

# 再看赛腾股份半导体设备业务

## 寻找中国的KLA

华西证券机械团队  
刘菁 (SAC NO: S1120519110001)  
俞能飞、田仁秀、李思扬

2020年07月31日

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

## 核心内容&投资建议

1、广义检测贯穿整个半导体制程，包括第三方实验检测、缺陷检测（Defect Inspection）与量测（Metrology）、测试（Test）等，本篇是我们此前系列报告《检测设备系列之一：半导体缺陷检测——谁有机会成为中国的科磊？-20200224》的深化报告，重点聚焦在**缺陷检测与量测部分**，在本文中**统称为检测设备**。KLA-Tecnor为半导体制程中检测设备领域的绝对王者，本文深度分析半导体检测设备市场并借鉴KLA-Tencor的发展历程，梳理国内相关企业进展并给出投资建议。

2、**市场规模&分类**：1) 芯片制程中检测设备种类多、市场空间大，根据我们测算，预计2020、2021年全球检测设备市场空间约为**66.9、73.5亿美元**、中国大陆该市场规模约为**16.4、17.6亿美元**。同时我们判断在检测设备中，缺陷检测与量测部分占比分别约为2/3、1/3，则相应2020年全球半导体缺陷检测、量测设备的市场规模约为**44.6、22.3亿美元**，2021年分别约为**49、24.5亿美元**；中国大陆2020年两者分别约为**10.9、5.5亿美元**；2021年分别约为**11.7、5.9亿美元**。2) 制程检测设备有不同的分类方法可以分为：缺陷检测、物性量测；光学检测、电子束检测等；有图形检测、无图形检、光刻套刻测量等。

3、**市场格局**：1) 根据SEMI数据，KLA-Tencor在前道全球检测和测量市场中占比过半、稳居行业第一，堪称半导体检测设备领域王者，且在所有半导体设备企业中排名第五；其次是应用材料和日立，二者市占率均超过10%，前三市占率合计达到75%，其他重要企业有Onton（Nanometrics和Rudolph合并而来）、Nova等。2) 国内半导体检测设备领域，相关企业目前实行自主研发与并购并举的方式进行布局，在部分细分领域已取得较大进展，但整体来看国产化率仍非常低（我们判断在5%以下），可以留给国内企业的市场空间和挑战并存。

**投资建议**：从目前国内主要企业中标情况来看，量测部分（如膜厚测量等设备）已有部分企业能够中标长存等，但缺陷检测部分中标非常少，**重点推荐赛腾股份（Optima）**：Optima主要产品为缺陷检测设备，客户为韩国日本等大型晶圆、芯片制造企业，国内是其未来重点拓展领域，目前国内既有客户包括新晟、中环、奕斯伟等，未来有望通过扩充产品线、国产化进程加快等方式进入更多客户。

**风险提示**：疫情超预期；公司相关产品订单不及预期；中美贸易摩擦超预期等。

## 目录

contents

- 01 KLA-Tencor 是谁？
- 02 芯片制造环节检测设备
- 03 封装测试环节检测设备
- 04 赛腾股份（Optima）半导体设备进展
- 05 盈利预测与投资建议
- 06 风险提示
- 附录 KLA-Tencor 深析



## 01 KLA-Tencor是谁？

半导体制程检测设备领域绝对王者，  
光学检测技术独步天下。

## 1.1 独步天下的光学检测设备，全球半导体设备公司前五

✓ 近年排名全球前五的半导体设备企业分别为应用材料（Applied Materials，美国）、阿斯麦（ASML，荷兰）、东京电子（Tokyo Electron，日本）、拉姆研究/泛林研究（Lam Research，美国）、科磊半导体（KLA，美国）：

1) 从收入和利润角度来看，应用材料、阿斯麦、东京电子和拉姆研究属于第一集团，科磊半导体属于第二集团，且与前四的有一定差距，这与公司所处的半导体设备环节较为一致。

2) 从毛利率水平来看，科磊半导体毛利率要显著高于排名前四的半导体设备企业，另外同为半导体检测设备供应商的泰瑞达和爱德万测试的毛利率水平同样较高。

表 全球重要半导体设备企业对比，KLA-Tencor位居第五位(单位：亿元人民币)

公司		收入			利润			毛利率		
中文名	代码	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
应用材料	AMAT.O	966.32	1199.26	1033.50	228.27	230.29	191.45	44.9%	45.3%	43.7%
阿斯麦	ASML.O	706.33	858.81	923.79	165.29	203.37	197.17	45.0%	46.0%	44.7%
东京电子	8035.T	667.81	778.03	738.87	120.71	151.09	121.39	42.0%	41.2%	41.2%
拉姆研究	LRCX.O	546.83	717.83	663.65	115.85	154.28	150.65	45.0%	46.6%	45.1%
科磊半导体	KLAC.O	235.75	267.09	314.10	62.74	53.08	80.78	63.0%	64.1%	59.1%
泰瑞达	TER.O	139.61	144.18	160.10	16.84	31.01	33.43	57.3%	58.1%	58.4%
爱德万测试	6857.T	152.76	200.42	197.91	13.35	40.44	38.4	51.44%	54.54%	-

## 1.2 半导体制程检测测量设备占比过半，绝对的王者

1、半导体检测测量设备领域，全球主要企业有科磊、应用材料、日本日立、Nano、Nova等等，根据SEMI数据，科磊占比过半（约为52%）、稳居行业第一，堪称半导体检测设备领域王者，其次是应用材料和日立的市占率也超过10%，前三市占率合计达到75%。

2、KLA-Tencor的产品线非常丰富，涵盖了半导体制程的各个环节和技术节点，包括晶圆表面缺陷、光罩、薄膜、关键尺寸等等；应用材料主要是缺陷检测及复查、CD量测等，日立主要为CD-SEM量测、缺陷检测等。KLA-Tencor的设备也同时提供数据的分析和储存。

3、具体产品应用包括晶片制造、晶圆制造、光罩制造、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，资料储存媒体/读写头制造、微电子机械系统制造及通用/实验室应用等。公司主要客户包括Intel, Tsmc, SMIC 等诸多全球知名半导体企业，销售及服务网络遍及美洲、欧洲及亚洲。

表 全球半导体检测测量设备重要企业市占率，KLA-Tencor稳居第一，占比过半

公司	主要设备	市场份额
KLA-Tencor	缺陷检测, Overlay, CD量测, 膜厚	52%
Applied Materials, PDC	缺陷检测及复查; CD量测	12%
Hitachi	CD-SEM 量测, 缺陷检测 (Review SEM)	11%
Nanometrics	CD; 膜厚测量	4%
Nova	膜厚测量	2.60%
其他	~	19%

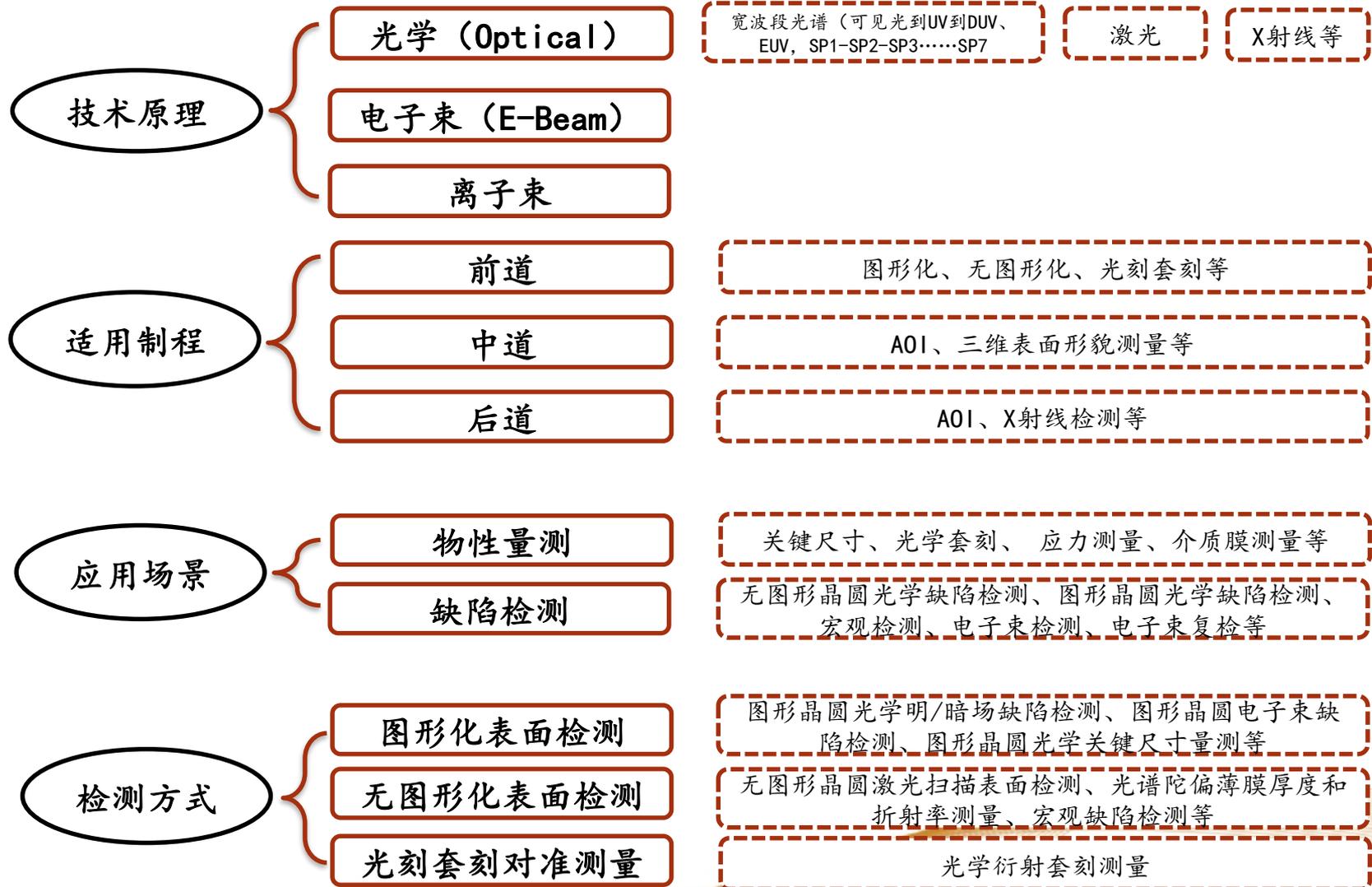
### 1.3 广义检测贯穿全制程，制程不断进步对检测设备需求量将倍增

随着技术的进步发展，制程的步骤越来越多，工艺也更加复杂化，例如在14nm，采用EUV光刻技术的制程步骤将超过700步，而采用多重图形技术的步骤则为1000步甚至更多，工艺窗口的挑战要求几乎“零缺陷”，对工艺控制水平提出了更高的要求。**因此我们判断随着制程越来越先进、加工环节不断增加，检测设备需求量将倍增。**

表 广义“检测”贯穿半导体整个制程

广义检测	设计	前道：晶圆生产			中道：晶圆制造							后道：晶圆封测	相关公司
		切	磨	抛	离子注入	扩散	镀膜	抛光	刻蚀	曝光	清洗		
第三方检测	验证测试（可靠性分析、失效分析、电性测试、电路修改等）				WAT测试							CP测试 FT测试	第三方实验室测试： 中国赛宝、胜科纳米、苏试试验/宜特、闾康等。  第三方晶圆/成品测试： 京元科技、利扬芯片、华岭股份等。
缺陷检测				surface scan	无图形缺陷检测					有图形缺陷检测			缺陷检测 KLA、AMAT、Hitachi、汉微科、Optima
							review SEM			E-Beam			
									掩模版检测			残留/玷污检测	
量测				wafer-sites	膜厚								量测： KLA、AMAT、Hitachi、NANO、睿励、中科飞测
					四探针电阻								
					膜应力								
					掺杂浓度								
							关键尺寸						
							套准测量						几何尺寸测量
测试	有效性验证：对晶圆样品、封装样品有效性验证				WAT测试：Wafer Acceptance Test，硅片完成所有制程工艺后的电性测试。							功能和电参数性能测试： CP（封装前）、FT测试（封装后）	泰瑞达、爱德万、东晶电子、东京精密、华峰测控、长川科技、精测电子

## 1.4 检测设备的分类





## 02 芯片制造环节检测设备

先进制程将催生检测设备需求量大增

## 2.1 前道制程工艺中的检测量测设备

### 前道制程工艺

晶圆裸片

扩散

薄膜沉积

光刻

掩膜

刻蚀

离子注入

CMP

清洗

进/出厂检测

### 无图形裸片缺陷检测/控片污染检测

表面粗糙度

膜厚厚度/均匀性

明场图形缺陷检测

暗场图形缺陷检测

厚度/均匀性

膜厚反射率/折射率

暗场图形缺陷检测

晶圆翘曲度

膜层内应力

电子束图形缺陷检测

电子束图形缺陷复检

套刻测量

关键尺寸测量

晶圆形貌测量

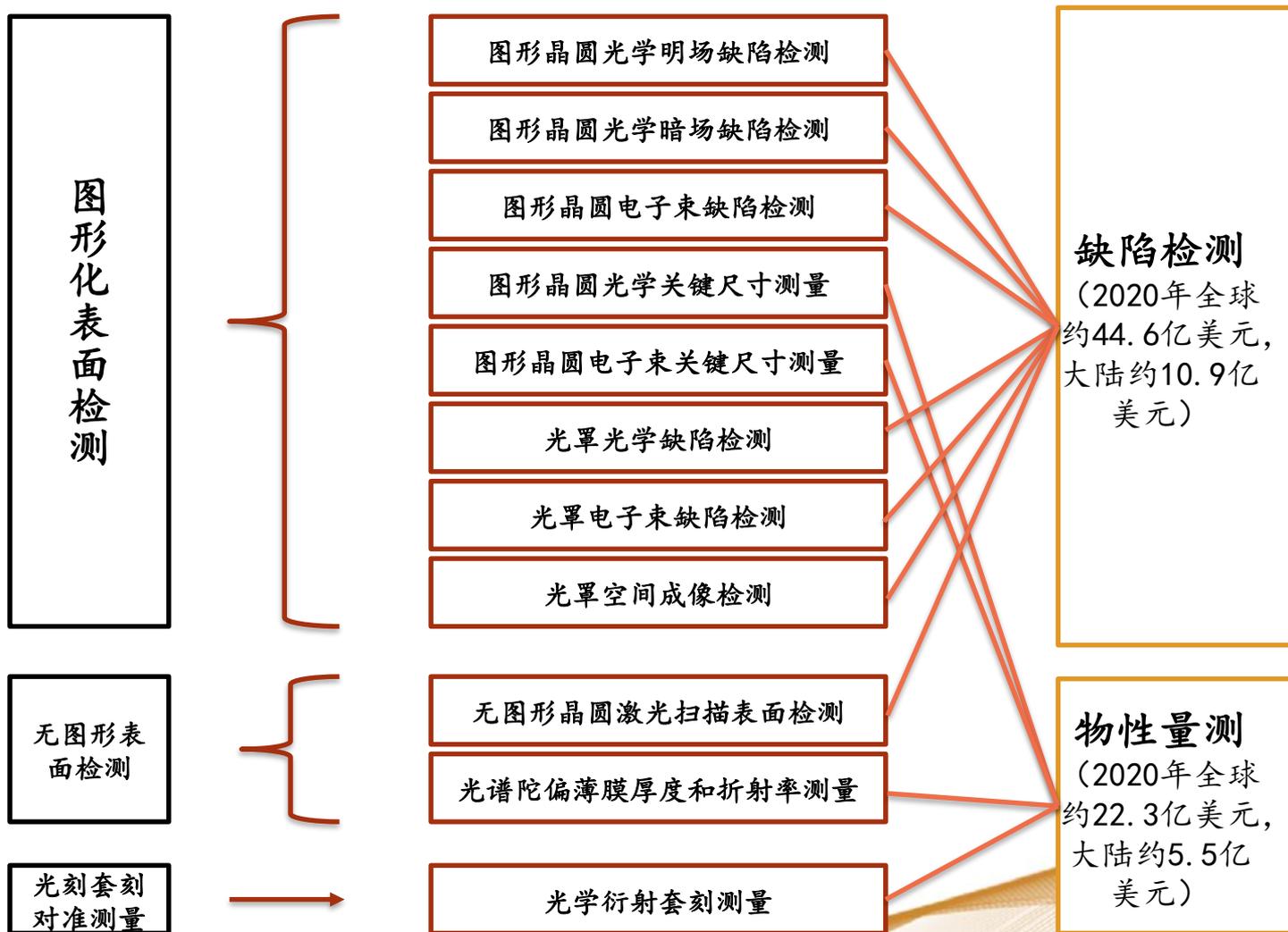
膜厚测量

注入/退火均匀性测量

#### 集成电路前道制程工艺主要检测分类

- 1、晶圆表面的颗粒和残留异物检查，以及工艺过程中晶圆的缺陷和异物的检查。
- 2、薄膜材料的厚度和物理常数（如折射率、消光系数、组分和应力等）的测量。
- 3、晶圆在光刻胶曝光显影后、刻蚀后和CMP工艺后的关键尺寸（CD）和形貌结构的参数测量。
- 4、套刻对准的偏差测量。

## 2.2 不同分类方法的对应关系



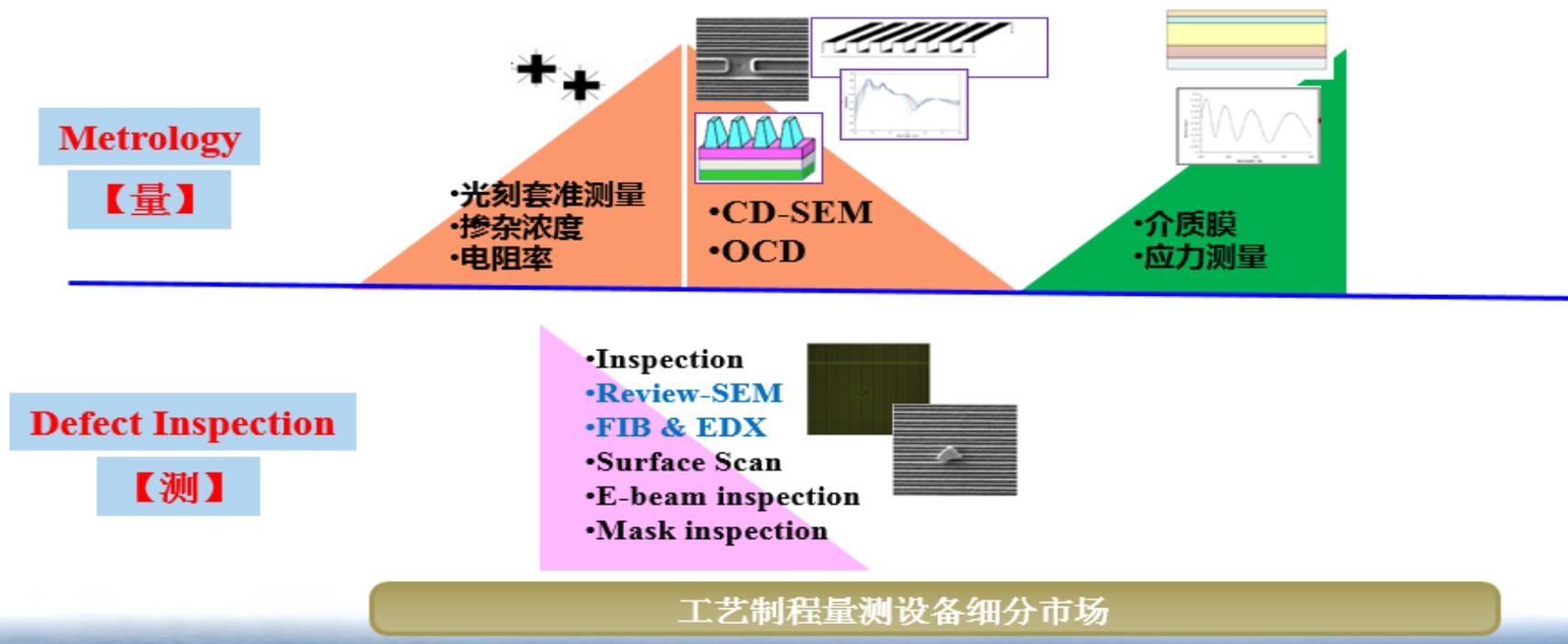
## 2.3 物性量测 (Metrology) 与缺陷检测 (Defect Inspection)

集成电路制造检测可分为物性量测与缺陷检测两大类：

1、**物性量测**：指对被观测对象的结构尺寸和材料特性做出的量化描述，如关键尺寸 (CD)、刻蚀深度、侧壁坡度、薄膜厚度等物性参数的量测。

2、**缺陷检测**：指相对一个正常的参考样本，检测出待测样本中出现的异质情况，如颗粒污染、表面划伤、开短路等特征结构损伤。

图 缺陷检测与量测主要分类



## 2.4.1 图形化表面检测具体设备

表 缺陷检测中图形化表面检测主要检测类型及重要企业

检测类型	检测分类	简称	原理	说明	国际公司及产品系列	国内企业	
图形化表面检测	针对具有图形的晶圆表面或者光罩表面的检测	图形晶圆光学明场缺陷检测	BFI	对晶圆表面重复区域进行快速成像扫描, 通过将每个芯片的图像信号与参考芯片的图像信号比较, 获得缺陷的尺度、分布和分类等信息。	照明光路和采集光路在临近硅片端共用一显微物镜	KLA-TENCOR的3900系列; Applied Materials的Uvision系列	中科飞测(研发)、上海睿励(研发)
		图形晶圆光学暗场缺陷检测	DFI	在晶圆表面进行扫描图像拍照, 通过对每个芯片的图像信号与参考的图像信号进行比较和分析, 获得缺陷的尺度、分布和分类等信息。	照明光路和采集光路在物理空间上完全分开	KLA-TENCOR的Puma系列; Hitachi High-Tech的IS系列	中科飞测(研发)
		图形晶圆电子束缺陷检测	EBI	用聚焦电子束扫描表面产生样品图像的电子显微镜, 将新品信号与参考芯片的图像信号进行对比, 获得缺陷的尺度、分布和分类等信息, 包括单电子束技术和多电子束技术。	分辨率可以达到1nm, 但检测效率与光学检测相比低	HMI(被ASML收购)的eScan系列; Applied Materials的PROVISION系列	中科晶源(研发)
		图形晶圆光学关键尺寸测量	OCD	利用光学散射测量法测量图形线宽等关键尺寸的测量技术, 测量对象为具有光栅结构的图形特征, 可以精确地测量CD、轮廓、线高度或沟槽深度等, 包括集成式OCD检测设备(与刻蚀机等工艺设备集成使用)和独立式OCD检测设备(具有独立的传送机构)。	优点: 不需要真空、测量速度快、非破坏性等; 缺点: 不能测量单立的光栅结构, 如高纵横比结构3DFinFET、TSV等。	Nanometric的Atlas/Impuse系列; KLA-Tencor的SpectraShape系列; Nova的HelioSense系列	上海睿励
		图形晶圆电子束关键尺寸测量	CD-SEM	使用SEM图像的灰度级(对比度)信号进行CD的分析, 通过测量指定位置的线轮廓来获取指定位置的尺寸。	能够实现沟槽中的深槽和孔的底部尺寸的测量, 以及3D NAND、NAND Flash、FinFET等三维结构的测量。	Hitachi的CG/CV系列; Applied Materials的VeritySEM系列	中科晶源的SEpA系列
		光罩光学缺陷检测	MODI	用于检测光罩上的图形缺陷, 原理与图形晶圆缺陷检测技术的原理相同		KLA-TENCOR的Teron系列; Applied Materials的Aera系列; Hitachi的CG/CV系列; Nuflare的NPI系列; Lasertec的MATRICS系列	
		光罩电子束缺陷检测	MEDI	与图形晶圆电子束缺陷检测技术原理相近		Hermes Microvision的eXplore系列	
		光罩空间成像检测	AIMS	用空间成像测量系统生成一个放大的掩模图像。		Carl Zeiss的AIMS系列	

## 2.4.2 无图形化&光刻套刻测量

表 缺陷检测中无图形化表面检测及光刻套刻对准测量主要检测类型及重要企业

	检测类型	检测分类	英文简称	原理	分辨率进度/优缺点	国际公司及产品系列	国内企业
无图形表面检测	针对无图形的晶圆表面、薄膜晶圆表面或者光罩表面的检测	无图形晶圆激光扫描表面检测		利用激光照射晶圆表面，散射光通过多通道采集，并经过表面背景噪声抑制后，通过算法提取和比较多的通道的表面缺陷信号，最终获得缺陷的尺寸和空间分布。	检测内容包括颗粒污染、表面凹坑、表面划伤、表面粗糙度、水印、CMP突起、晶坑等。	KLA-TENCOR的Surfscan系列； Hitachi的LS系列	中科飞测的Spruce系列
		光谱陀偏薄膜厚度和折射率测量		椭圆偏振光通过测量反射或透射时的偏振变化，将其与模型进行比较，反演出模型的物理量数值，从而获得测量结果。	测量材料组分、粗糙度、厚度（深度）、晶体性质、掺杂浓度、电导率和其他材料特性。	Nanometric的Atlas系列； KLA-Tencor的SpectraFilm系列； N&K的Olympian系列	上海睿励
光刻套刻对准测量	对需要叠加的两个图形，实现精密的空间平面对准的检测	光学衍射套刻测量		通过获取上下两层叠加的光栅结构的衍射信号，利用不同对准情况下衍射效果的不同，测量上下两层叠加光栅的对准情况。		KLA-TENCOR的Archer系列； ASML的YieldStar系列	
其他		缺陷复检扫描电镜	DR-SEM	采集半导体晶圆缺陷检测系统所检测到的缺陷，采用高倍数放大的方法得到高分辨图像，并对其进行检查和分类。		Applied Materials的SEMvision系列； Hitachi的HighTech SEM CR系列； KLA-TENCOR的eDR系列；	

## 2.5.1 重点缺陷检测：电子束检测设备VS光学缺陷检测设备

- 1、**从技术原理上看**，电子束检测与光学检测是用于定位晶片缺陷的两项主要技术，目前电子束检测和光学检测在检测流程上功能互补，各有优缺点。**目前晶圆厂的主力检测技术为光学检测技术**，占据目前其在集成电路生产高级节点上已经达到极限的分辨率，然而基于电子成像的图像检测比深紫外波长光学检测图形成像具有更高的空间分辨率。
- 2、**现阶段电子束检测多用于研发团队的工程分析、光学检测多用于晶圆厂的在线检测**，未来在尺寸较小且光学分辨率有限的情况下，电子束检测将发挥更大的作用。
- 3、与光学缺陷检测设备相比，虽然电子束检测设备在性能上占有，但因逐点扫描的方式导致其检测速度太慢，所以不能满足圆片厂对吞吐能力的要求，无法大规模替代光学设备承担在线检测任务，目前主要用于先进工艺的开发。
- 4、**主要供应商：汉民微测科技（ASML收购）、应用材料。**

表 电子束检测设备主要供应商

主要在售产品系列	制造厂商	主要性能指标	参考价格	工作模式
eScan、eP、PROVision	汉民微测科技、应用材料	常用工作电压：500-3000V 常用工作电流：1-200nA 最小分辨率：1-2nm 扫描速率：小于100平方厘米/h	400-800万美元	抽样检测

## 2.5.2 重点缺陷检测之光学图形化检测：光学明场&光学暗场

### 1、技术原理：

晶圆光学明场检测中光柱垂直照射到样品的表面，暗场检测中光线倾斜照射到样品的表面；暗场照明方式以更低角度入射的暗场照明，空间采集角度也主要为更低角度的暗场角度，从而对部分缺陷具有更加优异的灵敏度和分辨能力。

### 2、光源种类及位置：

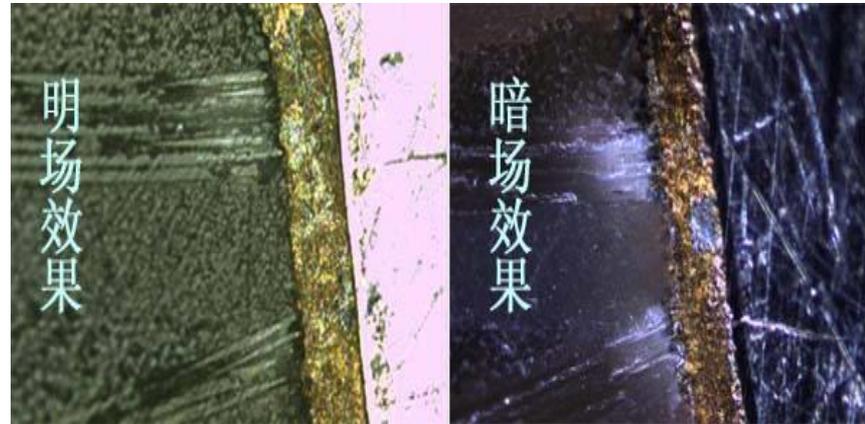
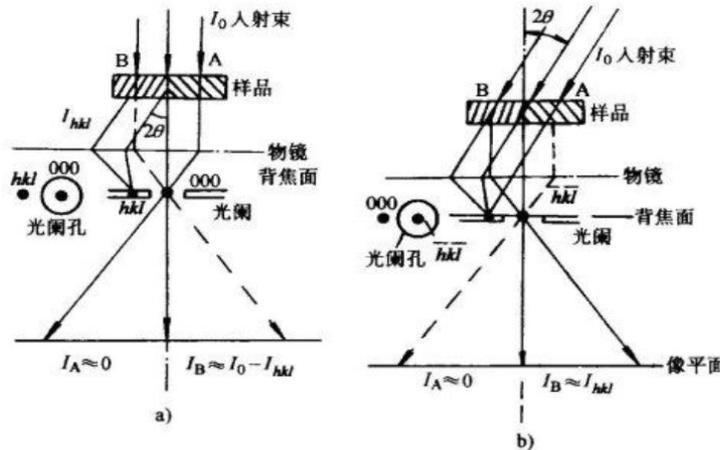
暗场光源采用激光，明场光学检测采用等离子体光源；晶圆暗场缺陷检测技术照明光路和采集光路在物理空间上是完全分开的，晶圆明场缺陷检测技术的照明光路和采集光路在临近硅片端共用一显微物镜。

### 3、衍生——灰场检测技术

通过光阑的调节可以实现明场、暗场和明暗场结合的三种主要照明方式。

图 光学明场与暗场缺陷检测设备原理对比

图 光学明场与暗场缺陷检测设备效果对比



### 2.5.3 重点缺陷检测之宏观缺陷检测

1、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微米的图片缺陷检测。

两种方式：

- 1) 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，检测速度快；
- 2) 局部圆片表面成像，光学视场仅限于圆片表面局部，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”比对图像等图像计算方法（灰阶比对、图像相减等）获得检测结果。

照明系统：包括明场照明、暗场照明、灰场照明；光源可为疝灯闪光灯或LED光源，为了适应更小节距的圆片结构，可采用DUV和UV的深紫外光源来提高检测分辨率。

2、宏观缺陷检测设备主要用于光刻、CMP、刻蚀、薄膜、复合3D测量能力后的出货检验（OQC）/入厂检验（IQC），晶圆级芯片尺寸封装（WLCSP）和扇出晶圆级封装（FOWLP）等工艺制程中，主要检测项目有4类：

- 1)、正面检测：包括颗粒污染、划伤、离焦缺陷、光刻胶缺失、掩模板ID、套刻错误等。
- 2)、背面检测：包括圆片背面的污染和刮伤缺陷。
- 3)、边缘检测：包括边缘去除的覆盖度、同心度、均匀性检测，以及边缘缺口、边缘裂纹的检测。
- 4)、圆片几何形状检测。

3、主要供应商：KLA-Tencor的（CirCL系列）、Nanometrics（Spark系列）、Rudolph（NSX系列）、睿励科学仪器的（FSD系列）等。

## 2.5.4 重点缺陷检测之缺陷检测复检

在一些关键的生产工艺之后：1) 加入缺陷检测站点，先使用明场、暗场光学缺陷检测设备或电子束缺陷检测设备对圆片表面进行表面检测，缺陷检测设备会根据扫描区域的图形信号特征对比，发现并标记潜在缺陷的坐标信息；

2) 缺陷管理系统再将缺陷坐标信息传入缺陷分析扫描电子显微镜，后者根据导入的坐标信息找到对应位置的缺陷，通过高倍率电子显微镜观测缺陷的形貌特征、尺寸、缺陷所在位置的背景环境，并通过能量色散X射线光谱分析的方法确定缺陷的元素成分，从而判断缺陷产生的原因及对应的工艺步骤，并进行针对性的缺陷改善。



## 2.6.1 重点量测之关键尺寸测量（OCD）

1、图形晶圆光学关键尺寸测量（OCD）是指利用光学散射测量法测量图形线宽等关键尺寸的测量技术，光源照射角度分垂直入射和倾斜入射两种角度。

测量对象是具有光栅结构的图形特性，可以精确地测量CD、轮廓、线高度或沟槽深度及侧壁角度，全面确定截面轮廓。

优点：不需要真空、测量速度快、非破坏性等优点。

缺点：不能测量单立的光栅结构，如硅锗通道应力、高纵横比结构、3D FinFET、硅通孔（TSV）等。

OCD设备有两种：

1)、集成式OCD，主要与刻蚀机等工艺设备集成使用，单价相对较低。

2)、分立式OCD，具有独立的晶圆传送机构，在晶圆厂中独立使用，单价相对较高。

主要企业及产品系列：

Nanometric的Atlas/Impuse系列；KLA-Tencor的SpectraShape系列；Nova的HelioSense系列等。

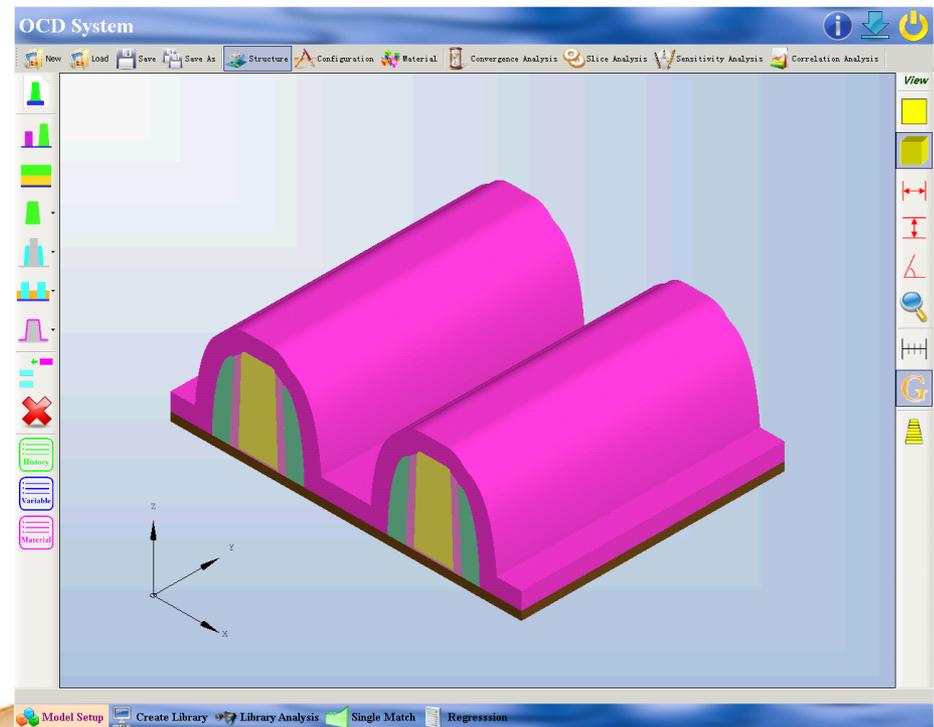
2、图形晶圆电子束关键尺寸测量（CD-SEM）

扫描电子显微镜在关键尺寸测量中的应用拓展，可以实现更高的精度，能够实现沟槽中的深槽和孔的底部尺寸的测量，以及3D NAND、NAND Flash、Fin FET等三位结构的测量；缺点在于测量速度较慢。

主要企业及产品系列：

Hitachi的CG/CV系列；应用材料的VeritySEM系列等。

图 OCD软件成像



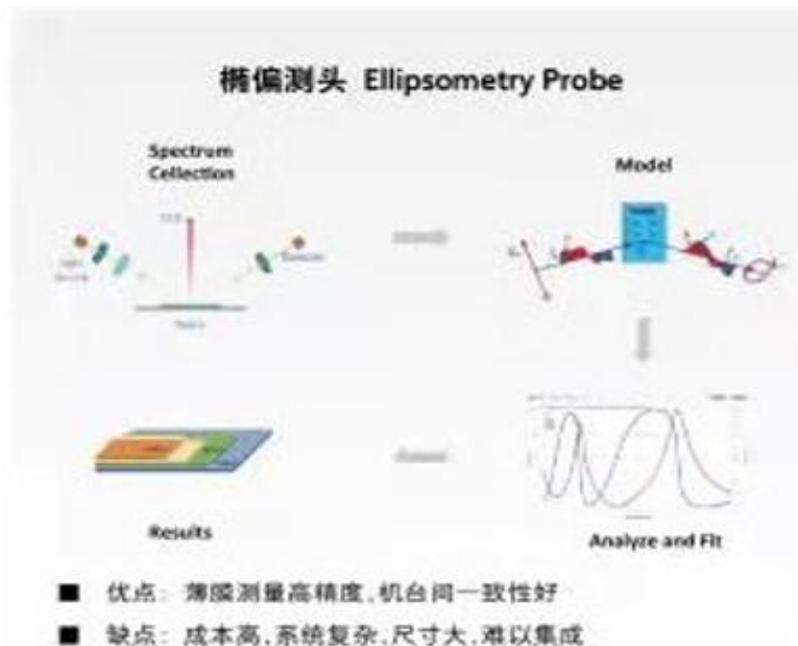
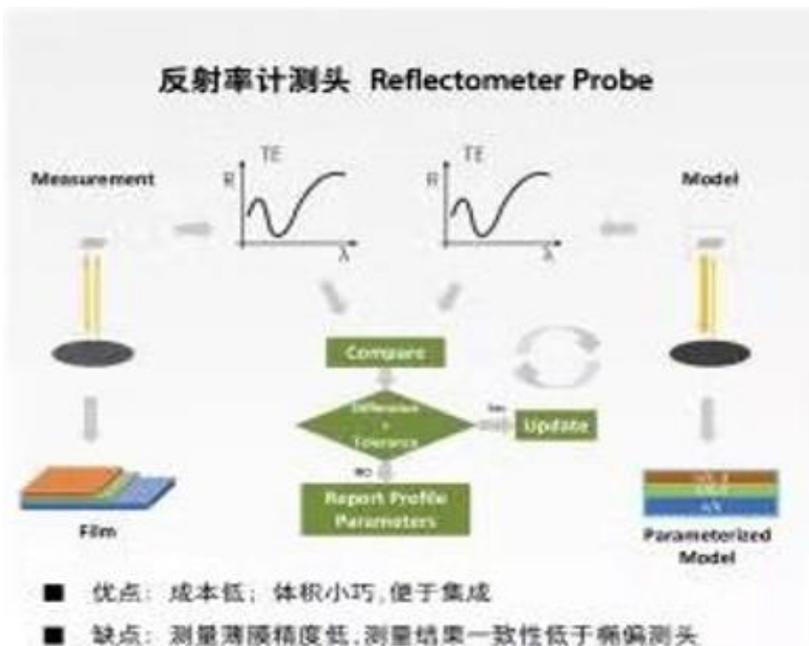
## 2.6.2 重点量测之膜厚测量

在集成电路制造过程中，晶圆需要进行多次、多种材质的薄膜沉积，因此薄膜厚度和性质（折射率、消光系数等）需要精确地确定，以确保每道工序均满足设计规格。

最常用的设备是光学薄膜测量设备，优点是快速、精确，对被测样品无损伤，可测量各种透明介质膜（氧化物薄膜、氮化物薄膜等）、半导体薄膜（多晶硅薄膜、SiGe薄膜等）及很薄的导电类薄膜（TiN薄膜、Ti薄膜、Ta薄膜、TaN薄膜等）。

测量方式有两种：椭圆偏振和垂直反射两种。

图 两种测量方式原理及优缺点对比



## 2.7.1 各种成像原理的检测设备发展挑战

1) 14nm及以下节点工艺步骤增加。由于采用多层套刻技术，工艺步骤增加至近千道工序，每一道的良品率都要保持在非常高的水平才能保证最终的良品率，**根据YOLE统计数据，工艺节点每缩减一代，工艺中产生的致命缺陷数量会增加50%**。

2) 三维器件结构检测需求提升。集成电路基础结构逐渐向诸如FinFET、Multi-Gate、3D NAND、3D Interconnect等**三维结构转化，给检测技术提出了新的要求和挑战**。

表 各种技术主要应用领域及发展的问题

探测信号载体	波长	主要问题	主要技术领域
传统光学检测技术 (Optical)	190-1000nm	分辨率限制	图形/非图形晶圆缺陷检测、CD测量、光罩缺陷检测
EUV波段检测技术 (Actinic)	13.5nm	整体产业链能力	光罩检测
X射线检测技术 (X射线)	100pm, 通常利用吸收特性	整体产业链能力	关键尺寸测量、薄膜测量
电子束检测技术 (E-Beam)	10pm	多通道电子束技术	图形晶圆缺陷检测、光罩缺陷检测

资料来源：集成电路产业全书，华西证券研究所

### 1、光学技术：传统光学检测技术越来越接近分辨率极限。

1) 基于光学成像的设备发展方向为提高分辨率，采用DUV、VUV、EUV等波长更短的光源，以获取更高的分辨率。

2) 采用Actinic方法（EUV波段检测）进行光罩检测的需求量增加，其主要原因是对于EUV波段，其他波长检测方式的缺陷检出类型同EUV波段的缺陷检出类型存在差异，同时由于EUV光罩保护层的存在，导致无法采用部分光学波段进行光罩缺陷检测。

### 2、电子束技术：电子束等超高分辨率检测技术需要时间以突破

基于E-Beam成像技术的设备发展方向为提高吞吐量，由采用单一电子束发展为采用多通道电子束。

## 2.7.2 检测量测未来发展目标

检测设备的重要指标：**灵敏度、准确性、稳定性、吞吐量**

为了获取尽量搞的芯片成品率，必须严格控制晶圆之间（Wafer to Wafer）、同一晶圆上芯片之间（Die to Die）的工艺一致性，因此对工艺过程中晶圆进行在线检测成为必然，这就要求检测设备必须具备智能化的图像识别功能，能够快速、准确地找到工艺流程中规定的测量区域去完成检查和测量，并且自动地将数据实时上传至生产线控制终端系统，为各工艺段的生产设备的参数微调提供依据，并预警设备异常，从而保证每道工艺均落在容许的工艺窗口内，使整条生产线平稳连续地运行。

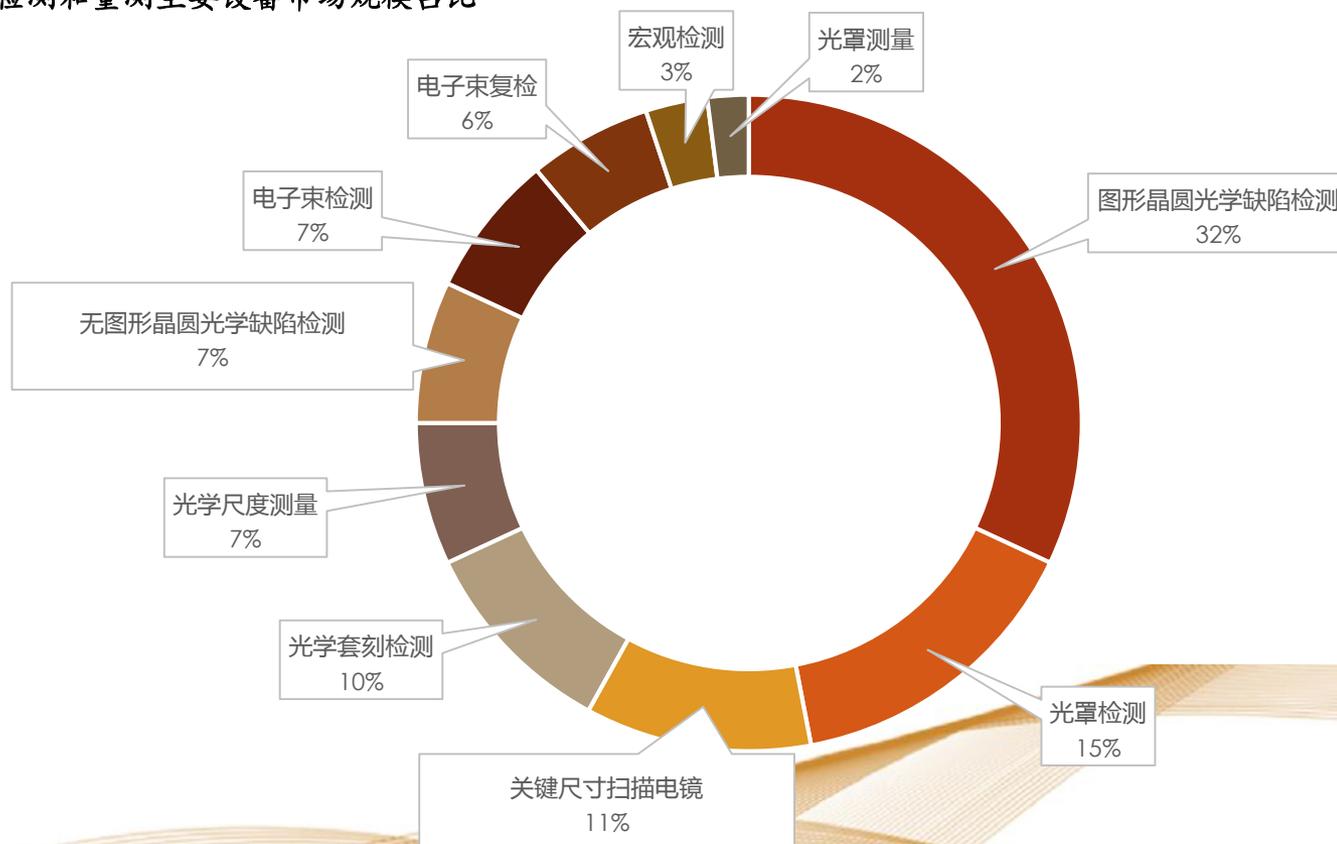
表 检测设备主要测量技术未来发展目标

	2020年	2025年	2030年
<b>前道图形化检测</b> (图形缺陷检测、CD测量)	1、缺陷灵敏度达5nm； 2、采用单电子束成像技术、深紫外光学图像技术和深紫外光学尺度测量技术	1、缺陷灵敏度达3nm； 2、采用单/多电子束成像技术和真空紫外光学尺度测量技术； 3、将Actinic光学技术应用于极紫外光刻光罩检测	1、缺陷灵敏度达1nm； 2、采用多电子束成像技术和X射线光学尺度测量技术； 3、将Actinic光学技术应用于光罩检测
<b>前道无图形化检测</b> (颗粒检测、膜厚检测)	1、缺陷灵敏度达5nm，采用深紫外光学技术； 2、膜厚分辨率为0.1A，采用深紫外光学技术	1、缺陷灵敏度达3nm，采用真空紫外光学技术； 2、膜厚分辨率为0.05A，采用深紫外光学技术	1、缺陷灵敏度达1nm，采用真空紫外光学技术； 2、膜厚分辨率为0.02A，采用紫外光学技术/X射线反射技术
<b>前道光刻套刻</b>	采用深紫外光学技术	采用真空紫外光学技术	采用真空紫外光学技术
<b>中道检测</b>	目标：1 $\mu$ m线对和三维结构检测，可见光/紫外光学技术	目标：0.5 $\mu$ m线对和三维结构检测，紫外光学技术	目标：0.2 $\mu$ m线对和三维结构检测，深紫外光学技术
<b>后道检测</b>	可见光及X射线检测技术	紫外光及X射线检测技术	紫外光及X射线检测技术

## 2.8 各种设备大约占比

**市场规模和各种设备规模：**根据产业信息网报告数据，通常晶圆级检测设备占集成电路制造设备市场规模的13%左右，主要具体设备占比如下，市场空间较大、同时难度也较高的有图形晶圆光学缺陷检测、光照检测、关键尺寸测量等。

图 缺陷检测和量测主要设备市场规模占比



## 2.9.1 市场空间测算——宏观视角

2020年4月，国际半导体产业协会SEMI报告指出，2019年全球半导体制造设备销售额达到598亿美元，比2018年的645亿美元的历史高点下降了7%，其中中国大陆同比略增3%至134.5亿美元，来到全球第二。

此前SEMI预计2020年全球半导体设备销售额将达到608亿美元，其中中国大陆以149亿美元居次席；而在2021年全球半导体设备销售额将创下668亿美元的历史新高，展望2021年，中国大陆将以160亿美元的销售额跃升至全球第一大设备市场。

根据SEMI数据，2018年半导体检测&量测设备约占半导体设备投资总额的11%，我们在此基础上对我国半导体检量测设备市场空间进行测算，则**预计2020、2021年全球缺陷检测检测&测量市场空间约为66.9、73.5亿美元、中国大陆该市场规模约为16.4、17.6亿美元。**

同时我们判断，在检测设备中，缺陷检测与量测部分占比分别约为2/3、1/3，则相应2020年全球半导体缺陷检测、量测设备的市场规模约为44.6、22.3亿美元，2021年分别约为49、24.5亿美元；中国大陆2020年两者分别约为10.9、5.5亿美元；2021年分别约为11.7、5.9亿美元。

表 全球及中国大陆缺陷检测、量测设备市场规模测算（单位：亿美元）

	2017年	2018年	2019年	2020年(E)	2021年(E)
检测量测设备占半导体设备总投资占比	11%	11%	11%	11%	11%
量测设备在检量测设备中占比	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
缺陷检测设备在检量测设备中占比	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3
全球半导体设备市场	566.2	645.5	597.5	608.0	668.0
全球检测量测设备市场空间	62.3	71.0	65.7	<b>66.9</b>	<b>73.5</b>
全球量测设备市场空间	20.8	23.7	21.9	<b>22.3</b>	<b>24.5</b>
全球缺陷检测设备市场空间	41.5	47.3	43.8	<b>44.6</b>	<b>49.0</b>
中国大陆半导体设备市场	82.3	131.1	134.5	149	160
中国大陆检测量测设备市场空间	9.1	14.4	14.8	<b>16.4</b>	<b>17.6</b>
中国大陆量测市场空间	3.0	4.8	4.9	<b>5.5</b>	<b>5.9</b>
中国大陆缺陷检测设备市场空间	6.0	9.6	9.9	<b>10.9</b>	<b>11.7</b>

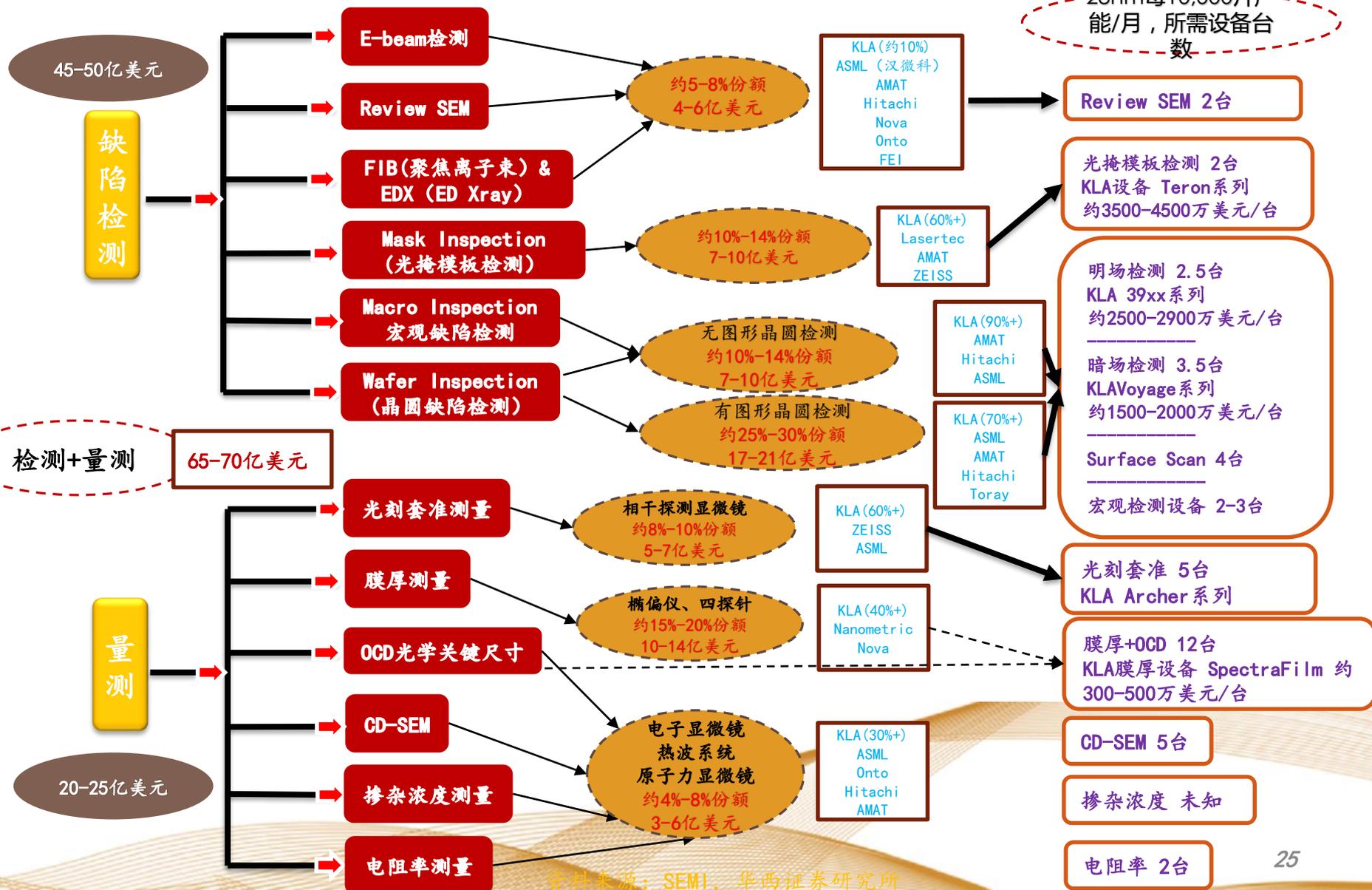
## 2.9.1 市场空间测算——宏观视角

表 全球主要检测设备（量测、缺陷检测等）主要设备种类市场规模及主要公司市占率（单位：亿美元）

分类	设备	占比	2020E市场空间 (亿美元)	2021E市场空间 (亿美元)	主要厂商 及市占率
量测设备	关键尺寸	10%	6.7	7.4	日立80%+
	掩膜检测设备	13%	8.7	9.6	科磊65%+
	掩膜测量设备	2%	1.3	1.5	卡尔蔡司50%+
	镀膜测量设备	4%	2.7	2.9	科磊90%+
	薄膜测量设备	12%	8.0	8.8	科磊40%+
	光学测量设备	1%	0.7	0.7	科磊50%+
缺陷检测设备	无图形检测设备	5%	3.3	3.7	科磊70%+
	有图形晶圆光学检测设备	32%	21.4	23.5	科磊80%+
	有图形晶圆电子束检测设备	3%	2.0	2.2	HMI80%+
	宏观缺陷检测设备	3%	2.0	2.2	科磊40%+
	缺陷检测扫描电子显微镜	5%	3.3	3.7	应用材料60%+
过程控制软件	过程控制软件	2%	1.3	1.5	科磊30%+
其他	其他	7%	4.7	5.1	
合计			66.90	73.50	

## 2.9.2 市场空间测算——微观视角

28nm每10,000片产能/月，所需设备台数





### 03 封装测试环节检测设备

先进封装对检测设备不断提高

### 3.1 中后道检测流程

封装工艺

光刻

刻蚀

电镀

UBM/RDL/BUMP

测试工艺

探针检测

晶圆切割

2D/3D AOI 图形缺陷检测/宏观缺陷检测

裸片缺陷检测/控片污染检测

切割道检测

图形关键尺寸测量

晶圆形貌测量

台阶高度测量

膜厚/折射率/应力测量

洗边宽度测量

## 3.2 中道制程工艺控制检测技术

表 封装环节主要检测类型及国内主要企业

封装环节主要测试类型	具体技术	国外主要企业	国内主要企业
三维表面形貌测量技术	光学低相干测量技术	KLA-Tencor、 Naonometrics、 Rudolph Technology、 Camtek、 UnitySC、 Bruker、 Zeta Instruments、 Lasertec、 Toray Engineering	中科飞测、 上海微电子、 中国台湾政美等
	共聚焦显微测量技术		
	反射光谱膜厚测量技术		
	数字光学显微及二维测量技术		
自动光学检测 (AOI) 技术	2D自动光学检测 (2D AOI)		
	3D自动光学检测 (3D AOI)		

资料来源：集成电路产业全书，华西证券研究所

三维表面形貌测量设备的趋势是在一台设备中提供关键尺寸 (CD)、套刻 (Overlay)、重布线层 (RDL) 和凹凸金属 (UBM) 高度，以及薄膜厚度等测量功能，从而减少晶圆厂的计量设备数量、节省洁净室空间。具体应用包括：2.5D/3D集成、晶圆级芯片封装 (WLCSP) 和扇出晶圆级封装 (FoWLP)，为铜柱、凸块、硅通孔 (TSV)、重布线层 (RDL) 和其他封装工艺流程提供生产验证的工艺控制和监控策略。

表 测试环节主要检测类型

测试环节主要检测类型	分类	描述
自动光学检测	2D AOI	配置多个超高分辨率相机以及二维检测算法，对成品PCB组件的制造缺陷进行特征描述和检查。
	3D AOI	检测原理为多频莫尔相移图像方法，能够精确检测和测量PCB上器件的高度尺寸，并提供清晰的集成电路和各种器件的侧视图像，这样可以看到自上而下的照相机不能看到的导线和焊点。
X射线检测		通过透射X射线检测来检查区域阵列封装，如柱栅阵列、球栅阵列、芯片级封装和基板栅格阵列，实现高分辨率、高放大倍数和高对比度的X射线图像检测

资料来源：集成电路产业全书，华西证券研究所



## 04 赛腾股份 (Optima) 半导体设备进展

检测设备中，国内企业量测已有突破，缺陷检测等待策马奔腾，赛腾股份占据先机。

## 4.1 Optima基本情况

- 1、收购历史：2019年9月赛腾股份购买Kemet Japan株式会社持有的日本Optima株式会社67.53%股份，收购价款约合人民币16395万元，后续公司完成增资，收购、转让（转让1%股份给咨询服务公司亚洲日升，后者业务包括对日兼并收购、对日私募融资、中日合作/合资等）及增资完成后，目前公司持有Optima约73.75%股权。
- 2、管理层变革：2019年7月Optima株式会社管理层变更，孙丰先生成为董事长，李三宝等成为董事。
- 3、客户分布：一线大厂，韩国、日本、中国台湾等客户；中国大陆大硅片新晟、中环、奕斯伟等客户。
- 4、主要产品：光学晶圆缺陷检测设备，如晶圆边缘检测、晶圆正面/背面检测、宏观检测、针孔检测等。
- 5、财务数据：根据公司公告，Optima 2018年实现收入1.79亿元、净利润3070.55万元；2019年并表5个月实现收入收入8582.31万元、净利润1181.22万元，我们判断由于收购整合公司增长有限；2020年H1受到疫情影响实现收入9046.06万元、净利润1748.35万元，净利润率提升至19.33%，盈利能力大幅改善。

表 Optima主要财务指标（2019年数据为预测数据，万元）

项目	2020H1	2019年E	2019年1-3月	2018年度
总资产 (万元)			23044.88	21616.96
净资产 (万元)			4626.78	4228.44
营业收入 (万元)	9046.06	20597.54	4816.24	17875.59
净利润 (万元)	1748.35	2834.93	398.35	3070.55

表 Optima管理层

Company executives

Chairman & CEO	Sun Feng
President	Kengo Sasabe
Vice President	Liu Hongbo
Director	Satoshi Akiyama
Director	Kingo Hagiwara
Director	Li Sanbao
Director	Katsumi Inden
Auditor	Tamotsu Maejima
Auditor	Takehisa Ogata
Auditor	Song Chengzhe
Technical advisor	Takashi Kanno

## 4.2 Optima主要产品，边缘检测设备极具竞争力

表 Optima主要产品系列

### 晶圆边缘检测系统RXW-1200

自动检测设备，用于检测和分类晶片边缘缺陷，以及测量硅晶片或器件制造过程中所需零件的尺寸。

#### 半导体制造工艺

边缘研磨/单面研磨/双面抛光/清洗/干燥/原始晶圆最终检查/外延，绝缘体上的硅/沉积/光刻/ CMP /修边/粘贴/薄化



### 背面宏晶片检测系统BMW-1200

具有高灵敏度检测晶圆背面缺陷/污染并在设备制造过程中对提取出的缺陷进行三维立体测量的检测设备。

#### 半导体制造工艺

沉积/光刻/蚀刻/ CMP



检测晶片边缘/两侧缺陷的检测设备是硅晶片制造（抛光/ Epi）工艺。

#### 半导体制造工艺

封边/单面打磨/双面抛光/清洁/干燥/原始晶圆最终检查/外延，绝缘体上的硅



自动检测设备，可利用内部或背面的红外光检测硅晶体生长过程中出现的针孔缺陷。

#### 半导体制造工艺

晶体生长/切片/单面研磨/双面抛光/原始晶圆最终检查



### 边缘和正面/背面检查设备RXM-1200

### 针孔缺陷检查设备RXP-1200

资料来源：Optima官网，华西证券研究所

**竞品分析：**主要供应商：KLA-Tencor的（CirCL系列）、Nanometrics（Spark系列）、Rudolph（NSX系列）、睿励科学仪器的（FSD系列）等。

## 4.3 Optima国内部分中标统计

表 Optima（及前身Raytex）国内中标项目情况，新晟多台重复性订单、边缘检测设备出货较多

中标时间	项目	招标范围	招标机构	招标人	设备型号
2020/4/21	硅片边缘和表面缺陷检测机采购项目		上海银鑫建设咨询有限公司	上海新昇半导体科技有限公司	
2019/2/3	西安奕斯伟硅产业基地项目	边缘检测机&边缘/底面/正面检查装置	中国电子进出口有限公司	西安奕斯伟硅片技术有限公司	
2018/9/12	集成电路用8-12英寸半导体硅片项目三工段设备采购第二批第八包：硅片表面缺陷检测仪	计划采购硅片表面缺陷检测仪1台/套，及设备的服输安装和调试	天津市泛亚工程机电设备咨询有限公司	中环领先半导体材料有限公司	
2018/7/11	边缘检测机采购项目		上海银鑫建设咨询有限公司	上海新昇半导体科技有限公司	RXM-1200
2018/3/12	边缘检测机项目		上海银鑫建设咨询有限公司	上海新昇半导体科技有限公司	RXW-1200
2017/4/17	边缘检测机	边缘检测机1套	上海银鑫建设咨询有限公司	上海新昇半导体科技有限公司	
2015/12/24	边缘检测机	边缘检测机	苏美达国际技术贸易有限公司	上海新昇半导体科技有限公司	
2015/11/17	抛光后检验机	抛光后检验机	苏美达国际技术贸易有限公司	上海新昇半导体科技有限公司	

## 4.4 Optima部分中标情况公告

### 西安奕斯伟硅产业基地项目中标结果公告(1)

#### 边缘检测机采购项目中标公告

发布时间：2018-07-11

项目名称：边缘检测机采购项目  
项目编号：1417-174YINXIN034/003-004  
招标机构：上海银鑫建设咨询有限公司  
招标人：上海新昇半导体科技有限公司  
开标时间：2018-06-22  
评标时间：2018-06-29  
中标结果公告时间：2018-07-11  
中标人：Kemet Japan Co., Ltd  
制造商：Raytex Optima Inc.  
型号：RXM-1200  
制造商国家或地区：日本

发布时间：2019-02-13

项目名称：西安奕斯伟硅产业基地项目  
项目编号：0714-1840XAESWIN1/09  
招标范围：边缘检测机 & 边缘/底面/正面检查装置  
招标机构：中国电子进出口有限公司  
招标人：西安奕斯伟硅片技术有限公司  
开标时间：2019-01-29 10:00  
公示时间：2019-01-31 15:42 - 2019-02-03 23:59  
中标结果公告时间：2019-02-13 13:06  
中标人：Optima? Incorporated  
制造商：Optima Incorporated  
制造商国家或地区：日本

#### 边缘检测机项目采购项目中标公告

发布时间：2018-03-12

项目名称：边缘检测机项目  
项目编号：1417-174YINXIN034/001、1417-174YINXIN034/002  
招标机构：上海银鑫建设咨询有限公司  
招标人：上海新昇半导体科技有限公司  
开标时间：2018-01-29  
评标时间：2018-02-12  
中标结果公告时间：2018-03-12  
中标人：Kemet Japan Co., Ltd  
制造商：日本  
型号：RXW-1200  
制造商国家或地区：日本

#### 边缘检测机采购项目中标公告

发布时间：2017-04-17

项目名称：边缘检测机采购项目  
项目编号：1417-174YINXIN006/08  
招标范围：边缘检测机 1套  
招标机构：上海银鑫建设咨询有限公司  
招标人：上海新昇半导体科技有限公司  
开标时间：2017-04-11 10:00  
评标时间：2017-04-11 13:00  
中标结果公告时间：2017-04-17 10:00  
中标人：KEMET Japan Co., Ltd.  
制造商：Japan Raytex Optima Inc  
型号：VER 2.0  
制造商国家或地区：日本

## 4.5 Optima现有设备市场空间测算

1、国内12寸晶圆厂产能规划及对宏观缺陷检测设备需求量测算（注：目前Optima在国内中标均在大硅片环节，在此我们仅估算大硅片，芯片厂暂不进行估算）：预计2019-2021年，对宏观缺陷检测设备需求量分别为8、50、112台。

2、同时公司设备可以应用在芯片制造和封测环节（尤其是先进封装），我们估算公司现有设备对应全球市场空间在十亿美元级别。

表 Optima国内大硅片企业宏观缺陷检测设备需求量测算

晶圆厂	尺寸	远期规划产能（万片/月）	产能释放节奏		
			2019	2020E	2021E
新晟	12英寸	60	3	15	20
中环	12英寸	50	1	5	15
成都超硅	12英寸	50	0	0	3
合晶二期	12英寸	27	0	3	8
中芯晶圆	12英寸	20	0	0	5
重庆超硅	12英寸	10	0	0	3
西安奕斯伟	12英寸	50	0	2	5
<b>合计</b>		<b>217</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>56</b>
对应宏观缺陷设备需求台数		434	8	50	112

资料来源：华西证券研究所整理

## 4.6 Optima未来发展方向

### 未来扩展方向：外可借鉴Onton补充产品线、内可借助国家力量快速进入芯片厂

目前已完成Optima管理层改组、销售团队理顺等工作，预计未来除巩固既有韩国日本市场外，将大力拓展国内市场，我们认为未来拓展有两个重要方面：

#### 1、产品线待丰富：

- 1) 借鉴Nanometrics和Rudolph的合并（新公司为Onton Innovation），前者在量测领域地位强大（尤其是光学关键尺寸测量等）、后者在缺陷检测和软件等领域竞争力强劲，合并以丰富产品线，扩大对应市场空间：每家公司目前拥有至少10亿美元的半导体行业SAM，每家公司的额外SAM扩张机会为4亿美元至5亿美元，预计该合并将公司服务的市场机会扩大至约30亿美元。
- 2) Optima目前产品主要为无图形缺陷检测（大硅片、芯片制造等环节均有涉及），根据我们测算的数据，目前产品线对应的全球市场空间在10亿美元级别、国内约在3亿美元级别，如未来能够补充分辨率更高的缺陷检测产品（如有图形缺陷检测（自研难度较大）等）、量测部分产品等，将能够更好的深入客户需求。

#### 2、国内大客户待突破：

Optima在国内客户主要包括新晟、中环、奕斯伟等片企业，但目前尚未查询到有国内大芯片厂中标，该部分市场仍主要被KLA-Tencor等企业占据。我们认为在国产替代进程加速的背景下，公司可以依靠部分国家力量加速进入国内大型芯片厂的进程，以开拓更大的市场空间。

## 4.6.1 国内企业竞争格局-缺陷检测空白市场等待策马奔腾

目前国内市场格局：

1) 国内芯片制程检测设备市场几乎被国外企业垄断，如KLA-Tencor、AMAT、日立、Onton等，国产化率极低，从细分市场看，量测设备已有部分企业能够中标，如膜厚测量设备、关键尺寸测量的，量测部分相对技术壁垒稍低。

表 长存部分缺陷检测设备和量测设备中标企业（单位：台）

缺陷检测设备中标公司	数量	国家		量测设备中标公司	数量	国家
KLA	29	美国		Nano	46	美国
AMAT	8	美国		KLA	27	美国
Rudolph	8	日本		日立	14	日本
汉微科	6	中国台湾		AMAT	12	美国
株式会社理学	2	日本		Rudolph	6	日本
Nano	2	日本		睿励科学仪器	2	中国
尼康	1	日本		中科飞测	2	中国

资料来源：中国国际招标网，华西证券研究所

2) 但是在缺陷检测领域，国内企业近乎空白，我们认为赛腾股份收购Optima之后已占据绝对先机，在国内替代进程加快过程中，公司有国际众多一线大厂的重复订单背书，除了巩固扩大大硅片领域市占率外，进入国内大型芯片厂只是时间问题，如能补充产品线（如量测、有图形缺陷检测等）并快速进入国内芯片厂，则非常有机会成为中国的KLA-Tencor，国内百亿级市场等待策马奔腾。

表 国内重要相关企业布局

企业	客户	缺陷检测	量测
赛腾股份 (Optima)	国际众多一线大厂，国内大硅片新晟中环奕斯伟等	√	-
中科飞测	中芯国际、长江存储、蓝思、比亚迪、华为等	在研	√
睿励科学仪器 (中微公司)	长江存储、上海华力、新晟等	在研	√
上海精测 (精测电子)	长江存储等	在研	√

资料来源：相关公司官网、公告，华西证券研究所整理

## 4.6.2国内企业竞争格局——中科飞测

1、中科飞测业务布局包括集成电路及先进封装领域、工业3C及泛半导体领域。在集成电路领域，中科飞测已经全面覆盖了先进封装光学检测市场需求，几款半导体前道产品实现了国产设备零的突破，并从2016年开始陆续进入中芯国际、长江存储等国内大厂。

2、公司主要产品有：三维形貌量测系统CYPRESS系列，表面缺陷检测系统SPRUCE系列，智能视觉缺陷检测系统BIRCH系列，3C电子行业精密加工玻璃手机外壳检测系统TOTARA系列，公司产品已经获得国内多家顶尖先进封装厂商的设备验收及批量订单，填补了国内集成电路先进封装检测设备在高端市场的空白。

表 中科飞测近年部分中标情况统计

中标时间	项目	招标范围	招标人
2020/6/13	燕东科技晶圆表面颗粒检测设备采购	燕东科技晶圆表面颗粒检测设备采购 2台	北京燕东微电子科技有限公司
2020/1/13	长江存储科技有限责任公司国际设备采购项目（第33批）	设备采购*2	长江存储科技有限责任公司
2019/12/16	上海积塔半导体有限公司特色工艺生产线建设项目	微粒测量设备	上海积塔半导体有限公司
2019/11/19	国际设备采购项目（第十批）	国际设备采购项目（第十批）	芯恩（青岛）集成电路有限公司
2019/10/21	长江存储科技有限责任公司国际设备采购项目（第29批）	设备采购	长江存储科技有限责任公司
2019/8/20	张江实验室（中国科学院上海高等研究院）硅光子市级重大专项200mm硅光中试平台拓展和成套工艺开发非图形晶圆表面颗粒扫描设备采购项目重新招标	1台/套 非图形晶圆表面颗粒扫描设备	中国科学院上海高等研究院
2019/8/6	国际设备采购项目（第八批）	国际设备采购项目（第八批）	芯恩（青岛）集成电路有限公司
2019/5/20	中芯绍兴特种晶圆工艺生产线项目2#第五批——晶圆表面颗粒检测机	中芯绍兴特种晶圆工艺生产线项目2#第五批——晶圆表面颗粒检测机	中芯集成电路制造（绍兴）有限公司
2019/3/25	长江存储科技有限责任公司国际设备采购项目（第22批）	设备采购	长江存储科技有限责任公司

资料来源：中国国际招标网，华西证券研究所

## 4.6.3 国内企业竞争格局——睿励科学仪器（中微公司）

1、睿励科学仪器于2005年成立，是国内领先的集成电路工艺检测设备供应商；2019年8月22日，中微公司公告拟对睿励科学仪器投资1375万元，本次投资完成后，中微公司将持股10.41%。根据中微公司公告，上海睿励自主研发的12英寸光学测量设备TFX3000系列产品，已应用在28纳米芯片生产线并在进行14纳米工艺验证，在3D存储芯片上达到64层的检测能力；产品目前已成功进入世界领先芯片客户3D闪存芯片生产线，并取得7台次重复订单，是目前进入该国际领先芯片生产企业唯一的国产集成电路设备产品。

2、根据中国国际招标网信息，近年睿励科学仪器在长江存储、上海华力、新晟等均有中标，主要产品为膜厚测量设备，能够获得重复性订单。

表 睿励科学仪器近年部分中标情况统计

中标时间	项目	招标范围	招标机构	招标人
2020/6/9	椭偏仪采购项目		上海银鑫建设咨询有限公司	上海新昇半导体科技有限公司
2019/11/21	后段膜厚测量仪设备 (BEOL)	采购后段膜厚测量仪设备 (BEOL)	上海国际招标有限公司	上海华力集成电路制造有限公司
2018/1/15	德淮半导体有限公司年产24万片12英寸集成电路芯片生产线项目	冷水机	中国电子进出口有限公司	德淮半导体有限公司
2017/11/16	长江存储科技有限责任公司国际设备采购项目 (第14批)	设备采购	湖北省成套招标股份有限公司	长江存储科技有限责任公司
2015/5/6	12英寸集成电路生产线项目	膜厚测量仪 1台	湖北设备工程招标有限公司	武汉新芯集成电路制造有限公司

资料来源：中国国际招标网，华西证券研究所

## 4.6.4国内企业竞争格局——精测电子（上海精测）

1、上海精测半导体技术有限公司成立于2018年7月，主要从事以半导体测试设备为主的研发、生产和销售，同时也开发一部分显示和新能源领域的检测设备。

2、公司通过自主构建研发团队及海外并购引入国产化等手段，实现半导体测试、制程设备的技术突破及产业化；并倚靠母公司精测电子在平板显示检测领域已经在国内市场取得领先的市场地位，提高相关专用设备产品在集成电路市场的竞争力，旨在将公司打造成为全球领先的半导体测试设备供应商及服务商。

3、股权结构方面，除武汉精测电子持股46.15%之外，国家大基金、上海精圆管理咨询、上海半导体设备材料投资基金等均有持股。

4、目前公司已成功中标长江存储、天马微电子等公司订单，产品包括椭偏仪、膜厚测量设备等。

表 上海精测股权结构

持股方	股权比例
武汉精测电子	46.15%
国家集成电路产业投资基金	15.38%
上海精圆管理咨询	15.38%
上海半导体装备材料投资基金	7.69%
上海青浦投资	7.69%
刘瑞林	3.85%
马骏	3.85%

资料来源：天眼查，华西证券研究所

表 上海精测近年部分中标情况统计

中标时间	项目	招标范围	招标机构	招标人
2020/1/20	长江存储科技有限责任公司国际设备采购项目（第36批）	设备采购	湖北省成套招标股份有限公司	长江存储科技有限责任公司
2020/4/7	全自动椭圆偏振光谱仪	全自动椭圆偏振光谱仪	中航技国际经贸发展有限公司	武汉天马微电子有限公司
2020/6/13	高精度自动光学检查机	高精度自动光学检查机	中航技国际经贸发展有限公司	武汉天马微电子有限公司

资料来源：中国国际招标网，华西证券研究所



## 05 盈利预测与投资建议

三条业务线前景广阔，半导体设备大有可为。

## 5 盈利预测与投资建议

当下我们认为公司主要三大业务线均将迎来发展良机：

- 1) 半导体设备：**全球晶圆缺陷检测市场规模约在40-45亿美元，目前国内市场被KLA等美国公司占据过半，国内同类竞争公司极少，贸易摩擦升级背景下公司有望受益；Optima具有国际一线大厂的重复性订单、国内同样有中标，我们预计进入国内大型芯片厂只是时间问题，未来国内市场前景良好；借鉴海外企业经验，我们判断公司将自主研发与收购并举扩充产品线，未来有希望成为中国的KLA-Tencor。
- 2) 3C设备：**iPhone方面，立讯有望进入组装环节，公司与立讯合作较多，预计将从中受益；可穿戴设备方面，公司与苹果诸多产品保持合作研发，电子眼镜、新款耳机等新产品公司同样有望供货；根据我们产业链调研，公司在苹果设备产业链企业中的地位不断提高，供货品类将不断拓展、迎发展良机。
- 3) 汽车电子设备：**子公司菱欧科技与日本电产有较多合作、为后者提供马达组装设备等，日本电产将在大连新建工厂（纯电动汽车用驱动马达、家电产品马达等）、投资金额约65亿元，计划2021年投入运行，我们认为公司也将显著受益。

**投资建议：**我们看好公司全年高增长以及未来三大业务的高成长性，维持预计公司2020-2022年收入分别为16.22、21.35、27.46亿元，归母净利润分别为2.03、2.9、3.64亿元，考虑到公司在苹果产业链组装检测设备环节中的领先地位，以及在半导体设备、汽车电子、新能源设备等领域的深度布局，维持“买入”评级。

表 公司盈利预测

财务摘要	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
营业收入(百万元)	904	1,206	1,622	2,135	2,746
YoY (%)	32.4%	33.3%	34.5%	31.7%	28.6%
归母净利润(百万元)	121	122	203	290	364
YoY (%)	26.5%	1.1%	65.8%	42.8%	25.7%
毛利率 (%)	47.8%	44.9%	46.0%	47.6%	47.2%
每股收益 (元)	0.69	0.70	1.15	1.65	2.07
ROE	16.3%	12.1%	16.7%	19.3%	19.5%
市盈率	78.34	77.46	46.73	32.72	26.02



## 06 风险提示

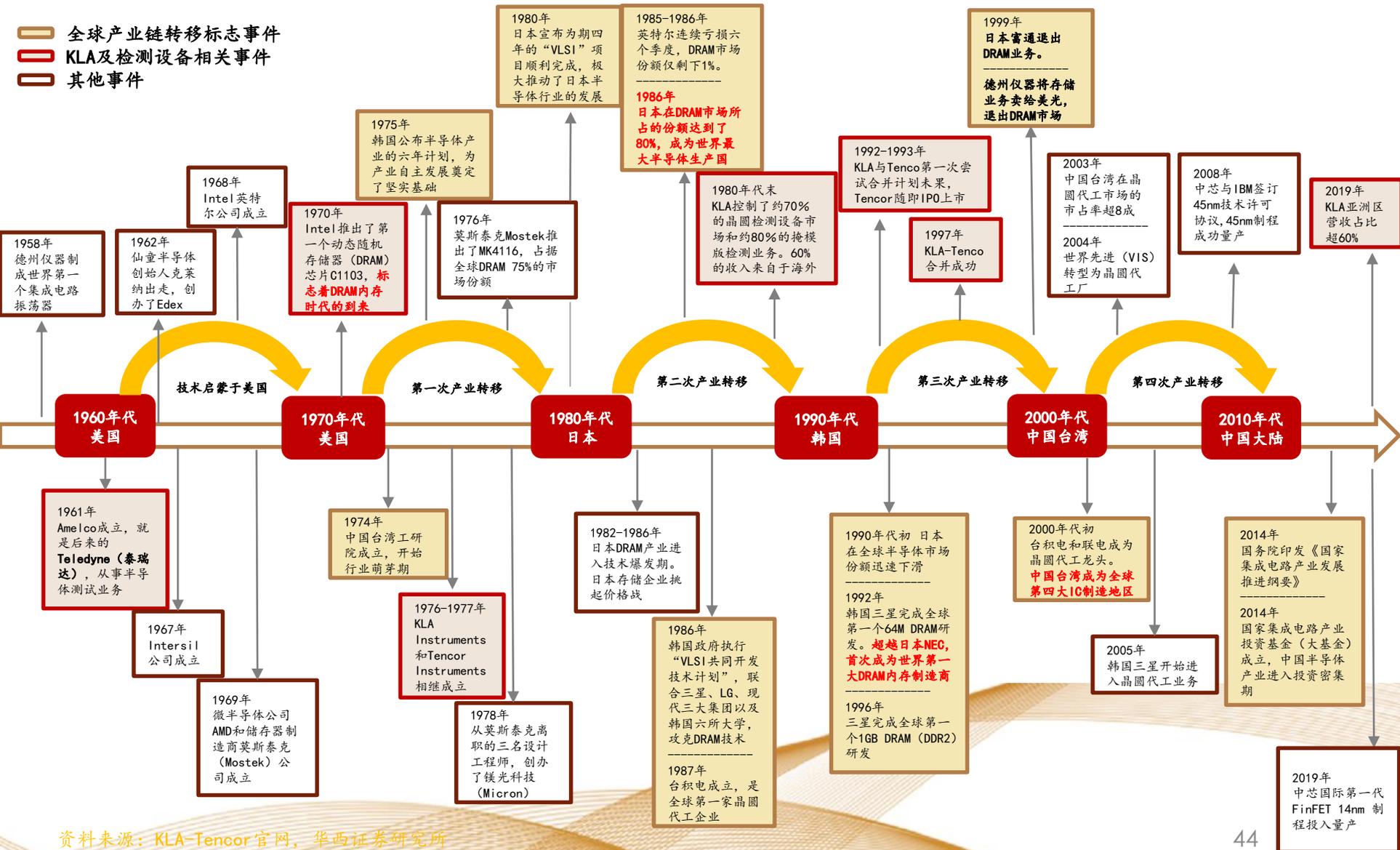
- 1) 疫情超预期：目前海外疫情仍在发酵，如海外疫情超预期发展则将影响全球经济及半导体设备行业发展，公司也将受到影响。
- 2) 公司相关产品订单不及预期等，公司与苹果合作多年，供应大量产品设备，但并非独家客户，公司订单存在一定不确定性。
- 3) 中美贸易摩擦目前有所缓和，但仍然存在较大不确定性，可能会影响苹果产品销售及其设备采购需求。



## 附录 KLA-Tencor 深析

高超的光学技术+丰富的产品线。

图 KLA-Tencor 发展历程



资料来源：KLA-Tencor官网，华西证券研究所

## 1. 合并前（1975-1997年）：先发优势明显，龙头早就是龙头

### 1.1 KLA——先发优势+全球化布局，快速成为行业龙头

- ✓ KLA和Tencor成立于19世纪70年代中期，处于半导体行业在北美和日本市场的黄金起步阶段。但当时绝大多检测方式还是通过肉眼或低端的机器视觉方式来完成，使得半导体良率普遍维持在50%以下的较低水平，检测市场一片空白。两家公司在刚踏入检测、量测领域时几乎少有竞争对手，以巨大的先发优势使其快速的抢占市场份额。
- ✓ **从早期的竞争格局来看：**KLA在70年代末推出的第一款产品RAPID 210e，是同类产品中第一个进入市场的系统。80年代初推出的第二大产品WISARD 2000系列自动晶圆缺陷检测系统，在进入市场时几乎没有竞争。到90年代初期，KLA便已经控制了约70%的晶圆检测设备市场和约80%的掩模版检测业务，龙头地位凸显。
- ✓ **从市场布局来看：**70年代末至80年代初，KLA深耕北美市场，快速将缺陷检测产品和光罩检测产品推向市场，销售收入突破6000万美元。随着日本以及欧洲市场在80年代的快速崛起（80年代末的日欧市场份额近50%），因半导体检测市场缺乏竞争，KLA迅速扩展到国际市场以拉动北美市场增长的疲软。1984年，KLA从日本和欧洲获得了22%的销售额。至90年代初期，KLA 60%的收入来自于海外，全球化布局反应迅速。

图 KLA第一款产品RAPID 100，自动检测光罩。利用光学和图像处理技术测试印刷电路设计的“模板”



## 1. 合并前（1975-1997年）：先发优势明显，龙头早就是龙头

### 1.2 Tencor——技术优势领先，并购Prometrix巩固市场地位

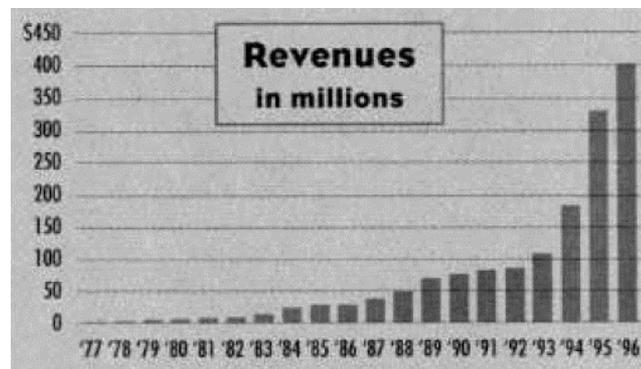
- ✓ **从早期的竞争格局来看：**70年代初期，薄膜量测主要竞争对手为Talystep和Dektak两家，不过很难操作，前期培训和使用成本太高。1977年，Tencor第一款产品Alpha-Step stylus surface profiler膜厚测量仪，只需10分钟就能学会使用。即使其价格高于竞争对手Dektak的两倍，但迅速得到市场认可。
- ✓ **从市场布局来看：**70年代末，公司便开始在日本开始考察和布局。源于两位创始人Urbanek和Schwabacher的欧洲背景，公司在法国、英国和德国的子公司也在80年代中期相继建立。
- ✓ **在收并购上：**随着公司在1992年的IPO上市以及新任CEO Tompkins的上任，1994年，Tencor将其在薄膜检测领域最强的竞争对手Prometrix收入囊中，增强了该领域的绝对领先优势，营收大幅增长。

图 Tencor Instruments 六大创始人



资料来源：Tencor，华西证券研究所

图 KLA为全球第5大半导体设备供应商



资料来源：Tencor，华西证券研究所

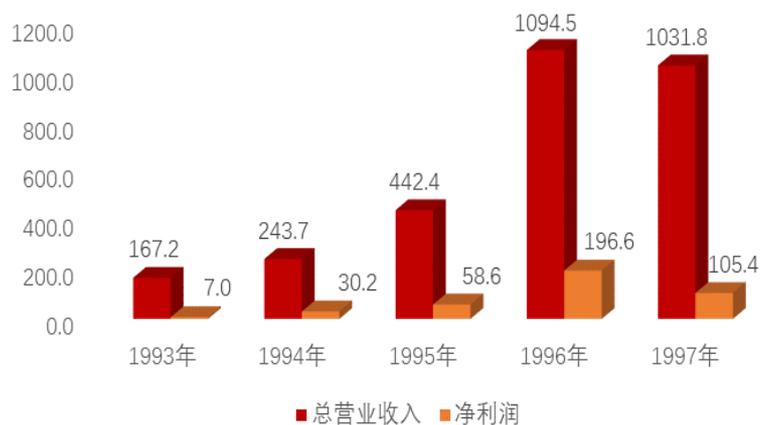
## 1. 合并前（1975-1997年）：先发优势明显，龙头早就是龙头

### 1.3 1990-97产品升级、从离线到在线——公司股价10年50倍之旅

➤ 1990年代初期开始，美国本土半导体产业开始复苏，半导体产业越发精细化，对检测设备的性能要求进一步提高，包括检测精度、速度、自动化程度等等，KLA顺应行业发展趋势产品不断升级，最重要的变化是将原来低效率的离线检测产品（需较长时间等待检测结果）发展到更加快速的在线检测产品（可以实时提供检测结果）：

1. 1990年10月，KLA推出第二代晶圆检测系统WISARD 2100系列，缺陷检测的灵敏度更高，更为重要的是WISARD 2100系列能够提供在线检测，实时提供检测结果而不用长时间等待、运行速度比第一代的WISARD 2000系列快2000倍以上。1992年，KLA推出更新款的WISARD 2111，检测速度在此前的基础上又提升了5倍。
2. 1992年KLA推出在线光罩检测系统RAPID 300系列——KLA 331，可以提供当时世界上最高的检测灵敏度，至1993年KLA在全球范围内交付了700套RAPID系统。
3. KLA还改进了KLA 5000系列，用于提高集成电路的良率和性能，另外KLA还推出新的电子束成像系统，灵敏度更高、测量能力更强。

图 1990-1997年公司收入规模实现跨越式发展（百万美元）



资料来源：Tencor，华西证券研究所

图 1990-1997年公司股价涨幅近20倍（单位：美元）



资料来源：KLA，华西证券研究所

## 1. 合并前（1975-1997年）：先发优势明显，龙头早就是龙头

### 1.4 KLA-Tencor合并历史渊源，两次尝试终获成功

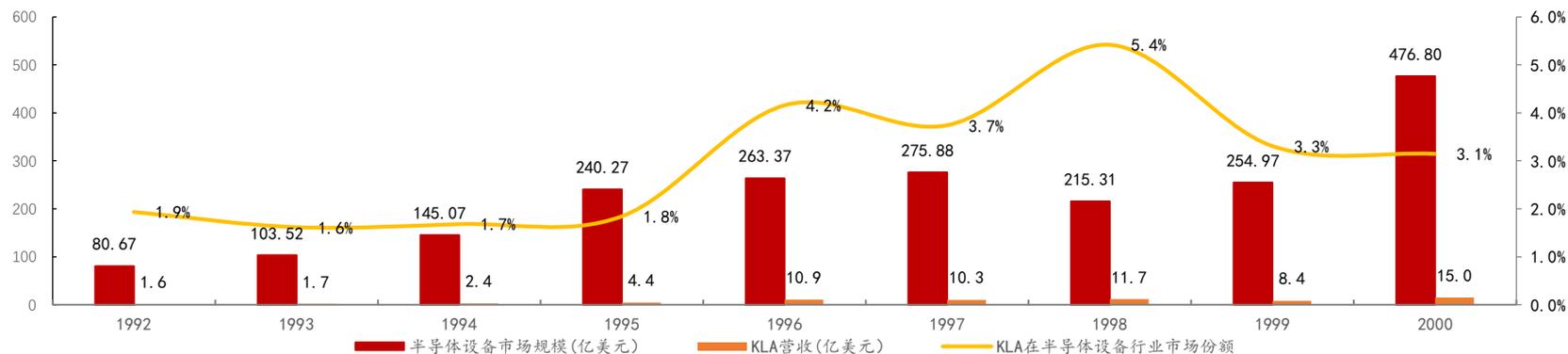
#### 第一次合并尝试（1991-1992年——失败）

- **事件背景：**两家公司在1991年便已尝试合并，KLA创始人Levy Kenneth和Tencor创始人Karel Urbanek均为SEMI协会的董事会成员，早已结交已久互为朋友，并在此前已多次讨论过合并事宜，认为合并将带来可观的协同效应。
- **失败原因：**
  - 1) 1991年Tencor创始人去世，管理层人事发生变化，Tencor不再认为合并是公司最好的选择。
  - 2) 1991年，KLA出现上市以来第一次营收负增长，行业景气度下滑，导致合并的价码迟迟未能谈拢。
  - 3) Tencor本身就做好了两手打算，在合并事宜的谈判过程中，同时在筹备公司IPO计划。随着1993年1月合并宣告失败，2天后公司便宣布重新启动IPO，并于3月成功上市。

#### 第二次合并尝试（1997年——成功）

- **事件背景：**经过第一次合并失败后，KLA内部工程师一直认为公司未来从检测向量测去拓展是不难的，我们可以研发出Tencor所有的产品。但是事实是，Tencor真的做的很棒，并且KLA也一直没有足够的精力和时间去投入研发量测领域最领先的产品，Levy Kenneth认为之前的这种想法是愚蠢的。
- **催化剂：**1996年半导体市场景气度下滑，KLA和Tencor重新将合并事宜搬上台面。当时，KLA拥有2500名员工，收入约6亿美元。
- Tencor拥有1,400名员工，收入为4.03亿美元。KLA提供高端自动化光学晶圆检测、光掩模板检测和其他成品率检测工具，而Tencor则更专注于低成本、高吞吐量的成品率监控端和过程诊断分析。合并带来的产品线互补和协同效益，将让KLA-Tencor覆盖半导体前道检测设备的全产业链。

图 90年代，KLA收入 vs 半导体设备市场规模情况



## 1 合并前（1975-1997年）：先发优势明显，龙头早就是龙头

### 1.5 创始人背景：Levy Kenneth——KLA Instruments

#### KLA创始人——Levy Kenneth，任职时间：1975-1999

- **创始人背景：**Syracuse University机电工程学毕业，在创立KLA之前，他是CAD(计算机辅助设计)公司Computervision的Co-founder之一，主要负责子公司Cobilit(半导体资本设备公司)的运营管理。
- **KLA任职情况：**在1975年，创立了KLA仪器公司，并在1975年至1999年担任该公司的首席执行官。从1999年到2006年退休，一直担任董事会主席。
- **其他公司任职情况：**此外，他还担任半导体设备和材料研究所(SEMI)董事会的名誉董事和Extrenme Network的董事会成员，并还在几家私有公司担任董事，包括Juniper Networks和Ultratech Stepper。
- **获得荣誉：**包括SEMI半导体晶圆设备和材料领域的国际奖项，半导体终身成就奖，哈佛商学院“年度企业家奖”，并当选加入国家工程院“半导体自动检测系统开发和商业化产业”会员。并被授予硅谷名人堂成员等。



## 1 合并前（1975-1997年）：先发优势明显，龙头早就是龙头

### 1.6 创始人背景：Karel Urbanek——Tencor Instruments

**Tencor创始人——Karel Urbanek，任职时间：1976-1991（同年去世）**

- **创始人背景：**1963年从查尔斯大学数学和物理学院毕业，之后从捷克斯洛伐克的布拉格移民到美国。在成立Tencor之前，曾在麻省理工学院(MIT)位于剑桥的林肯实验室(Lincoln Labs)工作过一段时间。接着在瓦里安联合公司(Varian Associates)工作五年之后，在那里创建了半导体溅射设备制造商Randex（制造半导体溅射镀膜设备）。1976年，Urbanek成立了Tencor仪器公司，为半导体芯片的制造提供测量和过程控制设备。
- **Tencor任职情况：**1976-1991期间担任公司CEO兼董事长，于1991年因病去世。由Tompkin接任CEO。
- **获得荣誉：**1986年，Urbanek成为SEMI半导体协会董事会成员，后来成为董事会副主席和执行委员会成员。Urbanek是SEMI国际标准项目的领导者，该项目一直是半导体行业的基石。卡雷尔·厄本奈克奖成立于1992年，是半国际标准项目参与者享有的最高荣誉。该奖项定期颁发给那些支持并进一步促进Urbanek在半导体和相关微电子行业标准发展方面做出贡献的优秀项目成员。



## 1. 合并前（1975-1997年）：先发优势明显，龙头早就是龙头

### 1.7 KLA-Tencor技术来源：对市场需求有着理解深刻，成立初期就带着问题而来

- ✓ **KLA技术来源：**创始人Levy Kenneth之前是Computervision旗下子公司Cobilit的董事长，Cobilit是行业领先的掩膜板自动定位仪供应商（用于在光刻时将掩膜板和晶圆位置对齐）。但是客户一直认为良率的下降是因为定位仪会对掩膜板造成损伤，而Levy认为是掩膜板本身就存在缺陷导致，但是掩膜板检测难度极高，当时没有任何设备和技术可以去检测，这块市场一片空白。随着70年代初石油危机带来的经济下滑，Computervision决定不再放过多的重心在Cobilit身上。Levy Kenneth随即带着Cobilit的一位核心工程师Paul离职成立了KLA，并在1979年成功推出第一款掩膜板自动检测设备。这款设备迅速成为爆款，使得KLA产能不足的情况持续了好几年。
- ✓ **Tencor技术来源：**创始人Karel Urbanek之前是Randex公司的研究主管，公司从事半导体薄膜层溅射设备的开发。设备研发很顺利，但是Karel Urbanek发现通过溅射后形成的薄膜厚度很难被测量，对良率影响很大。同时，市场现有的两家膜厚测量设备供应商的产品非常难用，Karel Urbanek作为其终端用户深感厌恶，觉得有非常多可以改进的地方。于是在1975年，Karel Urbanek带着Randex的两位同事和其他3人成立了Tencor，并在1977年推出第一款膜厚量测设备。

#### 图 KLA掩膜板检测相关专利信息

Automatic photomask inspection system and apparatus

**Patent number:** 4247203

**Abstract:** Optical inspection apparatus for detecting differences between two dies in a photomask and including a carriage for supporting the objects to be inspected and for simultaneously moving such objects along an inspection path, an illuminator for illuminating corresponding portions of the objects as they are moved along the inspection path, electro-optical detectors for individually inspecting the illuminated portions and for developing first and second electrical signals respectively corresponding thereto, electronic memories for storing the first and second electrical signals, a computer for scanning the memories and for electronically aligning a readout of the first signal relative to a readout of the second signal, and a comparator for comparing the electronically aligned signals and for indicating any differences therebetween.

**Type:** Grant

**Filed:** April 3, 1978

**Date of Patent:** January 27, 1981

**Assignee:** KLA Instrument Corporation

**Inventors:** Kenneth Levy, Paul Sandland

资料来源：JUSTIA Patents，华西证券研究所

#### 图 Tencor膜厚量测相关专利信息

Non-contacting resistivity instrument with structurally related conductance and distance measuring transducers

**Patent number:** 4302721

**Abstract:** An instrument for computing resistivity based upon measurements of thickness and conductance. A conductance transducer is a solenoid in an annular ferrite cup connected to a tank circuit for an eddy current measurement of conductance. Within the center of the annular ferrite cup concentric acoustic wave sending and receiving channels are disposed for making an acoustic pressure wave measurement which is used for a thickness measurement using two gauge heads, spaced on opposite sides of an article to be measured. Each gauge head contains identical conductance and thickness transducers. The thickness measurement is divided by the conductance measurement to derive resistivity.

**Type:** Grant

**Filed:** May 15, 1979

**Date of Patent:** November 24, 1981

**Assignee:** Tencor Instruments

**Inventors:** Karel Urbanek, George J. Kren, William R. Wheeler

资料来源：JUSTIA Patents，华西证券研究所

## 2 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

### 2.1 技术路径上：不断收并购快速成长，龙头地位持续巩固

- ✓ 科磊半导体（KLA-Tencor），由KLA Instruments和Tencor Instruments在1997年合并而成。自成立以来，KLA专注于缺陷检测，而Tencor则专注于量测，二者的合并可以为客户提供完整的半导体良率产品和服务。从1998年至今，KLA收并购上市或非上市标的超27次，快速获得大量先进技术，而且不仅局限于检量测领域，公司产品线和服务得以大幅延伸。
- 公司市占率常年维持在50%以上的绝对领先地位，高出同行业第二、第三名（AMAT/Hitachi）市占率近4~5倍的水平。2018年，公司在全球半导体设备供应商中排名第五（按收入排名）。

图 发展过程中通过快速并购获取大量先进技术

年份	并购标的	产品/业务
1998	Amray, Inc	扫描电子显微镜
1998	Nanopro GmbH	芯片测量的先进干涉 (interferometric) 技术
1998	Keithley Instruments, Inc	定量仪
1998	Uniphase'S Ultrapointe	硅片缺陷分析工具
1999	ACME Systems, Inc.	产量分析软件
2000	FINLE Technologies, Inc	行业标准光刻建模和分析软件
2000	ObjectSpace Inc	晶圆解决方案
2001	Phase Metrics, Inc.	数据存储行业检验/认证技术
2004	Candela Instruments, Inc	表面检测系统
2004	Inspex, Inc	晶圆检测系统业务
2006	ADE Corporation	硅晶圆检测设备
2007	OnWafer Technologies	等离子刻蚀产品
2007	SensArray Corporation	即时温度量测技术
2007	Therma-Wave Corporation	计量设备服务
2008	ICOS Vision Systems Corporation NV	封装和互连检测解决方案
2008	Vistec Semiconductor Systems's MIE	微电子检测设备
2010	Ambios Technology	光学轮廓仪
2014	Luminescent Technologies	发光器
2017	Zeta Technologies Co. Ltd	非接触轮廓仪, 缺陷检查系统和相关产品
2018	Keysight Technologies	力学测试系统产品线
2018	MicroVision	纳米硬度计压头产品
2018	Nanomechanics Inc	纳米压痕工具
2019	Orbotech, Ltd	PCB检测、面板检测、特殊半导体检测
2019	CAPRES A/S	纳米四点探针的计量工具
2019	MicroSense, LLC	电容式传感器
2019	Filmetrics, Inc	薄膜和Profilim3D产品
2019	Qoniac GmbH	光刻和图案化产品生产过程优化和控制解决方案

资料来源：KLA、Wikipedia，华西证券研究所

图 KLA在前道检测设备市场份额占比超50%  
2018年半导体检测市场TOP10排名

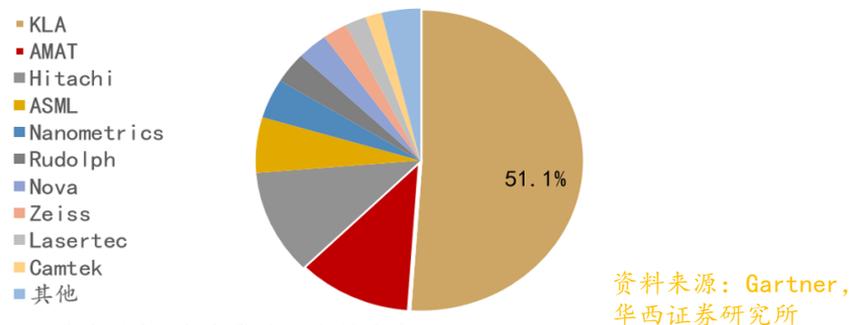
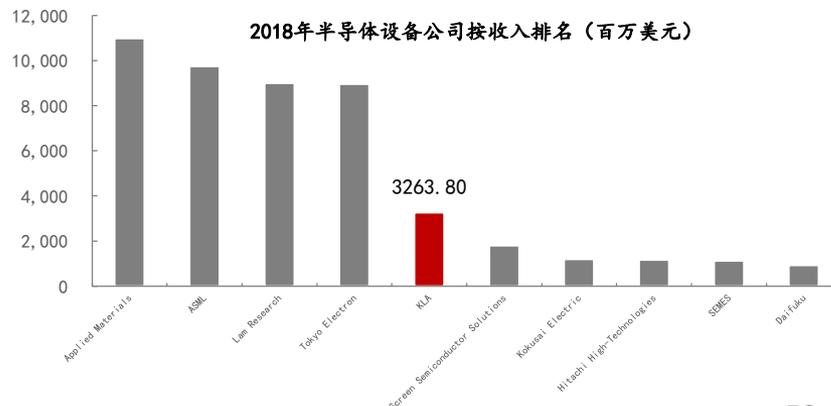


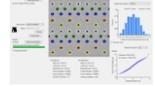
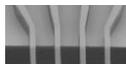
图 KLA为全球第5大半导体设备供应商



## 2. 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

### 2.2 97年至今，KLA合计27次收并购，快速获取大量先进技术

图 发展过程中通过快速并购获取大量先进技术

年份	1998	1998	1998	1998	1998	
并购标的	Amray, Inc	Nanopro GmbH	Keithley Instruments, Inc	VARIS	Uniphase'S Ultrapointe	
产品/业务	 扫描电子显微镜	 芯片测量的先进干涉 (interferometric) 技术	 定量仪 (Quantox 产品线)	 半导体设备图像存档和检索系统制造	 硅片缺陷分析工具	
年份	1999	2000	2000	2001	2004	
并购标的	ACME Systems, Inc.	FINLE Technologies, Inc	ObjectSpace Inc	Phase Metrics, Inc.	Inspex	
产品/业务	 产量分析软件	 行业标准光刻建模和分析软件	 晶圆解决方案	 数据存储行业检验/认证技术	 晶圆检测部门	
年份	2004	2006	2007	2007	2007	
并购标的	Candela Instruments, Inc	ADE Corporation	OnWafer Technologies	Therma-Wave	SensArray Corporation	
产品/业务	 扫描电子显微镜	 硅晶圆检测设备	 等离子刻蚀产品	 计量设备服务	 即时温度量测技术	
年份	2008	2008	2010	2014	2017	
并购标的	Vistec Semiconductor Systems's MIE	ICOS Vision Systems Corporation NV	Ambios Technology	Luminescent Technologies	Zeta Technologies Co. Ltd	
产品/业务	 微电子检测设备 (MIE) 业务部门	 半导体封装检测设备和互连检测解决方案	 光学轮廓仪	 发光器、反演光刻软件	 光学轮廓仪, 缺陷检查系统和相关产品	
年份	2018	2019	2019	2019	2019	
并购标的	Keysight Technologies	Orbotech Ltd.	CAPRES A/S	MicroSense, LLC	Filmetrics, Inc	Goniac GmbH
产品/业务	 力学测试系统产品线	 印刷电路板、芯片制造设备	 纳米四点探针的计量工具	 电容式传感器	 薄膜和Profilim3D产品	 光刻和图案化产品生产过程优化和控制解决方案

资料来源：KLA、Wind，华西证券研究所整理

## 2. 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

### 2.3 随着持续的研发和收并购，下游市场不断拓展

图 随着公司持续的研发和收并购，产品结构和下游市场不断拓展



资料来源：KLA，华西证券研究所

图 2019年，在全球半导体市场负增长的环境下，KLA仍然保持13.2%的正增长（单位：亿美元，%）



## 2. 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

### 2.4 随着持续的研发和收并购，产品结构不断拓展

图 产品线持续革新

时间	1978年	1984年	1980年代末	1990年		
产品	 <p>KLA RAPID 100, 产品能自动检测光罩, 利用光学和图像处理技术测试印刷电路设计的“模板”</p>	<p>KLA WISARD 2000系列, 自动化晶圆检测系统, 可以发现晶圆缺陷, 并在光罩投影到晶圆后发现电路错误</p>	 <p>Surfscan系统, 基于激光扫描技术的粒子和污染物检测系统</p>	<p>自动测试系统, 自动测试设备包括晶圆探测系统和微光显微镜</p>	 <p>KLA WISARD 2100系列, 对缺陷提供了更高的灵敏度, 运行速度是WISARD 2000系列的100倍以上</p>	
时间	1992年		1998年		2000年	2001年
产品	 <p>KLA RAPID 300系列, 将光罩检测与计算机结合, 提供了世界上最高的检测灵敏度</p>	 <p>电子束成像系统, 提供更高的灵敏度和测量能力</p>	<p>芯片测量的先进干涉(interferometric)技术</p>	 <p>扫描电子显微镜</p>	<p>行业标准光刻建模和分析软件</p>	<p>数据存储行业检验、认证技术</p>
时间	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	
产品	 <p>表面检测系统</p>	 <p>明场检测晶片系统2800, 是公司首个明场检测系统</p>	 <p>DesignScan, 业界第一套用于post-RET掩膜版设计版面检测的光刻制程工艺窗口</p>	 <p>TeraScanHR系统, 业内首套45纳米生产级光掩膜检测系统</p>	 <p>Aleris 8500系统, 业界第一套将可用于生产成份和多层薄膜厚度测定结合的薄膜度量系统</p>	 <p>晶片平面光罩检测(WP1), 业界首次在单一系统上提供既可查找光罩上的所有缺陷, 又能显示只印刷在晶片上的缺陷的多功能性</p>
时间	2012年	2014年	2017年	2018年	2019年	
产品	 <p>Surfscan SP3系统, 第一台能够检测450mm硅片的半导体制程控制系统</p>	<p>5D图案化控制解决方案, 可以帮助芯片制造商使用现有工艺设备获得更快、更具成本效益的多重图案化技术, 实现最佳图案化结果</p>	 <p>FlashScan系统, 宣告公司进入专用空白光罩检测市场</p>	 <p>Kronnos 1080系统, 为先进封装提供高灵敏度的晶圆检测</p>	 <p>392x、295x光学缺陷检测系统</p>	 <p>eDR7380电子束缺陷检测系统</p>

资料来源：KLA、Wind，华西证券研究所整理

## 2. 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

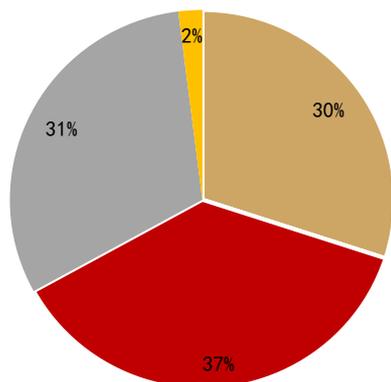
### 2.5 19年收购以色列Orbotech，扩充面板、PCB、特种半导体检测业务板块

- ✓ Orbotech成立于1981年，是全球领先的电子产品制造领域制程创新、解决方案与检测设备供应商，公司涉足的行业包括印刷电路板（PCB）、平面显示器（FPD）、半导体设备制造业（在2014年收购SPTS后进入）的检测。
- ✓ KLA于2019年以34亿美元将其收购，使得其业务领域从晶圆的检量测拓展到微电子检测领域。最大的亮点来自于其子公司SPTS所带来的半导体先进封装领域的检测业务，这块净利率高达40%以上，并有望维持两位数以上的增长（KLA预测2020-2023年CAGR=13%）。

图 公司累计在客户端的装机量已超过2.2万台，平均设备年龄在14年左右

Orbotech业务组成

- 平面显示器检测 (FPD)
- 印刷电路板检测 (PCB)
- 特殊半导体检测设备 (SD)
- 其他



资料来源：KLA，华西证券研究所

图 KLA预计收购Orbotech将在未来给公司带来约20亿美元的收入

	PROCESS CONTROL			KLA + Orbotech		
	Inspection	Metrology	Data Analysis	Process	Electrical Test	Repair
Advanced Semiconductors <sup>1</sup>	\$3,400M	\$2,200M	\$200M			
Specialty Semiconductor <sup>2</sup>	\$400M	\$200M		\$700M <sup>3</sup>		
IC Components, Printed Circuit Board	\$200M			\$600M <sup>4</sup>		\$50M
Flat Panel Display	\$250M				\$200M	\$100M

~\$8.5B SAM

**\$2.0B**  
Increase in SAM from Orbotech

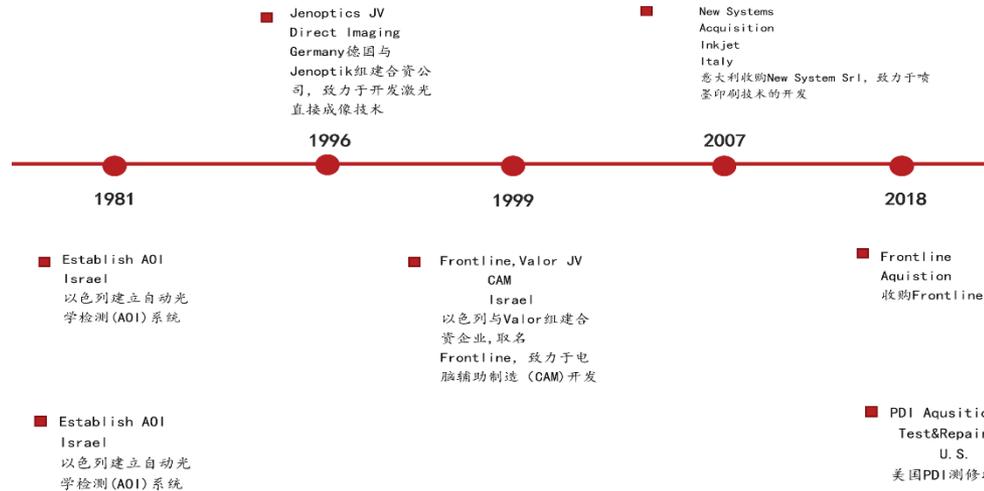
#1 KLA (ex-Orbotech) Markets of \$6.6B    #1 Orbotech Markets of \$1.9B

资料来源：KLA、Gartner，华西证券研究所

## 2. 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

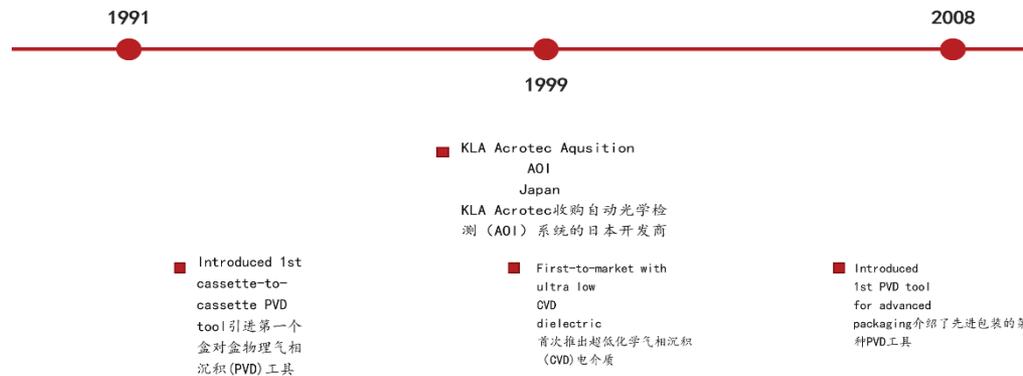
### 2.6 回顾Orbotech发展史，同样以不断的收并购快速发展

图 Orbotech PCB领域收并购史



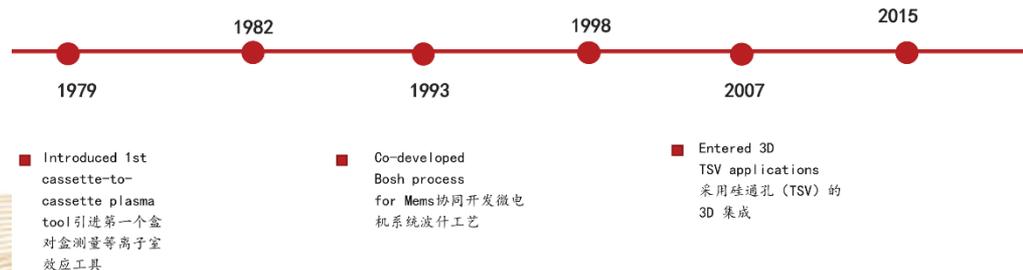
资料来源: KLA, 华西证券研究所

图 Orbotech FPD领域收并购史



资料来源: KLA, 华西证券研究所

图 Orbotech 特殊半导体领域收并购史



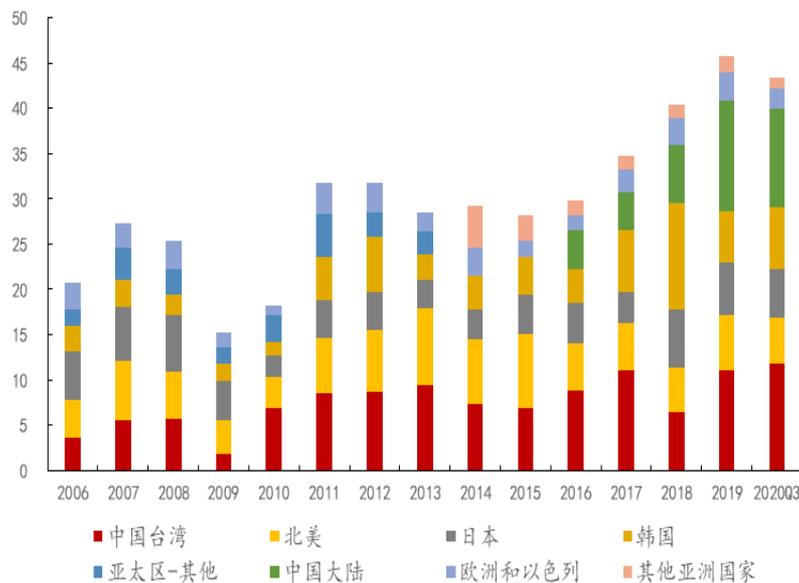
资料来源: KLA, 华西证券研究所

## 2. 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

### 2.7 市场开拓上：2008年起深耕中国大陆与中国台湾市场，亚洲区收入占比过半

- ✓ 科磊在1999年便在中国设立了第一个分公司，并在2004年设立研发中心。目前已全国各地设立了10处办公室，可以快速响应国内客户的需求。
- ✓ 2008年至今，随着中国半导体产业快速增长，KLA来自中国大陆及中国台湾地区的收入规模得到大幅提高。至2019年，KLA来自中国大陆的收入为12.16亿美元，占比达到26.6%，比重较上年提高了10.7个百分点，占比近年连续快速提高；2019年来自中国台湾的收入为11.06亿美元，占比为24.2%；也即2019年KLA来自中国大陆与中国台湾的收入占比超过一半。

图 2008年至今深耕中国大陆与中国台湾市场（单位：亿美元）



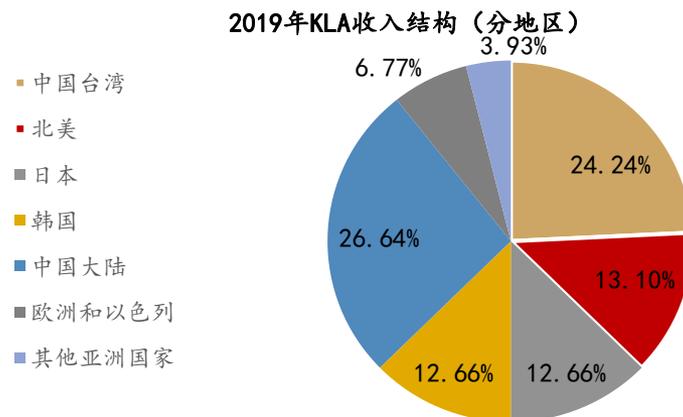
资料来源：Wind，华西证券研究所

图 1990年至今KLA市场开拓情况

1990	在中国台湾设立分公司
1993	在韩国设立分公司
1996	在新加坡设立分公司
1999	在中国大陆设立分公司KLA-Tencor China，正式进入中国大陆市场
2003	亚太区首家在线支持中心于中国台湾成立，以便于为中国台湾及周边地区的半导体制造行业提供更好的服务
2004	与新加坡政府合作建立工程服务团队
2004	在中国大陆设立研发中心
2004	与位于比利时的纳米技术研究中心IMEC展开合作研发项目
2007	收购比利时公司ICOS Vision Systems，获得其位于比利时的研发中心及工厂
2008	在新加坡开设新厂房，进一步加大对亚洲的制程控制产品及供应商关系的多样化投资；同年，KLA关闭了位于美国的Tucson制造厂
2019	收购以色列公司Orbotech Ltd.，获得其位于以色列的研发中心及工厂
2019	2019年7月11日，在美国密歇根州安阿伯开设新的研发中心
2019	KLA宣布其在美国密歇根州安阿伯开设第二美国总部的计划，该总部将于2021年开放，将容纳500至600名新员工

资料来源：  
KLA，华西  
证券研究所

图 2019年，KLA在中国大陆+中国台湾地区收入占比超50%

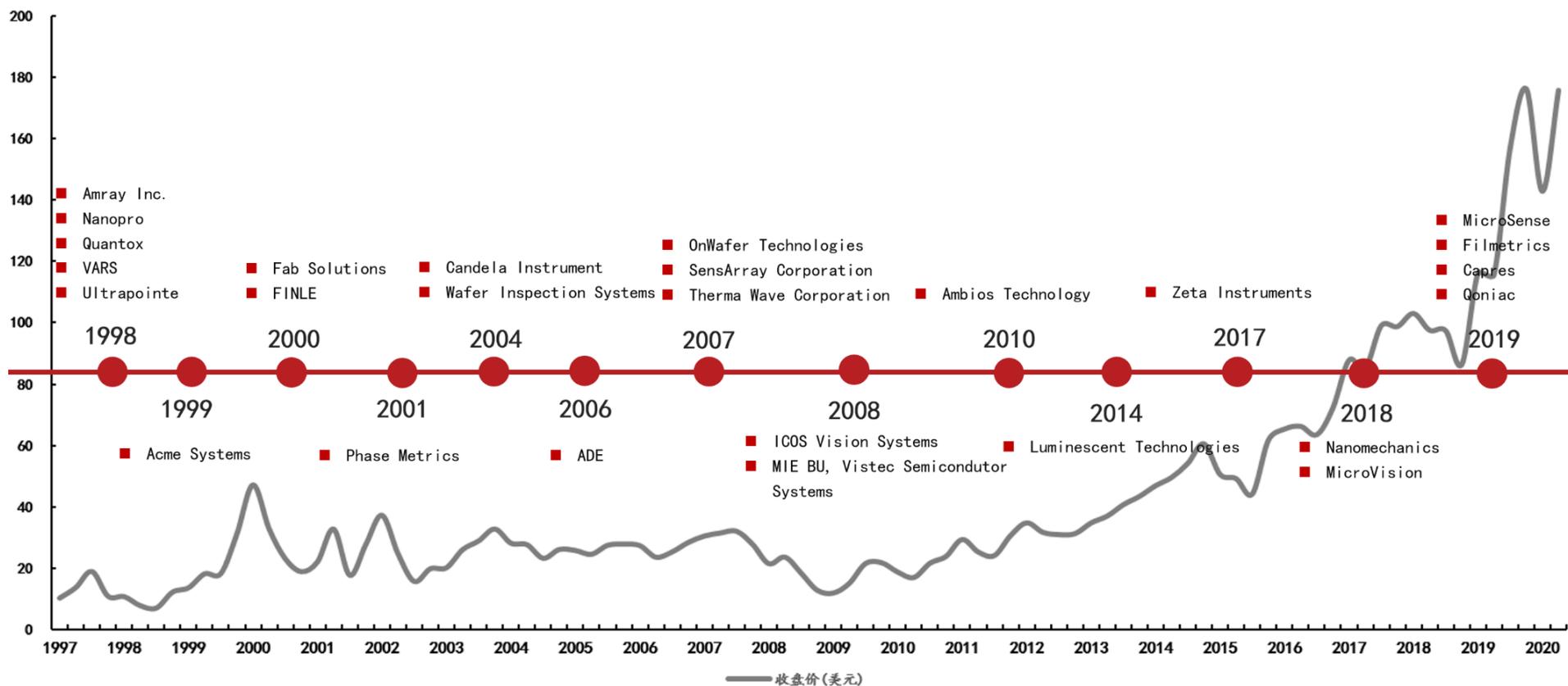


资料来源：Wind，华西证券研究所

## 2. 合并后（1997年-至今）：持续收并购，产品结构与下游应用不断增强

### 2.8 2008年至今深耕中国大陆与中国台湾市场，股价快速腾飞

图 KLA收并购历史及股价表现；2008年起股价开始快速腾飞



资料来源：KLA、Wind，华西证券研究所整理

### 3. KLA是一个什么样的公司？

#### 3.1 公司文化：注重内部培养，80%以上VP来自于内部提拔

- ✓ CEO Rick Wallace最早是一名造纸行业的控制工程师，在进入半导体行业之前已经对产品的生产过程控制有着多年的经验积累。1988年，Rick在经历连续2次向KLA求职失败之后，终于以App工程师的岗位开始了他在KLA的职业生涯。
- ✓ 公司崇尚内部培养机制，给员工提供充分的学习和进修机会。过去多年KLA员工离职率仅为5%左右，大幅低于硅谷行业平均10%以上的离职率，80%以上的VP岗位来自于内部提拔。在管理层中的9位核心领导中，除John Van Camp以外，8位均来自于公司的内配培养和提拔，绝大多数在公司任职期限超过20年以上。

图 除John Van Camp以外，8位均来自于公司的内配培养和提拔



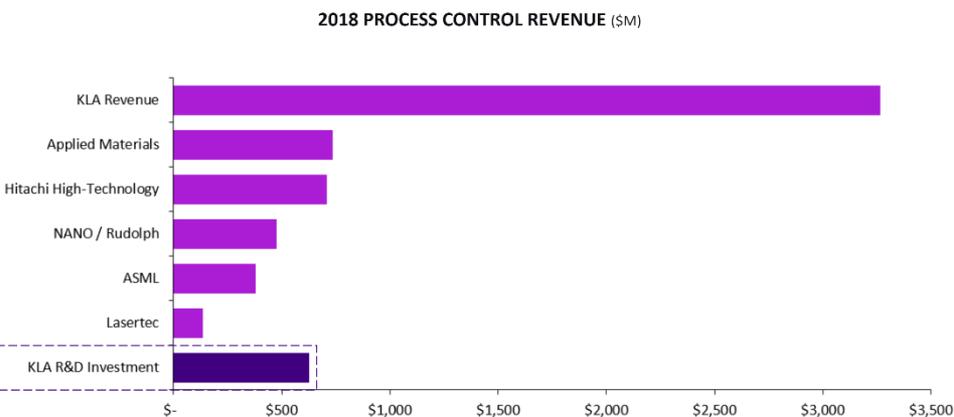
### 3. KLA是一个什么样的公司？

#### 7.3.2 研发投入：高于同行全年收入，为KLA龙头地位保驾护航

- ✓ 2019年，KLA研发投入占营业收入比高达17.5%，占据期间费用约一半的水平。对比来看，KLA在2018年投入的研发费用高达6.25亿美元，与AMAT和Hitachi在半导体检测领域的全年收入几乎相当，高于其他以外的所有同行。
- ✓ 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。因其技术的绝对领先性，KLA在绝大多数领域中提供的产品型号领先竞争对手2代以上，使得公司在最为前沿的市场领域少有竞争对手。
- ✓ 如此可见，每年高昂的研发费用投入，是确保KLA在半导体检测领域不断滚雪球、拥有持续领导地位的核心要素。同时，随着先进制程的不断突破，行业对半导体检测的工艺难度、工序数量等有着更高的要求，KLA依靠其高强度的研发能力，市场份额有望进一步提升。

图 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

图 KLA研发投入持续维持在15%-20%的较高水平



资料来源：KLA、Gartner，华西证券研究所

资料来源：KLA，华西证券研究所

### 3. KLA是一个什么样的公司？

#### 3.3 业务结构：产品覆盖半导体前道检测全产业链，晶圆缺陷检测收入占比约6成

- ✓ 2019年，KLA设备类收入占比约75%。分检量测类型来看：公司主要生产晶圆缺陷检测（约60%）、光罩量测（约25%）和薄膜量测（15%）相关的检测设备，服务于下游10个细分的检量测行业，并在其中8个领域市占率保持第一。
- ✓ 分下游终端客户来看，主要分为晶圆代工、内存芯片、逻辑芯片，跟下游客户收入的周期性、资本开支情况有着强相关性，**若想要摆脱行业的Beta，主要依赖技术发展带来的客户对产品创新的需求，以及公司在行业中市占率的提升，这也是KLA一直在做和拥有的核心竞争力。**

表 KLA核心产品线，缺陷检测、量测设备清单

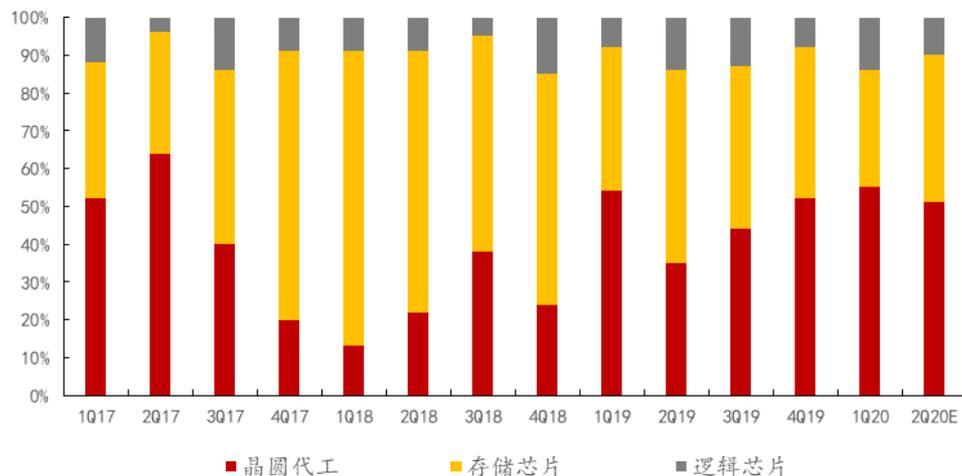
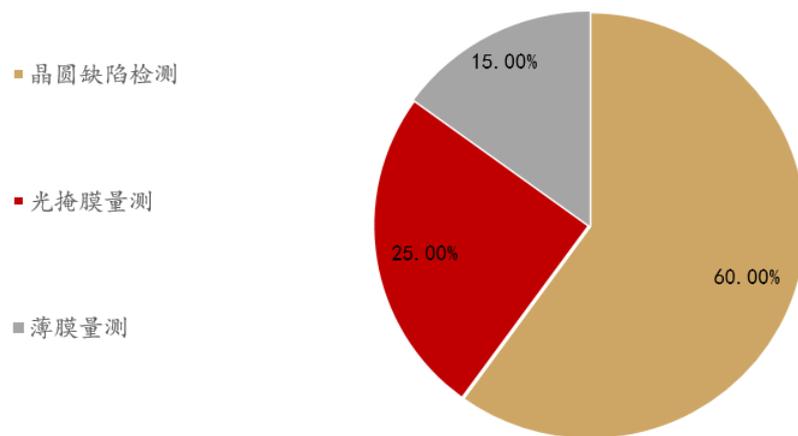


图 晶圆缺陷检测收入占比约60%

KLA 2019年业务收入（分检测类型）



资料来源：KLA，华西证券研究所

资料来源：Gartner，华西证券研究所测算

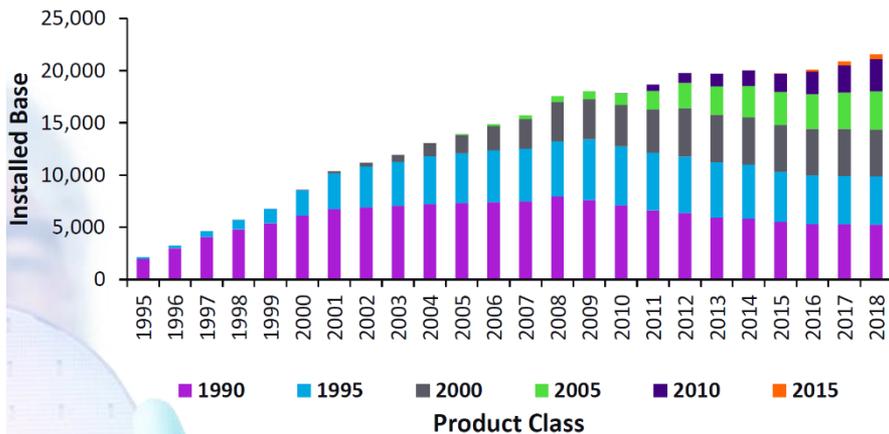
### 3. KLA是一个什么样的公司？

#### 3.4 业务结构：服务类收入比重持续提升，有望保持高于设备收入的两位数增长

- ✓ 除设备销售以外，2019年公司服务型收入占比总营收已超过25%。其中70%以上的服务收入来自于客户持续订阅的服务合同，并且拥有与客户直接接触的服务团队而不是外包委托给经销商，这一点有助于不断增强KLA与客户的长期绑定关系。
- ✓ 服务收入跟设备收入最大的区别是：周期性很弱，不会跟着半导体设备行业大环境的周期而波动，主要跟公司的累计装机量成正比关系。截至2019年，公司累计在客户端的装机量已超过2.2万台，平均设备年龄在14年左右。
- ✓ 理论上，在每件设备的使用生命周期中，服务收入将占到设备销售价格的约50%左右。随着公司设备累计出货量的不断增加，以及收并购带来的服务能力的整合，未来KLA服务这块收入有望保持高于设备收入的两位数增长，并帮助KLA保持高毛利率水平。

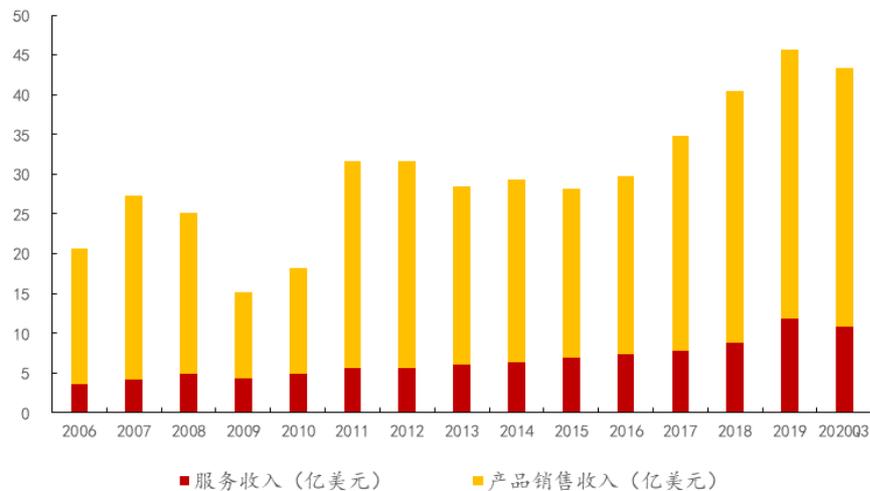
图 公司累计在客户端的装机量已超过2.2万台，平均设备年龄在14年左右

**Product Class Waves**  
(Shipments by Year)



资料来源：KLA，华西证券研究所

图 服务型收入占比总营收超25%，持续提升



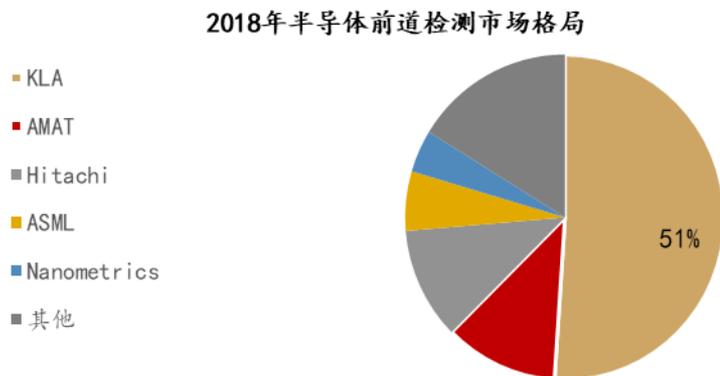
资料来源：Wind，华西证券研究所

## 4. KLA处于什么样的市场地位？

### 4.1 竞争格局：市场份额向头部集中，KLA垄断多个细分领域

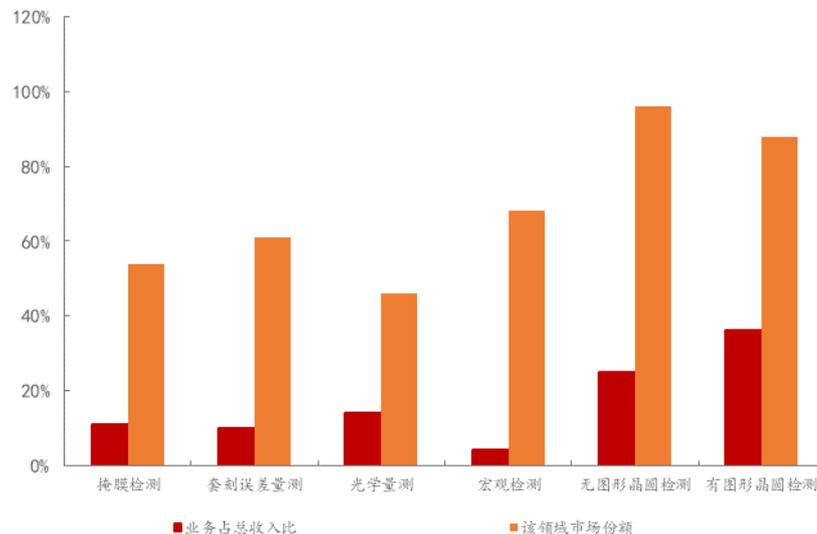
- ✓ 在半导体前道检量测设备领域，全球主要企业有KLA、应用材料、日本日立、ASML、Nano等。其中，KLA以50%以上的市占率常年维持在行业绝对领先地位，高出同行业第二、第三名（AMAT/Hitachi）市占率近4~5倍的水平。
- ✓ 在缺陷检测环节，有图形缺陷检测和无图形缺陷检测占比需求超过70%。其中，KLA在两大领域的市场份额均高达90%，几乎垄断了该细分市场。
- ✓ 在量测环节，主要包括光罩量测和薄膜量测，KLA在这两大领域中市占率约为40%左右。

图 KLA在前道检测设备市场份额占比超50%



资料来源：Garnter，华西证券研究所

图 KLA在无图形/有图形缺陷检测中市场份额高达90%



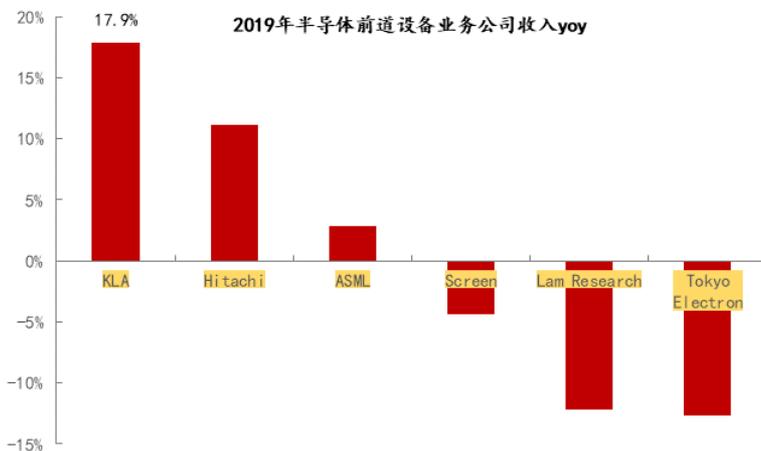
资料来源：KLA、Exane，华西证券研究所

## 4. KLA处于什么样的市场地位？

### 4.2 竞争格局：2019年半导体市场景气度下滑明显，KLA仍独善其身

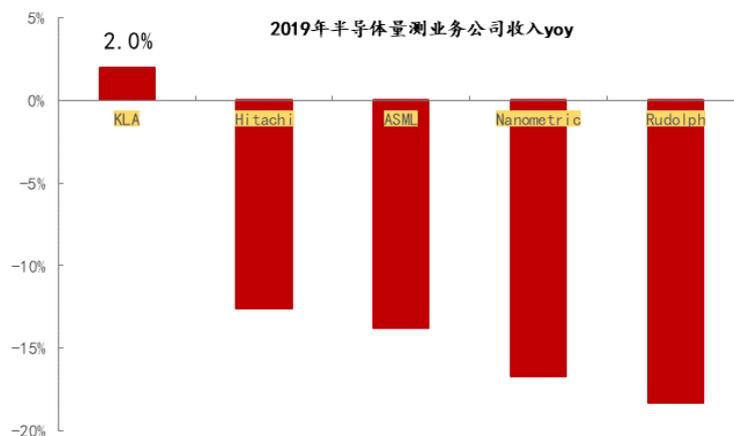
- ✓ 2019年全球半导体市场营收同比下降12%，其中，北美半导体设备出货量同比下降12.8%，周期性表现明显。
- ✓ 但与此同时，2019年KLA仍然维持正增长态势，在整个半导体前道设备业务领域同比增长17.9%，其中量测业务领域同比增长2%。
- ✓ 据公司2020年Q3业绩展示会，即使在疫情蔓延的环境下，公司2020年1-3月的设备出货量和在手订单创单季度历史新高。

图 KLA在前道检测设备市场份额占比超50%



资料来源：Bloomberg，华西证券研究所

图 KLA在无图形/有图形缺陷检测中市场份额高达90%



资料来源：Bloomberg，华西证券研究所

图 2019年北美半导体设备出货量同比下降12.8%（单位：百万美元，%）



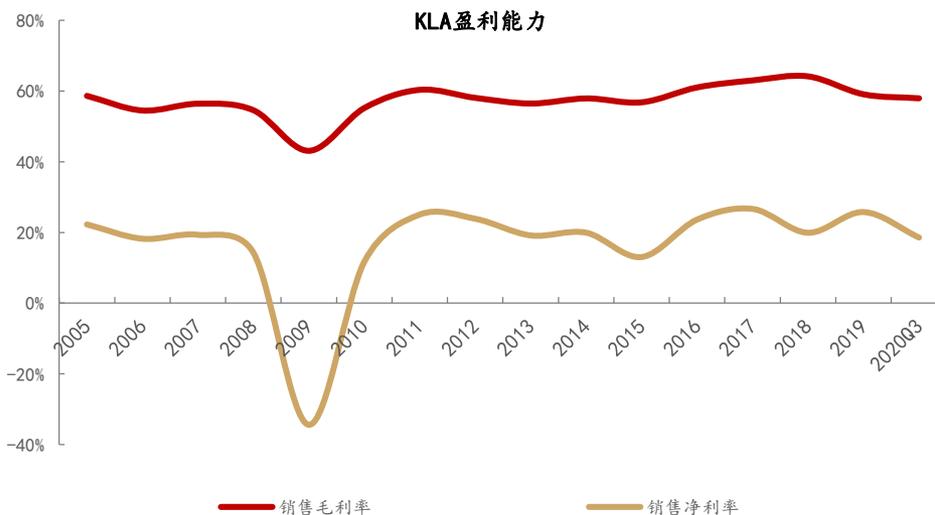
资料来源：Wind，华西证券研究所

## 4. KLA处于什么样的市场地位？

### 4.3 竞争格局：盈利能力一枝独秀，大幅高于同行

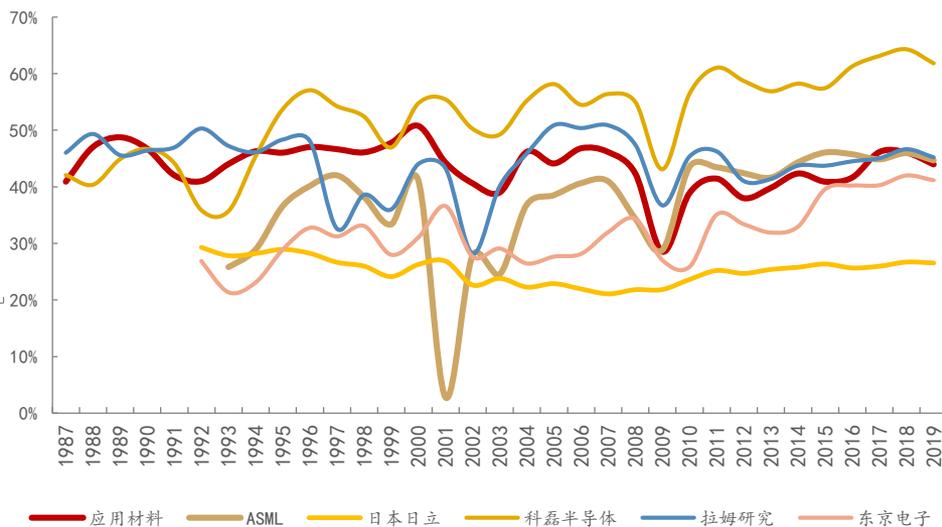
- ✓ 受益于市场地位（51%市场份额）及其产品技术（大多产品型号领先同行2代）的绝对领先优势。KLA盈利能力极强，毛利率多年维持在60%以上的较高水平，使得公司得以每年投入15~20%的研发费用，但净利率仍然维持在20%以上。
- ✓ 对比其他半导体设备厂商，KLA毛利率水平高出同行15%-20%以上。据Bloomberg数据测算，基于2019年收入，KLA的盈亏平衡点在22亿美元左右（约2019年收入的49%）。受益于其较强的盈利能力，即使受到疫情或行业波动等不利影响，也能相较同行以更快的速度恢复过来。

图 KLA盈利能力极强，毛利率持续维持在60%以上的高水平



资料来源：Gartner，华西证券研究所

图 对比其他半导体设备厂商，KLA毛利率水平高出15%-20%以上



资料来源：KLA、Exane，华西证券研究所

## 4. KLA处于什么样的市场地位？

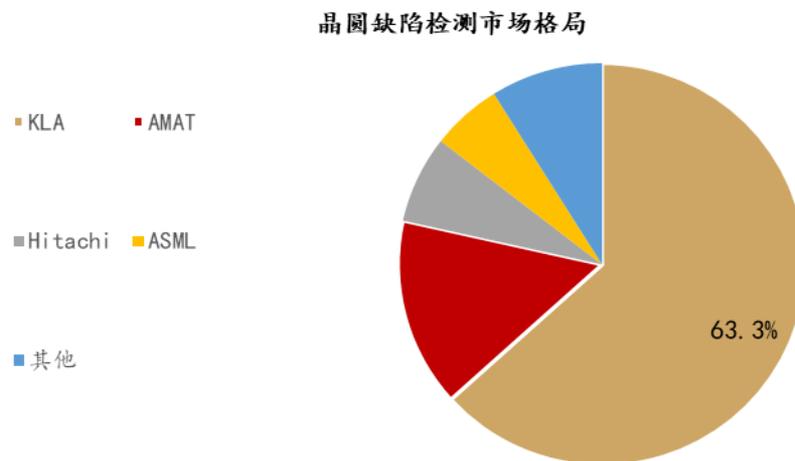
### 4.4 晶圆缺陷检测：KLA在主要检测领域中市占率超9成

- ✓ **晶圆缺陷检测领域：**无图形检测和有图形检测占据70%以上，分别用于裸晶圆和成品晶圆的缺陷检测和分析。公司明星产品包括Voyager、Surfscan、Puma等，售价在2000-3000万美元/台左右。
- ✓ **按检测技术来分，**光学检测占全球半导体检测市场份额近9成，是KLA主要的检测类型。其主要竞争对手AMAT和ASML，均以E-Beam缺陷为主。但E-Beam因产出效率极慢，效率仅约为光学检测的1/1000，目前主要被应用于半导体设计和制造的前期研发阶段。
- ✓ 2020年，KLA推出多光束E-Beam检测设备，第一次从光学检量测领域踏入电子束检测领域（此前一直由AMAT、ASML所主导）。该产品融合智能AI检测和分类技术，相较传统的E-Beam检测效率提升3倍。

表 2019年KLA缺陷检测产品线清单

系统	系列	系统名称	主要应用
缺陷检测与复检	39xx	超分辨率光谱等离子图案晶圆缺陷检测系统	缺陷发现、制程弱点发现、制程调试、EUV光刻制程检查、工程分析、生产线监控、制程窗口发现
	29xx	宽光谱等离子图案晶圆缺陷检测系统	缺陷发现、制程弱点发现、制程调试、工程分析、生产线监控、制程窗口发现
	Voyager®	激光扫描图案晶圆缺陷检测系统	生产线监控，设备监控，设备认证，193i和EUV光阻认证
	Puma™	激光扫描图案晶圆缺陷检测系统	产品线监测，设备监测，设备认证
	8 系列	高产率多用途图案晶圆检测系统	工艺监控，设备监控，出厂质量控制（OQC）
	CIRCL™	全表面晶圆缺陷检测、量测和检视集群系统	工艺监控，出厂质量控制（OQC），设备监控，背面监控，边缘良率监控
	Surfscan®	无图案晶圆缺陷检测系统	工艺认证，设备认证，设备监测，出厂晶圆质量控制，进厂晶圆质量控制，EUV光阻和扫描仪认证，工艺调试
	eDR7xxx™	电子束晶圆缺陷检视和分类系统	缺陷成像、在线自动缺陷分类和性能管理、裸片晶圆出厂和入厂质量控制、晶圆处置、制程弱点发现、缺陷发现、EUV光刻检查、制程窗口发现、制程窗口认证、晶圆斜面边缘检视。

图 对比其他半导体设备厂商，KLA毛利率水平高出15%-20%以上



资料来源：KLA，华西证券研究所

资料来源：KLA、Exane，华西证券研究所

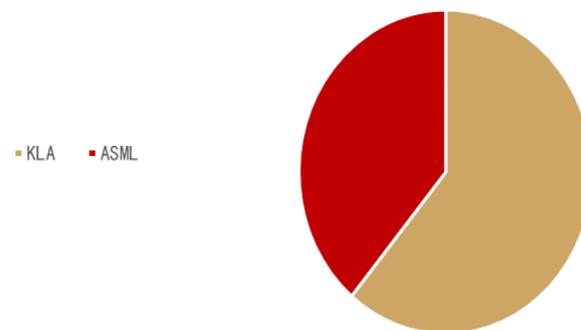
## 4. KLA处于什么样的市场地位？

### 4.5 量测领域：薄膜和套刻误差量测，KLA持续保持领先水平

- **量测领域：**主要包括光罩套刻误差量测、以及薄膜光学量测。光罩量测设备售价在300-500万美元之间，薄膜量测设备在3500-4500万美元左右。
- ✓ 光罩套刻误差量测技术壁垒极高，市场竞争格局单一，仅有KLA和ASML两家寡头垄断，其中KLA市占率约为60%左右。
- ✓ 薄膜量测领域，主要玩家为KLA、Nano和Nova，其中KLA市占率约为40%左右。

图 KLA在量测环节市占率维持在40%以上

套刻误差量测 (Overlay Metrology) 市场格局



薄膜量测 (Thin film Metrology) 市场格局

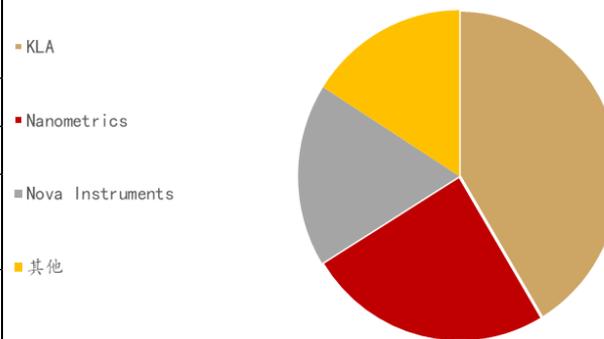


表 KLA量测产品线清单

系统	系列	系统名称	主要应用
量测	Archer™	套刻量测系统	产品在线套刻控制，在线监控，光刻机认证，图案控制
	ATL™	套刻量测系统	产品上套刻控制，在线监控，扫描仪认证，图案化控制，芯片内测量
	SpectraShape™	光学临界尺寸 (CD) 和形状量测系统	在线制程监测，图形控制，制程窗口扩展，制程窗口控制，高级制程控制 (APC)，工程分析
	SpectraFilm™	薄膜量测系统	带隙监控，工程分析，在线工艺监控，设备监控，工艺设备匹配
	Aleris®	薄膜量测系统	工程分析，在线工艺监控，设备监控，工艺设备匹配
	PWG™	图案化的晶圆几何形貌 (PWG) 量测系统	制程监控，在线监控，光刻控制
	Therma-Probe®	离子掺杂量测系统	
	OmniMap® RS-200	薄层电阻量测系统	工艺监控，设备监控
	CIRCL™	全表面晶圆缺陷检测、量测和检视集群系统	工艺监控，出厂质量控制 (OQC)，设备监控，背面监控，边缘良率监控
	Surfscan®	无图案晶圆缺陷检测系统	工艺认证，设备认证，设备监测，出厂晶圆质量控制，进厂晶圆质量控制，EUV光阻和扫描仪认证，工艺调试
	轮廓仪产品系列	探针式与光学轮廓仪	台阶高度、粗糙度、平面度、曲率、应力、薄膜厚度、缺陷检测等

资料来源：KLA，华西证券研究所

资料来源：KLA、Exane，华西证券研究所

## 分析师与研究助理简介

刘菁：八年实业工作经验，其中两年年研发，三年销售，三年管理，涉足新能源汽车、光伏及机器人行业。五年券商工作经验，其中2015年新财富评选中小盘第一名核心成员，2016年水晶球评选机械行业第一名，2017年水晶球评选30金股第一名。俞鹏飞：厦门大学经济学硕士，从业5年，曾在国泰君安证券、中投证券等研究所担任分析师，作为团队核心成员获得2016年水晶球机械行业第一名，2017年新财富、水晶球等中小市值第一名。目前专注于半导体设备、自动化、汽车电子、机器人、工程机械等细分行业深度覆盖。

## 分析师承诺

作者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，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

## 评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

## 华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

# 免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司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。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。