

► **中科飞测：国产半导体质控设备领军企业。** 中科飞测是一家国内领先的高端半导体质量控制设备公司，由陈鲁博士研发团队与中科院微电子等单位合资成立。公司成立以来始终专注于检测和量测两大类集成电路专用设备的研发、生产和销售，产品主要包括**无图形晶圆缺陷检测设备系列、图形晶圆缺陷检测设备系列、三维形貌量测设备系列、薄膜膜厚量测设备系列**等。受益于公司核心技术的不断突破和产品种类的日趋丰富，2022 年公司营业收入增长至 5.1 亿元，2020-2022 年年均复合增长率达 46.40%；其中，检测设备收入 3.85 亿元，量测设备收入 1.18 亿元。

本次 IPO 公司拟募集资金 10 亿元，主要投向高端半导体质量控制设备产业化项目，大幅扩大公司检测和量测设备的产能。**最终发行定价 23.60 元，对应发行市值 75.52 亿元。**

► **质控设备：良率控制核心环节，国产化方兴未艾。** 半导体质量控制设备根据工艺可细分为检测和量测两大类，贯穿晶圆制造和先进封装的全过程。据 Gartner 数据，**2021 年质控设备全球市场空间 104 亿美元**，其中，检测设备市场 57.8 亿美元，量测设备市场 33 亿美元，掩膜版检测和量测设备市场 11.4 亿美元，**合计约占设备总市场的 11.3%，并估算 2022 年增长至 130 亿美元。**

从市场格局上看，全球半导体质控设备市场呈现科磊半导体一家独大的垄断性局面，2020 年其在检测与量测设备的合计市场份额占比为 50.8%，中国市场国产化率较低，中科飞测、上海精测、上海睿励为代表的本土厂商快速崛起，但仍有广阔的国产替代空间，2022 年三家合计约占国内市场份额 3.57%。

► **检测业务：产品线成熟，媲美国际主流厂商。** 公司检测设备产品以光学检测为主，其中无图形晶圆缺陷检测和微米级图形缺陷检测设备开发较为成熟，纳米图形检测设备则在积极研发中。2022 年，公司无图形晶圆缺陷检测设备收入为 2.55 亿元，图形晶圆检测设备收入 1.3 亿元。

► **量测业务：广泛布局，抢占国内市场。** 公司当前收入以三维形貌量测设备、3D 曲面玻璃量测设备为主，2022 年分别实现收入 0.41 亿元/0.17 亿元。同时，公司套刻精度量测设备样机已经研制成功，尚待客户验证；晶圆金属薄膜量测设备已进入产业化验证阶段；光学关键尺寸量测设备尚处于设计研发阶段，产品线不断完善。

► **盈利预测与估值：**我们看好公司所处的半导体质量控制设备赛道的广阔空间和公司自身的技术领先性。预计公司 2023-2025 年收入分别为 7.73/11.05/14.27 亿元，归母净利润分别为 0.23/0.91/1.59 亿元，对应发行价 PE 分别为 332/83/47 倍。

► **风险提示：**研发投入无法取得预期效果；半导体周期性波动；市场竞争加剧

盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入 (百万元)	509	773	1,105	1,427
增长率 (%)	41.2	51.9	42.9	29.1
归属母公司股东净利润 (百万元)	12	23	91	159
增长率 (%)	-78.0	93.9	298.4	75.8
每股收益 (元)	0.04	0.07	0.28	0.50
PE	643	332	83	47
PB	13.3	3.3	3.2	3.0

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：EPS 以总股本 3.2 亿股测算，PE/PB 以发行价测算）



分析师 方竞

执业证书：S0100521120004

邮箱：fangjing@mszq.com

目录

1 中科飞测：国产半导体质控设备领军企业	3
1.1 国产半导体质控设备领军企业	3
1.2 营收快速释放，毛利率稳步提升	4
1.3 核心团队来源中科院，研发实力强劲	6
1.4 实现募资扩产，专注研发创新	7
2 质控设备：良率控制核心环节，国产化方兴未艾	9
2.1 质量控制贯穿晶圆制造全过程	9
2.2 全球规模增长迅速，中国大陆成为最大市场	10
2.3 全球竞争格局：国外厂商垄断，国产化方兴未艾	12
3 检测业务：产品线成熟，媲美国际主流厂商	16
3.1 检测类别繁杂，光学检测占据主要市场	16
3.2 无图形检测技术成熟，产品矩阵逐渐铺开	22
4 量测业务：广泛布局，抢占国内市场	24
4.1 量测设备类型丰富，核心技术亟待自研	24
4.2 量测产品线稳步扩张中	27
5 盈利预测与投资建议	29
5.1 盈利预测假设与业务拆分	29
5.2 费用率预测	30
5.3 估值分析	30
6 风险提示	31
插图目录	33
表格目录	33

1 中科飞测：国产半导体质控设备领军企业

1.1 国产半导体质控设备领军企业

中科飞测是一家国内领先的高端半导体质量控制设备公司，成立以来始终专注于检测和量测两大类集成电路专用设备的研发、生产和销售，**产品主要包括无图形晶圆缺陷检测设备系列、图形晶圆缺陷检测设备系列、三维形貌量测设备系列、薄膜膜厚度量测设备系列等产品**，已应用于国内 28nm 及以上制程的集成电路制造产线。

公司始终坚持自主研发和自主创新的原则，依托多年在光学检测技术、大数据检测算法和自动化控制软件等领域的深耕积累和自主创新，公司得以向集成电路前道制程、先进封装等企业以及相关设备、材料厂商提供关键质量控制设备。质量控制设备是芯片制造的核心设备之一，公司检测和量测设备能够对上述领域企业的生产过程进行全面质量控制和工艺检测，助推客户提升工艺技术，提高良品率，实现降本增效的目标。

图1：公司主要产品演变和技术发展的情况

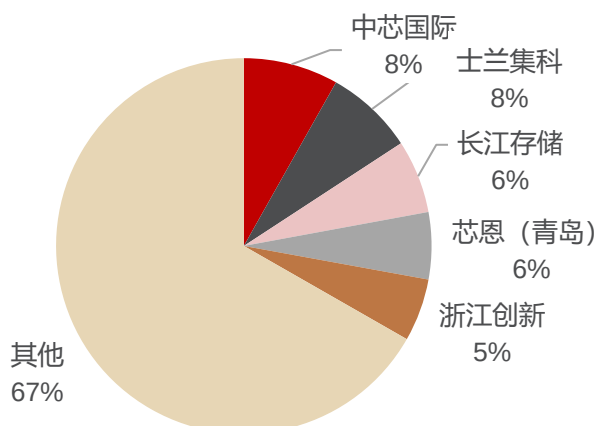


资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

公司产品已广泛应用在中芯国际、长江存储、士兰集科、长电科技、华天科技、通富微电等国内主流集成电路制造产线，打破在质量控制设备领域国际设备厂商对国内市场的长期垄断局面。与此同时，公司积极承担了多个国家级、省级、市级重点专项研发任务，助力国内集成电路产业领域关键产品和技术的攻关与突破。

2022 年公司向前五大客户合计销售金额占当期销售总额的比例为 33.27%，按营收占比依次为：中芯国际（8%）、士兰集科（8%）、长江存储（6%）、芯恩青岛（6%）、浙江创新（5%）

图2：2022 年公司的主要客户构成



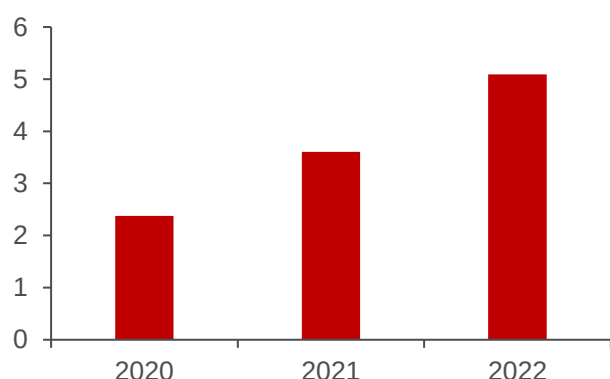
资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

1.2 营收快速释放，毛利率稳步提升

受益于公司核心技术的不断突破和产品种类的日趋丰富，半导体产业的快速发展和公司市场认可度的稳步提升等因素积极影响，公司客户群体和客户订单持续增长，有力推动了公司经营业绩快速增长。2020-2022 年，公司营业收入从 2.4 亿元增长至 5.1 亿元，年均复合增长率为 46.40%。

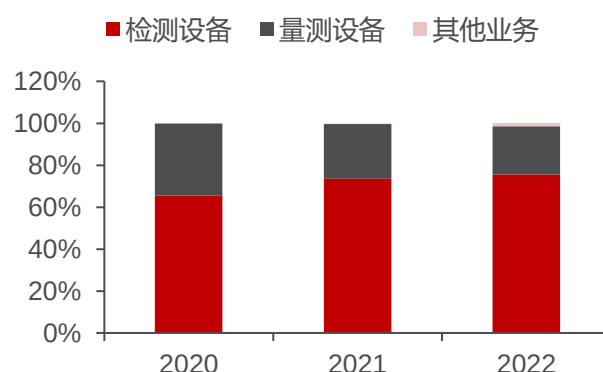
营收结构方面，公司主营业务收入包括检测和量测两大类质量控制设备的销售；2022 年，公司检测设备收入占比 75.53%，量测设备收入占比 23.08%；此外，公司存在氙灯、光源等设备耗材等少量备品备件销售，以及对设备维护或改造等技术服务或劳务的相关业务，该部分业务收入计入其他业务收入。

图3：2020-2022 年中科飞测营业收入（亿元）



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

图4：2020-2022 年中科飞测营收结构



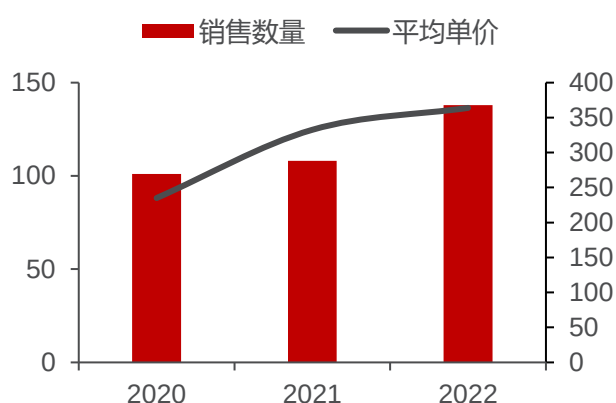
资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

量价方面，公司的检测/量测设备迎来量价齐升。2020-2022 年，公司设备销售数量从 101 台增至 138 台；平均销售价格从 235.05 万元/台增至 363.86 万元/台，总体呈现上升趋势。公司设备销售规模持续增长主要得益于公司多个型号设备研发成功并顺利推向市场，以及客户对公司及产品的市场认可度明显提升等因

素的综合影响。

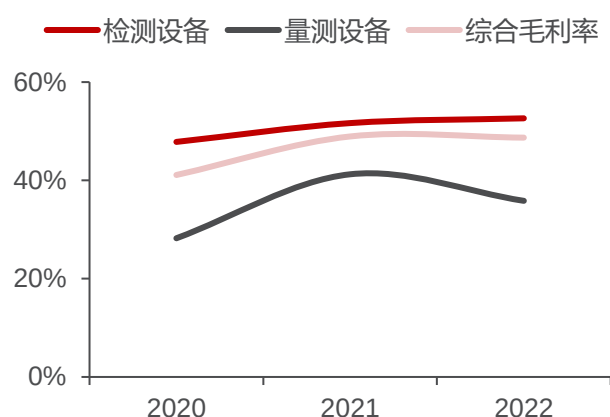
毛利率方面，2022 年主营业务毛利率为 48.70%，自 2022 年以来呈稳步增长趋势；检测设备业务毛利率为 52.63%，量测设备业务毛利率为 35.84%。2020-2021 年公司主营业务毛利率增长主要系毛利率较高的检测设备销售占比上升及量测设备毛利率增长所致；2021-2022 年公司主营业务毛利率增长放缓主要系量测设备业务毛利率下降所致。

图5：中科飞测设备销售数量(台, 左轴)及平均单价(万元/台, 右轴)



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

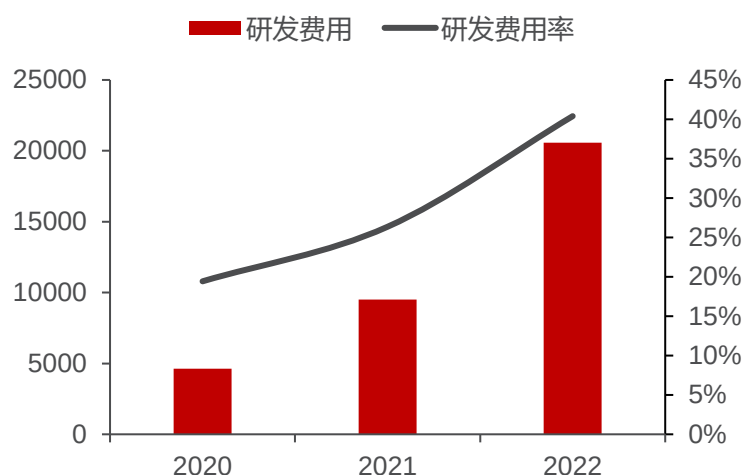
图6：中科飞测主营业务毛利率 (%)



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

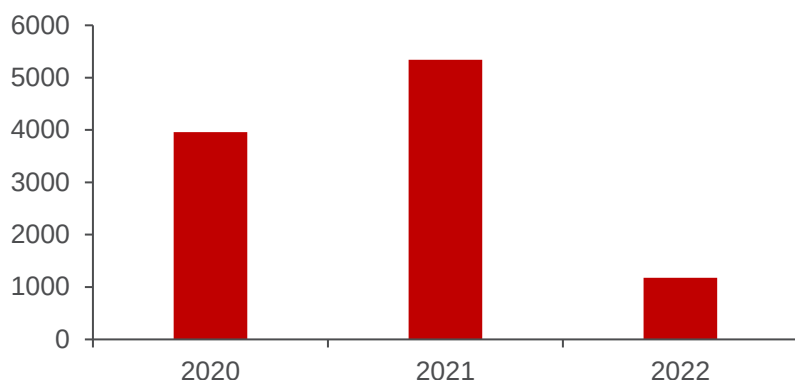
研发投入方面，2022 年公司研发费用为 2.06 亿元，占营业收入比例为 40.40%，是自 2020 年来最高值，研发费用及其费用率均呈现快速增长的趋势。

图7：2020-2022 中科飞测研发费用(左轴, 万元)及费用率(右轴, %)



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

净利润方面，2022 年公司实现净利润 1174.35 万元，较 2021 年减少 78.02% 净利率为 2.31%，相较 2021 年下滑约 12 个百分点，主要因为检测设备技术难度较大，2022 年公司加大研发投入和人员规模扩张，研发费用、管理费用和销售费用大幅增加。

图8：2020-2022 年中科飞测净利润（万元）


资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

1.3 核心团队来源中科院，研发实力强劲

公司管理层资历深厚，核心技术人员均曾在中科院微电子所担任研究职务，拥有深厚的专业资历，在重要科研成果与主要知识产权上对公司具有重要贡献。公司核心技术人员团队稳定，2019 年至今未发生人员变动。

表1：中科飞测核心管理层及技术人员

姓名	学历	职务	简介
CHEN LU (陈鲁)	物理学博士	公司董事长 兼总经理	毕业于中国科学技术大学和美国布朗大学，曾任 Rudolph Technologies 系统科学家和科磊半导体资深科学家；后任中科院微电子所研究员、博士生导师；2014 年 12 月至 2017 年 5 月，任公司董事兼总经理；2017 年 5 月至今，任公司董事长兼总经理
哈承姝	职业法律博士；经济学硕士	公司董事兼 总经理	毕业于耶鲁大学和华盛顿大学，曾任德勤会计师事务所高级税务分析师、金沙江创业投资经理、天成国际集团 Finance Director 和公司副总裁；2016 年 5 月至 2019 年 8 月，任公司副总裁；2019 年 8 月至 2020 年 12 月，任公司董事兼副总裁；2020 年 12 月至 2022 年 10 月，任公司董事兼副总经理；2022 年 10 月至今，任公司董事兼总经理。
黄有为	光学工程博士	公司首席科学家	毕业于北京理工大学，曾任清华大学博士后和中科院微电子所助理研究员；后任北京中航智科技有限公司研发工程师；2016 年 6 月至今，任公司首席科学家

杨乐

光学工程博士

公司首席科学家

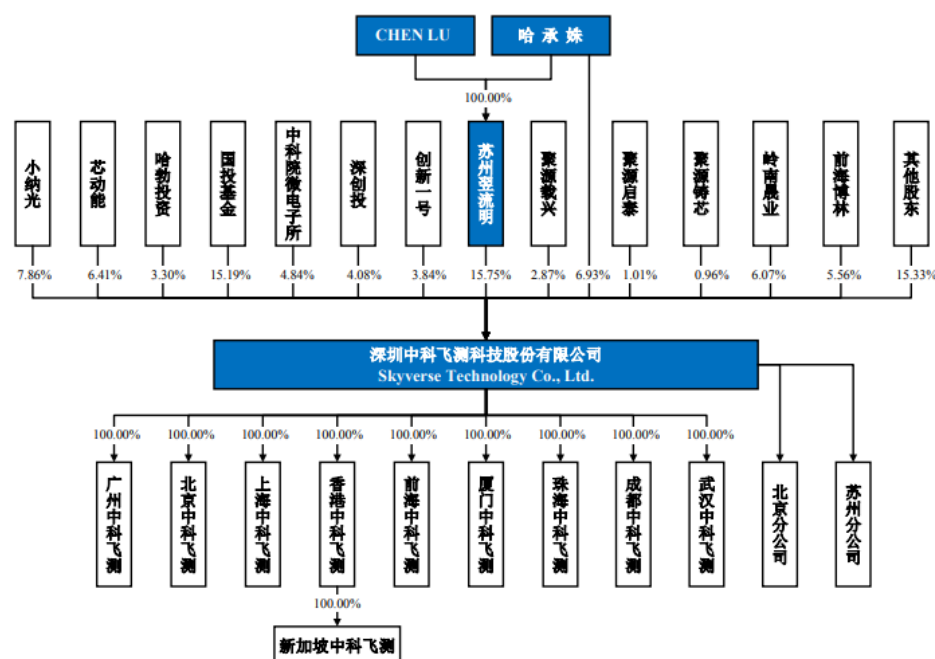
毕业于中国科学院长春光学精密机械与物理研究所，曾任中科院微电子所助理研究员和高级工程师；2015年3月至今，任公司首席科学家

资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

在中科院工作期间，陈鲁博士依托中科院微电子所的平台组建研发团队。2014年陈鲁带领团队从北京去往深圳成立中科飞测。公司创立之初由岭南晟业、中科院微电子所、苏州翌流明共同出资设立。截至2023年4月27日，陈鲁、哈承姝夫妇通过直接和间接合计控制中科飞测30.54%股份；中科院微电子所持股为4.84%；岭南晟业持股为6.07%。

公司先后经历过5轮融资，投资人有国科嘉和、中芯聚源、新微资本、微电子所、国投创合、芯动能、国投创新、华控、深创投、哈勃投资等。目前实际控制人为CHEN LU（陈鲁）、哈承姝夫妇，拥有8家境内控股子公司、1家境外控股子公司。

图9：中科飞测股权结构



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

注：截至2023年4月27日

1.4 实现募资扩产，专注研发创新

公司本次IPO拟募集资金10亿元，主要投向高端半导体质量控制设备产业化项目和研发中心升级建设项目。其中高端半导体质量控制设备产业化项目拟投入3.09亿元，在广州市黄埔区新建现代化的洁净生产车间，购置先进的软硬件设

备,引入行业专业人才,大幅扩大公司检测和量测设备的产能,充分满足下游客户市场需求,同时逐步实现新产品的产业化生产。

表2: 募集资金主要用途 (单位: 万元)

序号	项目名称	项目投资总额	拟使用募集资金金额
1	高端半导体质量控制设备产业化项目	30895.84	30800
2	研发中心升级建设项目	14563.06	14200
3	补充流动资金	55000	55000
	合计	100458.9	100000

来源: 中科飞测公司公告, 民生证券研究院

2 质控设备：良率控制核心环节，国产化方兴未艾

2.1 质量控制贯穿晶圆制造全过程

半导体设备分类由半导体制造工艺衍生而来，从工艺角度看，主要可以分为：光刻、刻蚀、薄膜沉积、质量控制、清洗、CMP、离子注入、氧化等环节。

贯穿于集成电路领域生产过程的质量控制通常也广义地表达为“检测”，按生产环节可分为前道检测、中道检测和后道测试。其中，前道检测主要是针对光刻、刻蚀、薄膜沉积、清洗、CMP 等每个工艺环节的质量控制的检测；中道检测面向先进封装环节，主要为针对重布线结构、凸点与硅通孔等环节的质量控制；后道测试主要是利用电学对芯片进行功能和电参数测试，主要包括晶圆测试和成品测试两个环节。

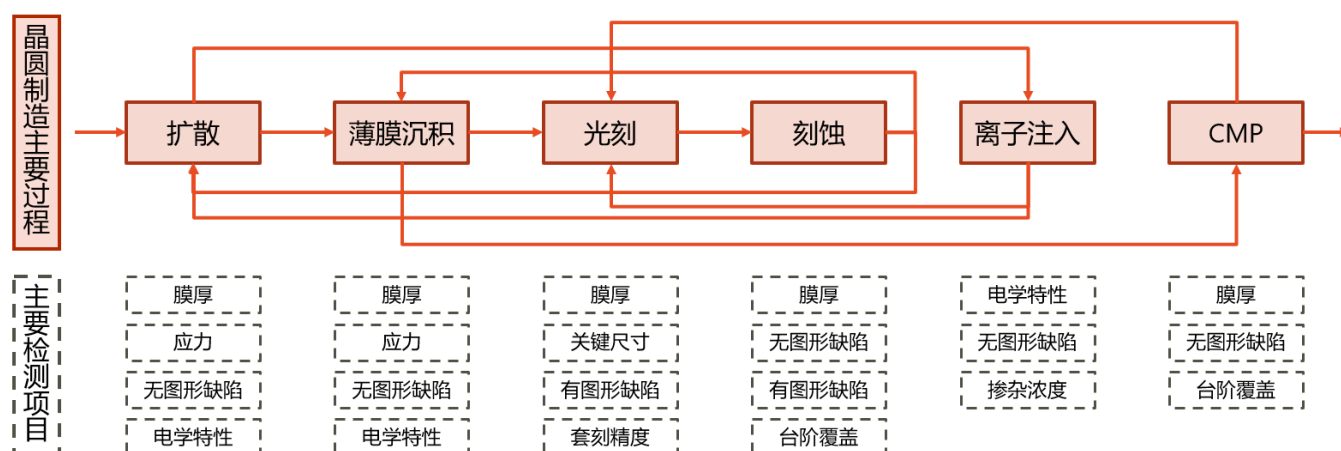
应用于前道制程和先进封装的质量控制根据具体作用可细分为检测 (Inspection) 和量测 (Metrology) 两大环节。检测指在晶圆表面上或电路结构中，检测其是否出现异质情况，如颗粒污染、表面划伤、开短路等对芯片工艺性能具有不良影响的特征性结构缺陷；量测指对被观测的晶圆电路上的结构尺寸和材料特性做出的量化描述，如薄膜厚度、关键尺寸、刻蚀深度、表面形貌等物理性参数的量测。

表3：晶圆制造过程中的质量控制检测项目

检测项目	注入	扩散	薄膜		抛光	刻蚀	曝光
			金属	介质			
膜厚		√	√	√	√	√	√
方块电阻	√	√	√				
膜应力		√	√	√			
折射率		√		√			
参杂浓度	√	√					
无图形表面缺陷	√	√	√	√	√	√	
有图形表面缺陷						√	√
关键尺寸						√	√
台阶覆盖					√	√	
套刻标记							√
电容-电压特性		√					
接触角度							√

资料来源：Michael Quirk & Julian Serda 《半导体制造技术》，民生证券研究院

图10：晶圆制造过程中的质量控制检测项目

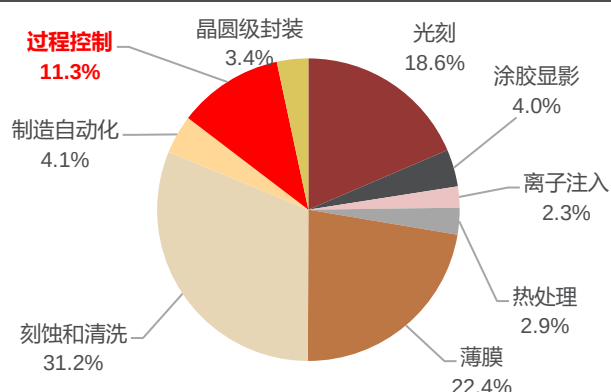


资料来源：Michael Quirk & Julian Serda 《半导体制造技术》，民生证券研究院

2.2 全球规模增长迅速，中国大陆成为最大市场

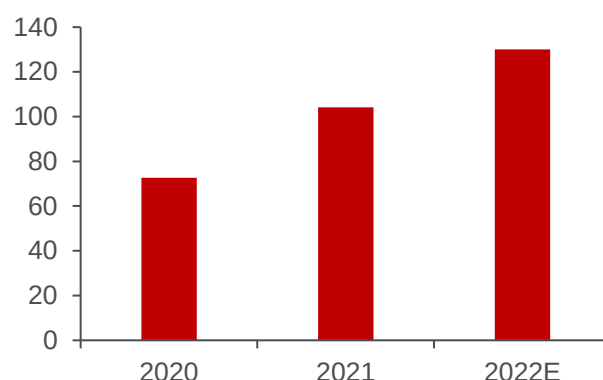
市场空间方面，半导体过程控制设备在晶圆制造设备总投资中占据可观的比重。据 Gartner 数据，2021 年全球半导体设备市场 923.35 亿美元，其中过程控制设备市场规模 104.13 亿美元，占半导体设备市场总量的 11.3%，是半导体设备各品类中，除光刻、薄膜、刻蚀三大核心品类以外，价值量最高的品种。Gartner 估算过程控制设备市场将在 2022 年达到 130.06 亿美元，同比增长 24.9%。

图11：2021 年全球半导体设备市场结构



资料来源：Gartner，民生证券研究院

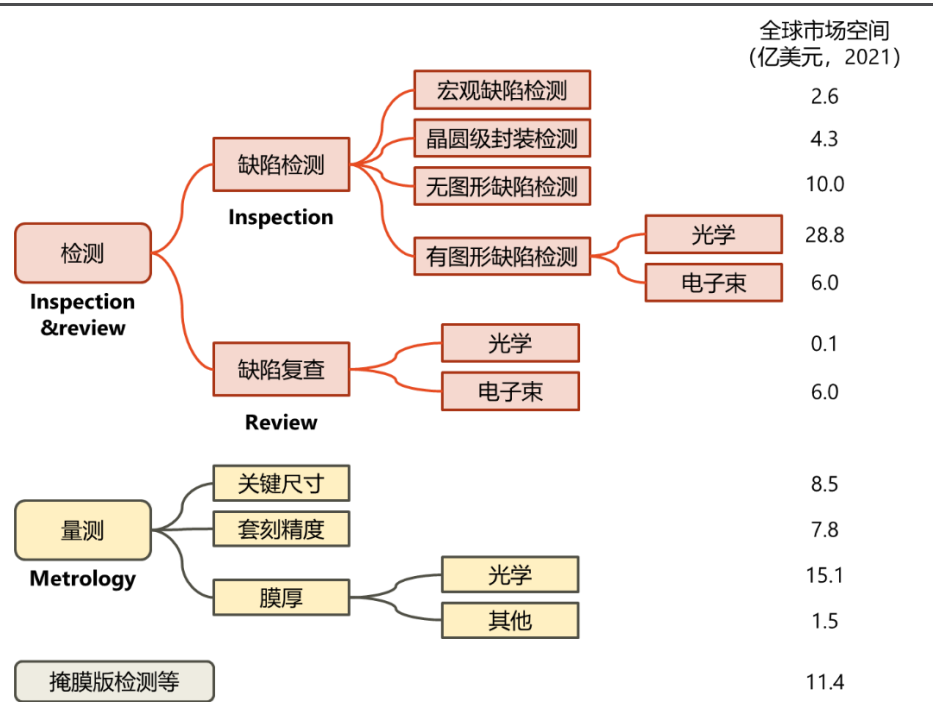
图12：2020-2022 年全球过程控制设备市场规模（亿美元）



资料来源：Gartner，民生证券研究院

细分品类来看，据 Gartner 数据，2021 年全球检测设备市场规模 57.8 亿美元，其中无图形缺陷检测设备和有图形缺陷检测设备（Inspection）分别占 10.0 亿美元和 34.8 亿美元，缺陷复查设备（Review）市场规模 6.1 亿美元。而量测设备（Metrology）市场规模共计 33.0 亿美元，占比小于检测设备，主要包括关键尺寸测量、套刻精度测量、膜厚测量三大品类。而掩模版检测和量测市场规模 11.4 亿美元，同样是量测设备种的重要组成部分。

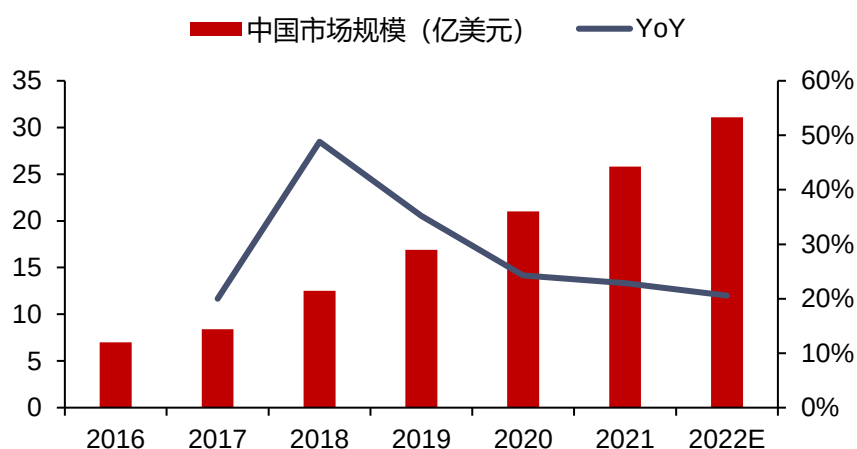
图13：2021 年半导体过程控制设备市场规模构成



资料来源：Gartner，民生证券研究院

中国市场方面，据 VLSI Research 统计，2016-2021 年，中国半导体检测和量测设备市场规模由 7 亿美元增至 25.8 亿美元，年复合增长率达 29.81%，高于世界平均水平。尤其是在 2019 年全球半导体检测和量测设备市场较 2018 年缩减了近 3.8% 的背景下，中国大陆地区半导体检测和量测设备市场 2019 年仍然实现了 35.2% 的同比增长，并超过中国台湾市场成为全球最大的半导体检测与量测设备市场。据 VLSI Research 估算，2022 年中国半导体检测和量测设备市场规模将达到 31.1 亿美元。

图14：中国半导体检测和量测设备市场规模（亿美元）

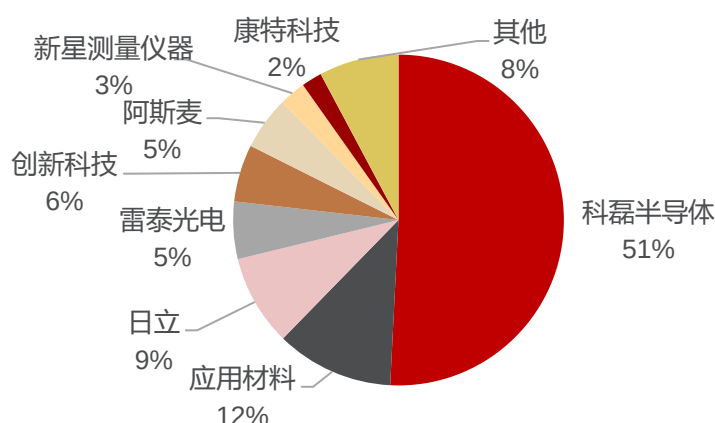


资料来源：VLSI Research，中科飞测招股说明书，中商情报网，民生证券研究院

2.3 全球竞争格局：国外厂商垄断，国产化方兴未艾

目前，全球半导体检测和量测设备市场呈现国外设备企业垄断的格局，全球范围内主要检测和量测设备企业包括科磊半导体、应用材料、日立等。其中，科磊半导体在市场份额上一家独大。根据 VLSI Research 的统计，2020 年其在检测与量测设备的合计市场份额占比为 50.8%，全球前五大公司合计市场份额占比超过了 82.4%，均来自美国和日本，市场集中度较高。

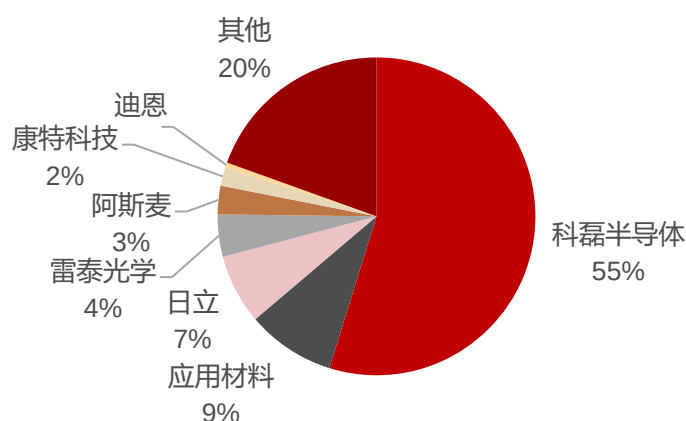
图15：2020 年全球半导体检测和量测设备市场格局情况



资料来源：VLSI Research, QY Research, 中科飞测招股说明书, 民生证券研究院

同时，中国半导体检测与量测设备市场中，国产化率仍处于较低水平，市场主要由几家国外企业占据主导地位，其中科磊半导体在中国市场的占比仍然最高，领先于所有国内外检测和量测设备公司。根据 VLSI Research 统计，得益于中国市场规模近年来的高速增长，2016-2020 年科磊半导体在中国大陆市场的销售额年均复合增长率超过 35.7%，显著高于其在全球约 13.2% 的复合增长率。

图16：2020 年中国半导体检测和量测设备市场格局情况



资料来源：VLSI Research, QY Research, 中科飞测招股说明书, 民生证券研究院

目前，国内半导体市场处于高速增长期，本土企业存在较大的国产化空间，但由于国外知名企业规模大，产品线覆盖广，品牌认可度高，导致本土企业的推广难度较大。近年来国内企业在检测与量测领域突破较多，受益于国内半导体产业

链的迅速发展，该领域国产化率有望在未来几年加速提升。

2.3.1 复盘 KLA 的成功路径

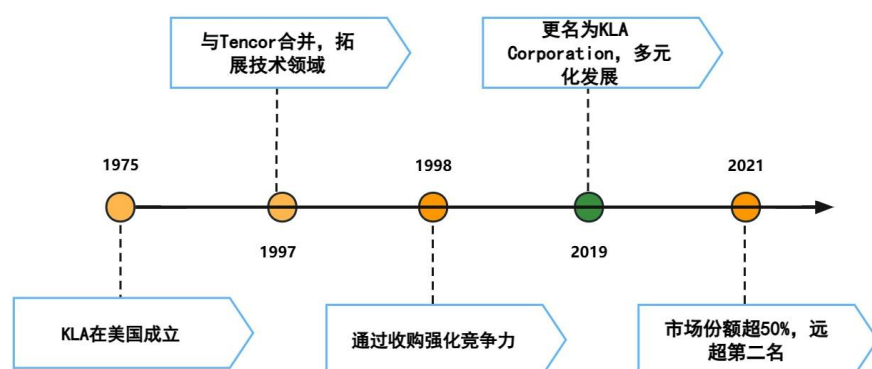
KLA 是一家总部位于美国加州圣克拉拉的公司，主要从事半导体检测设备的研发、生产和销售。产品涵盖了半导体制造过程中的各个环节，包括掩膜检测、晶圆检测、薄膜测量、工艺诊断、产线管理、金属沉积、衬底制造、封装制造等。KLA 的客户包括了全球主要的半导体厂商、衬底厂商、封装厂商和科研机构，如英特尔、三星、台积电、中芯国际、SK 海力士等。

KLA 起步于掩膜版检测技术。1975 年，Ken Levy 和 Bob Anderson 在美国加州创立了 KLA 公司，专注于半导体掩膜和晶圆的缺陷检测设备的研发和生产。第一款产品是关于掩膜的光学检测设备，用于发现缺陷或灰尘，填补了市场空白。

过去的几十年，公司持续投入研发，在全球市场形成了技术领先。KLA 的第二个产品系列是 WISARD，用于晶圆检测。凭借对行业的深入理解，加上传承自 CV 的先进光学和计算机图形技术，KLA 获得了显著的技术优势。90 年代开始，KLA 的主攻方向由离线检测转到在线检测，进一步提高了芯片良率和生产效率，抓住了 90 年代中的新一轮半导体投资浪潮。

在发展过程中，公司通过持续并购扩产，最终形成全球市场垄断地位。为了巩固市场地位，KLA 进行了多次并购活动，收购的 20 多家公司涵盖了各种量测技术和细分领域产品。1997 年，KLA 合并 Tencor，纳入了优秀的薄膜测量技术以及流程诊断和产线管理技术，确立了垄断地位。

图17：KLA 的发展历程



资料来源：网易，民生证券研究院

2.3.2 国产浪潮方兴未艾

受益于中国集成电路行业的快速发展，中国已经成为全球最大的半导体检测与量测设备市场，但量/检测设备是前道国产化率最低的环节之一。

2022 年 10 月 7 日美国对中国大陆半导体制裁升级，尤其对 128 层及以上 3D NAND、18nm 及以下 DRAM、14nm 及以下逻辑芯片相关设备进一步管控。这将直接影响以 KLA 为代表的国外企业在中国大陆的业务开展，国产设备有机会加速导入本土晶圆厂商，量/检测设备有望迎来国产化的黄金时期。

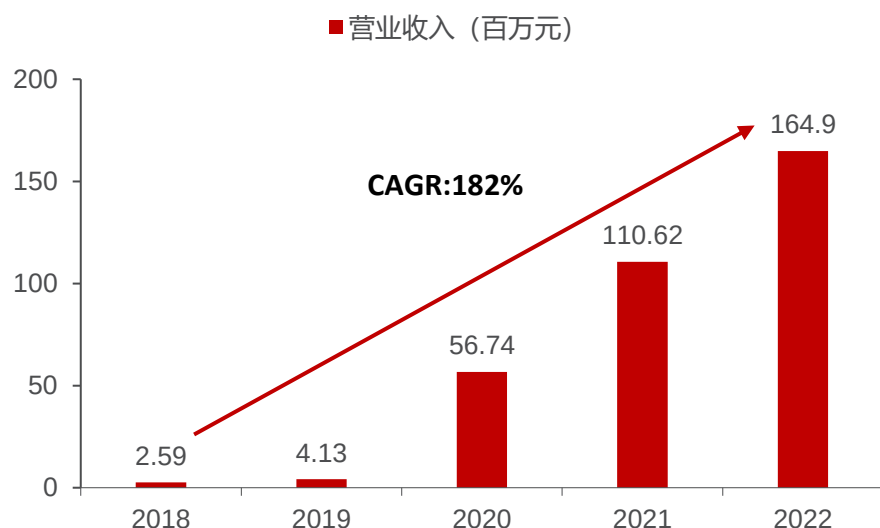
(1) 上海精测

成立于 2018 年，总部位于中国上海。该公司主要聚焦半导体前道检测设备领域，以椭圆偏振技术为核心开发了适用于半导体工业应用的**膜厚量测**以及**光学关键尺寸量测**系统的产品。从产品布局来看，公司量/检测设备全面覆盖光学和电子束检测，是国内量/检测设备产品布局最为齐全的企业之一。

光学检测包括：膜厚量测、关键尺寸量测（OCD）、图形晶圆缺陷检测、晶圆外观缺陷检测、硅片形貌及应力测试设备等。电子束检测包括：电子束晶圆缺陷复查（Review SEM）设备、FIB-SEM 双束系统等。

2018-2022 年上海精测营收从 259 万元增至 1.65 亿元，年均复合增长率高达 182%。

图18：2018-2022 上海精测营业收入



资料来源：精测电子公司公告，民生证券研究院

(2) 上海睿励

成立于 2005 年，总部位于中国上海。该公司致力于集成电路生产前道工艺检测领域设备研发和生产，产品主要为**光学膜厚量测设备**和**光学缺陷检测设备**，以及硅片厚度及翘曲测量设备等。公司自主研发的 12 英寸光学测量设备 TFX3000 系列产品，正在 14 纳米芯片生产线进行验证。根据中微公司披露显示，上海睿励 2022 年实现营业收入 7186.26 万元，净利润为亏损 2920.95 万元。

2019-2022 年，中科飞测、上海精测和上海睿励三大设备厂商的主营业务收入均呈现稳步提升趋势，但在本土市场的占有率仍然很低。2022 年，三大厂商的销售收入总额 7.46 亿元，占有市场份额总计 3.57%。

表4：2019-2022 年三大检测和量测设备厂商销售情况（单位：亿元）

单位/亿元	2019		2020		2021		2022	
	销售收入	市场占有率	销售收入	市场占有率	销售收入	市场占有率	销售收入	市场占有率
上海睿励	0.12	0.10%	0.2	0.15%	0.41	0.25%	0.72	0.34%
上海精测	0.04	0.03%	0.57	0.42%	1.11	0.67%	1.65	0.79%
中科飞测	0.56	0.47%	2.38	1.74%	3.61	2.17%	5.09	2.44%
合计	0.72	0.60%	3.15	2.31%	5.13	3.08%	7.46	3.57%

资料来源：中科飞测招股说明书，VLSI Research，民生证券研究院测算

2021、2022 中国大陆半导体检测和量测设备市场规模根据当年美元汇率测算

在产品布局和市场份额方面，中科飞测占据一定优势。公司成熟产品线主要包括无图形晶圆缺陷检测设备、图形晶圆缺陷检测设备、三维形貌量测设备和晶圆介质薄膜量测设备四大类。尤其是无图形晶圆缺陷检测设备，2022 年销售收入达 2.5 亿元，占据大量国内市场空间。此外，公司积极扩大产品布局，套刻精度量测设备已发往客户端验证。

表5：三大检测和量测设备厂商的产品布局和营收情况

国内厂商	主要产品	22 年营收（亿元）	进展
精测电子	关键尺寸量测设备	1.6	多家一线客户验证通过，取得部分订单
	薄膜膜厚量测设备		国内一线客户批量订单
	三维形貌量测设备		产品已交付客户
	图形晶圆缺陷检测设备		突破性订单
	电子束复查设备		国内一线客户批量订单
中科飞测	三维形貌量测设备	0.4	批量订单
	薄膜膜厚量测设备	未披露	验证通过
	套刻精度量测设备	未披露	验证中
	无图形晶圆缺陷检测设备	2.5	批量订单
	图形晶圆缺陷检测设备	1.3	批量订单
上海睿励	薄膜膜厚量测设备	0.7	批量订单
	关键尺寸量测设备		未披露
	图形晶圆缺陷检测设备		未披露

资料来源：VLSI Research, 中科飞测招股说明书，各公司公告，民生证券研究院

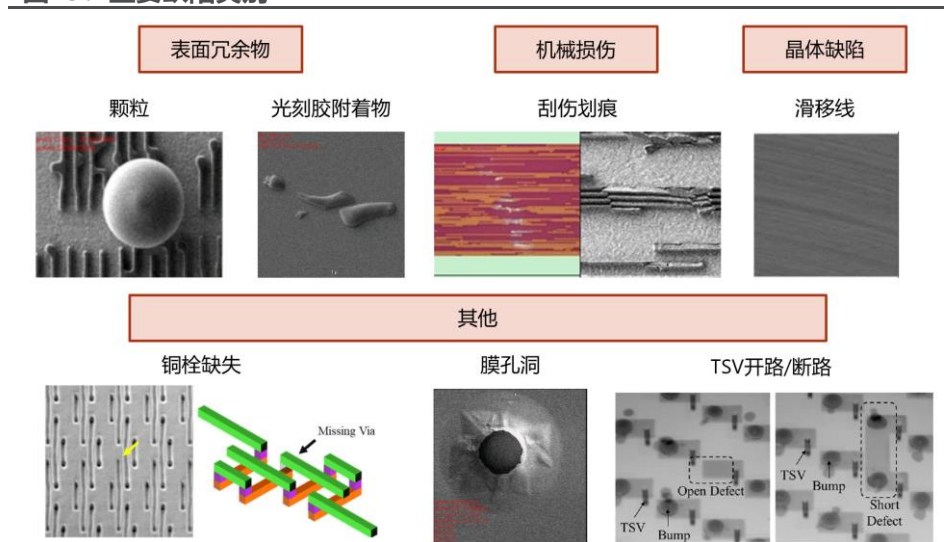
3 检测业务：产品线成熟，媲美国际主流厂商

3.1 检测类别繁杂，光学检测占据主要市场

晶圆制造技术复杂，流程多，不可避免的会在各环节产生缺陷。所谓缺陷，指的是不符合晶圆规范要求的晶圆特性或晶圆制造工艺结果。在制造过程中，往往会以缺陷密度作为重要指标，如要求每平方厘米大于特定尺寸的颗粒不超过特定数量。

从缺陷类别上，大致可以分为三类：**1) 表面冗余物**，最为常见的缺陷种类，主要包括微小颗粒、灰尘、相关工序残留物等，在薄膜沉积、刻蚀、抛光等工艺后均可能产生颗粒，涂胶等环节会产生相关材料残留；**2) 机械损伤**，主要产生自抛光、切片等环节，以晶圆表面划痕等损伤为主；**3) 晶体缺陷**，主要产生自薄膜环节，主要为晶体生长时的温度等反应条件不均匀导致的滑移线等。

图19：主要缺陷类别



资料来源：《半导体光刻中晶圆缺陷问题的研究》，《湿法刻蚀与清洗中晶圆缺陷问题的研究》，《Reduction of Ingrown Stacking Faults in 4 H-SiC epitaxy》，《Through Silicon Via (TSV) Defect Modeling, Measurement, and Analysis》，Semiengineering，民生证券研究院

从技术路径上看，对于晶圆缺陷进行检测的基本方法是利用光束/电子束照射晶圆表面，通过收集反射光、散射粒子等信息，以获得缺陷的**位置**和**形貌**信息。通常来说光学检测具有速度快，可对平面进行扫描的特点，可快速获得缺陷位置信息。电子束技术的特点在于，通过聚焦的电子束对局部进行扫描，收集二次电子等散射粒子以获得晶圆表面形貌信息，因此检测速度慢，但能够获得非常高分辨率的形貌图像，常用于对缺陷的局部检测、抽检。例如，对纳米量级尺度缺陷的复查（SEM Review）以及部分关键区域的抽检大多以电子束检测为主。

表6：光学检测和电子束检测技术路径对比

技术名称	光学检测技术	电子束检测技术
主要原理	以光束照射晶圆表面，收集反射光信息	通过聚焦电子束扫描样片表面，收集二次电子等散射粒子信息
特征	扫描速度快，常用于面扫，快速定位缺陷位置	检测精度高，通常用于部分线下抽样测量部分关键区域
未来发展方向	通过提高光学分辨率，并结合图像信号处理算法，进一步提高检测精度	提升检测速度，提高吞吐量，由单一电子束向多通道电子束技术发展

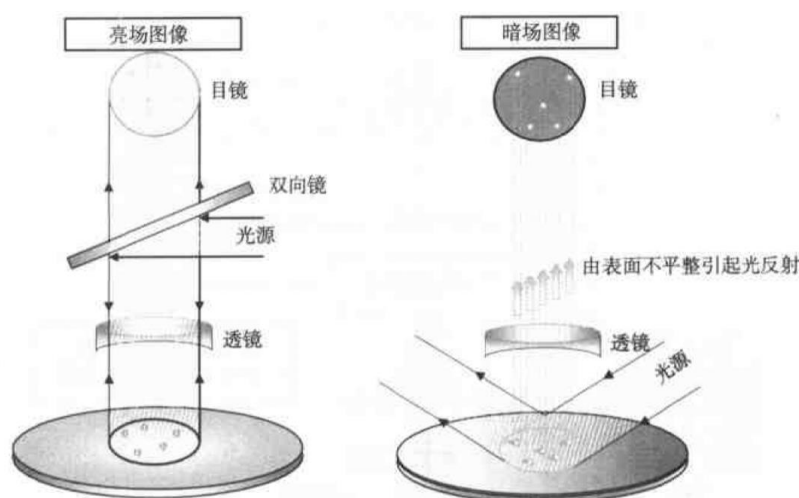
资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

相比于电子束检测技术，应用光学检测技术的设备可以相对较好实现高精度和高速度的均衡，且经济成本更低。目前，在所有半导体检测和量测设备中，光学检测设备占多数，公司所研发、生产的检测和量测设备主要基于光学检测技术。

从技术路径上，光学检测又分为两种类型，即**明场光学检测**和**暗场光学检测**。

暗场检测指的是光源发出的光线在晶圆表面反射后，目镜接收非常规反射角度的反射光。无缺陷的表面反射光不会进入目镜，体现为无缺陷的表面都是黑色；而如果有缺陷存在，缺陷会把光线散射向其他角度，被目镜接收，呈现为仅有缺陷位置是亮的。这种检测方式能较好的突出缺陷的位置，有利于定位微小缺陷。

明场检测指的是用光源直接照射晶圆表面，照明光入射角度和目镜接收光的角度相同，传感器接受到的是反射光，体现为无缺陷的表面是亮的，缺陷位置是黑色。如今的明场检测设备也会使照明光路和采集光路在接近晶圆端共用同一个显微物镜（如下图左）。明场检测视场明亮，像清晰、衬度好、无畸变，相对于常规光学方式，能更好地观测晶圆表面形貌。采取何种检测方式，取决于具体的检测需求。

图20：光学检测的明场像和暗场像示意图


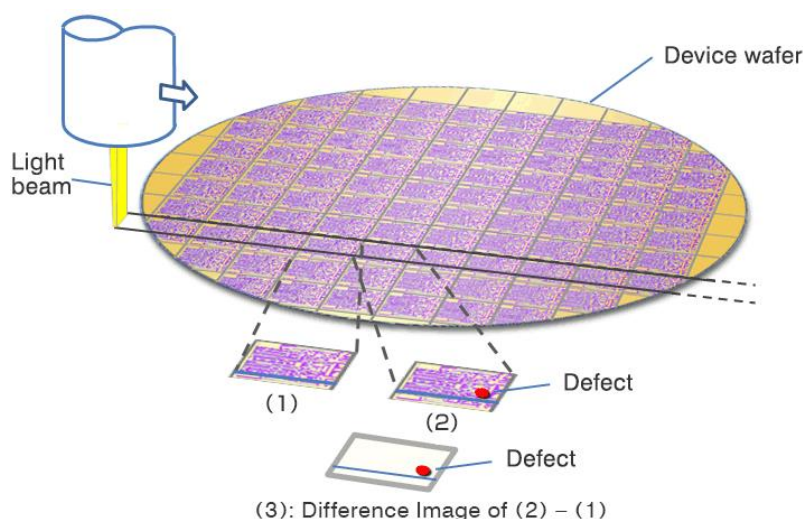
资料来源：Michael Quirk & Julian Serda 《半导体制造技术》，民生证券研究院

3.1.1 图形晶圆缺陷检测设备

对经过加工、表面制作了电路的晶圆进行检测，称为有图形缺陷检测。一片晶圆上往往会制作多颗图案相同的芯片，光学检测的基本原理是使用光束扫描相邻的芯片，并进行比对，无缺陷的位置，芯片表面的图案应当是相同的，而出现差异的位置则说明有缺陷存在。

公司采用的图形晶圆成像检测技术通过从深紫外到可见光波段的宽光谱照明或者深紫外单波长高功率的激光照明，以高分辨率大成像视野的光学明场或暗场的成像方法，获取晶圆表面电路的图案图像，实时地进行电路图案的对准、降噪和分析，以及缺陷的识别和分类，实现晶圆表面图形缺陷的捕捉。

图21：图形晶圆成像检测技术



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

图形晶圆缺陷检测设备主要应用于**晶圆表面亚微米量级的图形缺陷检测**，如表面划伤、开断路等对晶圆工艺性能具有不良影响的特征缺陷。衡量该类设备性能的关键指标主要为**最小灵敏度**和**吞吐量**。最小灵敏度表示设备能够检测到晶圆表面最小颗粒缺陷的直径，该指标的数值越小，表明设备能够检测到晶圆表面更小尺寸的缺陷；吞吐量表示该设备单位时间内完成检测的晶圆数量，该指标的数值越大，表明设备的检测速度越快。吞吐量指标数值受灵敏度的影响，同等条件下，灵敏度不同，吞吐量不同。

公司该型号设备主要应用于先进封装环节的晶圆出货检测，最小灵敏度可达到 $0.5\mu\text{m}$ ，在灵敏度为 $3\mu\text{m}$ 时的吞吐量为 80wph。公司设备与国际竞品整体性能相当，已在长电先进、华天科技等知名先进封装厂商的产线上实现无差别应用。

表7：中科飞测与创新科技同类产品对比

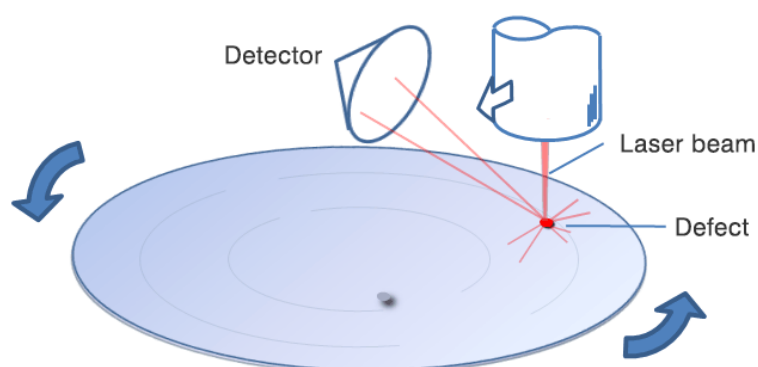
公司	中科飞测	创新科技
设备型号	BIRCH-100	Rudolph F30
最小灵敏度	0.5 μ m	0.5 μ m
吞吐量	80wph (灵敏度 3 μ m)	120wph (灵敏度 10 μ m)
缺陷复查模式	支持三种彩色复查模式	支持三种彩色复查模式

资料来源：中科飞测招股说明书，创新科技官网，民生证券研究院

3.1.2 无图形晶圆缺陷检测设备

无图形缺陷检测指的是对于硅片裸片、或有空白薄膜的硅片进行缺陷检测。前者通常是对未经使用的硅片进行质检，后者则多用于测试片检测中。测试片指的是在晶圆加工过程中放入机台，与正式生产用的晶圆一起加工，以便于监测当前工艺质量，测量缺陷密度等信息，控制工艺良率。用于工艺监控的无图形晶圆上典型的缺陷，包括颗粒、划痕和裂纹等。

公司采用的无图形晶圆激光扫描检测技术通过将单波长光束照明到晶圆表面，利用大采集角度的光学系统，收集在高速移动中的晶圆表面上存在的缺陷散射光信号。通过多维度的光学模式和多通道的信号采集，实时识别晶圆表面缺陷，判别缺陷的种类，并报告缺陷的位置。

图22：无图形晶圆激光扫描检测技术


资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

无图形晶圆缺陷检测设备能够实现无图形晶圆表面的缺陷计数、识别缺陷的类型和空间分布。下游客户为了实现对制程工艺的有效控制，产线设备的最小灵敏

度需要跟客户整体的生产工艺节点相匹配。衡量该类设备性能的关键指标为最小灵敏度和吞吐量。

公司 SPRUCE-600 和 SPRUCE-800 设备可实现的最小灵敏度分别为 60nm 和 23nm。S-600 在灵敏度为 102nm 时的吞吐量为 100wph, S-800 在灵敏度为 26nm 时的吞吐量为 25wph。公司设备与国际竞品整体性能相当, 已在中芯国际等知名晶圆制造厂商的产线上实现应用。

表8: 中科飞测与 KLA 同类产品对比

公司	中科飞测	科磊半导体
设备型号	SPRUCE-600	Surfscan SP1
工艺节点	130nm 或以上	130nm 或以上
最小灵敏度	60nm	60nm
吞吐量	100wph (灵敏度 102nm)	未披露
公司	中科飞测	科磊半导体
设备型号	SPRUCE-800	Surfscan SP3
工艺节点	2Xnm 或以上	2Xnm 或以上
最小灵敏度	23nm	23nm
吞吐量	25wph (灵敏度 26nm)	未披露

资料来源: 中科飞测招股说明书, KLA 官网, 民生证券研究院

相比海外龙头厂商, 公司的主要差距在先进制程的产品线。中科飞测目前在 28nm 产线有多台设备通过验收, 另有 1Xnm 的无图形晶圆缺陷检测设备在研。而 KLA 的 Surfscan 无图形晶圆缺陷检测系列覆盖了从 5nm 以下到 40nm 以上几乎所有工艺节点。

表9: KLA Surfscan 系列产品

工艺节点	设备型号
≥4Xnm	Surfscan SP-A3
3Xnm	Surfscan SP3
2Xnm	Surfscan SP5
1Xnm	Surfscan SP5XP
7nm	Surfscan SP7
≤5nm	Surfscan SP7XP

资料来源: KLA 官网, 民生证券研究院

3.1.3 其他检测

(1) 缺陷复查

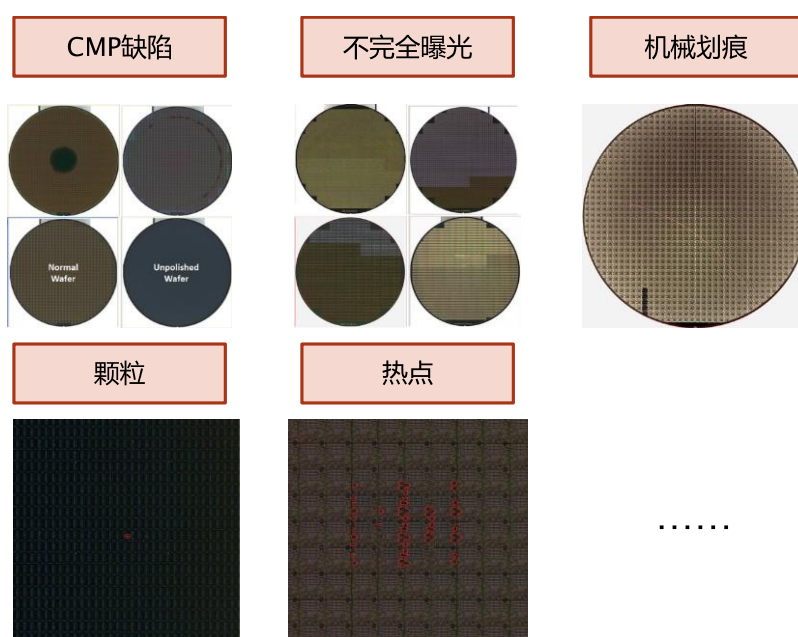
缺陷复查使用扫描电子显微镜 (SEM) 检查晶圆上的缺陷。缺陷复查设备主要与电子设备和其他半导体生产线的检测系统一起使用，对光学检测设备无法识别的小尺寸或高纵横比的缺陷进行进一步复查。其原理是使用电子束 (e-beam) 扫描晶圆上的缺陷位置，放大缺陷图像进行甄别，提供优化工艺的依据。

电子束复查设备可以提供高分辨率的缺陷图像，以及表面、形貌、材料对比度等信息。

(2) 宏观检测

宏观缺陷多指微米级及以上的晶圆缺陷，包括残留物、曝光不均匀行、热点、划痕、大颗粒等，他们尺寸较大，易于捕捉。设备端，宏观缺陷检测通常采用更简单的光学检测设备，由显微镜、光学相机和一些操作机构组成，全晶圆扫描速度较快，是检测设备种较为基础的品种。

图23：几种常见的晶圆宏观缺陷



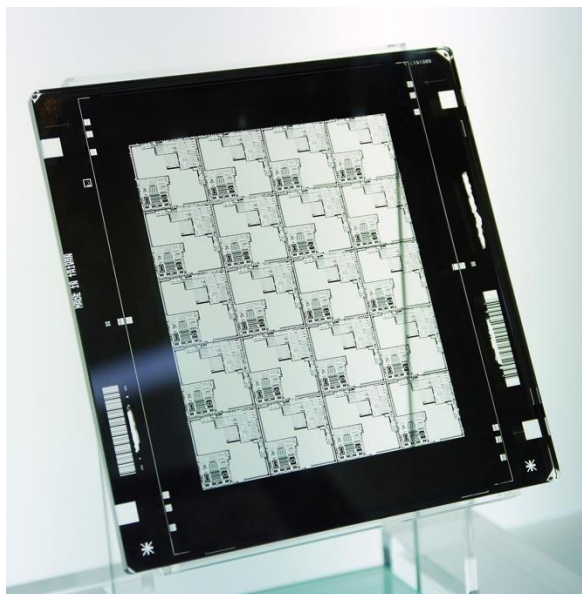
资料来源：microtronic，民生证券研究院整理

(3) 掩膜版检测

掩膜版的作用是光刻过程的母版。将设计好的电路图形放大刻画在掩膜版上，并通过光刻机将掩膜版上的图形投影到晶圆表面，实现电路的制造。

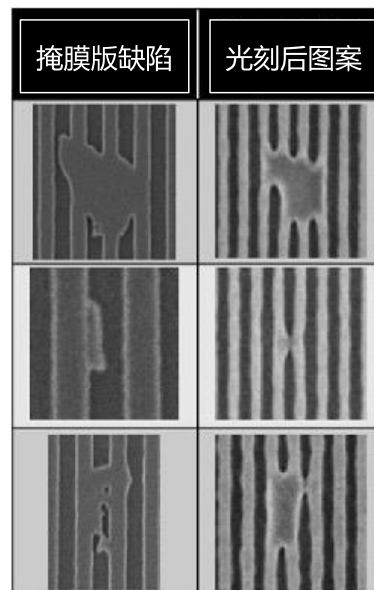
掩膜版的检测是半导体检测中重要的一环，一旦掩膜版上有灰尘、颗粒等缺陷存在，就会经过光刻机投影到所有经其曝光的晶圆上。其检测原理与其他晶圆检测类似，但对缺陷的容忍度更低，检测要求更高，因此对检测设备的精度有极高的要求，是缺陷检测设备中难度较高的品种。

图24：掩膜版



资料来源：wikipedia，民生证券研究院

图25：掩膜版的缺陷对光刻后图案的影响



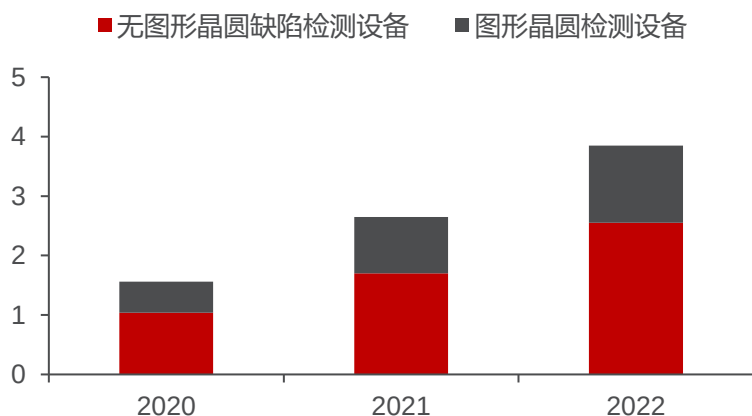
资料来源：semanticscholar，民生证券研究院

3.2 无图形检测技术成熟，产品矩阵逐渐铺开

公司检测设备主要包括无图形晶圆缺陷检测设备、图形晶圆缺陷检测设备两大系列。2020-2022 年，公司检测设备销售收入呈快速增长趋势，主要系销售数量增加及随检测精度更高、功能更优化的无图形晶圆缺陷检测设备推出带动平均单价上升所致。

无图形晶圆缺陷检测设备是公司开发进度最深的设备，技术成熟，性能可与海外同行媲美。2022 年，公司无图形晶圆缺陷检测设备销售收入为 2.55 亿元，占检测设备收入的 66.28%，图形晶圆检测设备收入 1.30 亿元，占比 33.51%，收入构成保持稳定。

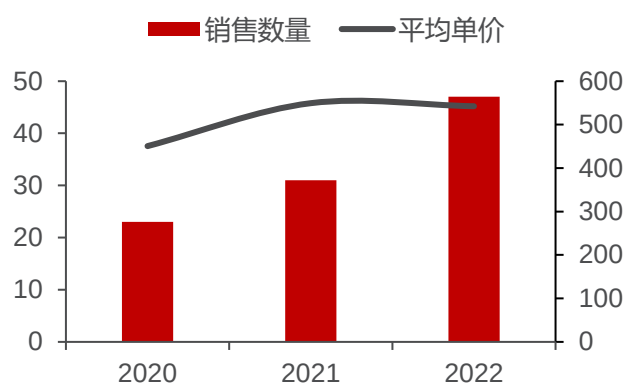
图26：2020-2022 年检测设备销售收入构成（单位：亿元）



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

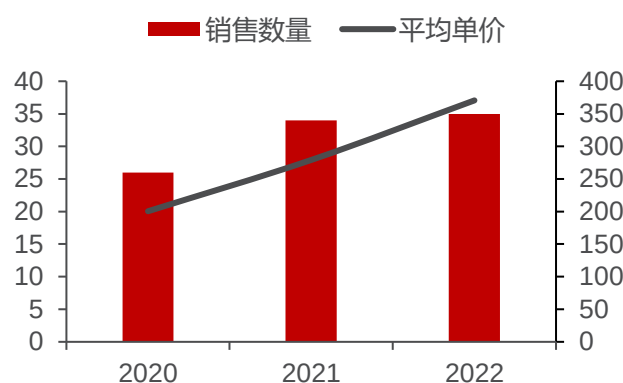
量价方面，2022 年，无图形晶圆缺陷检测设备销售数量 47 台，自 2020 年以来呈现逐步增长趋势，主要系自 2017 年 SPRUCE-600 型号无图形晶圆缺陷检测设备研发成功并经下游知名客户验证通过后，迅速获得市场认可；平均单价 542.34 万元，总体呈上升趋势，主要系公司各系列设备进行了优化升级，随升级型号设备销售占比提升带动了设备销售均价的上升；图形晶圆缺陷检测设备销售数量 35 台，平均单价 370.60 万元，量价呈现增长态势，主要系下游重点客户对公司设备需求增长和升级型号设备推出及销售占比提升。

图27：2020-2022 年无图形缺陷检测设备销售数量（台，左轴）及均价（万元/台，右轴）



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

图28：2020-2022 年图形缺陷检测设备销售数量（台，左轴）及均价（万元/台，右轴）



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

在检测设备的产品覆盖度上，中科飞测亦处于国内领先地位。美国 KLA 实现 6 类检测产品全覆盖，国内厂商中，中科飞测能实现 2 种产品的成熟覆盖，纳米图形晶圆缺陷检测设备亦在积极研发。

表10：国内外企业检测设备布局情况

	掩模版缺陷检测	无图形缺陷检测	图形缺陷检测	纳米图形缺陷检测	电子束缺陷检测	电子束缺陷复查
科磊半导体	√	√	√	√	√	√
应用材料	√			√		√
创新科技		√	√			
新星测量仪器						
康特科技		√				
帕克公司						
上海睿励			未披露			
上海精测			√			√
中科飞测		√	√	研发		

资料来源：各公司官网，各公司公告，中科飞测招股说明书，民生证券研究院整理

4 量测业务：广泛布局，抢占国内市场

在量测环节，光学检测技术基于光的波动性和相干性实现测量远小于波长的光学尺度。集成电路制造和先进封装环节中的量测主要包括三维形貌量测、薄膜膜厚量测、套刻精度量测、关键尺寸量测等。

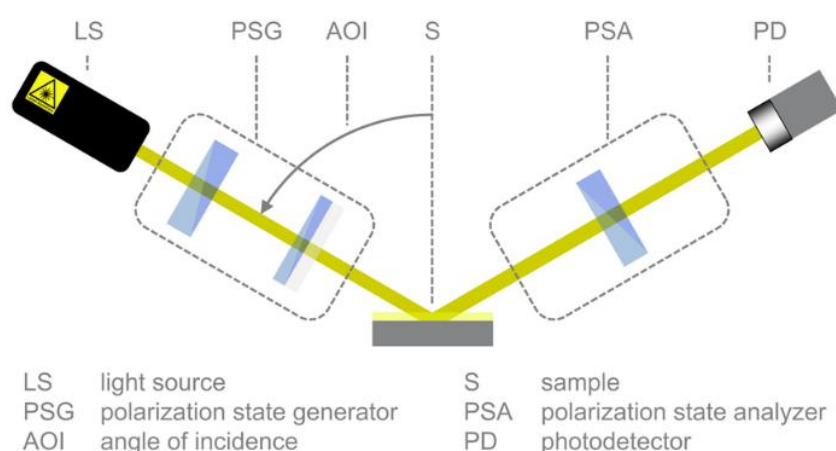
4.1 量测设备类型丰富，核心技术亟待自研

4.1.1 薄膜膜厚量测设备系列

在前道制程中，需在晶圆表面覆盖包括金属、绝缘体、多晶硅、氮化硅等多种材质的多层薄膜，膜厚测量环节通过精准测量每一层薄膜的厚度、折射率和反射率，并进一步分析晶圆表面薄膜膜厚的均匀性分布，从而保证晶圆的高良品率。

薄膜膜厚测量设备主要应用于晶圆上纳米级的单/多层膜的膜厚测量，采用椭圆偏振技术和光谱反射技术。自然光经偏振器变成偏振光入射到待测膜上，反射光的偏振状态发生变化，检测这种变化便可推算出待测膜面的膜厚度和折射率等光学特性。

图29：薄膜膜厚量测技术



资料来源：帕克公司官网，民生证券研究院

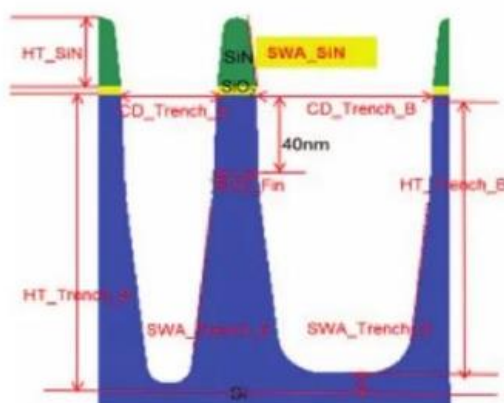
4.1.2 关键尺寸量测 (CD)

(1) OCD

OCD（光学方法测关键尺寸）与膜厚量测原理相同，将光投射到被测试图形结构上，之后测量反射光的光谱来实现对被测试图形结构的尺寸或轮廓进行测量。

在半导体集成电路制造中，采用 OCD 测量能够实现对各工艺层的尺寸进行很好的在线监控，适用于 FinFET，V-NAND，DRAM 以及其他前沿技术节点等复杂结构的关键尺寸量测。用于显影后(ADI)、刻蚀后(AEI)等多个工艺段的二维或三维样品微尺度形貌，例如侧壁高度、深度、宽度等高精度关键尺寸测量。

图30: 16/14nm FinFET 模型结构图

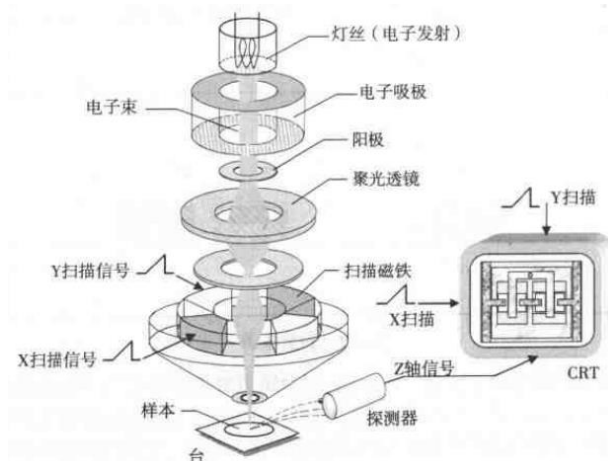


资料来源：中科院微电子学院《集成电路先进光刻技术与版图设计优化》，民生证券研究院

(2) CD-SEM

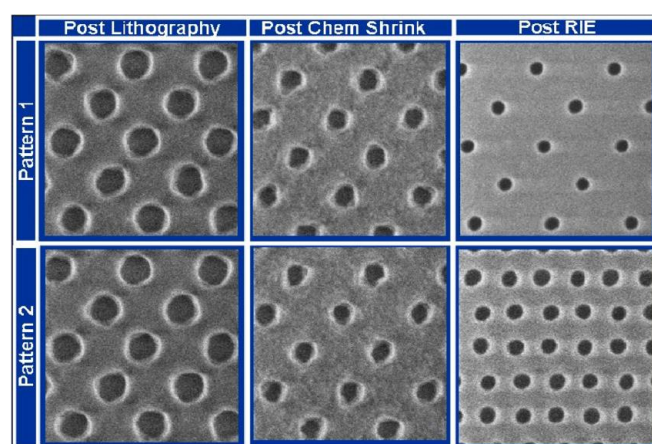
CD-SEM (特征尺寸测量用扫描电子显微镜) 是一种根据图像的灰度来确定图形的边界，进而计算出亚微/纳米线宽的扫描电子显微镜。扫描光刻机将图案从掩模转移到光刻胶后，会使用 CD-SEM 来测量图案的关键尺寸。它通过产生高度聚集电子束扫描目标，并用探测器测量散射电子最终得到高分辨率图像。这类测量可持续校准扫描光刻机和工艺制程，以便在刻蚀到晶圆前确保图案正确。

图31: CD-SEM 的简单原理



资料来源：《半导体制造技术》，民生证券研究院

图32: CD-SEM 图像



资料来源：《Utilization of Spin-on and Reactive Ion Etch Critical Dimension Shrink with Double Patterning for 32 nm and Beyond Contact Level Interconnects》，民生证券研究院

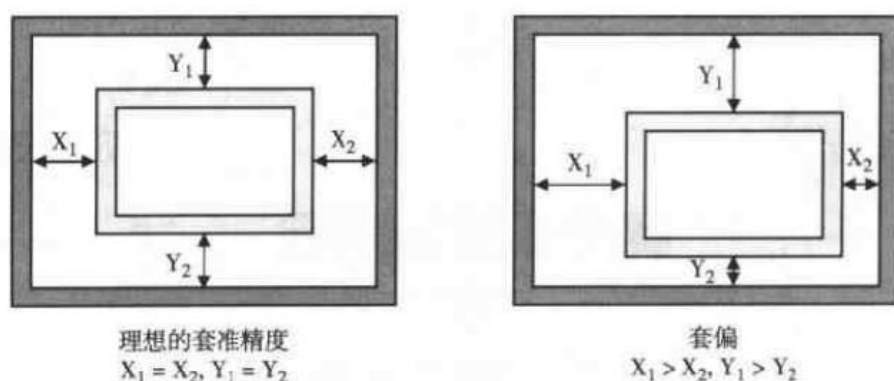
4.1.3 套刻精度量测 (Overlay)

套刻精度(overlay, ovl)是指在光刻制造工艺中当层图形和前层图形的叠对位置精度。由于集成电路芯片的制造是通过多层电路层叠加而成，如果当层和前层没有对准的话，芯片将无法正常工作。因此保证当层和前层的套刻精度是极为重要的一件事情。套刻精度量测的结果可以用于光刻机的校正和优化，以及工艺控制和分

析。

现在测量套刻精度的方法主要是相干探测显微镜 (CPM)，以获得 z 轴方向硅片表面信息，改善硅片目标的聚焦，增强抛光后低对比度的套刻图像。

图33：套刻误差



资料来源：《半导体制造技术》，民生证券研究院

4.1.4 三维形貌量测

三维形貌量测通过宽光谱大视野的相干性测量技术，得到晶圆级别、芯片级别和关键区域电路图形的高精度三维形貌，从而测量晶圆表面的**粗糙度、电路特征图案的高度均匀性**等参数，从而对晶圆的良品率进行保证，通常与微米级检测设备搭配使用。

衡量该类设备性能的关键指标主要为**重复性精度**，即对晶圆上同一位置和同一特征尺度进行多次重复测量，并将测量结果的标准差作为设备的重复性精度指标。该指标体现设备对晶圆同一位置和同一特征尺度的测量结果的波动幅度大小，下游客户会依据该指标来实现对制程工艺的控制精度。该指标的数值越小，表明客户或其产线对制程工艺控制的精度越高。

表11：三维形貌量测设备系列竞品比较

公司	中科飞测	帕克公司
设备型号	CYPRESS-U950	NX Wafer
重复性精度	0.1nm	0.1nm
量测方式	自动数据采集和分析	自动数据采集和分析

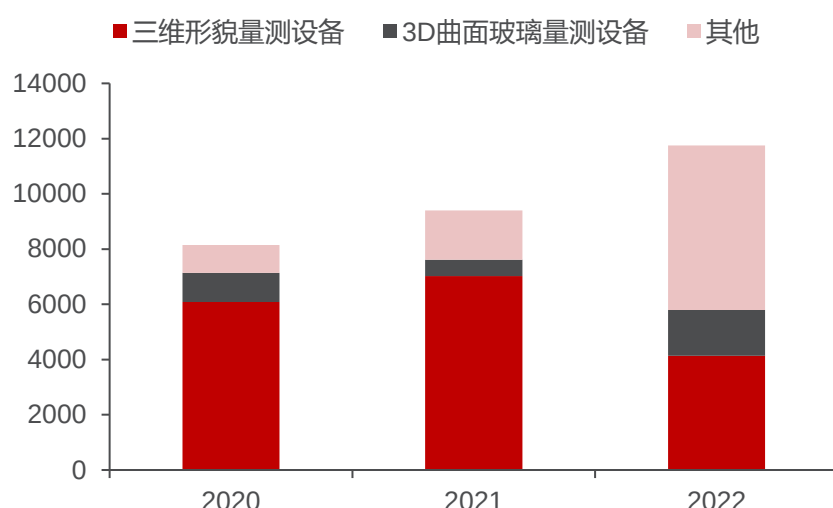
资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

目前，公司三维形貌量测设备的重复性精度达到 0.1nm，能够支持 2Xnm 及以上制程工艺中的三维形貌测量，与国际竞品整体性能相当，已在长江存储等知名晶圆制造厂商的产线上实现无差别应用。

4.2 量测产品线稳步扩张中

中科飞测当前量测设备产品销售以三维形貌量测设备、3D 曲面玻璃量测设备为主。2022 年，公司量测设备总收入 1.18 亿元，其中三维形貌量测设备销售额 4138.86 万元，3D 曲面玻璃量测设备销售额 1655.25 万元，其他量测设备收入共计 5957.92 万元。

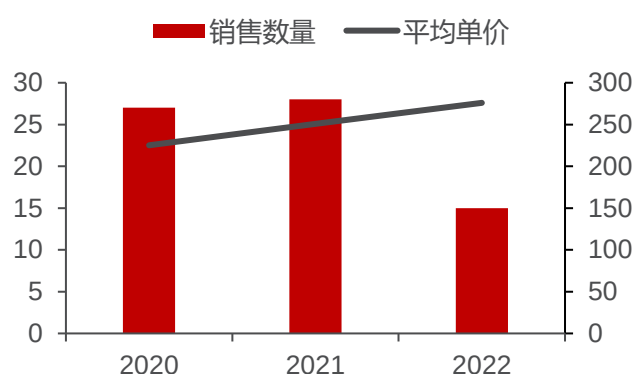
图34：2020-2022 年公司主要量测设备销售收入（单位：万元）



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

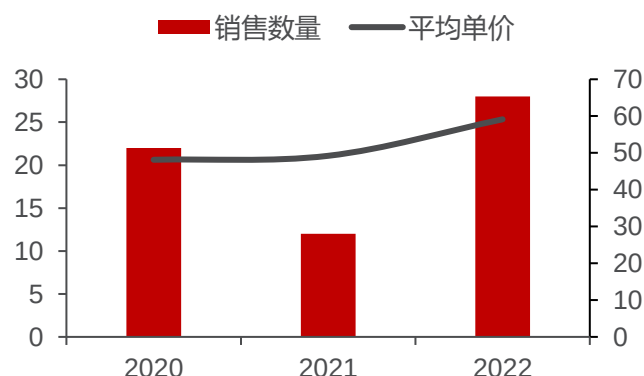
量价方面，2022 年，三维形貌量测设备销售数量 15 台，较 21 年略有下降，平均单价 275.92 万元，ASP 保持了稳定增长，主要系公司获重点客户销售订单及更大的市场份额；3D 曲面玻璃量测设备销售数量 28 台，平均单价 59.12 万元，量价呈现增长态势。

图35：2020-2022 年三维形貌量测设备销售数量（台，左轴）及均价（万元/台，右轴）



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

图36：2020-2022 年 3D 曲面玻璃量测设备销售数量（台，左轴）及均价（万元/台，右轴）



资料来源：中科飞测招股说明书，民生证券研究院

量测设备领域，公司产品线尚有待完善。在 8 种主要的量测设备类型中，美国 KLA 的产品覆盖度最高，达 6 种。国内中科飞测、上海睿励、上海精测分别实现 2/1/2 种产品的成熟覆盖。

目前，中科飞测的套刻精度量测设备样机已经研制成功，尚待客户验证；晶圆金属薄膜量测设备也已进入产业化验证阶段；光学关键尺寸量测设备尚处于设计研发阶段。

表12：国内外企业量测设备布局情况

		关键尺寸量测	电子束关键尺寸量测	套刻精度量测	晶圆介质薄膜量测	X光量测	掩模版关键尺寸量测	三维形貌量测	晶圆金属薄膜量测
国外企业	科磊半导体	√		√	√	√	√	√	
	应用材料		√						
	创新科技	√		√	√				√
	新星测量仪器	√			√				
	康特科技								
	帕克公司							√	
国内企业	上海睿励	未披露			√				
	上海精测	√			√				
	中科飞测	研发		验证	√			√	验证

资料来源：各公司官网，各公司公告，中科飞测招股说明书，民生证券研究院整理

5 盈利预测与投资建议

5.1 盈利预测假设与业务拆分

公司主营业务分为检测设备和量测设备两大类，我们分别讨论如下：

检测设备：检测设备在公司收入中占比较高，主要分为图形检测和无图形检测两类，在过去几年保持了稳健增长。伴随公司纳米图形检测等新品类持续突破，我们预计该业务将在近两年保持较高收入增速，预计 2023-2025 年收入同比增长 56.7/45.7/28.4%。毛利率方面，公司检测设备业务毛利率已经达到较高水平，预计未来维持此毛利率，2023-2025 年维持 53.0%的毛利率。

量测设备：公司当前量测设备产品主要包括三维形貌量测和 3D 曲面剥离量测，伴随膜厚、套刻精度、关键尺寸等量测设备新产品逐渐推向市场，该业务有望在未来实现较高的收入增速，预计 2023-2025 年收入同比增长 36.4/32.0/30.6%。毛利率方面，当前三维形貌量测和 3D 曲面玻璃量测的毛利率相对较低，未来伴随前道核心环节的膜厚、套刻精度、关键尺寸等量测设备新产品出货，量测业务毛利率有望逐步提升，预计 2023-2025 年毛利率 22.0/24.0/26.0%。

其他业务：主要是备品备件销售、设备维护等技术服务的相关业务，在公司收入结构中占比较低，不对公司业绩造成显著影响。预计该业务收入将伴随公司出货规模扩大而稳定增长，毛利率则随着规模起量而保持稳定，预计 2023-2025 年收入同比增长 50.0/50.0/50.0%，毛利率维持在 50.0%水平。

表13：分业务收入毛利预测

		2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
合计	营收	237.59	360.55	509.24	773.46	1105.34	1427.28
	YOY	324.4%	51.8%	41.2%	51.9%	42.9%	29.1%
	毛利率	41.1%	49.0%	48.7%	46.5%	47.4%	47.7%
	毛利	97.70	176.53	247.85	359.92	523.97	681.11
检测设备	营收	155.89	265.22	384.61	602.50	877.70	1126.90
	YOY	366.4%	70.1%	45.0%	56.7%	45.7%	28.4%
	毛利率	47.8%	51.7%	52.6%	53.0%	53.0%	53.0%
	毛利	74.56	137.01	202.42	319.33	465.18	597.26
量测设备	营收	81.51	93.97	117.52	160.30	211.65	276.40
	YOY	266.6%	15.3%	25.1%	36.4%	32.0%	30.6%
	毛利率	24.9%	17.0%	20.3%	22.0%	24.0%	26.0%
	毛利	20.30	15.97	23.80	35.27	50.80	71.86
其他业务	营收	0.19	1.36	7.11	10.66	15.99	23.98
	YOY	-42.6%	614.7%	423.3%	50.0%	50.0%	50.0%
	毛利率	70.1%	54.9%	46.4%	50.0%	50.0%	50.0%
	毛利	0.13	0.75	3.30	5.33	7.99	11.99

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

5.2 费用率预测

销售费用：公司销售费用率较高，主要系过去两年为公司产品推广期，预计未来伴随收入增长逐渐摊薄，2023-2025 年销售费用率分别为 10.0/9.5/9.0%。

管理费用率：公司 2022 年管理费用率略有增加，主要系人员增长，预计未来随收入规模增长平稳下降，2023-2025 年管理费用率分别为 11.5/11.0/10.5%。

研发费用率：公司 2022 年研发费用率高达 40.4%，主要系 2022 年下游设备市场进入了国产替代的关键时间，在研项目大幅增加。预计公司将持续保持较高的研发投入，但费用率伴随收入增长而摊薄，2023-2025 年研发费用率分别为 35.0/30.0/26.0%。

财务费用：2021-2022 年公司财务费用为负，主要系汇兑收益较高，利息支出较少，预计 2023 年完成 IPO 后，公司的借款将进一步减少，利息收入将进一步增加，2023-2025 年财务费用率分别为-0.3/-1.4/-0.9%。

表14：费用率预测

项目/年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
销售费用率	8.8%	10.6%	10.0%	9.5%	9.0%
管理费用率	11.0%	11.8%	11.5%	11.0%	10.5%
研发费用率	26.4%	40.4%	35.0%	30.0%	26.0%
财务费用率	-1.0%	-0.1%	-0.3%	-1.4%	-0.9%

资料来源：wind，民生证券研究院预测

5.3 估值分析

公司主业为半导体质量控制设备，我们选取了国内半导体设备厂商拓荆科技、芯源微、精测电子作为同行业可比公司，同行业可比公司 2023-2025 年的 PE 均值为 90/63/46 倍，我们预计中科飞测 2023-2025 年 EPS 为 0.07/0.28/0.50 元，对应现价 PE 332/83/47 倍，高于同行业均值，但是考虑到公司成立时间较晚，处于研发投入较高阶段，盈利尚未释放，并且半导体质量控制设备环节国产化率显著低于其他设备种类，有较大的成长空间，因此高估具有合理性。此外，我们预计中科飞测在 2023-2025 年将有较高的利润增长速度，2023 PEG 低于同行业可比公司均值。

表15：可比公司估值对比

公司	代码	股价 (元)	EPS				PE				PEG (2023)
			22A	23E	24E	25E	22A	23E	24E	25E	
拓荆科技	688072.SH	412.88	2.91	4.25	6.37	8.66	142	97	65	48	2.27
芯源微	688037.SH	264.66	2.16	2.92	4.22	6.13	122	91	63	43	2.02
精测电子	300567.SZ	106.53	0.98	1.28	1.75	2.31	109	83	61	46	2.42
平均估值							124	90	63	46	2.24
中科飞测	688361.SH	23.60	0.04	0.07	0.28	0.50	643	332	83	47	2.01

资料来源：wind，民生证券研究院预测；

注：可比公司数据采用 Wind 一致预期，可比公司股价时间为 2023 年 5 月 16 日，中科飞测股价为发行价

6 风险提示

1) 研发投入无法取得预期效果。公司的研发费用率较高，如果技术研发方向不能顺应市场需求，或公司在关键技术、关键产品的研发进展落后于行业内竞争对手，亦或公司研发出的新产品不能满足客户要求，公司将面临技术研发投入无法取得预期效果的风险，进而对公司经营业绩造成一定不利影响。

2) 半导体周期性波动。由于半导体行业受国际经济波动、终端消费市场需求变化等方面影响，其发展往往呈现一定的周期性波动特征。在行业景气度较高时，半导体制造企业往往加大资本性支出，快速提升对半导体设备的需求；但在行业景气度下降过程中，半导体企业则可能削减资本支出，从而对半导体设备的需求产生不利影响。若未来半导体行业进入下行周期，半导体行业企业削减资本性支出，将对公司经营造成不利影响。

3) 市场竞争加剧。目前，半导体质量控制设备国产化率处于较低水平，但国内有较多厂商进行了研发和布局。如果未来行业竞争加剧，将对公司经营业绩造成不利影响。

公司财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	509	773	1,105	1,427
营业成本	261	414	581	746
营业税金及附加	1	0	0	0
销售费用	54	77	105	128
管理费用	60	89	122	150
研发费用	206	271	332	371
EBIT	12	37	96	171
财务费用	-0	-2	-16	-13
资产减值损失	-14	-17	-22	-25
投资收益	1	2	2	3
营业利润	13	24	93	162
营业外收支	-1	-1	-1	-1
利润总额	12	23	92	162
所得税	0	0	1	2
净利润	12	23	91	159
归属于母公司净利润	12	23	91	159
EBITDA	44	84	171	266

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	240	1,572	1,202	1,153
应收账款及票据	144	202	288	372
预付款项	51	79	110	142
存货	861	1,116	1,412	1,611
其他流动资产	114	135	163	190
流动资产合计	1,410	3,103	3,175	3,467
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	109	251	386	519
无形资产	35	82	127	171
非流动资产合计	242	478	700	860
资产合计	1,652	3,581	3,874	4,328
短期借款	165	65	0	0
应付账款及票据	164	238	319	409
其他流动负债	645	878	1,066	1,272
流动负债合计	973	1,180	1,385	1,681
长期借款	0	0	0	0
其他长期负债	110	110	109	107
非流动负债合计	110	110	109	107
负债合计	1,083	1,291	1,494	1,787
股本	240	320	320	320
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	569	2,290	2,381	2,540
负债和股东权益合计	1,652	3,581	3,874	4,328

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测（注：EPS 以总股本 3.2 亿股测算，PE/PB 以发行价测算）

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	41.24	51.89	42.91	29.13
EBIT 增长率	-75.42	211.49	158.43	78.60
净利润增长率	-78.02	93.91	298.36	75.78
盈利能力 (%)				
毛利率	48.67	46.53	47.40	47.72
净利率	2.31	2.94	8.21	11.17
总资产收益率 ROA	0.71	0.64	2.34	3.68
净资产收益率 ROE	2.06	0.99	3.81	6.28
偿债能力				
流动比率	1.45	2.63	2.29	2.06
速动比率	0.42	1.54	1.12	0.95
现金比率	0.25	1.33	0.87	0.69
资产负债率 (%)	65.57	36.04	38.55	41.30
经营效率				
应收账款周转天数	94.22	90.00	90.00	90.00
存货周转天数	1,202.79	1,000.00	900.00	800.00
总资产周转率	0.37	0.30	0.30	0.35
每股指标 (元)				
每股收益	0.04	0.07	0.28	0.50
每股净资产	1.78	7.16	7.44	7.94
每股经营现金流	0.21	0.06	0.04	0.65
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
估值分析				
PE	643	332	83	47
PB	13.3	3.3	3.2	3.0
EV/EBITDA	169.27	72.72	37.37	24.21
股息收益率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00

现金流量表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
净利润	12	23	91	159
折旧和摊销	33	47	75	95
营运资金变动	4	-73	-177	-74
经营活动现金流	67	20	14	208
资本开支	-117	-265	-280	-236
投资	40	0	0	0
投资活动现金流	-76	-264	-278	-233
股权募资	0	1,698	0	0
债务募资	65	-100	-84	0
筹资活动现金流	39	1,575	-106	-23
现金净流量	29	1,331	-370	-48

插图目录

图 1: 公司主要产品演变和技术发展的情况	3
图 2: 2022 年公司的主要客户构成	4
图 3: 2020-2022 年中科飞测营业收入 (亿元)	4
图 4: 2020-2022 年中科飞测营收结构	4
图 5: 中科飞测设备销售数量 (台, 左轴) 及平均单价 (万元/台, 右轴)	5
图 6: 中科飞测主营业务毛利率 (%)	5
图 7: 2020-2022 年中科飞测研发费用 (左轴, 万元) 及费用率 (右轴, %)	5
图 8: 2020-2022 年中科飞测净利润 (万元)	6
图 9: 中科飞测股权结构	7
图 10: 晶圆制造过程中的质量控制检测项目	10
图 11: 2021 年全球半导体设备市场结构	10
图 12: 2020-2022 年全球过程控制设备市场规模 (亿美元)	10
图 13: 2021 年半导体过程控制设备市场规模构成	11
图 14: 中国半导体检测和量测设备市场规模 (亿美元)	11
图 15: 2020 年全球半导体检测和量测设备市场格局情况	12
图 16: 2020 年中国半导体检测和量测设备市场格局情况	12
图 17: KLA 的发展历程	13
图 18: 2018-2022 上海精测营业收入	14
图 19: 主要缺陷类别	16
图 20: 光学检测的明场像和暗场像示意图	17
图 21: 图形晶圆成像检测技术	18
图 22: 无图形晶圆激光扫描检测技术	19
图 23: 几种常见的晶圆宏观缺陷	21
图 24: 掩膜版	22
图 25: 掩膜版的缺陷对光刻后图案的影响	22
图 26: 2020-2022 年检测设备销售收入构成 (单位: 亿元)	22
图 27: 2020-2022 年无图形缺陷检测设备销售数量 (台, 左轴) 及均价 (万元/台, 右轴)	23
图 28: 2020-2022 年图形缺陷检测设备销售数量 (台, 左轴) 及均价 (万元/台, 右轴)	23
图 29: 薄膜膜厚度量测技术	24
图 30: 16/14nm FinFET 模型结构图	25
图 31: CD-SEM 的简单原理	25
图 32: CD-SEM 图像	25
图 33: 套刻误差	26
图 34: 2020-2022 年公司主要量测设备销售收入 (单位: 万元)	27
图 35: 2020-2022 年三维形貌量测设备销售数量 (台, 左轴) 及均价 (万元/台, 右轴)	27
图 36: 2020-2022 年 3D 曲面玻璃量测设备销售数量 (台, 左轴) 及均价 (万元/台, 右轴)	27

表格目录

盈利预测与财务指标	1
表 1: 中科飞测核心管理层及技术人员	6
表 2: 募集资金主要用途 (单位: 万元)	8
表 3: 晶圆制造过程中的质量控制检测项目	9
表 4: 2019-2022 年三大检测和量测设备厂商销售情况 (单位: 亿元)	15
表 5: 三大检测和量测设备厂商的产品布局和营收情况	15
表 6: 光学检测和电子束检测技术路径对比	17
表 7: 中科飞测与创新科技同类产品对比	19
表 8: 中科飞测与 KLA 同类产品对比	20
表 9: KLA Surfscan 系列产品	20
表 10: 国内外企业检测设备布局情况	23

表 11: 三维形貌量测设备系列竞品比较	26
表 12: 国内外企业量测设备布局情况	28
表 13: 分业务收入毛利预测	29
表 14: 费用率预测	30
表 15: 可比公司估值对比	30
公司财务报表数据预测汇总	32

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026