

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？

主要观点：

检测设备是大家关注但是在划分上通常并不清晰的一类设备。我们接下来的一系列报告希望能够深度挖掘检测设备的技术内核以及在不同行业中的不同应用。

半导体行业是首要分析的下游之一。大家口中的“半导体检测设备”可以进一步具体分为：狭义的检测（主要是 Defect Inspection）、测量（Metrology）以及测试（Test）。除去这三种工艺制程相关的“检测”设备外，在设计验证阶段还有第三方检测公司，主要做芯片的失效分析等。

本篇主要讨论的是狭义上的“检测”。

► 粗略估算，2020年全球前道狭义检测设备约40亿美元左右。

通常半导体前道检测和测量设备会放在一起进行讨论。根据 SEMI 数据，狭义检测+测量设备约占半导体设备投资比例的 11%，据此，2020 年狭义检测+测量设备全球约 65 亿美元，国内约 16 亿美元，其中狭义检测设备约占狭义检测+测量设备 2/3 左右，即全球和国内分别约为 43、11 亿美元。

► **半导体检测设备市场格局：KLA 是全球绝对王者，占比过半。** 2018 年 SEMI 数据讲前道的检测测量放在一起统计，KLA 在前道的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%。

► **国内检测设备格局：**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，在相当细分领域已取得较大进展，国内重点布局企业有赛腾股份、上海睿励、中科飞测等。

► **投资建议：**重点推荐赛腾股份，公司 2019 年完成收购日本 Optima 株式会社 67.53% 股权，并拟增资提高至约 74.25% 股权，由此进入半导体晶圆检查设备领域。其他收益标的或公司包括：上海睿励（中微公司拟入股）、中科飞测等。

风险提示：1) 半导体设备行业波动；2) 相关企业研发进度低于预期。

盈利预测与估值

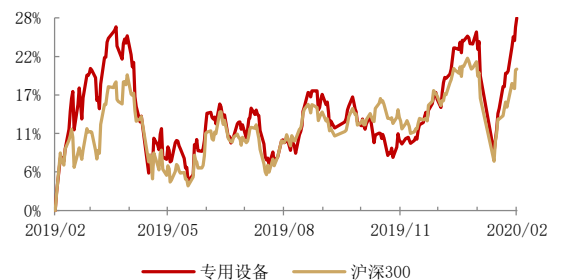
重点公司											
股票代码	股票名称	收盘价(元)	投资评级	EPS(元)				P/E			
				2018A	2019E	2020E	2021E	2018A	2019E	2020E	2021E
603283	赛腾股份	54.78	买入	0.71	0.85	1.24	1.67	77.15	64.45	44.18	32.80

资料来源：Wind，华西证券研究所

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：刘菁

邮箱：liujing2@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519110001

分析师：俞能飞

邮箱：yunf@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519120002

联系人：田仁秀

邮箱：tianrx@hx168.com.cn

联系人：李思扬

邮箱：lisiy3@hx168.com.cn

正文目录

1. 前道检测设备 vs 测量设备 vs 后道测试设备	4
1.1. 半导体检测设备的环节位置	4
1.2. 2020 年检测全球约 43 亿美元，国内约 11 亿美元	5
2. 国内企业自主研发与并购并举，立志解决卡脖子环节	7
2.1. 赛腾股份——收购日企 Optima 切入晶圆缺陷检测设备	7
2.2. 上海睿励/中微公司——中微拟入股睿励，强强联合	8
2.3. 中科飞测——背靠中科院，强势崛起，已进入国内大厂	11
3. 附录：KLA——检测王者，占比过半	12
3.1. 半导体检测设备王者 KLA 排名全球半导体设备企业第五	12
3.2. 科磊是谁？——全球半导体检测设备王者	13
3.3. 科磊为何能占据半导体检测设备的半壁江山？	14
4. 风险提示	19

图目录

图 1 广义“检测”覆盖了半导体整个设计、生产制造和封测环节	3
图 2 半导体检测&测量&测试设备在半导体生产制造整个过程中的应用	4
图 3 半导体中道“检”vs“量”的主要设备细分市场	5
图 4 近年赛腾股份收入快速增长，偶有波动（左轴为营业收入，万元；右轴为同比增速，%）	8
图 5 近年赛腾股份净利润有波动（左轴为归母净利润，万元；右轴为同比增速，%）	8
图 6 上海睿励主要产品系列（检测+测量）	10
图 7 KLA 第一款产品 KLA RAPID 100，大幅提高检测效率、获得产业好评	15
图 8 1990-1997 年公司收入规模实现跨越式发展（百万美元）	16
图 9 1990-1997 年公司股价涨幅近 50 倍（元）	16
图 10 1998-2008 年公司收入规模有所波动（百万美元）	17
图 11 1998-2008 年股价处于横盘（元）	17
图 12 2009-2019 年 KLA 收入及利润在波动中成长（百万美元）	19
图 13 深耕中国市场，KLA 股价再次腾飞（元）	19

表目录

表 1 半导体缺陷检测项目在中道晶圆制程的应用及相关重点公司	5
表 2 2020 年全球半导体设备市场将恢复增长，国内将成为全球之最（单位：亿美元）	6
表 3 预计 2020 年中国大陆半导体检测测量市场空间约为 16 亿美元	6
表 4 Optima 主要财务数据	7
表 5 上海睿励主要财务数据（万元）	8
表 6 中微入股前，上海睿励持股情况	9
表 7 中科飞测主要产品系列（检测+量测）	12
表 8 全球部分重要半导体设备公司主要财务数据对比，科磊位居前五（单位：亿人民币）	13
表 9 全球主要检测量设备企业市占率，KLA 占比过半	13
表 10 半导体检测设备领域，科磊半导体占据半壁江山	14
表 11 科磊半导体在发展过程中通过并购获取大量先进技术	18
表 12 KLA 可以在研发、试产和量产阶段均提供管控服务	18

不同于市场的观点

“半导体检测设备”中的“检测”是一个广义的感念。都称之为“检测”的设备又可以进一步具体分为：狭义的检测（主要是 Defect Inspection & review）、测量（Metrology）以及测试（Test）。除去这三种工艺制程相关的“检测”设备外，在设计验证阶段还有第三方检测公司，主要做芯片的失效分析。

四种设备都会含有“检测”或者“测试”的字眼，对产业不了解的情况下可能会有所混淆。本系列报告将逐个拆解研究。

“检”：狭义检测（主要是 Defect Inspection）本篇重点。

“量”：测量（Metrology），也叫量测。测量=量测。

“试”：测试（test）。

下表综述了半导体行业广义检测设备的分布情况。用不同颜色标注了狭义检测、量测和测试的工艺应用场合。我们未来的系列报告中将会一一展开。

图 1 广义“检测”覆盖了半导体整个设计、生产制造和封测环节

	设计验证	前道：晶圆生产			中道：晶圆制造						后道：晶圆封测		
		切	磨	抛	离子注入	扩散	镀膜	抛光	刻蚀	曝光	清洗	晶圆封测	
<p style="text-align: center;">检测 量测 测试 第三方检测</p>	<p>第三方</p>			surface scan	无图形缺陷检测						CP测试		
				wafer-sites								有图形缺陷检测	FT测试
												review SEM	
												E-Beam	
												掩模版检测	
												膜厚	
												四探针电阻	
												膜应力	
												参杂浓度	
										关键尺寸			
										套准测量			
<p>相关公司</p>	<p>胜科纳米 苏试试验 聚跃电子 纳瑞科技</p>	<p>KLA 中科飞测 optima</p>			<p>AMAT KLA Hitachi 汉微科 Laser-Tec NANO 睿励, 中科飞测, optima</p>						<p>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</p>		

资料来源：华西证券研究所整理

在半导体的实际制程中，大家一般是根据晶圆生产、晶圆制造、晶圆封测这样的环节来研究，我们之所以把设备按照功能或者目的来分，是因为设备厂家是按照目的来深耕各自领域的。

另外，检测设备在其他一些行业中或在不同的语境下还存在着其他的分类方法：比如尺寸检测，性能检测，逻辑检测，外观检测等等。我们也将在今后的系列报告中予以拆解。

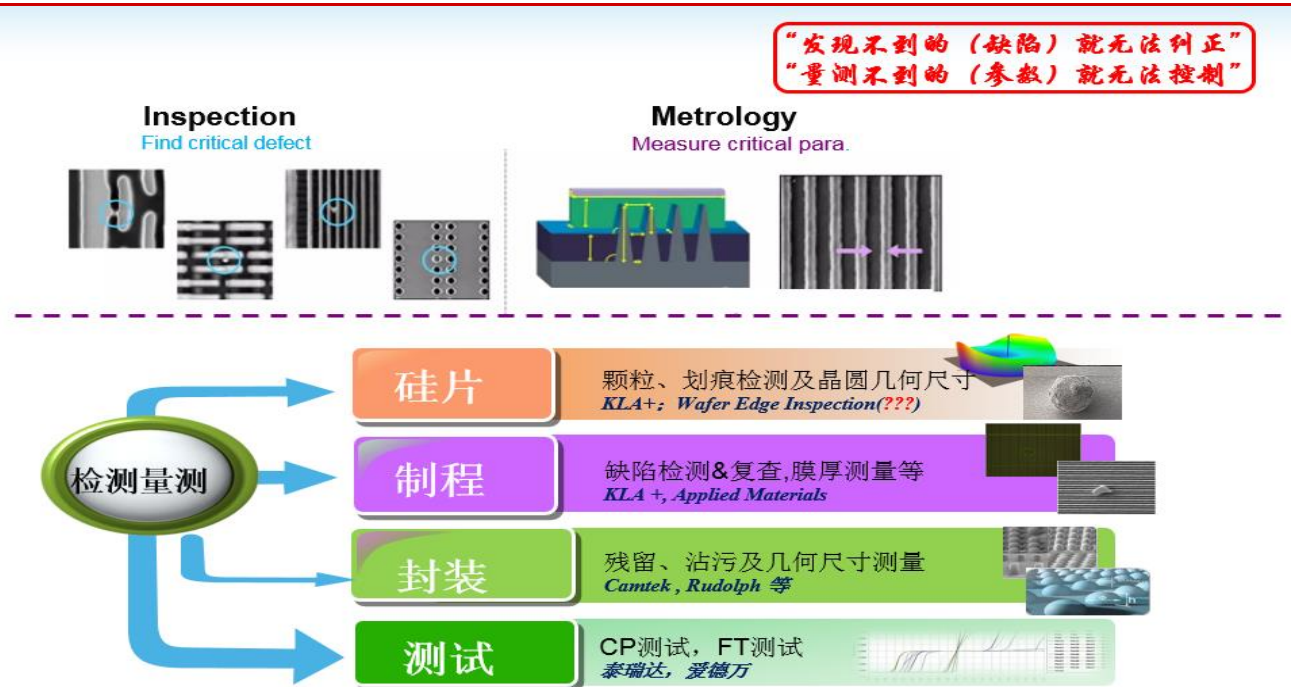
本篇作为系列报告第一篇，将着重梳理半导体缺陷检测设备市场格局、重点企业等。

1. 前道检测设备 vs 测量设备 vs 后道测试设备

1.1. 半导体检测设备的环节位置

检测在集成电路的硅片、生产制造和封测领域均有广泛的应用，具体来看硅片环节的颗粒、划痕检测等；生产制造过程中的缺陷检测&复查等；封测环节的残留、沾污等等。

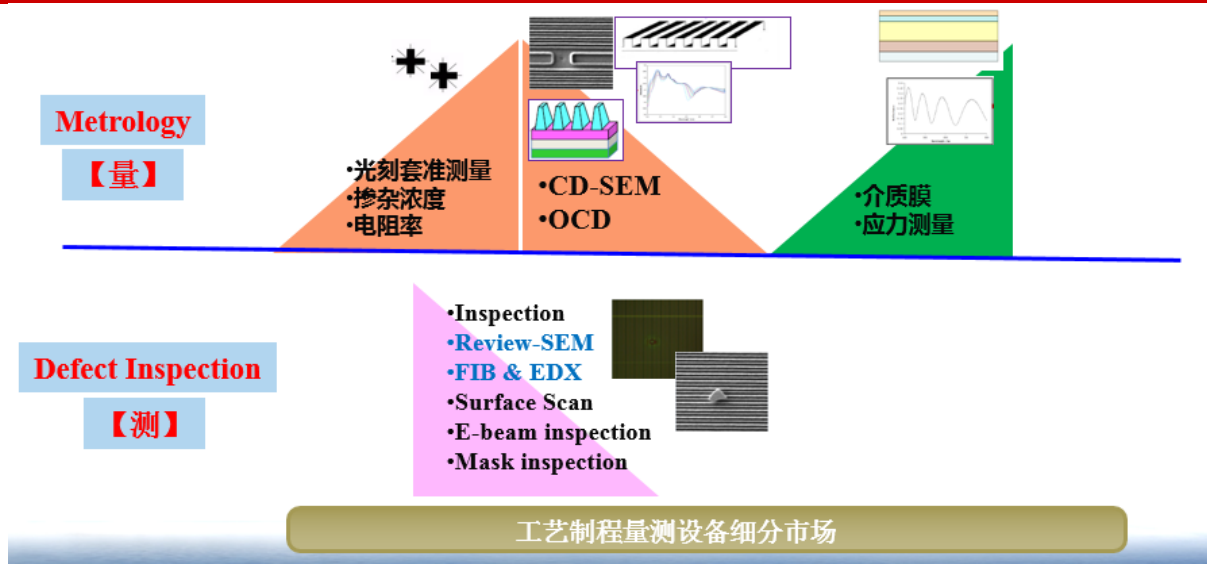
图2 半导体检测&测量&测试设备在半导体生产制造整个过程中的应用



资料来源：上海睿励，华西证券研究所

半导体行业从工艺制程上来分，分为前道（晶圆生产），中道（晶圆制造），后道（晶圆封装测试）。检测设备贯穿其中。前道和后道的较少，中道检测较多。

图3 半导体中道“检”vs“量”的主要设备细分市场



资料来源：上海睿励，华西证券研究所

前道工艺晶圆生产，工艺分为切，磨，抛。抛光之后检测。
中道工艺晶圆制造，检测项目较多，工艺环节几乎完全遍历。
后道工艺封装测试，检测项目较少。

表1 半导体缺陷检测项目在中道晶圆制程的应用及相关重点公司

检测项目	离子注入	扩散	镀膜	抛光	刻蚀	曝光	清洗
无图形缺陷检测 (AMAT, KLA)	✓	✓	✓	✓	✓		✓
有图形缺陷检测 (KLA, AMAT)					✓	✓	✓
Review SEM (AMAT, Hitachi)			✓	✓	✓	✓	✓
E-Beam (AMAT, 汉微科)			✓	✓	✓	✓	✓
Mask inspection (KLA, Laser-Tec)						✓	

资料来源：上海睿励，华西证券研究所

1.2. 2020 年检测全球约 43 亿美元，国内约 11 亿美元

2018 年全球半导体设备销售创下历史新高，根据今年 4 月国际半导体产业协会 (SEMI) 发布的报告信息，2018 年全球半导体制造设备销售总金额达 645 亿美元，较 2017 年 566.2 亿美元同比增长 14%。同时中国大陆首度跃升为第二大设备市场，同比增长 59% 达到 131.1 亿美元。

但至 2019 年半导体设备市场迎来负增长，根据 SEMI 数据，2019 年一、二季度全球半导体设备销售额分别为 137.9 亿、133.1 亿美元，二季度同比下滑 20%、环比

下滑 3%。在此情况下，SEMI 年中设备预测报告指出，2019 年全球销售额将从去年高点的 645 亿美元降至 527 亿美元，降幅达到 18.4%，而中国台湾将逆市增长 21% 达到 123.1 亿美元，超越韩国成为全球之最。

2020 年，SEMI 预测全球半导体设备市场有望在 memory 支出和中国大陆新的项目推动下恢复增长，增幅 11.6% 达到 588 亿美元，其中中国大陆市场将增长 24% 达到 145 亿美元，超越韩国成为全球最大的半导体设备市场。

表 2 2020 年全球半导体设备市场将恢复增长，国内将成为全球之最（单位：亿美元）

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年(E)	2020 年(E)
韩国	76.9	179.5	177.1	92.2	117.5
中国大陆	64.6	82.3	131.1	116.9	145
中国台湾	122.3	114.9	101.7	123.1	115.5
日本	46.3	64.9	94.7	61.4	89.6
北美	44.9	55.9	58.3	63.2	51.9
欧洲	21.8	36.7	42.2	37.9	33.6
其它地区	35.5	32	40.4	32.2	34.7
总计	412.3	566.2	645.5	526.9	587.8

资料来源：SEMI，华西证券研究所

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 年全球检测&测量市场空间约为 64.7 亿美元、中国大陆该市场规模约为 16 亿美元。同时我们判断，在检测&量测设备中，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 43.1、21.6 亿美元，国内两者分别为 10.7、5.3 亿美元。

表 3 预计 2020 年中国大陆半导体检测量测市场空间约为 16 亿美元

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年(E)	2020 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	412.3	566.2	645.5	526.9	587.8
全球检测量测设备市场空间	45.4	62.3	71.0	58.0	64.7
全球量测设备市场空间	15.1	20.8	23.7	19.3	21.6
全球缺陷检测设备市场空间	30.2	41.5	47.3	38.6	43.1
中国大陆半导体设备市场	64.6	82.3	131.1	116.9	145
中国大陆检测量测设备市场空间	7.1	9.1	14.4	12.9	16.0
中国大陆量测市场空间	2.4	3.0	4.8	4.3	5.3
中国大陆缺陷检测设备市场空间	4.7	6.0	9.6	8.6	10.6

资料来源：SEMI，华西证券研究所

2. 国内企业自主研发与并购并举，立志解决卡脖子环节

目前从整体上看，国内半导体设备企业技术与国外顶级公司差距较大、且在多处核心环节上短期突破的难度较大，但我国半导体产业发展快速，国家大基金也在不断投入相关企业进行布局，进口替代势在必行。国内企业目前实行自主研发与并购并举的方式进行布局，在相当细分领域已取得较大进展，具体到检测设备环节，国内重点布局企业有赛腾股份、上海睿励/中微公司、中科飞测等。

2.1. 赛腾股份——收购日企 Optima 切入晶圆缺陷检测设备

2019年10月赛腾股份以现金方式购买 Kemet Japan 株式会社持有的日本 Optima 株式会社 67.53% 股权，股权收购价款 270,105.99 万日元（约合人民币 16395 万元），并拟对 Optima 株式会社进行增资，增资金额 120,000 万日元（约合人民币 7284 万元），总计投资金额 390,105.99 万日元（折合人民币约 23679 万元），在增资、转让（转让 1% 股份给亚洲日升，后者为公司提供交易相关咨询服务并协助公司完成谈判、交割等工作）后公司将持有 Optima 约 74.25% 股权。

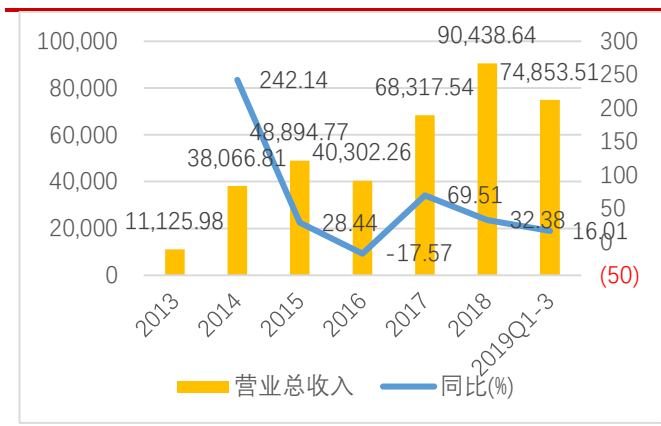
Optima 株式会社主要从事半导体晶圆检查设备和曝光设备的开发、制造、销售以及服务业务，与公司同属于自动化设备研发制造行业，能够与公司实现产业协同，拓宽公司智能制造产品链，并将公司产品线向高端半导体检测设备领域进一步延伸，提高公司技术含量和客户储备。

表 4 Optima 主要财务数据

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

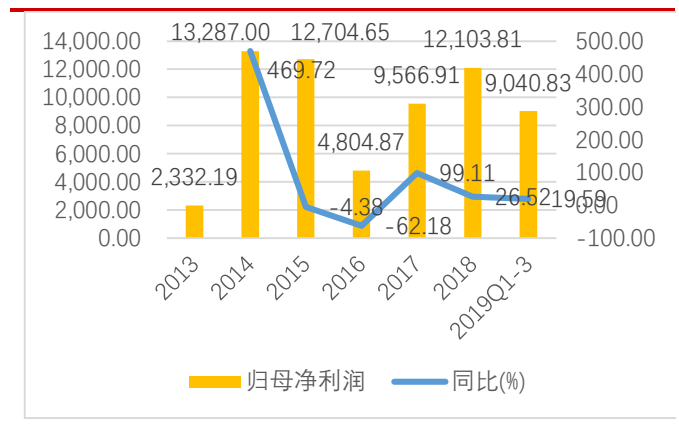
资料来源：赛腾股份公告，华西证券研究所

图4 近年赛腾股份收入快速增长，偶有波动（左轴为营业收入，万元；右轴为同比增速，%）



资料来源：Wind，华西证券研究所

图5 近年赛腾股份净利润有波动（左轴为归母净利润，万元；右轴为同比增速，%）



资料来源：Wind，华西证券研究所

2.2. 上海睿励/中微公司——中微拟入股睿励，强强联合

睿励科学仪器于 2005 年成立，致力于研发、生产和销售具有自主知识产权的集成电路生产工艺装备产业中的工艺检测设备，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，中微公司公告基于经营战略发展考虑，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。上海睿励的产品还进入国内多家领先芯片生产企业生产线，其产品和技术能力已获得业界的认可。此外，上海睿励应用于 LED 蓝宝石衬底图形检测的自动光学检测设备，也已成功进入众多客户国内 LED 外延芯片生产线。

表 5 上海睿励主要财务数据（万元）

序号	科目	2018 年末/2018 年度 (经审计)	2019 年 6 月 30 日/2019 年上半年度 (未经审计)
1	资产总额	19,207.07	18,505.05
2	负债总额	18,965.75	20,153.70
3	资产净额	241.3205	-1,648.65
4	营业收入	2,733.02	80.4506
5	净利润	-4,037.23	-1,889.97
6	扣除非经常性损益后的净利润 (未经审计)	-2,940.80	-1,889.97

资料来源：中微公司公告，华西证券研究所

上海睿励其实与中微公司的关系比较紧密，二者第一大股东都是上海创业投资有限公司，同时在人事方面也有不少交集，如双方公司都有的董事沈伟国、朱民等。

表 6 中微入股前，上海睿励持股情况

股东名称	出资额 (万元)	持股比例
上海创业投资有限公司	1,816.85	15.35%
上海张江科技创业投资有限公司	1,721.23	14.55%
上海光通信有限公司	1,673.42	14.14%
光达科技公司	1,458.26	12.32%
上海国盛(集团)有限公司	1,434.36	12.12%
上海浦东新兴产业投资有限公司	1,434.36	12.12%
上海盈赢微电子科技有限公司	1,338.73	11.31%
盈富泰克创业投资有限公司	717.18	6.06%
上海张江火炬创业投资有限公司	239.06	2.02%
合计	11,833.44	100%

资料来源：中微公司公告，华西证券研究所

图6 上海睿励主要产品系列（检测+测量）

	设备名称	介绍	图示
睿励科学仪器	TFX3000—300mm全自动光学膜厚测量系统	TFX3000—300mm全自动精密薄膜测量系统是睿励科学仪器（上海）有限公司自主研发和生产的具有完全自主知识产权的集成电路生产线工艺检测设备。本产品的应用范围包括刻蚀（Etch）、化学气相沉积（CVD）、光刻（Photolithography）和化学机械抛光（CMP）等工艺段的测量，能准确的确定半导体制造工艺中的各种薄膜参数和细微变化（如膜厚、折射率、应力等）。	
	TFX3000 OCD—300mm全自动光学关键尺寸和形貌测量系统	TFX3000 OCD是睿励科学仪器（上海）有限公司自主创新开发，具有自主知识产权的集成电路生产线300mm硅片全自动光学关键尺寸（OCD）和形貌测量系统。其在TFX3000系统基础上集成光学关键尺寸测量模块，除具有300mm全自动光学膜厚测量能力外，还可以进行显影后检查（ADI）、刻蚀后检查（AEI）等多种工艺段的二维或三维样品的线宽、侧壁角度（SWA）、高度/深度等关键尺寸（CD）特征或整体形貌测量。可测量二维多晶硅栅极刻蚀（PO）、隔离槽（STI）、隔离层（Spacer）、双重曝光（Double Patterning）或三维连接孔（VIA）、鳍式场效应晶体管（FinFET）、闪存（NAND）等多种样品。具有高速、准确和非破坏性等特点。	
	镓液态离子源	液态离子源是由一枚场发射针尖和其上覆盖的液态金属所组成的，在足够的高压电场作用下，由于场蒸发和离子化的作用而发射出一束金属离子束。离子源上所附带的液态金属储备可以保证提供一束稳定的离子流和一段相当长的发射周期。	
睿励微电子	FSD100e—专为LED市场开发生产的自动光学检测设备	FSD100e是睿励微电子设备（上海）有限公司专为LED市场开发生产的自动光学检测设备（AOI），适用于蓝宝石衬底、图形衬底、外延片和芯片等各种工艺。该系统具有高分辨率、高速、高性价比的特点，并能根据检测结果进行自动分拣。既能为LED生产厂商提高生产效率，又可为进行全面良率管理提供数据。FSD100e正在市场上推广，已受到客户的肯定和好评。	
	FSD200μ—自动宏观缺陷检测系统，适用于200mm硅片	睿励微电子设备（上海）有限公司生产的自动宏观缺陷检测系统（FSD200u），具有快速，准确，可靠和低成本等优点，可用于工艺及产品质量检测，从而提高硅片制造的良率和品质。 系统特性 FSD200u适用于150mm至200mm硅片，两系统均可用于有图案及无图案硅片（Patterned and Un-patterned Wafers）。 可用于硅片进厂（IQC）和出厂的检验（OQC）、化学机械抛光（CMP）、光刻（Photolithography）、刻蚀（Etch）、薄膜（Thin Film）、硅穿孔（TSV）集成封装等工艺，检测出各个工艺过程里关键的缺陷。 可高速扫描硅片的全表面，自动存储硅片全景图像、缺陷分类，和输出缺陷检测结果。 大量减低工程判断耗费时间，强化工艺监控（SPC），并结合硅片成品管理（Ink-out）。	
	FSD300—自动宏观缺陷检测系统，适用于300mm硅片	睿励微电子设备（上海）有限公司生产的自动宏观缺陷检测系统（FSD300），具有快速，准确，可靠和低成本等优点，可用于工艺及产品质量检测，从而提高硅片制造的良率和品质。 系统特性 FSD300适用于300mm硅片，两系统均可用于有图案及无图案硅片（Patterned and Un-patterned Wafers）。 可用于硅片进厂（IQC）和出厂的检验（OQC）、化学机械抛光（CMP）、光刻（Photolithography）、刻蚀（Etch）、薄膜（Thin Film）、硅穿孔（TSV）集成封装等工艺，检测出各个工艺过程里关键的缺陷。 可高速扫描硅片的全表面，自动存储硅片全景图像、缺陷分类，和输出缺陷检测结果。 大量减低工程判断耗费时间，强化工艺监控（SPC），并结合硅片成品管理（Ink-out）。	

资料来源：睿励官网，华西证券研究所

2.3. 中科飞测——背靠中科院，强势崛起，已进入国内大厂

深圳中科飞测与中科院微电子研究所深度合作、自主研发智能检测设备，检测技术在行业处于国际前沿地位，检测设备在高端市场实现设备的国产化。

2017 年中科飞测通过国家高新技术企业认定；公司牵头的科研项目，获得国家科技部重点研发计划“重大科学仪器设备开发”重点专项立项；公司联合中国工程院刘文清院士组建成立深圳中科飞测科技有限公司院士工作站；2017 年中科飞测获得微电子所投资企业显著产业化进展奖，项目名称：中科飞测出货量成倍增长，全面进入先进封装市场。

中科飞测自主研发针对生产质量控制的世界领先的光学检测技术，以工业智能检测设备为核心产品，最具代表的产品和服务有：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。

中科飞测一直立足于高尖端光学检测设备的研发工作，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；在工业 3C 和泛半导体领域，工业 3D 检测设备进入了蓝思、比亚迪、华为等厂商，柔性 OLED 检测设备也进入了面板厂。

表 7 中科飞测主要产品系列（检测+量测）

	特点	图示
CYPRESS-900 三维封装量测系统	纳米级三维形貌测量； 膜厚，胶厚测量； 高深宽比孔膜厚测量； 专利多功能融合光路设计。	
半导体检测 SPRUCE-600	应用于BARE_SI晶圆、POLY_SI晶圆，介质薄膜表面晶圆（OXIDE、NITRIDE）、CMP研磨晶圆和金属表面晶圆缺陷检测：非图形晶圆表面的缺陷计数 缺陷类型及空间分布；污染颗粒和异常微观表面分类（突起、晶格缺陷划伤等）	
智能视觉检测系统 BIRCH	可用于检测亚微米量级的二维图形缺陷；多模式明/暗照明系统，可独立控制明/暗场光源；智能缺陷检测和高自由度分类模式；多种放大倍率镜头，适应不同检测精度需求；高速自动对焦，可适用于面型变化较大翘曲晶圆；支持5色以上滤光片自由切换；具备激光三维形貌扫描能力。	

资料来源：中科飞测官网，华西证券研究所

3. 附录：KLA——检测王者，占比过半

3.1. 半导体检测设备王者 KLA 排名全球半导体设备企业第五

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，且与前四的差距较大，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（59.1%及以上）要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 8 全球部分重要半导体设备公司主要财务数据对比，科磊位居前五（单位：亿人民币）

公司	代码	收入			利润			毛利率		
		2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
应用材料	AMAT.O	966.32	1,199.26	1,033.50	228.27	230.29	191.45	44.9%	45.3%	43.7%
阿斯麦	ASML.O	706.33	858.81	905.41	165.29	203.37	197.17	45.0%	46.0%	44.7%
东京电子	8035.T	667.88	778.03	737.07	120.73	151.09	143.14	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	122.40	171.92	1.8(2019 H1)	10.69	34.69	19.2(2019H1)	51.4%	54.5%	53.7%(2019H1)

资料来源：Wind，公司公告，华西证券研究所

半导体检测量测设备领域，全球主要企业有科磊、应用材料、日本日立、Nano、Nova 等等，根据 2018 年 SEMI 数据，科磊占比过半、稳居行业第一，堪称半导体检测量测设备领域王者，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%。

从具体产品来看，KLA 产品范围广泛，包括了缺陷检测、Overlay、CD 量测，膜厚等，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。

表 9 全球主要检量测设备企业市占率，KLA 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%
Nano	CD；膜厚测量	4%
Nova	膜厚测量	2.60%
其他	~	19%

资料来源：SEMI，上海睿励，华西证券研究所

3.2. 科磊是谁？——全球半导体检测设备王者

全球高端测试设备企业多在美国、日本等半导体产业发达国家、且集中度相对较高，国内企业技术差距较为明显：

1) 全球前道检测领域前三甲分别为科磊半导体（美国）、应用材料（美国）、日立（日本），根据 Gartner 数据，三者市占率分别约为 52%、12%、11%。国内前道检测领域主要企业有上海睿励、上海精测、中科飞测等，整体规模尚较小。

2) 全球高端后端测试设备企业有泰瑞达（美国）、爱德万（日本）等，国内较为领先的测试设备厂商有长川科技、华峰测控、佛山联动等，主要用于分立器件、电源 IC 等产品中，与国外高端设备企业同样距离显著。

表 10 半导体检测设备领域，科磊半导体占据半壁江山

公司	总部所在国	主要产品领域	2016 年市场占有率
KLA-Tencor	美国	量检测	52.10%
Applied Material	美国	电子束检测	11.80%
HITACHI	日本	量测	10.70%
Nanometrics	美国	量测	3.90%
Hermes Microvision	中国台湾	电子束检测	3.10%
Nova	以色列	量测	2.60%
其他			15.80%

资料来源: Gartner, 华西证券研究所

科磊半导体 KLA-Tencor 于 1976 年成立于美国加州硅谷，是全球光学检测量测之王，产品线丰富，为半导体、数据存储、LED 等纳米电子产业提供工艺控制和良率管理产品，其产品、软件和服务能够满足客户在整个生产制造过程中，从研发到最终量测的检测与量测需求，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，销售及服务网络遍及美洲、欧洲及亚洲。

3.3. 科磊为何能占据半导体检测设备的半壁江山？

1、起步：抓住行业痛点，推出计算机视觉，大幅提高效率——股价表现：增收不增利，股价表现不佳

早起由于制造工艺不成熟，半导体生产制造的良率通常会低于 50%，生产过程中的检测速度慢、误检率高，导致早起半导体器件的价格昂贵，而且随着半导体不断小型化、复杂化，相关机器检测的需求不断提升。

在此背景下，Ken Levy 和 Bob Anderson 在 1976 年创立了 KLA Instruments——一家计算机视觉公司，利用光学技术与软件算法相结合取代工人和低端辅助工具，1978 年推出第一个产品 KLA RAPID 100，为确保高芯片良率提供了重要的第一步，并将光掩膜检测所需的时间从 8 小时减少到 15 分钟、可以提供比以前更彻底的检测，产品一经推出，就获得了产业的好评。

图 7 KLA 第一款产品 KLA RAPID 100，大幅提高检测效率、获得产业好评



资料来源：芯思想，华西证券研究所

1984 年公司推出第二个产品 KLA WISARD 2000 系列，是一个自动化晶圆检测系统，可以检测晶圆缺陷和电路错误，同样获得市场的高度认可。

KLA RAPID 100 与 KLA WISARD 2000 系列均属于前道检量测设备，KLA 在 1980 年代末推出了自动测试设备，包括晶圆探测系统和微光显微镜等，前者用于在切割和封装之前对完成的芯片进行电气测试；后者用于发现芯片各层之间的电气“泄漏”。到 1990 年 WISARD、RAPID 和自动测试设备大约各占总收入的三分之一，成为公司的三大支柱产品，从而奠定了 KLA 在检测领域的领先地位。在此阶段，KLA 收入在 1986-1990 年分别为 0.825、0.88、1.13、1.61 亿美元，但同期利润并未实现大幅增长，公司股价处于横盘过程。

2、1990-1997 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 100 倍以上。

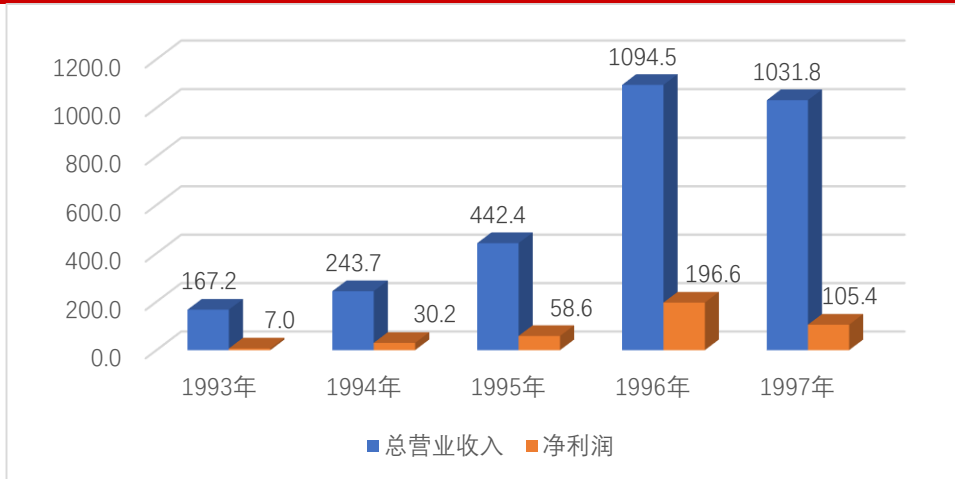
2) 1992 年 KLA 推出在线光罩检测系统 RAPID 300 系列——KLA 331，可以提供当时世界上最高的检测灵敏度，至 1993 年 KLA 在全球范围内交付了 700 套 RAPID 系统。

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。

与此同时公司改组了管理层，聘请了 Kenneth L. Schroeder 聘任 CEO，1992 年 Schroeder 将 KLA 重组为五个运营部门：WRING（包括 WISARD 和 RAPID 部门）、自动测试系统部门、Watcher 部门（包含利用先进光学字符识别技术的新图像处理系统）、计量部门和 SEMSpec 部门；并成立了客户服务部门，放弃了微光显微镜业务部门。

在公司不断推出新产品、管理层积极进取的情况下，伴随半导体产业的快速发展，KLA 规模不断提高、继续保持全球领先地位。

图 8 1990-1997 年公司收入规模实现跨越式发展（百万美元）



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 9 1990-1997 年公司股价涨幅近 50 倍（元）



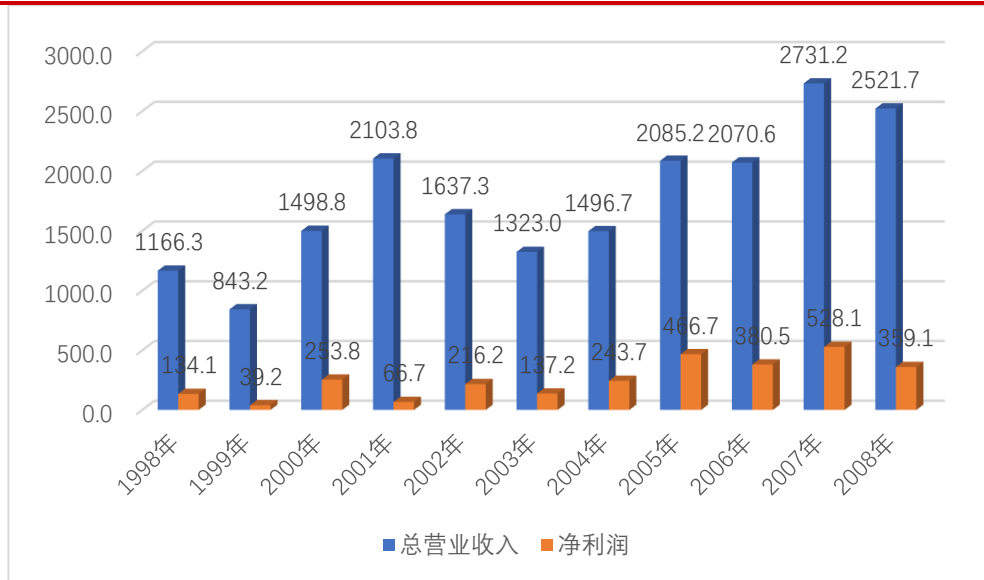
资料来源：Wind，华西证券研究所

3、1997-2008 年——密集并购期，股价横盘

1997 年开始公司开始进入密集并购期，1997 年 5 月以 13 亿美元一对一的股票互换合并 Tencor Instruments, Inc.，新公司命名为 KLA-Tencor Corp. 二者是同年成

立且均生产半导体检测设备，区别在于 KLA 专注于缺陷检测解决方案，而 Tencor 则专注于量测解决方案，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。此后 KLA 便进入了快速并购周期，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。

图 10 1998-2008 年公司收入规模有所波动（百万美元）



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 11 1998-2008 年股价处于横盘（元）



资料来源：Wind，华西证券研究所

表 11 科磊半导体在发展过程中通过并购获取大量先进技术

时间	公司	产品/业务
1998	Nanopro GmbH	芯片测量的先进干涉 (interferometric) 技术
1998	Amray	扫描电子显微镜
1998	VARS	半导体设备图像存档和检索系统制造
1999	Uniphase'S Ultrapointe	硅片缺陷分析工具
1999	Acme Systems, Inc.	产量分析软件
2000	Object Space Inc.'s Fab Solutions	
2000	FINLE Technologies, Inc.	行业标准光刻建模和分析软件
2001	Phase Metrics	数据存储行业检验/认证技术
2004	Candela Instruments	表面检测系统
2004	Inspex, Inc.	晶圆检测系统业务
2006	ADE Corp.	硅晶圆检测设备
2007	OnWafer Technologies	等离子刻蚀产品
2007	SensArray	即时温度测量技术
2007	Therma-Wave	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	
2018	Keysight Technologies's Nano Indenter	力学测试系统产品线

资料来源：芯思想，华西证券研究所

随着半导体制程的工艺越来越复杂、晶圆厂的投资成本越来越大，因此对工艺控制水平提出了非常高的要求，因为一旦出错代价将会非常大，这也为半导体检测设备企业带来了更大的机遇。

KLA 作为全球半导体检测领域的龙头，能够为客户在研发阶段、试生产阶段和量产阶段都能够提供相关产品和服务，帮助客户实现利润最大化。

表 12 KLA 可以在研发、试产和量产阶段均提供管控服务

生产阶段	KLA 可以提供的管控服务
制程研发阶段	制程管控首先需要了解制程需求，因为在新技术引进时会遇到很多新的挑战、缺陷和困难，KLA-Tencor 检测和量测的贡献就是帮助尽早发现和解决问题，帮助客户找出制程的缺陷和差距。
新品试产阶段	制程管控的作用是帮助发现和解决良率问题，加快工艺开发和量产速度。
规模量产阶段	制程管控则可以帮助客户稳定良率，改善制程的可预测性，避免产线出现异常问题。

资料来源：芯思想，华西证券研究所

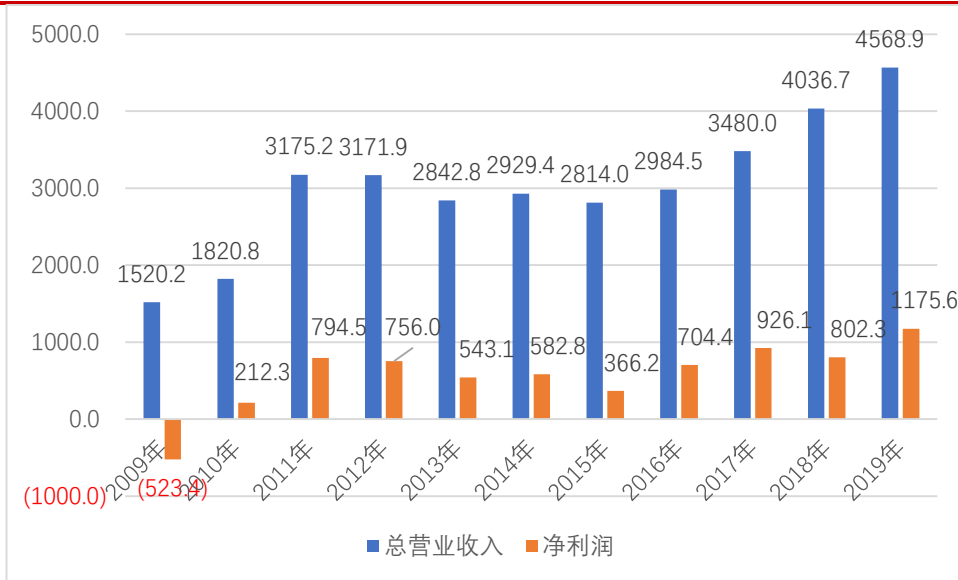
4、2008 年至今深耕中国大陆与中国台湾市场，股价再次腾飞

进入 21 世纪，中国的半导体产业规模不断扩大、在全球占比也进一步提高，KLA-Tencor 准确的判断出中国市场的崛起，1999 年便在中国设立了第一个分公司，目前在在北京、上海、南京、西安、武汉、天津、深圳、大连、厦门、无锡设立了 10 处办公室，可以快速响应国内客户的需求。

2008 年至今中国半导体产业快速增长，KLA 来自中国大陆及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 12 2009-2019 年 KLA 收入及利润在波动中成长（百万美元）



资料来源：公司公告，华西证券研究所

图 13 深耕中国市场，KLA 股价再次腾飞（元）



资料来源：Wind，华西证券研究所

4. 风险提示

- 1) 半导体设备行业波动：半导体行业与宏观经济联系紧密，如宏观经济波动过大或者半导体行业的周期性调整会带来半导体设备行业的波动。
- 2) 相关企业研发进度低于预期：目前国内半导体设备企业技术与国外仍有较大差距，如相关企业研发进度低于预期则会影响企业的订单获取。

分析师与研究助理简介

刘菁：八年实业工作经验，其中两年研发，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。2019年东方财富年度百强（全市场第18名）分析师。

俞能飞：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。

田仁秀：毕业于上海交通大学，工学硕士，能源动力方向；专注于高端制造研究，重点覆盖光伏设备、锂电设备、激光、油服板块。

李思扬：美国东北大学金融学硕士，2019年加入华西证券，CFA三级已通过。

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>

华西证券免责声明

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。