测设备核心标的：主要聚集在封测环节，大规模国产化仍需时间沉淀

4 投资建议

5 风险提示

- ◆ 公司主营模拟、混合、功率类集成电路测试机。自1993年成立，公司深耕半导体测试系统领域，已开发出STS8200系列、STS8250、STS8300等代表性产品。其中，STS8200系列产品为公司主要创收来源，占收入比重90%以上。
- ◆ 公司业务发展可划分为技术初创、技术积累、快速发展、全新发展四个阶段，产品迭代和整合并行。公司持续围绕模拟、功率集成电路迭代技术和产品，2014年公司开发出“CROSS”技术平台，允许更换测试模块进行多类别的测试，2018年推出有“All in ONE”特点的STS8300，将所有测试模块装在测试头中，能够测试更高引脚数、更多工位的模拟及混合信号集成电路。

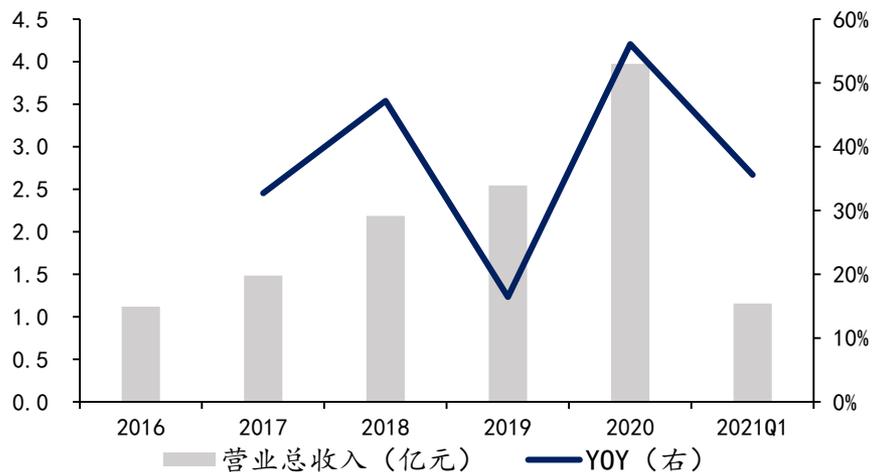
图：STS8200系列占收入比重90%以上



图：公司产品演变历程

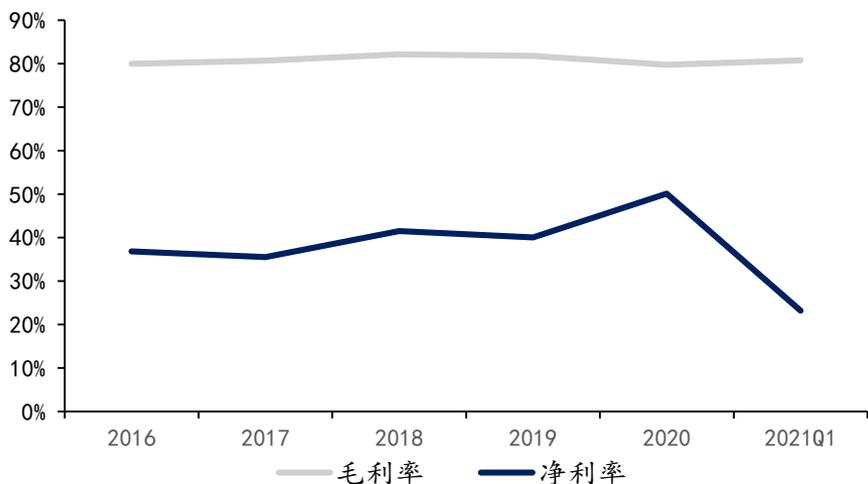


图：2021Q1营收1.16亿元，营收增幅波动大



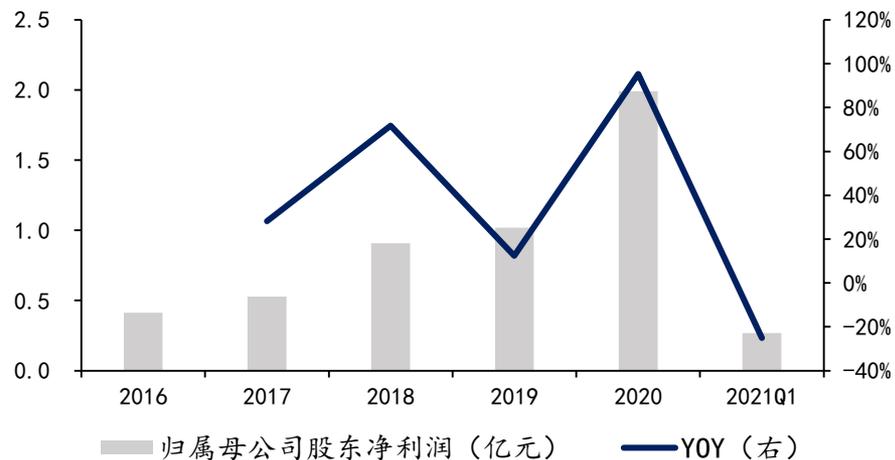
资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：毛利率稳定在80%上下，2020净利率提升显著



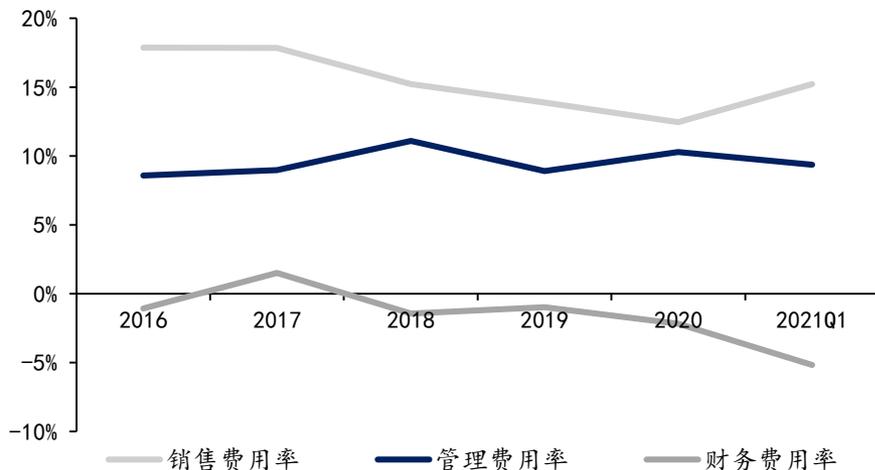
资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：2021Q1归母净利润0.27亿元，同比-25%



资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：期间费用率相对稳定，销售费用率逐年下滑



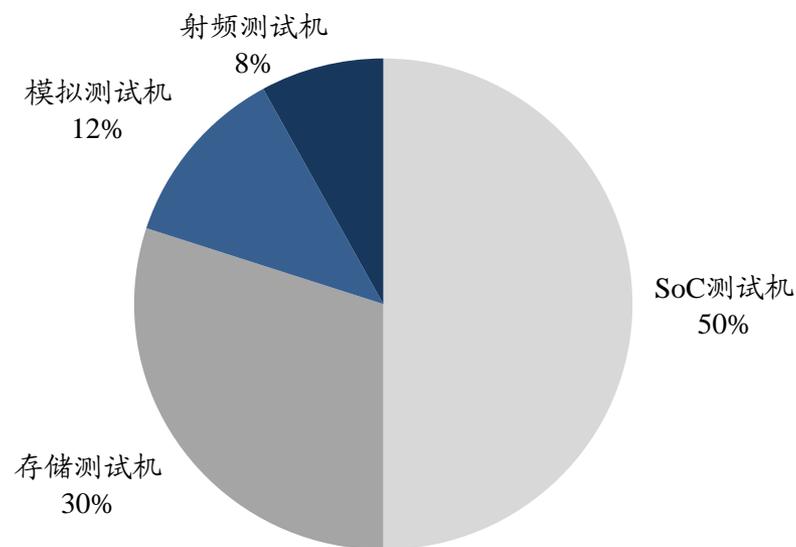
资料来源：Wind，东吴证券研究所

- ◆ 公司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，客户包括但不限于长电科技、通富微电、华天科技、华润微电子、华为等。根据赛迪顾问数据，2018年中国（大陆地区）模拟测试机市场规模为4.31亿元，而公司2018年境内模拟测试相关的收入为1.73亿元，即**2018年公司在模拟测试机市场的市场占有率为40.14%**，技术和市占率均处于国内领先地位。
- ◆ 存储测试机和SOC测试机占据市场主要份额，模拟测试机占比相对有限，仅以模拟测试机为主业收入增长易受限制。根据Gartner数据显示，2018年全球半导体测试设备市场中 SoC 测试机市占率约为50%，随着近年来存储器市场的扩大，存储器测试机份额上升到30%左右，其次是模拟测试机(含分立器件测试机、数模混合测试机)占比约12%，占比最小的为RF测试机约为8%。

图：主力产品用于模拟和混合集成电路测试

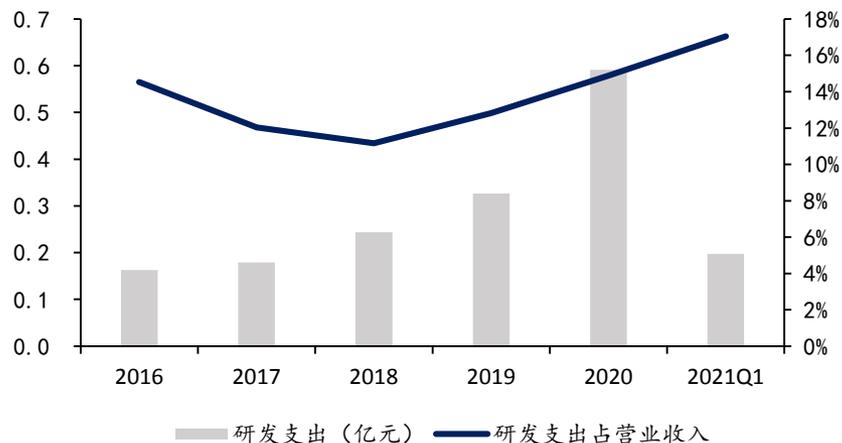
产品型号	产品图示	应用领域
STS 8200		用于各类电源管理、音频、模拟开关、LED 驱动等 模拟及混合信号集成电路 的测试
STS 8202		用于 MOSFET 晶圆的测试
STS 8203		用于中大功率分立器件的测试
STS 8250		用于高引脚数电源管理、高性能 LED 驱动器等复杂的 模拟及混合信号集成电路 的测试
STS 8300		用于更高引脚数、更多工位的 模拟及混合信号集成电路 测试

图：2018年全球半导体测试机分应用领域销售额占比



- ◆ 高研发投入能有力支撑公司的技术开发和业务深挖。公司2016-2020年研发费用率均高于11%，2020年达14.9%。公司技术人员占比2019年和2020年分别为35%和38%。
- ◆ 公司从纵向和横向积极发展业务，一方面，纵向深挖模拟和混合测试机业务，提升国内市占率；另一方面，横向扩张SOC和大功率集成电路领域，寻求新的业绩增长点。
 - 模拟和混合测试机业务核心技术+客户黏性，我们预计主业市占率将稳步提升。公司已经掌握模拟和混合测试设备的关键技术，包括Per PIN V/I源技术、高精度V/I源钳位控制技术、高可靠性高稳定性的浮动电源技术等11项核心技术。此外，公司现有客户资源优质、留存率高，2016-2019前五大客户留存率达100%，将助力公司市占率提升。
 - 募投进军SOC测试机，计划形成年产200台SOC类集成电路自动化测试系统的生产能力。SOC芯片下游应用广，标准化程度低，市场规模大且稳，且其高集成度使测试时间、测试量和测试功耗大幅增长，催生大量测试设备需求。公司SOC测试机即将实现从0到1，将构筑公司第二增长曲线。
 - 功率器件主要涉及GaN测试，将受益第三代半导体下游需求增长。2021为GaN放量元年，投资扩产较多。相对而言，公司布局SiC测试较少。

图：2016年以来研发费用率均高于11%，2018-2020年逐年上升

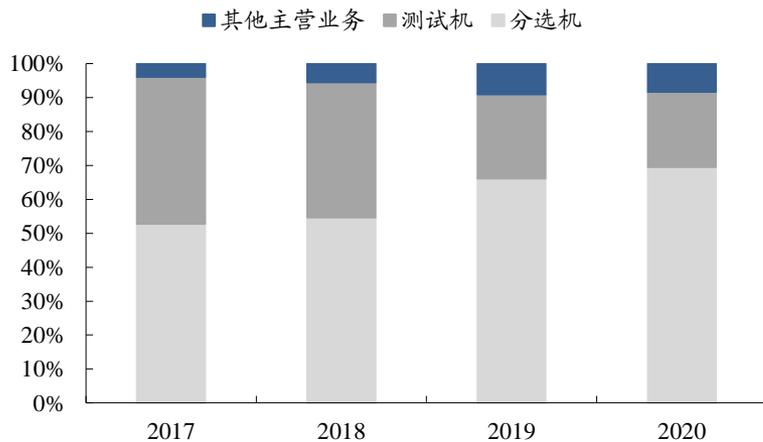


图表：公司将投资6.6亿元用于先进测试设备扩产（预计2022年建设完成）

序号	项目名称	项目投资总额 (亿元)	拟使用募集资金 (亿元)	使用资金占比	建设周期
1	集成电路先进测试设备产业化基地建设	6.56	6.56	65.6%	24个月
1.1	生产基地建设	3.57	3.57	35.7%	
1.2	研发中心建设	2.00	2.00	20.0%	
1.3	营销服务网络建设	0.99	0.99	9.9%	
2	科研创新项目	2.44	2.44	24.4%	/
3	补充流动资金	1.00	1.00	10.0%	/
	合计	10.00	10.00	100.0%	/

- ◆ 公司在后道检测环节布局全面，主营分选机和测试机，探针台开发完成Demo进展顺利。公司生产的测试机包括大功率测试机（CTT系列等）、模拟/数模混合测试（CTA系列等）等；分选机包括重力式分选机（C9系列、C8系列等）、平移式分选机（C6系列、CS系列等）、测编一体机；公司2018年已成功开发我国首台具有自主知识产权的全自动超精密探针台，兼容8/12寸晶圆测试，已突破超精密视觉定位、微米级运动控制、高冗余控制系统等技术难关。分选机和测试机为公司主要收入来源，2020合计占比超90%，分选机收入占比从2017年53%逐年提升至2020年70%，同期测试机比重从43%下降至22%，探针台仍待后续验证放量。
- ◆ 2019年收购STI进入自动化半导体光学检测设备（AOI）领域，核心技术+客户资源协同业务拓展。长川科技于2019年8月1日完成长新投资90%股权过户，获得STI 100%的控制权。STI主要产品有转塔式测编一体机、平移式测编一体机、膜框架测编一体机和晶圆光学检测机，其视觉技术全球领先，与长川科技电参数检测技术形成良性互补，助力长川分选机创新升级，加速探针台研发推进。STI下游客户包括德州仪器、美光、意法半导体、三星等半导体厂商及日月光、安靠等半导体封测外包服务商，将带来客户资源协同作用。

图：分选机和测试机业务合计占比超90%

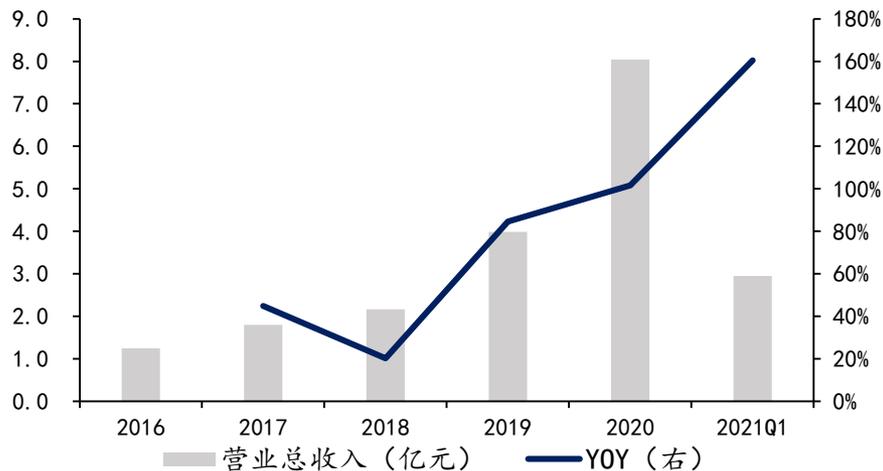


图表：STI产品以封装环节测编和晶圆光学检测为主

产品类型	机型	适用范围	未来趋势
转塔式测编一体机	AT468	传统封装终检市场，有引脚的芯片和无引线封装市场。	逐步被更优越设备替代，销量将下滑
平移式测编一体机	HEXA系列	BGA、QFN和有引线封装等先进封装市场。	STI主要产品，三个型号性能由低到高为HEXAMAXX、HEXAEVO、HEXAEVO+，性能更好的HEXA3在开发中
膜框架测编一体机	iSORT系列	晶圆级封装终检市场	两个型号 iSORTMaxx<iSORTEXPRESS，已研发组装tSORT。公司计划tSORT逐步淘汰iSORTEXPRESS，2022起不再销售iSORTEXPRESS
晶圆光学检测机	iFocus系列	晶圆制造及封装过程中的检测市场	投入市场年限较短，随市场认可度增加，销售会稳步增长

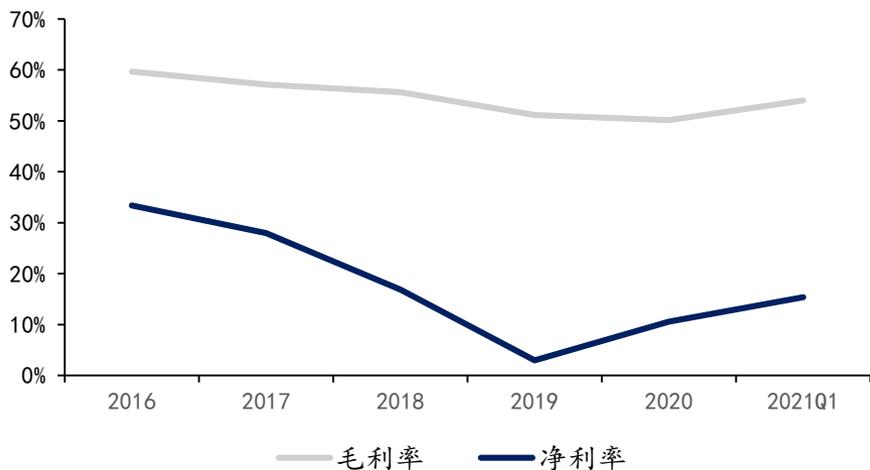
长川科技：2019年后业绩恢复显著，期间费用控制良好推高净利率

图：2021Q1营收2.95亿元，营收增速持续上行



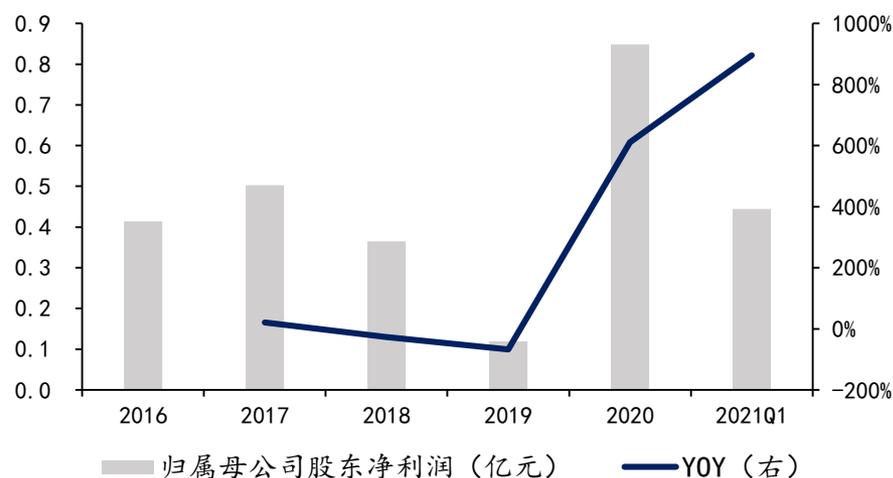
资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：毛利率高于50%，2020净利率回升到10.6%



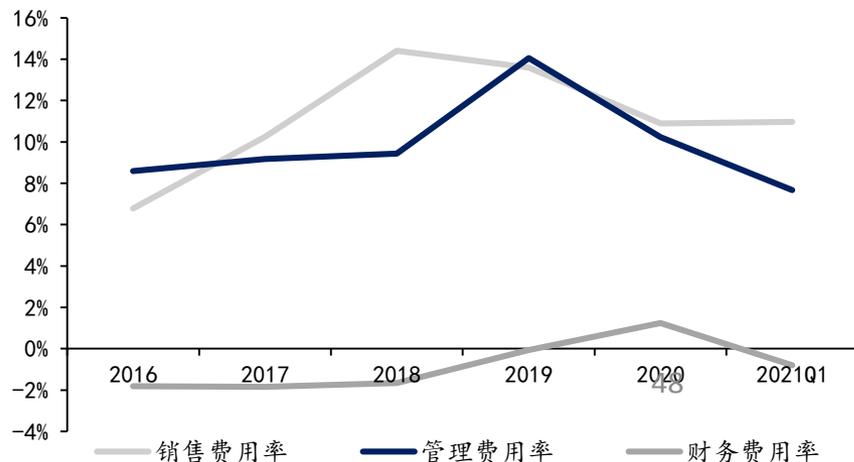
资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：2021Q1归母净利润0.44亿元，同比+896%



资料来源：Wind，东吴证券研究所

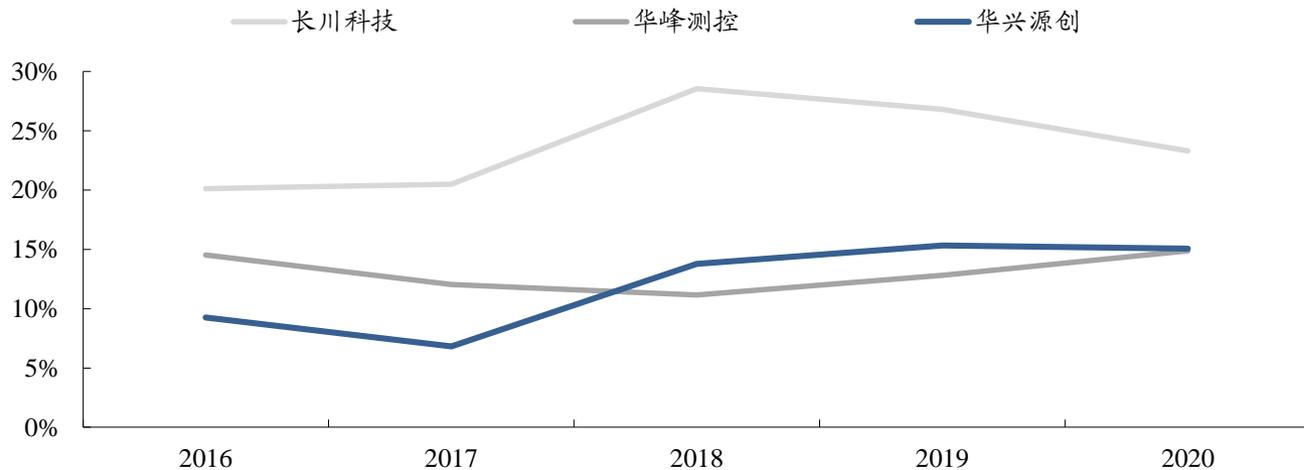
图：2020年销售和管理费率下降明显



资料来源：Wind，东吴证券研究所

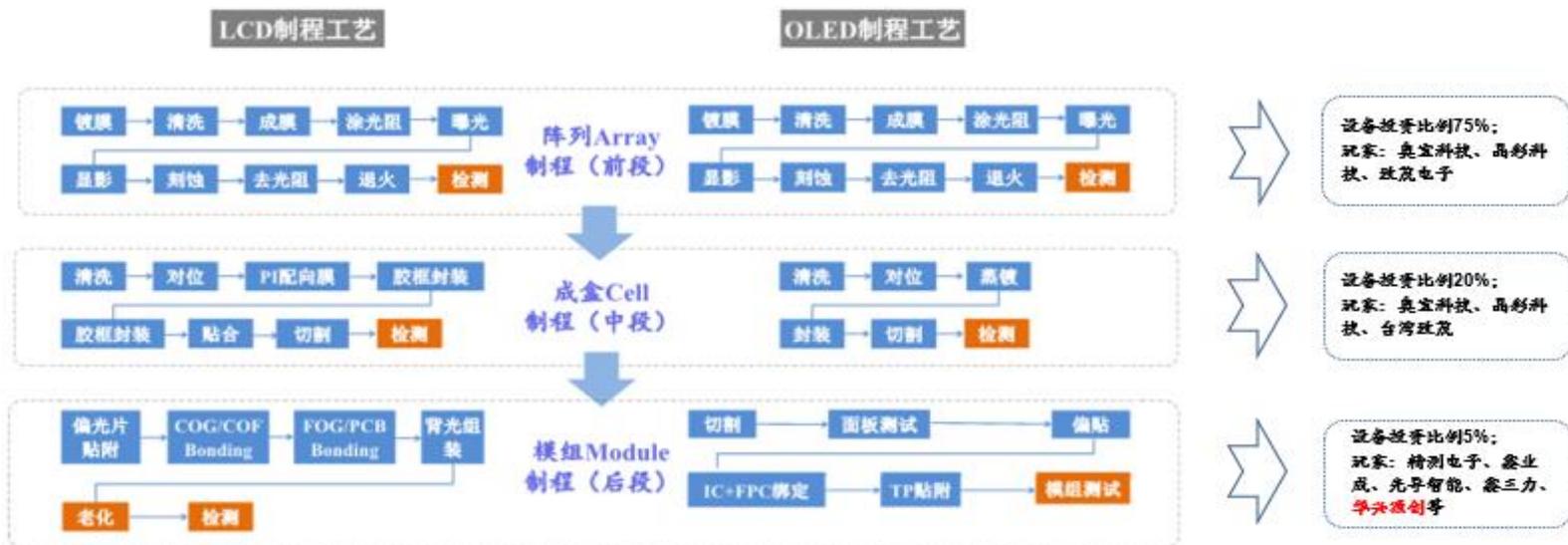
- ◆ 公司研发费用率高于国内竞争对手，短期看利润承压，长期将打开广阔市场空间。2016年到2020年，公司研发费用率均维持在20%以上，远高于国内竞争对手，又由于公司将主要研发支出费用化处理，短期内侵蚀净利率，导致2019年盈利能力表现欠佳。公司深耕模拟/功率IC测试机和分选机，攻关数字测试机和探针台，在高研发投入的支撑下，未来后道检测设备产品矩阵将进一步完善，公司将步入更大的市场空间。
- ◆ 客户主要为芯片设计和封测厂，分选机产品持续供货海思供应链。公司2016年收入来源中，封测厂、IC设计厂和测试代工厂占比分别为79.8%、8.3%和9.8%，主要客户包含长电科技、通富微电、华天科技、华润微、日月光等知名厂商。贸易战背景下，爱德万和泰瑞达产品出口到国内受限，加之半导体整体产能向国内转移，华为开始扶持国内供应商。2018年，公司产品进入海思供应链。2019年，公司C6160H、C6800C、CS800C、CS600C机型出货华为，后续还有新的分选机产品有待开发验证。随着下游产能向国内转移和国产替代持续推进，公司这类国内半导体检测设备商扩张空间变大，有望充分受益于此轮扩产和国产化浪潮。

图：2016-2020年长川科技研发费用率水平均超20%，远超国内竞争对手



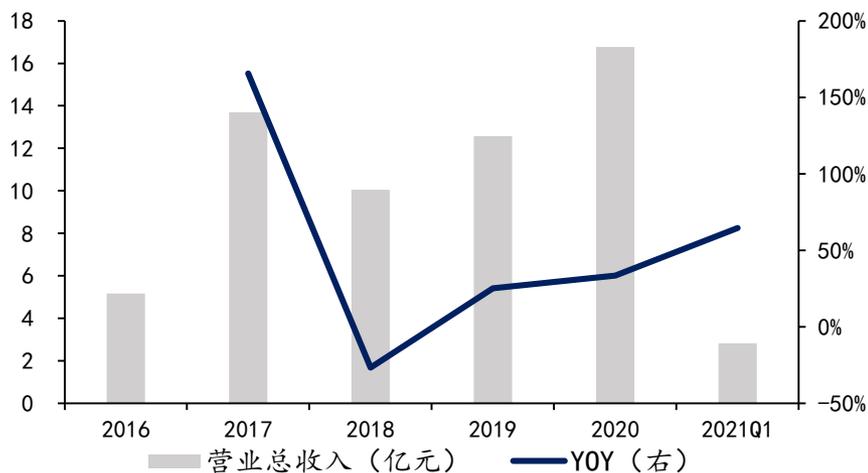
- ◆ 检测设备（2020收入占比67.3%）：涵盖FPD检测设备、IC检测设备和汽车电子检测设备三大板块。
 - FPD检测设备：公司FPD检测设备可对LCD和OLED平板显示器件进行质量、触控、光学、信号等关键功能的验证、筛选和修复。公司具体布局面板Module段检测设备，主要竞争者有精测电子、鑫业成、先导智能、鑫三力等。面板制程前段检测设备Array和Cell外资占比高，主要厂家有奥宝科技、晶彩科技和致茂电子。
 - IC检测设备：基于面板领域的技术积累，公司进军IC检测领域，目前研发和生产的设备包括SOC测试机、BMS芯片测试机和分选机。
 - 汽车电子检测设备：涵盖IGBT、MCU等检测，2019年进入特斯拉供应商体系，订单规模较小。
- ◆ 检测治具（2020收入占比16.1%）：公司检测治具业务包括结构部分（载具、夹具、压接组件等）、信号部分（信号基板、导电PAD等）及备品备件（连接线、pin针、FPC等耗材）。
- ◆ 2020年收购欧力通，进军智能穿戴领域，可穿戴产品组装和检测业务有望增厚公司业绩。

图：公司FPD检测设备主要设计制程Module段（后段）



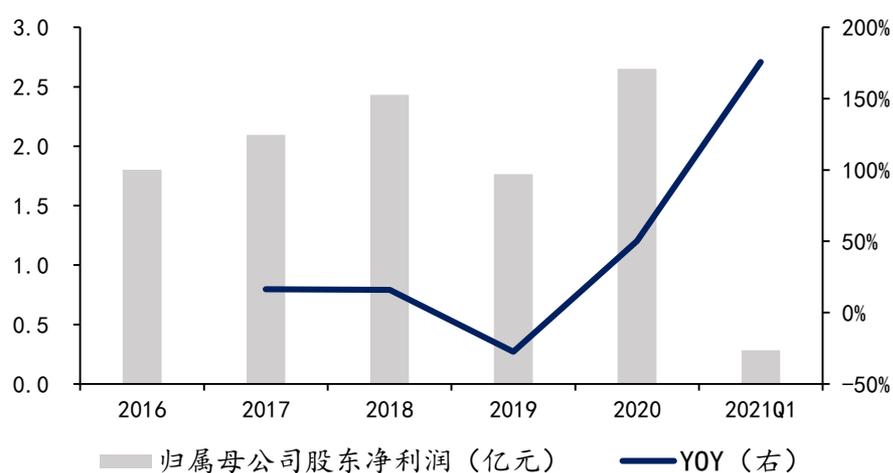
华兴源创：2020年收入和利润增速恢复，盈利能力有所下滑

图：2021Q1营收2.82亿元，2018年后营收增速恢复



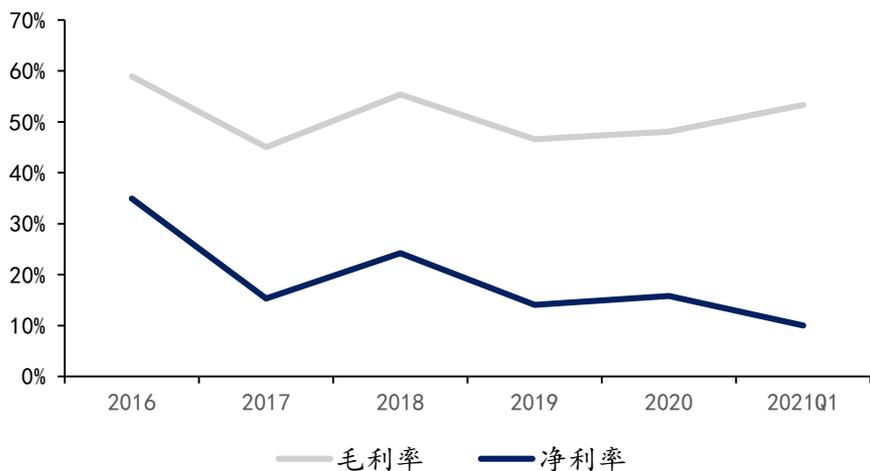
资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：2021Q1归母净利润0.28亿元，同比+176%



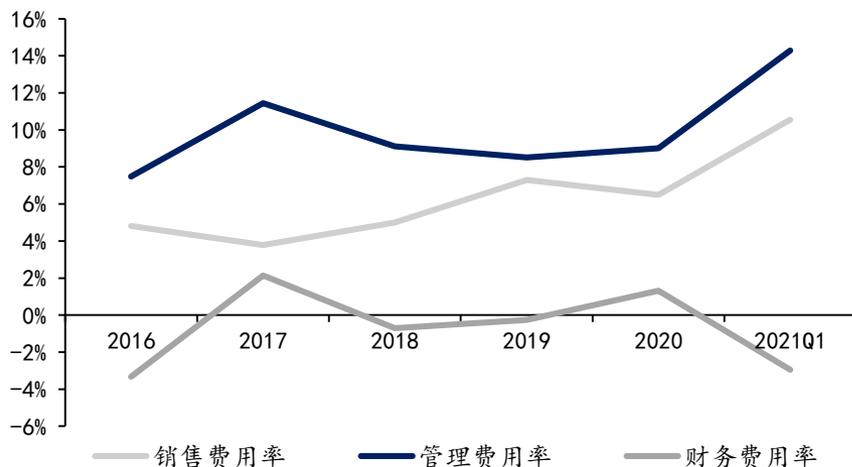
资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：毛利率50%左右波动，2020净利率下滑至10%



资料来源：Wind，东吴证券研究所

图：2020年销售和管理费率保持相对稳定

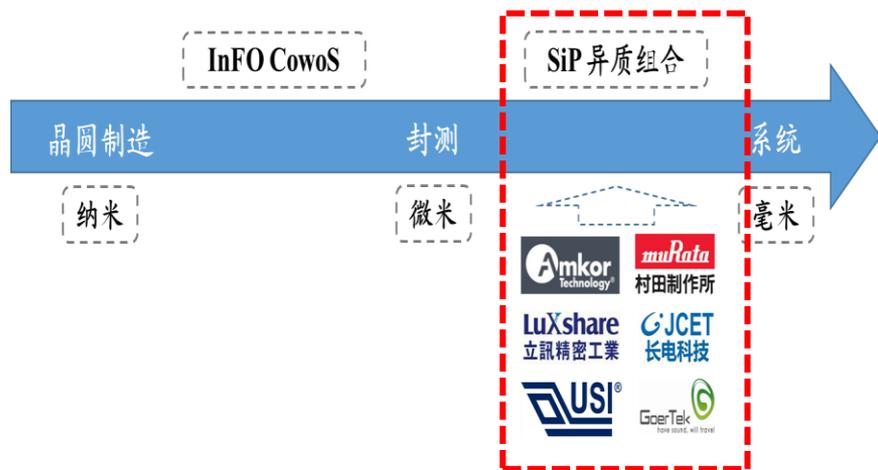


资料来源：Wind，东吴证券研究所

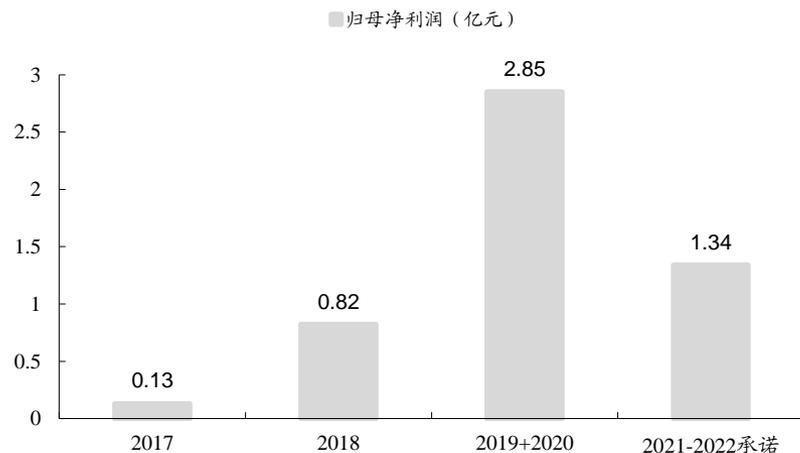
华兴源创：收购欧立通进军可穿戴领域，业务向产业链上游延伸

- ◆ 公司定增10.4亿元交易对价收购欧立通100%股权，股权变更登记已于2020年6月18日完成。欧立通主要业务为可穿戴系统的组装和接近组装完成的大模块测试，譬如Airpods的气密性检查。
- ◆ 收购助力公司对苹果业务类型扩展，产生协同效应。华兴源创传统主业对应苹果display team，公司通过欧立通进入苹果可穿戴产品检测业务，对应hardward team，随着业务类型拓展，苹果对公司认可度有望提升。此外，公司未来或能对接原本欧立通没有设计的可穿戴领域的测试业务，产生1+1>2的协同效应。
- ◆ 沿欧立通产业链往上游发展，系统级封装（SiP）板卡+检测拓展已有突破。欧立通测试业务较靠近用户端，其上游包含系统、模块、SiP器件等，再上游则是更高端的芯片。公司已经在SiP板卡领域有所突破，推出RF、DPS、SMU、Digital、Audio-AWG、Audio-DIG和VNA共7类板卡。板卡附加值高，10多万的射频分析仪，原材料成本约2万多，目前华兴源创是国内唯一能做射频板卡且能成熟推出产品的公司，或将显著受益于日月光、歌尔股份、立讯精密等厂商的SiP布局。此外，公司PXIe测试机配合SLT分选方案，可并测128site的芯片，配置灵活，迎合SiP检测时间长的需求。

图：SiP环节介于封测和系统组装之间

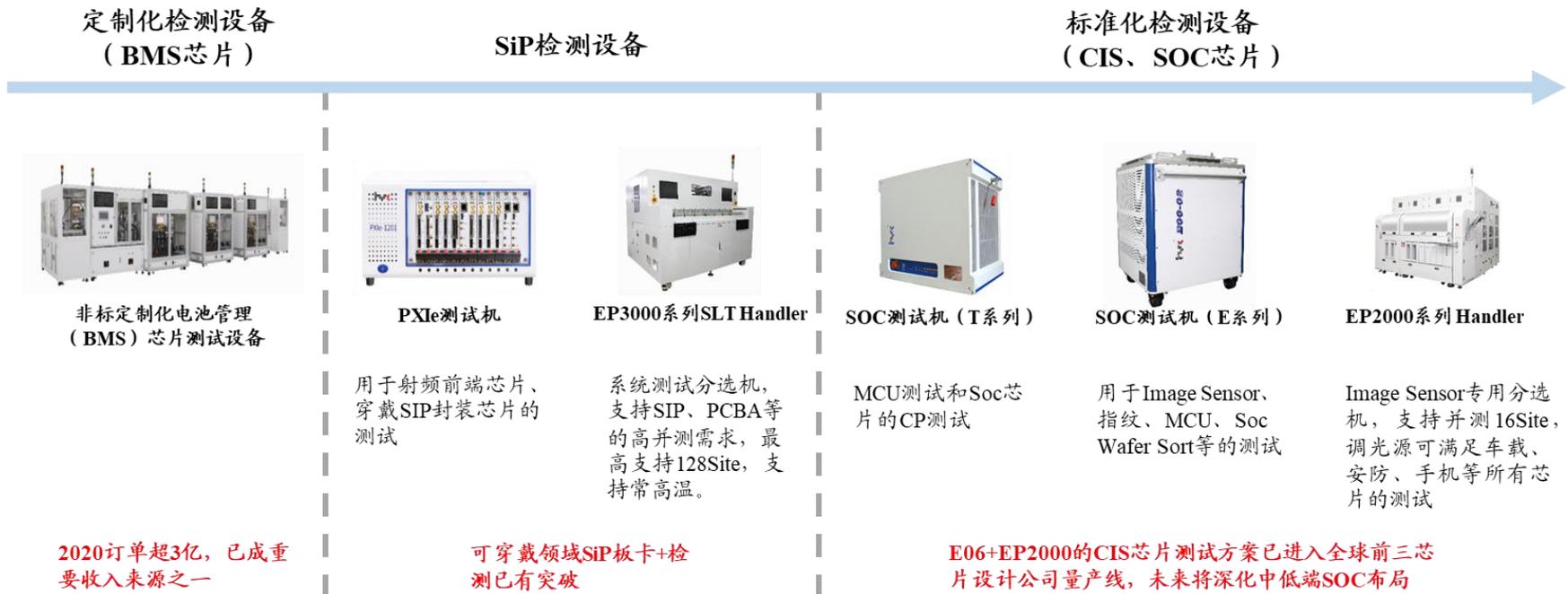


图：欧立通2019-2020实现归母净利润2.85亿元



- ◆ **定制化：BMS检测设备销售订单过3亿，已成公司重要收入来源。**BMS芯片测试设备业务为公司为重大客户提供的定制化半导体电池芯片检测业务，主要应用在消费电子领域，2019年经过苹果认证。从已披露订单看，2019年，订单金额2亿左右；截止2020年7月，订单金额已超3亿元，我们预计未来每年BMS检测设备能有稳定的2-3亿元收入。
- ◆ **标准化：E06+EP2000的CIS芯片测试方案已进入全球前三芯片设计公司量产线，未来目标中低端SOC检测设备。**公司近年加大对标准化检测设备研发力度，在2019年已经获得小额订单。目前公司已开发出E系列、T系列的SOC检测机，SOC领域布局有待进一步深化。

图：公司SEMI事业包含BMS检测设备、SiP检测设备和SOC检测设备三个主要部分



下游封测厂市场格局相对稳定，国内封测厂商扩产积极

- ◆ 封测厂市场格局相对稳定，2019-2020年全球前十大封测厂（按营收规模市占率排名）未变化，其中第1-7名排名稳定，从前到后依次为日月光、安靠、长电科技、力成科技、通富微电、华天科技和京元电子，第8-10名厂商排名有所起伏。从营收规模市场份额看，2020年CR10为83.98%，相对2019年83.60%小幅提升，2020年前七名封测厂合计市占率76.96%。
- ◆ 国内各类封测厂商近年扩产规划积极。长电科技、通富微电和华天科技三家国内头部封测厂2020年资本开支上行显著，分别同比+18.79%、72.14%和55.68%，金额差距逐年缩小。不仅头部封测厂扩产，其余玩家亦陆续规划或投产封测产线，晶方科技2020年资本开支约1.2亿元，同比+119.4%，诸如华宇电子集成电路封测产业园项目、三安光电Mini/MicroLED芯片封测项目、沛顿科技集成电路先进封测和模组制造项目等也陆续上线。

图表：前十大封测厂营收排名相对稳定

2020排名	2019排名	公司	地区	2020营收规模 市占率
1	1	日月光ASE	中国台湾	30.11%
2	2	安靠Amkor	美国	14.62%
3	3	长电科技JCET	中国大陆	11.96%
4	4	力成科技PTI	中国台湾	8.18%
5	5	通富微电TFME	中国大陆	5.05%
6	6	华天科技HUATIAN	中国大陆	3.93%
7	7	京元电子KYEC	中国台湾	3.11%
8	9	南茂ChipMOS	中国台湾	2.47%
9	10	颀邦Chipbond	中国台湾	2.39%
10	8	联合科技UTAC	新加坡	2.15%
前十大合计				83.98%
全球合计				100%

图：2020年国内头部封测厂资本开支显著增长（单位：亿元）



近三年国内封测厂积极扩产，涉及品类繁多

2018-2020年国内新增封测厂扩产（投资金额如无特殊批注货币为人民币）

公司/机构	项目名称	地址	进展	投资金额	产品类型	规模（产能/产值）
长电科技	通信用高密度系统级封装模组项目	江苏江阴	2020.7厂房封顶	26.6亿元	产品应用于5G终端、车载电子、消费类可穿戴电子产品	模组36亿颗/年（DSmBGA, BGA, LGA, QFN）
	集成电路封测基地二期项目	江苏宿迁	2020.6已投产	22.15亿元	通信用高密度混合IC和模块封装产品线	IC和模块100亿块/年（DFN, QFN, FC, BGA）
	通讯与物联网集成电路中道封装技术产业化项目	江苏江阴	2019H1一期投产	23.5亿元	Bumping、WLCSP等通讯与物联网IC中道封装	芯片封装：47亿颗/年、中道封装：82万片/年
	300mm集成电路中道先进封装生产线及扩产项目	浙江绍兴	2020.6开工建设	118亿元	面向IC设计和制造的晶圆级封装	一期：（12英寸）48万片/年
通富微电	集成电路先进封装测试产业化基地一期项目	福建厦门	2019Q4投产	一期20亿元	Bumping、WLCSP、CP、FC、SiP及三、五族化合物为主的先进封装测试	一期：2万片Bumping、CP和2万片WLCSP、SiP（中试线）
	集成电路封装测试二期工程	江苏南通	2020.8量产	25.8亿元	FCBGA, FCCSP, FCLGA等高端封装产品线	IC产品12亿颗/年、晶圆级封装8.4万片/年
	车载品智能封装测试中心	江苏南通	2020.4厂房封顶	11.8亿元	车载品封装测试	封测16亿块/年
	高性能中央处理器等集成电路封装测试项目	-	-	6.28亿元	产品应用于手机、Pad、独立显卡、网关服务器、基站处理器、游戏机等领域	封测4420万块/年
华天科技	华天南京集成电路先进封测产业基地项目	江苏南京	2020.7一期投产	80亿元（一期15亿元）	存储器、MEMS、AI等IC产品封测	一期：FC系列33.6亿颗/年、BGA基板系列5.6亿颗/年
	高可靠性车用晶圆级先进封装生产线项目	江苏苏州	2021.1投产	20亿元	车用晶圆级先进封装生产线	传感器晶圆级IC封装36万片/年
	集成电路多芯片封装扩大规模项目	甘肃天水		11.58亿元	MCM(MICP)系列封测，建设期三年	封测16亿只/年。达产后收入6.7亿元
	高密度系统级集成电路封装测试扩大规模项目	陕西西安	2021.1非公开发行股票预案	11.5亿元	SiP系列封测产品	SiP系列封测15亿只/年。达产后收入7.09亿元，税后利润0.76亿元
	TSV及FE集成电路封测产业化项目	江苏昆山		13.25亿元	晶圆级IC封装测试产品、FC系列产品	晶圆级IC封测48万片/年、FC系列6亿只/年。达产后收入6.29亿元
	存储及射频类集成电路封测产业化项目	江苏南京		15.06亿元	针对BGA、LGA系列的封测	BGA、LGA系列封测13亿只/年。达产后收入10.46亿元
芯展半导体	晶圆制造、封装测试项目	浙江平湖	2020.1入驻	30亿元	建设“芯片设计-晶圆制造-封装测试-产品销售”全产业链生态圈。计划投资一期11.8亿，二期18.2亿。	一期：晶圆48万片/年、IC与功率器件封测40亿颗/年。预计收入10亿/年
莱芯半导体	晶圆代工中段制程与芯片封装测试项目	重庆江北	2020.3落户	17亿元	一期建设晶圆代工生产线；二期扩充中段制程产线，布局新一代功率半导体封测产线	晶圆代工10万片/月、功率半导体2万片/月
徐州高新区	碳化硅功率半导体模块封测及封装材料研发项目	江苏徐州	2020.2落户	3亿元	SiC功率半导体模块的封测	SiC模块70万只/年
梧升半导体	梧升半导体IDM项目	江苏南京	2020.7落户	30亿美元	建设晶圆厂、封测厂及IC设计中心，产品含OLED显示面板驱动芯片、硅基OLED显示芯片和CIS芯片等	12寸晶圆4万片/月
生一伦稀土产业	商价中车生一伦产业园项目	江西赣州	2020.6落户	一期80亿元	8寸晶圆制造、IGBT功率芯片及集成封装等	一期：IGBT功率芯片50万片/年
欣忆电子	第三代半导体六英寸氮化镓项目	广西桂林	2020.4落户	一期16亿元	氮化镓集成电路生产线	-

近三年国内封测厂积极扩产，涉及品类繁多

2018-2020年国内新增封测厂扩产（投资金额如无特殊批注货币为人民币）

公司/机构	项目名称	地址	进展	投资金额	产品类型	规模（产能/产值）
沛顿科技	集成电路先进封测和模组制造项目	安徽合肥	2020.10一期启动	小于100亿元（一期30.7亿）	一期建立沛顿存储；二期拟非公募资最多17.1亿元，投入沛顿存储的存储先进封测与模组制造项目	DRAM IC封测4,800万颗/月、存储模组246万条/月、NAND Flash封装320万颗/月
康佳芯盈	康佳存储芯片封装测试项目	江苏盐城	2020.7厂房交付	20亿元（一期10.82亿）	-	封测2亿颗/年。达产后年销售40亿元
富芯半导体	富芯半导体模拟芯片IDM项目	浙江杭州	2020.3厂房动土	400亿元	建12英寸IC产线，生产汽车电子、AI、智能家电及工业驱动用高功率电源管理芯模拟芯片	5万片/月
慧芯激光科技	慧芯产业园项目	福建泉州	2020.1厂房动土	15亿元	生产光通信芯片，用于5G通信、AI、自动驾驶、高端装备制造等	-
桂科电子	富信半导体元器件项目	安徽马鞍山	2020.4投产	2亿元	高端三极管、MOS管功率器件封测，用于消费电子、智能家用电器、工业自动化控制设备	2020年产值1.2亿元
三优光电	半导体元器件封装项目	四川泸州	2019.3投产	7亿元	建设500条半导体元器件封装产线	半导体器件100亿件/年。5年内总产值达40亿元以上
三优富信光电	霍尔果斯三优富信光电半导体产业园项目	新疆霍尔果斯	2020.7投产	100亿元	建设60条SMT生产线和5000条半导体芯片封测生产线	半导体元器件240亿件/年
科阳半导体	8英寸CIS芯片晶圆级封装扩产项目	江苏苏州	2021.1一期达产	1.3亿元	一期扩建8英寸CIS芯片晶圆级封装产能，二期扩建CIS芯片和滤波器芯片封装等	CIS芯片晶圆级封装原产能1.2万片/月，一期新增3千片/月
爱矽半导体	江苏爱矽半导体项目	江苏徐州	2019.12投产	5亿元	设置5条QFN型生产线	36亿件/年
联立半导体	联立LCD驱动芯片封装项目	江苏徐州	2019H2一期量产	6亿元	一期量产8英寸芯片(晶圆凸块及测试)、IC封装(COG, COF)	一期：8英寸2.4万片/月、封装5千万/月；二期：12英寸10万片/月
矽品电子	矽品电子（福建）项目	福建泉州	2018.1厂房动土	1.86亿元	存储芯片和逻辑芯片封测业务，共三期	-
矽格	矽格苏州测试生产线	江苏苏州	2020Q1量产	15亿元	配合客户5G芯片封测	-
艾锐光电	日照艾锐光芯片封装项目	山东日照	2020.6投产	0.6亿元	主要生产光芯片、光组件器件及光模块	达产后预计收入2亿元/年
江苏寰泰电子	寰泰先进封装测试项目	江苏锡山	2019.2落户	15亿美元	为国内面板龙头客户群提供完整的产品解决方案	达产后预计收入达50亿元/年
三安光电	三安光电Mini/MicroLED芯片项目	湖北鄂州	2021.3投产	120亿元	Mini/Micro LED CaN IC、Mini/Micro LED GaAs IC、4K显示屏用封装产品系列	CaN IC封测161万片/年、GaAs IC封测75万片/年、4K显示屏封装8.4万台/年
熔城半导体	熔城半导体芯片系统封装和模组制造基地项目	浙江湖州	2021.8投产	57.8亿元	首家2微米载板封装制造中心，实现5G、汽车电子等领域的芯片及微集模组国产化	芯片模组190亿块/年
中电国基南方集团	射频集成电路产业化项目	江苏南京	2019.12启动	大于20亿元	RFIC设计、制造、封测环节，满足5G、移动通信基站等需求	化合物半导体芯片6万片/年、射频IC封测5亿只/年、射频模块1000万块/年
芯长征科技	芯长征微电子制造项目	山东蓉成	2019.12投产	3千万元	功率半导体器件封装，产品覆盖消费、工业和汽车领域。	-
红果微电子	集成电路封测及功率器件产业化项目	安徽池州	2019年底投产	5亿元	一期封测产业化投资2.3亿元，达产后销售规模1.5亿元，二期功率器件产业化投资2.3亿元，达产后销售规模1.5-2亿元	现封装1亿只/月，将提升至2-4亿只/月
华宇电子	华宇电子集成电路封测产业园项目	安徽池州	2020.4投产	5亿元	封装测试规模扩大与技术升级，封装设备模具与测试设备研发与制造	封测100亿只/年
金芯半导体	福建金芯半导体芯片封测项目	福建莆田	2019.9落户	大于20.5亿元	新型晶圆切割及封测维修产线40余条，LCM一体化模组产线12条	-

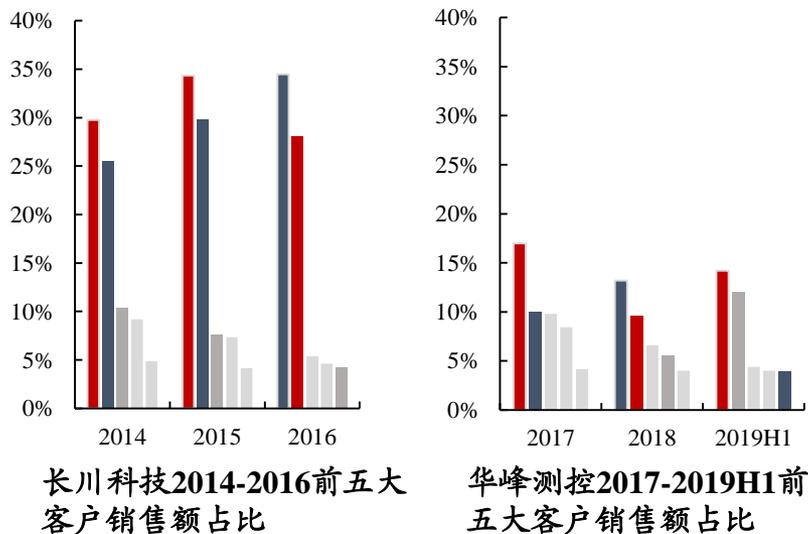
近三年国内封测厂积极扩产，涉及品类繁多

2018-2020年国内新增封测厂扩产（投资金额如无特殊批注货币为人民币）

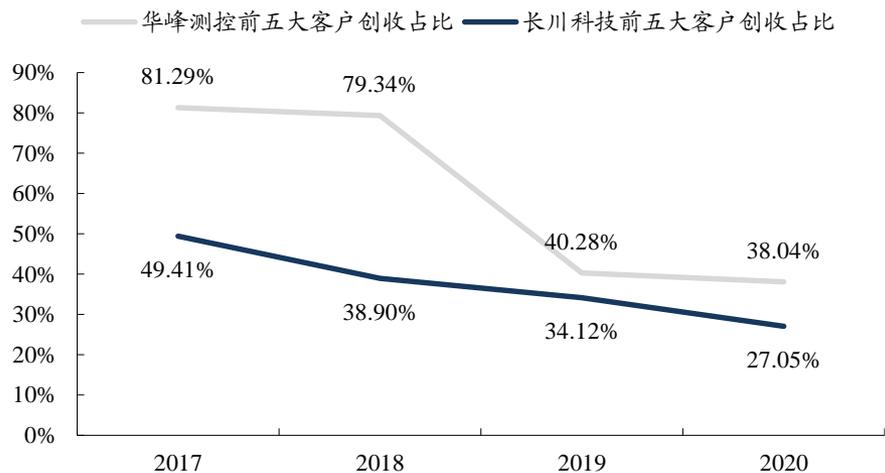
公司/机构	项目名称	地址	进展	投资金额	产品类型	规模（产能/产值）
富士康	富士康半导体高端封测项目	山东青岛	2020.12厂房封顶	10亿元	采用扇外型封装和晶圆键合堆叠封装技术封装5G通讯、图像传感器和AI应用IC	封装3万片/月
华瑞微	华瑞微半导体IDM芯片项目	安徽滁州	2020.10厂房开工	30亿元	建设SiC MOSFET生产线	第三代化合物半导体器件1万片/年
联合科技	UTAC半导体封测项目	山东烟台	2020.10落户	8.65亿美元	引入全球领先的车规级、晶圆级封装技术	-
BWIC	山西BWIC项目	山西忻州	2020.9设备进场	-	新增6英寸GaAs生产线，用于消费电子射频功率放大器模块、GPS低噪声放大器和射频开关	年产能可为3亿多部手机提供射频模组芯片
微晶国际	微晶国际（自贡）半导体测试封装项目	四川自贡	2019.9签约	10亿元	半导体芯片、电晶体半导体芯片与模块生产线	封测20亿只/年、电晶体芯片与模块30亿块/年。产值10亿元/年
福斯特半导体	福斯特智能制造产业园项目	江西萍乡	2020H2一期试运营	60亿元（一期35亿元）	一期建设龙芯微半导体封装厂项目，生产DFN、QFN、SOP、DIP等系列产品的封测；二期持续跟进	-
菲光科技	菲光科技武汉项目	湖北武汉	2021.3量产	3千万元	就近提供光通信芯片封装测试服务	封测60万片/月
京元电子	京隆科技B厂扩建	江苏苏州	2019.3投产	75亿元	面向晶圆针测、IC成品测试及晶圆研磨/切割/晶粒挑拣领域，产品线含Memory、Soc、CIS/CCD等	晶圆测量6万片/月，IC成品测量6千万颗/月
	铜锣三厂采购测试设备	中国台湾苗栗	2020年已投产		涵盖中低端逻辑和混合讯号芯片，CIS传感元件、加速度器/陀螺仪等微机电元件、面板驱动IC等产品	-
日月光	K13厂	中国台湾高雄	2020.8厂房动土	260亿新台币	布局5G半导体，预计2023年完工	满载年产值达5亿美金
	K25厂		2018.4厂房动土	125亿新台币	主攻高阶封测技术，整合通信、车用、消费性电子及绘图芯片等应用领域	满载年产值百亿新台币
力成科技	竹科三厂FOPLP产线	中国台湾竹北	2020Q4厂房完工	500亿新台币	首座FOPLP制程量产基地，用在5G、AI、自动驾驶、生物技术及IoT领域	约5万片/月
南茂科技	竹北工厂扩产	中国台湾竹北	2020年扩产完成	151亿新台币	增加驱动IC相关的金凸块、薄膜复晶与玻璃复品封装和晶圆级尺寸封装等先进封装产能	打线机约将增加1.5成产能，测试机台约增加1成产能
	南科工厂扩产	中国台湾台南				
台积电	龙潭工厂后段扇外型封装扩产	中国台湾桃园	2020年扩产完成	3000亿新台币	原台积电太阳能厂增加InFO新厂	从10万片/月增加到13万片/月
	中科工厂后段扇外型封装扩产	中国台湾台中				

- ◆ 核心标的早年已供货长电、华天和通富，将受益于头部封测厂扩产。从华峰测控招股书披露，2017年长电和华天进入公司前五大客户名单，2018年和2019H1长电、华天、通富均位列公司前五大客户；2014-2017年起，长电、华天和通富均为长川科技前五大客户，且长电和华天连续三年保持Top2。
- ◆ 客户集中度降低，匹配国内封测厂扩产特性。2017-2020年，华峰和长川前五大客户创收占比逐年下降，华峰从81.29%下滑至38.04%，长川从49.41%降至27.05%。由于此轮扩产潮并非纯头部厂商扩产，而是各级各类厂商在市场需求驱动下进行产能规划和投放，公司客户集中度低有利于享受此轮扩产红利。

图表：华峰测控、长川科技早年已和头部封测厂建立关系
(下图红色代表长电、蓝色代表华天、棕色代表通富)



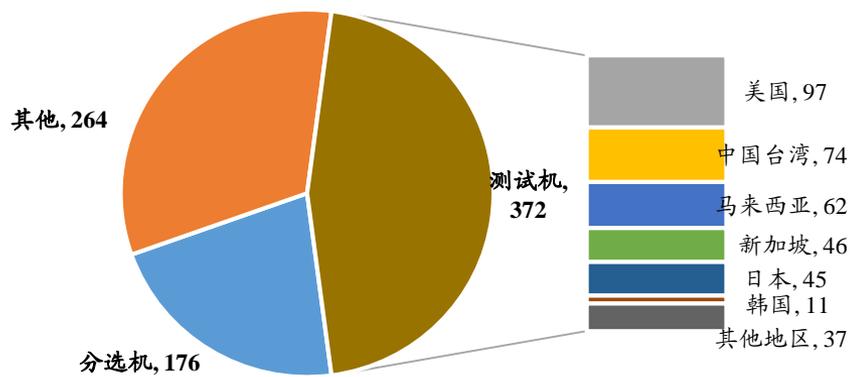
图：华峰测控和长川科技客户集中度逐年降低



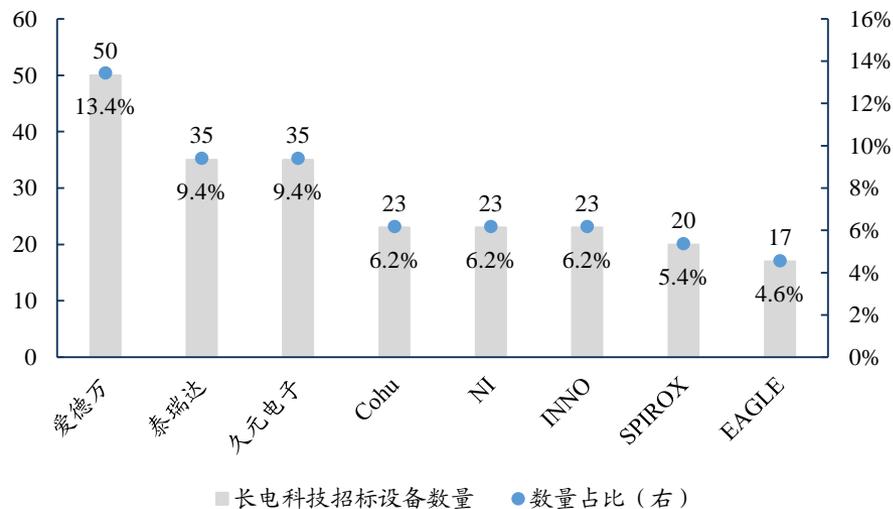
◆ 近年来，长电核心设备公开招标的测试机、分选机和探针台绝大多数为进口品牌，主要来自于美国、中国台湾、日本、新加坡等国家和地区。2015年初至今，长电科技公开招标测试机372台、分选机176台和264台辅助设备（探针台、编带机等），鲜见中国大陆厂商身影。

- 测试机招标依旧由国际头部品牌占领。晶圆制造环节外观检测设备主要来自于KLA（美国）、MVP（美国）和竝騰科技（中国台湾），封测环节测试系统/测试仪/测试机则主要由Teradyne（美国）、Advantest（日本）、SPIROX（中国台湾）、Cohu（美国）、久元电子（中国台湾）等国际知名品牌提供。
- 分选机由中国台湾和韩国厂商供应为主。主要供应商有鸿劲科技（中国台湾）、HANMI（韩国）和SEMES（韩国），其中鸿劲科技设备数量占比约51%。

图：长电测试机招标进口为主



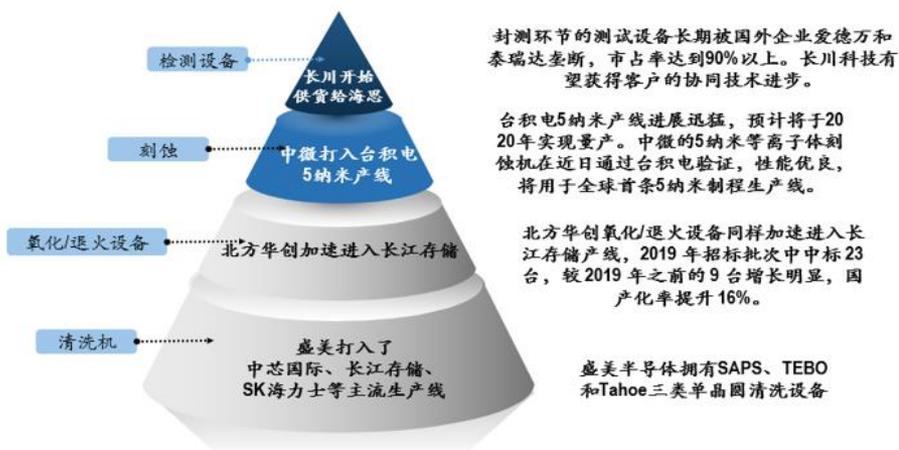
图：封测环节测试机招标依旧是国际头部设备厂占领



■ 长电科技招标设备数量 ● 数量占比 (右)

- ◆ 短期看，半导体设备国产化率遇提升契机，封测环节检测设备提升或更迅速。这主要得益于芯片荒、中美贸易战等背景下，国家政策推动（大基金一、二期等）、晶圆厂和封测厂产能扩张、国产替代需求提升和国产设备商技术追赶及验证周期缩短。尤其在封测环节，国内三家国际头部封测厂实力强劲，2020年营收规模市场份额合计占20.9%，封测厂和封测环节检测设备商共同研发难度或更低，该环节国产化推进可能更快。
- ◆ 长期看，国内半导体主产业链成熟为国产设备商大发展的必要条件。我们判断，只有当国内晶圆厂追平台积电、三星、海力士等国际龙头，国内封测厂追平日月光，设备商方能迎来历史性拐点。**Fab厂和封测厂需先攻克技术难点才会考虑设备国产化等降本举措。**

图：国产设备厂商技术发展加速



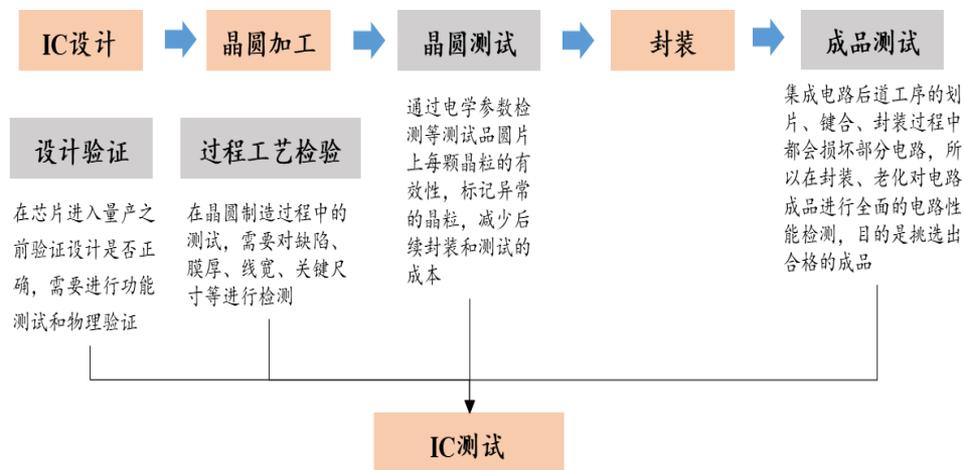
图：国内晶圆厂和国际龙头差距仍较大

	2016	2017	2018	2019	2020	2021E	2022E
台积电	10nm		7nm & 7nm+		5nm		3nm
三星	14nm	10nm		7nm		5nm	
英特尔	14nm			10nm		7nm	
格罗方德	14nm		12nm		-		
联电	28nm	14nm			-		
中芯国际	28nm			14nm		N+1	

◆ 晶圆厂和封测厂为检测设备厂商的主要下游客户，第三方检测企业也是检测设备的重要下游之一。IC设计商、晶圆厂、IDM厂商等可自设环节或实验室进行检测流程，然而针对不同的产品配备不同的测试系统将带来高昂成本和产能过剩，第三方专业测试企业应运而生，逐渐形成产业链重要一环，其服务贯穿整个IC制造流程，可大致划分为设计验证、过程工艺控制、晶圆测试和成品测试四大环节。

- 设计验证：面向IC设计企业，主要就进行功能性验证和物理验证。
- 过程工艺控制：面向IC设计厂、晶圆厂、IDM厂商等，提供材料分析、失效分析、可靠性分析等检测服务，代表性企业有iST宜特、闾康科技等。其上游主要为晶圆制造环节检测设备商。
- 晶圆测试和成品测试：面向IC设计厂、晶圆厂等企业，提供晶圆测试和成品测试服务，代表性企业包括日月光、长电科技等封测公司和京元电子、利扬芯片、华岭股份等纯测试公司。其上游主要则为封测环节检测设备商。

图：IC测试贯穿整个IC制造流程



图表：不同环节第三方测试在类型、仪器等方面存在差异

阶段	测试类型	主要仪器设备及方法	用途	主要客户	行业玩家
过程工艺控制阶段	材料分析 MA	SEM、TEM、FIB、AES、IVA、二次离子质谱仪等	平面分析、截面分析、成份分析、截面分布、可靠度测试等	Fabless、Foundry、IDM等	第三方实验室检测企业：iST宜特、闾康科技、赛宝实验室、胜科纳米、苏试试验等
	失效分析 FA	IC层次去除、光学显微镜、X光分析仪、超声波分析仪等			
	可靠性分析 RA	高低温、高湿度等储存和老化试验、振动试验等。			
量产阶段	晶圆测试	探针台、测试机	监控前道工序良率	Fabless、Foundry	封测公司：日月光、长电科技等 纯测试公司：京元电子、利扬芯片等
	成品测试	分类机、测试机	保障出厂产品合格率		

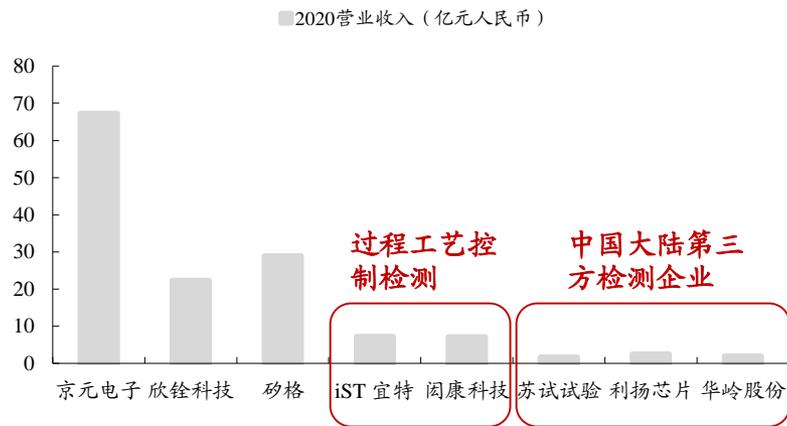
第三方检测企业：中国台湾企业优势明显，晶圆与成品测试占主导

- ◆ 中国台湾作为代工模式优势区域，拥有超过30家专业委外测试企业。京元电子为国际委外检测龙头企业，2020年位列全球十大封测厂第七位，其2020年营业收入为67.3亿元，同比+13.5%，净利润为8.4亿元，同比+19.6%。
- ◆ 中国大陆规模化的专业测试企业仅10家左右，譬如北京确实安、华润赛美科、无锡泰斯特、利扬芯片、华岭股份等，中国大陆第三方检测企业在检测能力和中国台湾厂商依旧差距不小。2020年京元电子晶圆检测产能50万片/月，而国内华润赛美科和利扬芯片仅8万片/月和4.2万片/月。
- ◆ 第三方检测市场以晶圆测试和成品测试企业为主，过程工艺控制服务的委外检测企业规模相对较小。京元电子、矽格等公司收入规模显著高于iST宜特、闵康科技这类过程工艺控制类企业。中国大陆第三方检测企业依旧处于发展初期，规模远小于中国台湾地区竞争对手，但增速较快。2020年苏试试验相关业务、利扬芯片和华岭股份收入规模仅1.7/2.5/1.9亿人民币，后两者分别同比+35.6%/+31.4%。

图表：2019年代表性第三方测试企业中国台湾龙头远超中国大陆

名称	场地规模	测试能力	
		晶圆测试能力	成品测试能力
京元电子股份有限公司(台湾)	18.7万平方米	50万片/月(4-12英寸)	5亿颗/月
北京确实安科技股份有限公司	1000平方米	1.1万片/月(4-8英寸)	1000万颗/月
华润赛美科微电子(深圳)有限公司	数千平方米	8万片/月(4-8英寸)	1亿颗/月
无锡市泰思特测试有限责任公司	500平方米	8000片/月(3-8英寸)	—
广东利扬芯片测试股份有限公司	2万平方米	4.2万片/月(8-12英寸)	—
上海华岭集成电路技术股份有限公司	6000平方米	2.5万片/月(4-12英寸)	3000万颗/月

图：中国台湾头部IC代工测试企业2020年营业收入（注：苏试试验仅取“集成电路验证与分析服务”收入规模）



目录



1 晶圆制造环节：晶圆制造环节检测设备繁多，KLA 份额一家独大

2 封测环节：泰瑞达、爱德万检测设备双龙头，模/混和SoC领域实现国产突破

3 检测设备核心标的：主要聚集在封测环节，大规模国产化仍需时间沉淀

4 投资建议

5 风险提示

- ◆ 考虑到半导体检测设备行业高度景气和国产替代趋势，重点推荐国内半导体模拟类测试设备龙头，拓展SoC及大功率器件领域打开成长空间的【华峰测控】；推荐【华兴源创】。

图表：可比公司估值（截至2021年8月5日）

股票代码	公司	市值 (亿元)	股价 (元)	归母净利润(亿元)			PE			投资评级
				2020A	2021E	2022E	2020A	2021E	2022E	
688200.SH	华峰测控	295.60	482.00	1.99	2.92	4.16	149	101	71	增持
688001.SH	华兴源创	198.22	45.20	2.65	3.84	5.42	75	52	37	增持
002371.SZ	北方华创	1,896.57	381.97	5.37	7.32	9.37	353	259	202	增持
688012.SH	中微公司	1,173.47	190.78	4.92	5.90	6.85	239	199	171	增持
603690.SH	至纯科技	185.80	58.33	2.61	3.46	4.83	71	54	38	买入
	平均						177	133	104	

备注：以上盈利预测均采用东吴证券研究所预测值。

目录



1 晶圆制造环节：晶圆制造环节检测设备繁多，KLA 份额一家独大

2 封测环节：泰瑞达、爱德万检测设备双龙头，模/混和SoC领域实现国产突破

3 检测设备核心标的：主要聚集在封测环节，大规模国产化仍需时间沉淀

4 投资建议

5 风险提示

- 1. SoC测试机和大功率器件测试系统研发不及预期：** SoC类测试机被测产品集成度、复杂度高\测试功耗大，大功率器件按测试机对耐高压、耐大电流和可靠性有严格的要求，整体技术壁垒较高，拓展新领域具有一定的研发风险。若公司相关技术无法形成测试系统投入量产使用，会对公司未来的业绩带来不利影响。
- 2. 半导体行业景气度下滑风险：** 半导体行业与宏观经济形势密切相关，具有周期性特征。如果全球及中国宏观经济增长大幅放缓，或行业景气度下滑，半导体厂商的资本性支出可能减少，对半导体测试系统的需求亦可能减少，将给公司短期业绩带来一定压力。
- 3. 产品价格下降及毛利率下滑的风险：** 若未来行业竞争进一步加剧或下游行业发展不及预期，可能导致主要产品销售单价及主营业务毛利率继续下降，从而对公司的经营业绩构成不利影响。

● 免责声明

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

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

东吴证券投资评级标准：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于大盘5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对大盘-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于大盘5%以上。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街5号
邮政编码：215021
传真：（0512）62938527
公司网址：
<http://www.dwzq.com.cn>

东吴证券 财富家园