

检测设备系列之三：半导体第三方实验室检测

技术驱动的护航者

国内半导体第三方检测服务可以进一步分为针对半导体设计企业的实验室测试服务、针对制造和封测环节企业的专业晶圆/成品测试服务等。本篇作为检测设备系列报告第三篇，将着重梳理半导体第三方检测行业的市场格局、重点企业等。

▶ 第三方实验室检测——可靠性分析和失效分析。

1) 目前第三方提供的检测服务通常包括可靠性分析 (RA)、失效分析 (FA)、晶圆材料分析 (MA)、信号测试、芯片线路修改等。2) 在电子元器件的研制阶段，可以通过失效分析纠正设计和研制中的错误，缩短研制周期；在电子元器件的生产、测试和使用阶段，可以通过失效分析查找失效原因、判定失效的责任方；根据分析结果，生产厂可以改进元器件的设计和工艺，可以说多由第三方提供的实验室测试在整个电子元器件的生命周期中都可以发挥着重要作用。3) 目前国内第三方实验室检测市占率较高的企业包括上海宜特（苏试试验子公司）、中国赛宝实验室、胜科纳米等，另外华测检测、光电计量等企业在也积极布局进入。4) 根据苏试宜特的预测，国内半导体第三方实验室检测行业未来 3-5 年的市场规模将达到 50 亿元人民币，同时加上工业用、车用、医疗、军工电子产业上游晶圆制造到中下游终端产品验证分析的需求，估计 2030 年市场至少达 150-200 亿。

▶ 第三方晶圆/成品测试——封测环节进一步细分的产物。

1) 除了实验室测试外，半导体第三方检测还包括针对晶圆测试和芯片测试的专业测试服务，这是半导体封测环节的进一步细分，提供的服务主要包括 WAT 测试、CP 测试、FT 测试等，主要涉及到的设备包括探针台、测试机和分选机等。2) 专业的测试厂商能够提供系统级的测试服务、减少重复产能建设，包括功能、性能、可靠性等全方位的测试，同时可以通过测试结果的大数据分析提供客户专业的建议，对产品晶圆制造和封装工艺控制上潜在缺陷作出判断，因此第三方测试的分工形式开始出现并不断得到市场的认可。目前中国大陆专业的第三方测试企业数量和规模还较小，国内规模较大的企业如利扬芯片 2019 年收入为 2.32 亿元、华岭股份收入为 1.46 亿元。

▶ **投资建议：**我们认为随着国内半导体产业快速发展叠加分工更加细化，国内第三方实验室检测和专业的晶圆/成品测试行业都将迎来良好的发展机遇，受益公司有：**第三方实验室检测的苏试试验、华测检测、光电计量等；专业第三方晶圆/成品测试企业利扬芯片（上交所已受理科创板上市申请）等。**

风险提示：海外疫情超预期；半导体及设备行业波动；相关企业市场订单获取低于预期等。

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：俞鹏飞

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：lisy3@hx168.com.cn

相关研究：

《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》

《检测设备系列之二：半导体测试设备——进口替代正当时-20200301》

正文目录

1. 半导体第三方实验室检测市场	4
1.1. 稳步前进的检验检测服务，新兴领域增长更快	4
1.2. 半导体第三方实验室检测——可靠性&失效性分析	5
1.3. 专业第三方晶圆/成品测试——更加专业化的分工趋势	12
2. 国内市场格局——台资优势仍显著，国内企业已崛起	14
2.1. 第三方实验室检测企业	14
2.2. 专业第三方封装测试企业	18
3. 风险提示	22

图目录

图 1 半导体第三方检测主要包括第三方实验室测试和专业第三方晶圆/成品测试	3
图 2 我国检测行业保持了稳定较快的增长	4
图 3 我国检测行业发展快速，2018 年行业营业收入同比增长 18.21% 达到 2810.5 亿元	5
图 4 半导体失效分析作用	6
图 5 分立器件使用中的失效模式及占比	7
图 6 集成电路使用中的失效模式及占比	7
图 7 失效分析的基本流程	7
图 8 失效分析的分析结构	8
图 9 聚焦离子束设备 (FIB)	11
图 10 扫描电子显微镜 (SEM)	11
图 11 中国 IC 设计公司数量伴随行业稳步增长 (家)	12
图 12 集成电路设计业销售额稳步增长 (亿元)	12
图 13 半导体测试主要涉及 CP、FT 测试	13
图 14 国内集成电路行业销售额保持快速增长 (亿元)	14
图 15 中国台湾宜特科技主要业务范围	15
图 16 苏试试验收入规模增长稳定	16
图 17 苏试试验归母净利润规模稳定增长	16
图 18 闽康科技业务范围涵盖半导体相关产业等领域	18
图 19 闽康科技收入增长稳定	18
图 20 闽康科技利润有所波动	18
图 21 京元科技收入水平	19
图 22 京元科技归母净利润水平	19
图 23 近年京元科技毛利率和净利率水平有所波动 (%)	20
图 24 2019 年利扬芯片收入大幅增长	21
图 25 2019 年利扬芯片归母净利润大幅增长	21
图 26 近年利扬芯片毛利率有所波动，2019 年回升至 53% (%)	21
图 27 华岭股份收入稳定增长	22
图 28 华岭股份归母净利润有所波动	22
图 29 华岭股份今年毛利率水平维持在 50% 以上 (%)	22

表目录

表 1 根据不同的分类标准，存在多种失效模式	6
表 2 大规模集成电路主要失效机理及检测方法	9
表 3 第三方实验室检测中主要测试类型及内容	10
表 4 中国台湾宜特科技发展重要事件	15
表 5 上海宜特主要财务数据 (单位: 元人民币)	16

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）。

“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 半导体第三方检测主要包括第三方实验室测试和专业第三方晶圆/成品测试

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、闽康等。 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

资料来源：华西证券研究所整理

目前国内半导体第三方检测服务可以进一步分为针对半导体设计企业的实验室测试服务、针对制造和封测环节企业的专业晶圆/成品测试服务等。

本篇作为系列报告第三篇，将着重梳理半导体第三方检测行业的市场格局、重点企业等。

1. 半导体第三方实验室检测市场

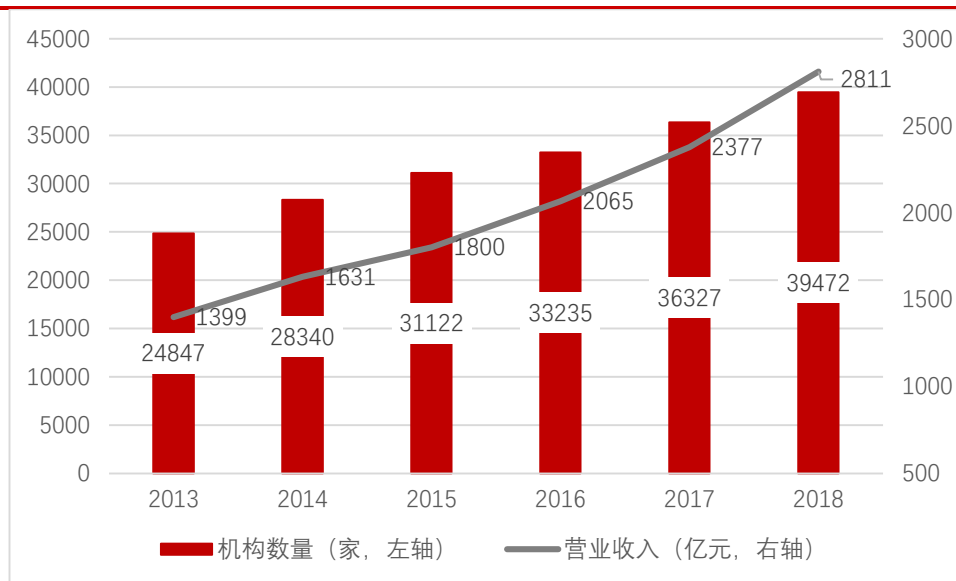
随着半导体投资金额越来越巨大、对设计失误的容忍度几乎为 0，因此必须在芯片进入量产之前、量产中，需要进行严格的验证测试，主要包括功能测试和物理验证等，通常又称为实验室测试或特性测试，这部分通常由第三方检测实验室为芯片设计公司提供服务，具体服务范围涵盖晶圆制造、集成电路（IC）设计、集成电路封装、终端产品等等。

1.1. 稳步前进的检验检测服务，新兴领域增长更快

半导体第三方检测服务从属于检验检测认证服务，在“十三五规划”明确提出了今后五年要加快推进认证认可强国建设，制定了我国检验检测服务行业的发展目标：预计到 2020 年，我国检验检测认证服务业总收入达到 3,000 亿元左右，比“十二五”末增长 55% 左右。

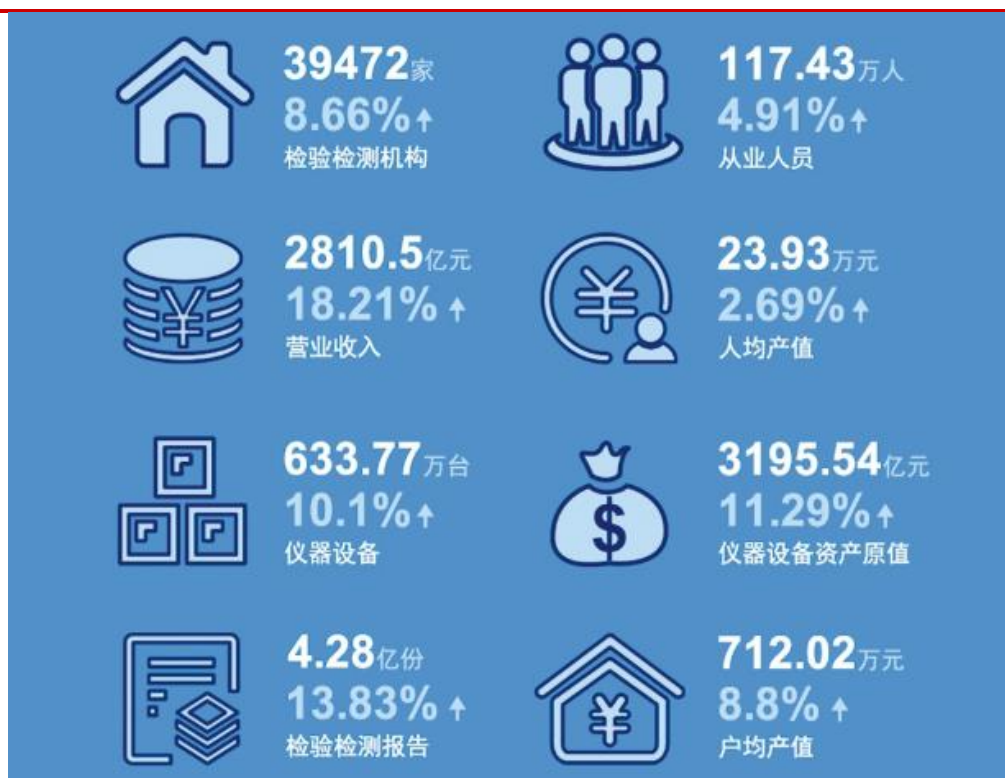
根据 2019 年 6 月国家市场监管总局发布的《2013-2018 年全国检验检测服务业统计简报》，截至 2018 年底，我国共有检验检测机构 39472 家，较 2017 年增长 8.66%；2018 年检验检测行业实现营业收入 2810.5 亿元，较 2017 年增长 18.21%。2013 年至 2018 年，我国检验检测机构数量年均复合增长率为 9.70%；检验检测行业实现营业收入年均复合增长率为 14.98%。

图 2 我国检测行业保持了稳定较快的增长



资料来源：《2013-2018 年全国检验检测服务业统计简报》，华西证券研究所

图3 我国检测行业发展快速，2018年行业营业收入同比增长18.21%达到2810.5亿元



资料来源：《2013-2018年全国检验检测服务业统计简报》，华西证券研究所

值得注意的是，电子电器等新兴领域收入要高于整个行业增速，其中包括电子电器、机械（含汽车）、材料测试、医学、电力、能源和软件及信息化等。2018年，新兴领域共实现收入457.07亿元，同比增长20.45%，增幅较上年提高3.36个百分点，在行业总收入的比重为16.26%，较上年上升0.3个百分点。

相比之下传统领域（包括建筑工程、建筑材料、环境与环保（不包括环境监测）、食品、机动车检验、农产品林业渔业牧业）2018年营收增速9.08%，增速较上年减少了2.55个百分点，占比也由2016年的47.09%降至42.13%。

1.2. 半导体第三方实验室检测——可靠性&失效性分析

1.2.1. 可靠性&失效性分析的原理和概念

随着电子元器件应用的不断广泛，对产品的可靠性要求不断提高，因此对电子元器件在研制、生产和使用过程中的失效分析越来越重要：

- 1) 在电子元器件的研制阶段，可以通过失效分析纠正设计和研制中的错误，缩短研制周期；
- 2) 在电子元器件的生产、测试和使用阶段，可以通过失效分析查找失效原因、判定失效的责任方；

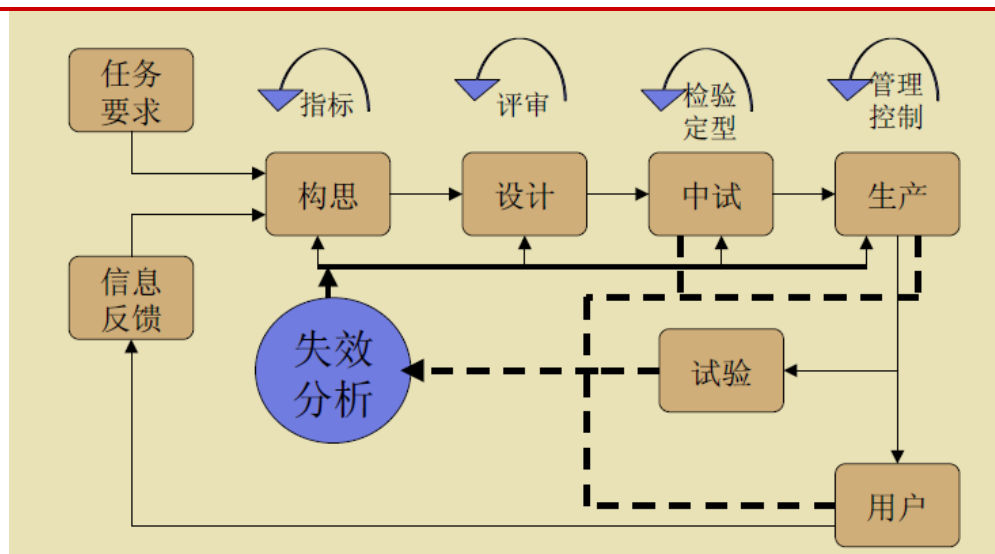
3) 根据分析结果, 生产厂可以改进元器件的设计和工艺, 用户可以改进电路板的设计、改进器件和整机的测试和使用的环境参数或者改变供货商。可以说多由第三方提供的实验室测试在整个电子元器件的生命周期中都可以发挥着重要作用。

目前第三提供的检测服务通常包括可靠性分析 (RA)、失效分析 (FA)、晶圆材料分析 (MA)、信号测试、芯片线路修改等, 其中比较重要的包括可靠性分析、失效分析等。

可靠性指器件在规定条件下、规定时间内完成规定功能的能力, 描述可靠性的指标有: 可靠度 R、不可靠度 F、失效概率密度、瞬时失效率、寿命等。

在可靠性的基础上, 第三方实验室对半导体器件进行失效分析, 以确定其中的失效模式、失效机理及修改模式等, 为半导体设计公司等提供检测结果和建议。

图 4 半导体失效分析作用



资料来源: 中国赛宝, 华西证券研究所

根据不同的分类标准, 失效形式有多种类型, 如根据电测结果, 失效模式有开路、短路或漏电、参数漂移、功能失效等; 根据失效原因可以分为电力过应、静电放电导致的失效、制造工艺不良导致的失效等。

表 1 根据不同的分类标准, 存在多种失效模式

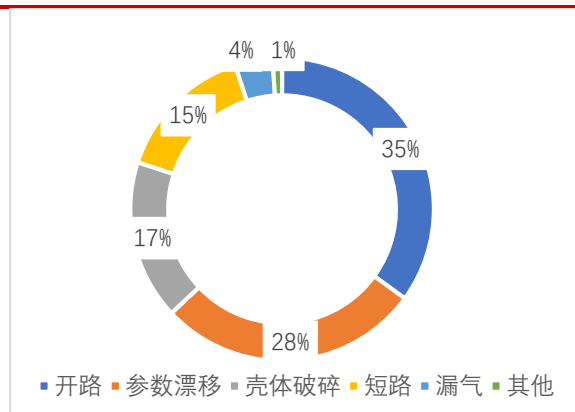
分类标准	失效形式
失效持续性	致命性失效、间歇失效、缓慢退化
失效时间	早期失效、随机失效、磨损失效
电测结果	开路、短路或漏电、参数漂移、功能失效
失效原因	1) 电力过应和静电放电导致的失效。EOS/ESD: Electrical over Stress/Electrostatic Discharge; 2) 制造工艺不良导致的失效。

资料来源: 新材料, 华西证券研究所

根据中国赛宝实验室的数据, 在分立器件使用过程中的失效模式, 开路、参数漂移、壳体破碎、短路、漏气的占比分别约为 35%、28%、17%、15%、4%, 集成电路使

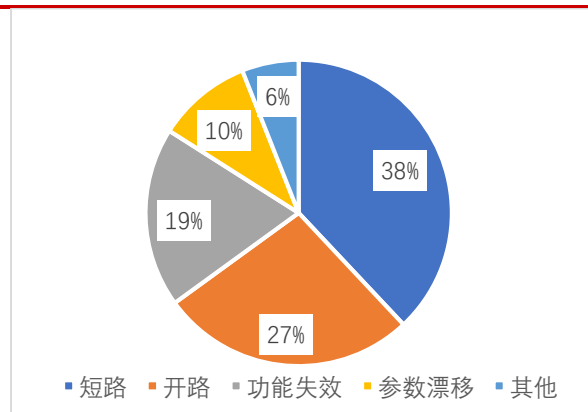
用过程中的失效模式，短路、开路、功能失效、参数漂移占比分别约为 38%、27%、19%、10%。

图 5 分立器件使用中的失效模式及占比



资料来源：中国赛宝，华西证券研究所

图 6 集成电路使用中的失效模式及占比



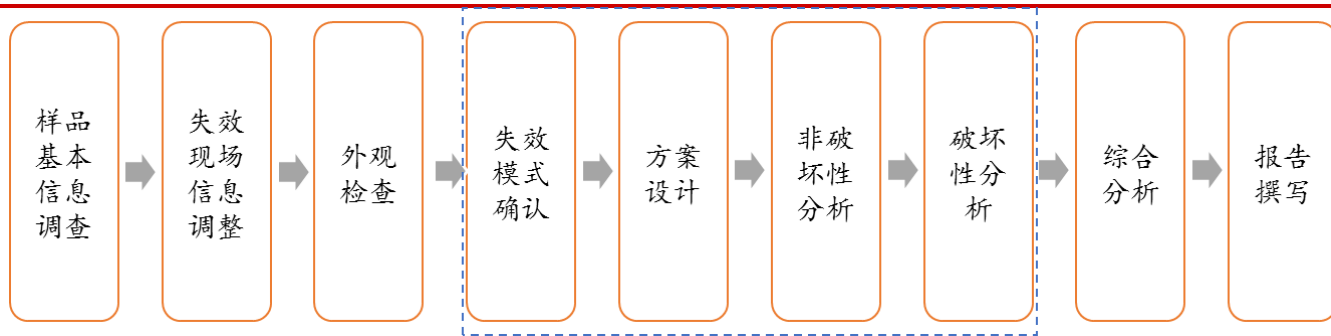
资料来源：中国赛宝，华西证券研究所

1.2.2. 失效性分析的流程

半导体器件失效分析就是通过对失效器件进行各种测试和物理、化学、金相试验，确定器件失效的形式（失效模式），分析造成器件失效的物理和化学过程（失效机理），寻找器件失效原因，制定纠正和改进措施。

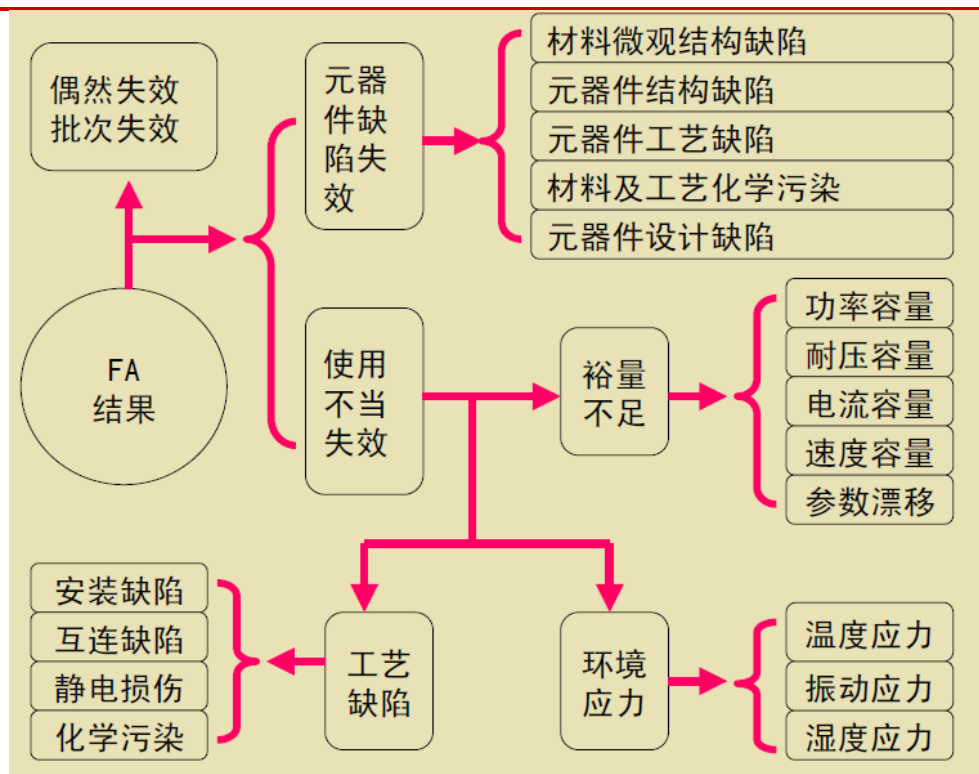
失效分析的一般程序包括：收集失效现场数据、电测确定失效模式、方案设计、非破坏性分析、打开封装、镜检、通电激励芯片、失效定位、对失效部位进行物理化学分析、综合分析确定失效原因，提出纠正措施等。

图 7 失效分析的基本流程



资料来源：中国赛宝，华西证券研究所

图 8 失效分析的分析结构



资料来源：中国赛宝，华西证券研究所

失效信息调查与方案设计：信息类别-1) 基本信息：工作原理、结构、材料、工艺、主要失效机理；出于管理需要的信息，包括样品来源、型号、批次、编号、时间、地点等。2) 技术信息：是判断可能的失效机理和失效分析方案设计的重要依据，包括特定使用应用信息（整机故障现象、异常环境、在整机中的状态、应用电路、二次筛选盈利、失效历史、失效比例、失效率及其随时间的变化等）、特定生产工艺（生产工艺条件和方法等）。

非破坏性项目（先实施易行的、低成本的）：外观检查、模式确认（测试和试验，对比分析）、检漏、可动微粒检测（PIND）、X 光照相、声学扫描、模拟试验。

半破坏性分析（多余物、污染、缺陷、微区电特性和电光热效应）的基本路径：可动微粒收集、内部气氛检测、开封、不加电的内部检查（光学、SEM、微区成分）、加电的内部检查（微探针、热像、光发射、电压衬度像、束感生电流像、电子束探针 EBI）。

破坏性分析（进一步的微区电特性、污染、缺陷）的基本路径：内部检查、加电内部检查（去除钝化层、微探针、聚焦离子束、电子束探针）、剖切面/金相切片（聚焦离子束、光学、SEM、TEM）。

表 2 大规模集成电路主要失效机理及检测方法

失效模式	失效机理	检测方法
开路	EOS、ESD、金属电迁移、应力迁移、金属腐蚀、latch up	电压衬度相、闪频电压衬度相、SEM
漏电或短路	ESD、EOS、PN 结缺陷、正常电压下的介质击穿	液晶热点检测、光发射显微镜
电参数漂移	钠离子沾污、封装内水汽凝结、热载流子效应	光发射显微镜
高集成度引起的特殊失效	Latch up、金属电迁移、介质击穿、热载流子效应	光发射显微镜、SEM

资料来源：中国赛宝，华西证券研究所

表 3 第三方实验室检测中主要测试类型及内容

	介绍	范围	内容
聚焦离子束 (FIB)	FIB (聚焦离子束, Focused Ion beam) 是将液态金属离子源产生的离子束经过离子枪加速, 聚焦后照射于样品表面产生二次电子信号取得电子像, 此功能与SEM (扫描电子显微镜) 相似, 或用强电流离子束对表面原子进行剥离, 以完成微、纳米级表面形貌加工。	工业和理论材料研究, 半导体, 数据存储, 自然资源等领域	1. 芯片电路修改和布局验证 2. Cross-Section截面分析 3. Probing Pad 4. 定点切割
扫描电镜 (SEM)	SEM/EDX (形貌观测、成分分析) 扫描电镜 (SEM) 可直接利用样品表面材料的物质性能进行微观成像。EDX是借助于分析试样发出的元素特征X射线波长和强度实现的, 根据不同元素特征X射线波长的不同来测定试样所含的元素。通过对比不同元素谱线的强度可以测定试样中元素的含量。通常EDX结合电子显微镜 (SEM) 使用, 可以对样品进行微区成分分析。	军工, 航天, 半导体, 先进材料等	1. 材料表面形貌分析, 微区形貌观察 2. 材料形状、大小、表面、断面、粒径分布分析 3. 薄膜样品表面形貌观察、薄膜粗糙度及膜厚分析 4. 纳米尺寸量测及标示 5. 微区成分定性及定量分析
X-Ray	X-Ray是利用阴极射线管产生高能电子与金属靶撞击, 在撞击过程中, 因电子突然减速, 其损失的动能会以X-Ray形式放出。而对于样品无法以外观方式观测的位置, 利用X-Ray穿透不同密度物质后其光强度的变化, 产生的对比效果可形成影像, 即可显示出待测物的内部结构, 进而可在不破坏待测物的情况下观察待测物内部有问题的区域。	产品研发, 样品试制, 失效分析, 过程监控和大批量产品观测	1. 观测DIP、SOP、QFP、QFN、BGA、Flipchip等不同封装的半导体、电阻、电容等电子元器件以及小型PCB印刷电路板 2. 观测器件内部芯片大小、数量、叠die、绑线情况 3. 观测芯片crack、点胶不均、断线、搭线、内部气泡等封装缺陷, 以及焊锡球冷焊、虚焊等焊接缺陷
RIE	RIE是干蚀刻的一种, 这种蚀刻的原理是, 当在平板电极之间施加10~100MHZ的高频电压 (RF, radio frequency) 时会产生数百微米的离子层 (ion sheath), 在其中放入试样, 离子高速撞击试样而完成化学反应蚀刻, 此即为RIE (Reactive Ion Etching)。	半导体, 材料化学等	1. 用于对使用氟基化学的材料进行各向同性和各向异性蚀刻, 其中包括碳、环氧树脂、石墨、钨、钼、氮氧化物、光阻剂、聚酰亚胺、石英、硅、氧化物、氟化物、钽、氟化钽、氟化钛、钨钛以及钨器件表面图形的刻蚀
探针台测试	探针台主要应用于半导体行业、光电行业。针对集成电路以及封装的测试。广泛应用于复杂、高速器件的精密电气测量的研发, 旨在确保质量及可靠性, 并缩减研发时间和器件制造工艺的成本。	8寸以内Wafer, IC测试, IC设计等	1. 微小连接点信号引出 2. 失效分析失效确认 3. FIB电路修改后电学特性确认 4. 晶圆可靠性验证
微光显微镜 (Emission microscope, EMMI)	对于故障分析而言, 微光显微镜 (Emission Microscope, EMMI) 是一种相当有用且效率极高的分析工具。主要观测IC内部所放出光子。在IC元件中, EHP (Electron Hole Pairs) Recombination会放出光子 (Photon)。如在P-N结加偏压, 此时N阱的电子很容易扩散到P阱, 而P的空穴也容易扩散至N, 然后与P端的空穴 (或N端的电子) 做EHP Recombination。	故障点定位、寻找近红外波段发光点	1. P-N接面漏电; P-N接面崩溃 2. 饱和区晶体管的热电子 3. 氧化层漏电流产生的光子激发 4. Latch up、Gate Oxide Defect、Junction Leakage、Hot Carriers Effect、ESD等问题
芯片开封 decap	Decap即开封, 也称开盖, 开帽, 指给完整封装的IC做局部腐蚀, 使得IC可以暴露出来, 同时保持芯片功能的完整无损, 保持 die, bond pads, bond wires乃至lead-frame不受损伤, 为下一步芯片失效分析实验做准备, 方便观察或做其他测试 (如FIB, EMMI), Decap后功能正常。	芯片开封, 环氧树脂去除, IGBT硅胶去除, 样品剪薄	1. IC开封 (正面/背面) QFP, QFN, SOT, TO, DIP, BGA, COB等 2. 样品减薄 (陶瓷, 金属除外) 3. 激光打标
化学开封 Acid Decap	Acid Decap, 又叫化学开封, 是用化学的方法, 即浓硫酸及发烟硝酸将密封胶去除的设备。通过用酸腐蚀芯片表面覆盖的塑料能够暴露出任何一种塑料IC封装内的芯片。去除塑料的过程又快又安全, 并且产生干净无腐蚀的芯片表面。	常规塑封器件的开帽分析包括铜线开封	1. 芯片开封 (正面/背面) 2. IC蚀刻, 密封胶去除
自动研磨机	适用于高精微 (光镜, SEM, TEM, AFM, ETC) 样品的半自动准备加工研磨抛光, 模块化制备研磨, 平行抛光, 精确角抛光, 定址抛光或几种方式结合抛光。	主要应用于半导体元器件失效分析, IC反向	1. 断面精细研磨及抛光 2. 芯片工艺分析 3. 失效点的查找
切割研磨机	可以预置程序定位切割不同尺寸的各种材料, 可以高速自动切割材料, 提高样品生产量。其微处理系统可以根据材料的材质、厚度等调整步进电动机的切割距离、力度、样品输入比率和自动进刀比率。	各种材料, 各种厚度式样切割	1. 通过样品冷理注塑获得样品的标准切面 2. 小型样品的精密切割
金相显微镜 OM	可用来进行器件外观及失效部位的表面形状, 尺寸, 结构, 缺陷等观察。金相显微镜系统是将传统的光学显微镜与计算机 (数码相机) 通过光电转换有机的结合在一起, 不仅可以在目镜上作显微观察, 还能在计算机 (数码相机) 显示屏幕上观察实时动态图像, 电脑型金相显微镜并能将所需要的图片进行编辑、保存和打印。	可供研究单位、冶金、机械制造工厂以及高等工业院校进行金属学与热处理、金属物理学、炼钢与铸造过程等金相试验研究之用	1. 样品外观、形貌检测 2. 制备样片的金相显微分析 3. 各种缺陷的查找
体视显微镜 OM	体视显微镜, 亦称实体显微镜或解剖镜。是一种具有正像立体感的目视仪器, 从不同角度观察物体, 使双眼引起立体感的双目显微镜。对观察体无需加工制作, 直接放入镜头下配合照明即可观察, 成像是直立的, 便于操作和解剖。视场直径大, 但观察物要求放大倍率在200倍以下。	电子精密部件装配检修, 纺织业的质量控制、文物、邮票的辅助鉴别及各种物质表面观察	1. 样品外观、形貌检测 2. 制备样片的观察分析 3. 封装开帽后的检查分析 4. 晶体管点焊、检查
I/V Curve	验证及量测半导体电子组件的电性、参数及特性。比如电压-电流。集成电路失效分析流程中, I/V Curve的量测往往是非破坏分析的第二步 (外观检查排在第一步), 可见Curve量测的重要性。	封装测试厂, SMT领域等	1. Open/Short Test 2. I/V Curve Analysis 3. Idd Measuring 4. Powered Leakage (漏电) Test
高温、低温的可靠性试验	适用于工业产品高温、低温的可靠性试验。对电子电工、汽车电子、航空航天、船舶兵器、高等院校、科研单位等相关产品的零部件及材料在高温、低温 (交变) 循环变化的情况下, 检验其各项性能指标。	电工、电子、仪器仪表及其它产品、零部件及材料	1. 高温储存 2. 低温储存 3. 温湿度储存

资料来源: 新材料, 华西证券研究所

1.2.3. 失效分析所涉及的设备

目前实验室第三方检测所需的物理分析仪器主要有：

拥有各类仪器设备包括：X 射线检测仪、程控 ESD 试验台、聚焦离子束设备（FIB）、扫描电子显微镜（SEM）、集成电路测试验证系统、电子束微探针（EBT）、光辐射显微镜、红外热像仪、俄歇电子谱仪（AES）、扫描声学显微镜（SAM）、内部气氛分析仪（IVA）等分析设备和性能测试设备。

图 9 聚焦离子束设备（FIB）



资料来源：仪器信息网，华西证券研究所

图 10 扫描电子显微镜（SEM）



资料来源：仪器信息网，华西证券研究所

1.2.4. 半导体产业发展三趋势力促第三方实验室检测行业大跨步发展

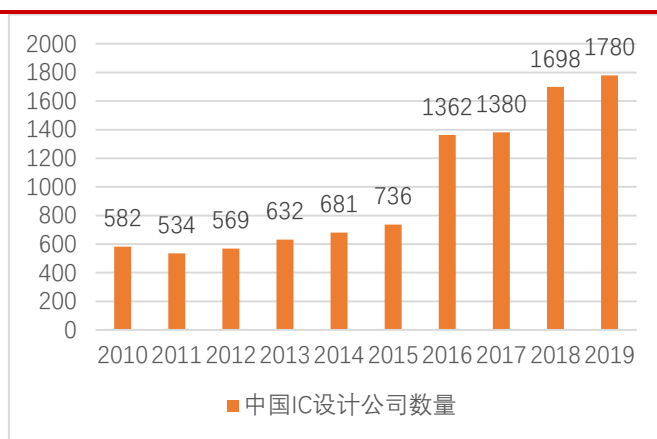
我们判断未来国内半导体第三方实验室检测市场空间主要来自三方面：

- 1) 垂直分工模式不断成熟的背景下，未来将实验室测试业务外包将成为趋势，Labless 有望成为继 Fabless 后的行业新趋势，从而增加第三方测试需求；
- 2) 国内半导体行业增长带来半导体设计公司和晶圆代工企业的产能扩张，进而提高对第三方测试的需求；
- 3) 国内第三方检测企业不断替代国外测试厂商。

集成电路设计产业已成为引领中国半导体产业发展的重要环节，根据 2019 年中国半导体产业产值分布来看，IC 设计业占比将达 40.6%、IC 制造占比约 28.7%、IC 封测占比约 30.7%。

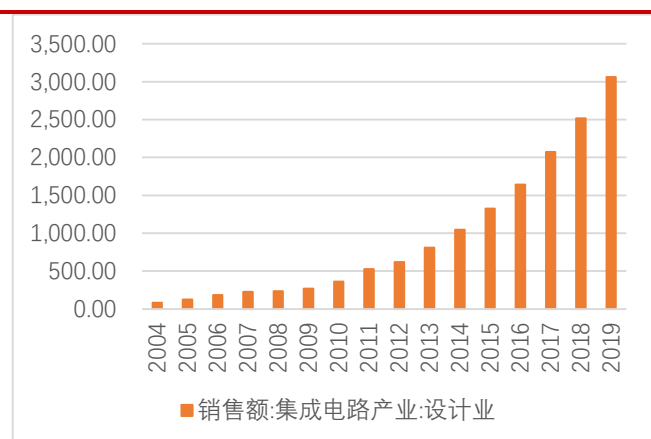
根据中国集成电路设计业 2019 年会上发布的数据，2015-2019 年中国集成电路设计企业分别为 736、1362、1380、1698、1780 家，年均复合增速达到 24.7%，未来随着国内半导体产业的不断崛起，预计国内半导体设计企业数量仍将保持较快速增长。2019 年 IC 设计销售收入达到 3084.9 亿元，同比 2018 年的 2576.9 亿元增长 19.7%，在全球集成电路设计市场的比重首次超过 10%。

图 11 中国 IC 设计公司数量伴随行业稳步增长（家）



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 12 集成电路设计业销售额稳步增长（亿元）



资料来源：Wind，华西证券研究所

根据苏轼宜特的预测，国内半导体第三方实验室检测行业未来 3-5 年的市场规模将达到 50 亿元人民币，同时加上工业用、车用、医疗、军工电子产业上游晶圆制造到中下游终端产品验证分析的需求，估计 2030 年市场至少达 150-200 亿。

1.3. 专业第三方晶圆/成品测试——更加专业化的分工趋势

1.3.1. 第三方专业晶圆测试/成品测试

除了实验室测试外，半导体第三方检测还包括针对晶圆测试和芯片测试的专业测试服务，这部分检测主要包括 WAT 测试、CP 测试、FT 测试等，主要涉及到的设备包括探针台、测试机和分选机等。

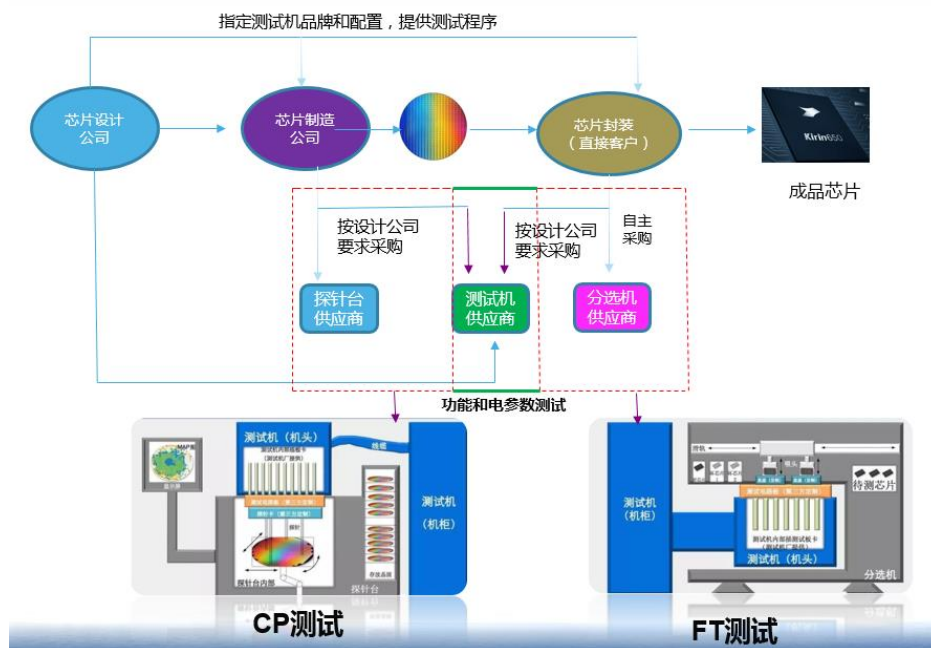
WAT 测试：Wafer Acceptance Test，晶圆可接受度测试，半导体硅片在完成所有制程工艺之后，针对硅片上的各种测试结构进行的电性测试，测试晶圆的良率

CP 测试：Circuit Probing，晶圆测试，在晶圆制造完成后进行封装前，通过探针台和测试机配合使用，对晶圆上的芯片进行功能和电参数性能测试，其测试过程为：探针台将晶圆逐片自动传送至测试位置，芯片的 Pad 点通过探针、专用连接线与测试机的功能模块进行连接，测试机对芯片施加输入信号、采集输出信号，判断芯片在不同工作条件下功能和性能的有效性。测试结果通过通信接口传送给探针台，探针台据此对芯片进行打点标记，形成晶圆的 Map 图。

FT 测试：Final Test，成品测试，芯片完成封装后，通过分选机和测试机配合使用，对集成电路进行功能和电参数性能测试，保证出厂的每颗集成电路的功能和性能指标能够达到设计规范要求。其测试过程为：分选机将被检测集成电路逐个自动传送到测试工位，被检测集成电路的引脚通过测试工位上的金手指、专用连接线与测试机的功能模块进行连接，测试机对集成电路施加输入信号、采集输出信号，判断集成电路在不同工作条件下功能和性能的有效性。测试结果通过通信接口传送给分选机，分选机据此对被测试集成电路进行标记、分选、收料或编带。

CP 测试是对整片 wafer 上的每个 die 测试，而 FT 测试是对封装好的 chip 测试，CP 测试通过之后才会去封装，封装好后的 chip 进行 FT 测，通过之后才可以出厂。

图 13 半导体测试主要涉及 CP、FT 测试



资料来源：上海睿励，华西证券研究所

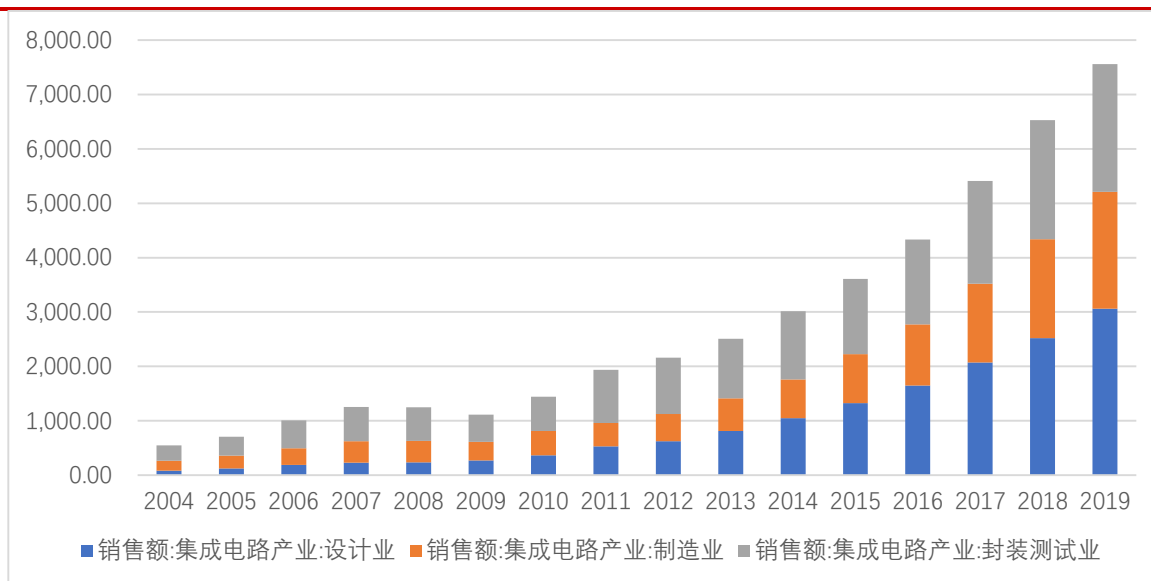
封装厂客户数量多、产品种类多，其产品线可能封装外形相近、但内核却完全不同，因此实际上对测试平台和测试设备的要求不尽相同，因此需要大量投资布局测试设备和相关技术；同时由于订单的波动性，封装厂经常碰到测试机台利用率不足或者产能无法满足客户需求的情况。

专业的测试厂商能够提供系统级的测试服务、减少重复产能建设，包括功能、性能、可靠性等全方位的测试，满足多样化的需求；同时从业技术人员的经验和知识面积累要求更全面，可以通过测试结果的大数据分析提供客户专业的建议，对产品晶圆制造和封装工艺控制上潜在缺陷作出判断，因此第三方测试的分工形式开始出现并不断得到市场的认可。

1.3.2. 第三方专业晶圆和成品测试市场规模有望不断扩张

国内集成电路大发展已经成为必由之路，中美贸易摩擦背景下，各个环节的进口替代快速崛起，根据中国半导体行业协会数据，2019 年国内集成电路产业销售额 7562.3 亿元人民币，同比增长 15.8%，其中设计、制造、封测环节的销售分别为 3063.5、2149.1、2349.7 亿元，分别同比增长 21.6%、18.2%、7.1%，其中设计环节增速明显快于后两者。

图 14 国内集成电路行业销售额保持快速增长（亿元）



资料来源: Wind, 华西证券研究所

根据中国台湾工研院最新的统计数据, 2019 年台湾 IC 产业封装业产值和测试业产值分别为 3478 亿新台币和 1519 亿新台币, 基本与 2018 年持平, 二者比例关系大约为 2: 1。

根据集邦咨询数据, 预计 2019 年大陆封测行业产值约为 2240 亿元人民币, 如果按照中国台湾封装与测试占比计算, 则大陆测试业产值约为 747 亿元人民币。目前中国大陆专业的第三方测试企业数量和规模还较小, 国内规模较大的企业如利扬芯片 2019 年收入为 2.32 亿元、华岭股份收入为 1.46 亿元。

2. 国内市场格局——台资优势仍显著, 国内企业已崛起

2.1. 第三方实验室检测企业

半导体第三方实验室检测市场起源于中国台湾, 目前国内市场中市占率较高的企业有宜特科技、闽康科技、中国赛宝、胜科纳米等等, 其中宜特科技、闽康为中国台湾企业, 2020 年 1 月苏试试验完成收购上海宜特检测 (宜特科技的子公司) 从而进入该市场。

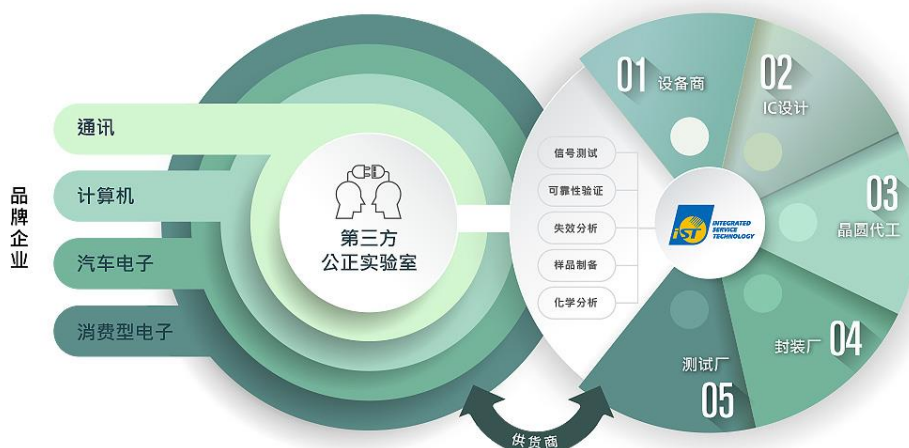
同时除了上述企业外, 还有部分知名第三方检测企业正积极布局进入半导体领域: 1) 根据华测检测公开信息, 华测检测半导体事业部为集成电路、元器件、PCBA、光伏、LED、LCD 液晶领域提供失效、材料、无损、微纳分析, 可靠性测试, 逆向工程, 工艺分析等服务, 并为各领域新材料研发提供专业材料分析平台; 2) 广电计量公司公开信息表示公司已开展半导体相关领域包括芯片设计、晶圆制造、封装、元器件应用等环节的检测服务。

2.1.1. 苏试试验——收购上海宜特打通产业链

2020 年 1 月，苏试试验完成对上海宜特的收购，宜特检测拥有国内首家全覆盖电子产业链上中下游的第三方验证分析实验室，具备集成电路全产业链可靠性试验、验证分析能力，客户涵盖海思、韦尔等知名企业。苏试试验将借此进入电子元器件、及具有更高利润率的军工及汽车电子业务等领域，开展 RA（可靠性检测）、FIB（聚焦离子束，用于芯片线路验证修改）业务。

上海宜特原为中国台湾宜特科技的子公司，后者始创于 1994 年，从 IC 线路除错修改起家，逐年拓展新服务，包括故障分析、可靠性验证、先进工艺材料分析、化学分析、车用电子验证平台、高速传输讯号测试与无线讯号验证等，是半导体供应链验证分析专业伙伴，是国际知名且具有公信力机构 IEC/IECQ、TAF、TUV/NORD、CNAS 认可的实验室。

图 15 中国台湾宜特科技主要业务范围



资料来源：宜特科技官网，华西证券研究所

表 4 中国台湾宜特科技发展重要事件

时间	重要事件
1994 年	宜特于台湾新竹成立，FIB 电路修改为第一项服务
1999 年	成立失效分析（FA）实验室
2000 年	成立可靠性验证（RA）实验室
2002 年	海外拓点开始，于上海设立据点
2003 年	建立从 IC、PCB 至系统之完整电子验证服务链
2006 年	取得 TuV 和 ISO9001 认可
2007 年	于美国、大陆北京/深圳设立据点，并取得 CNAS 认可
2010 年	成立材料分析（MA）实验室
2014 年	成立信号测试实验室
2015 年	与欧商 DEKRA 合资成立「德凯宜特」
2017 年	宜特总部正式迁入竹科、成为 VESA 认可的 DP 实验室
2018 年	跨足晶圆后端工艺领域

资料来源：宜特科技官网，华西证券研究所

上海宜特检测成立于 2002 年，是国内首家全覆盖电子产品供应链技术服务的专业芯片检测服务商，服务范围涵盖晶圆装备、晶圆制造、集成电路（IC）设计、集成电路封装、终端产品等电子全产业链领域，目前在国内服务过的客户包括北方华创、

中芯国际、华虹宏力、华为海思、汇顶科技、紫光展锐、长电科技、华天科技、通富微电等 1000 多家客户，平均月服务客户超过 300 家。

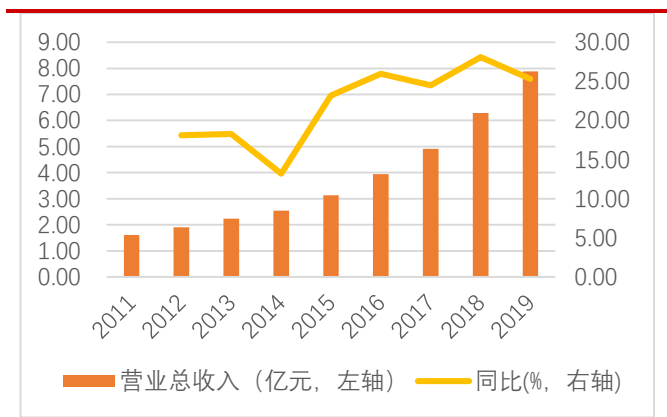
上海宜特检测先后获得过华为海思“优选”供应商、高通 5G 模块验证实验室稽核等称号，自 2014 年起，宜特检测在上海、深圳合计申请了 79 项专利，其中发明专利 17 项。

表 5 上海宜特主要财务数据（单位：元人民币）

项目	2019年6月30日	2018年12月31日
资产总额	367,272,298.48	399,057,857.94
负债总额	151,894,278.64	186,636,713.25
应收账款	43,290,042.82	39,766,789.46
所有者权益	215,378,019.84	212,421,144.69
项目	2019年1-6月	2018年度
营业总收入	94,672,831.25	178,802,158.04
营业利润	3,575,937.90	13,382,377.34
净利润	2,956,875.15	12,489,516.58
经营活动产生的现金流量净额	14,477,976.69	62,837,471.78

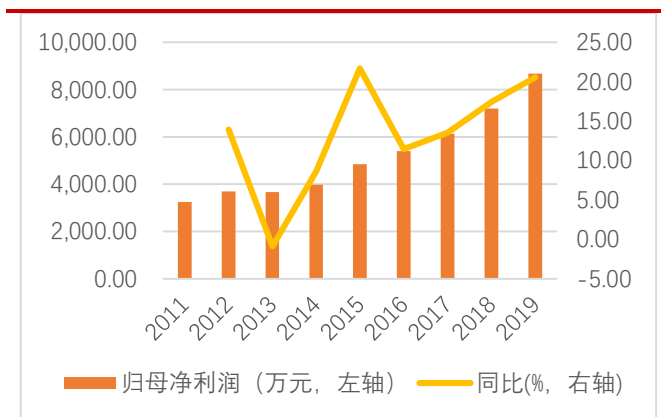
资料来源：苏试试验公告，华西证券研究所

图 16 苏试试验收入规模增长稳定



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 17 苏试试验归母净利润规模稳定增长



资料来源：Wind，华西证券研究所

2.1.2. 中国赛宝实验室——综合实力强劲

中国赛宝实验室即工业和信息化部电子第五研究所，又名中国电子产品可靠性与环境试验研究所，始建于 1955 年，是中国最早从事可靠性研究的权威机构，目前拥有各类试验、分析测试和计量设备仪器 10555 台套。

赛宝实验室可提供从材料到整机设备、从硬件到软件直至复杂大系统的认证计量、试验检测、分析评价、数据服务、软件评测、信息安全、技术培训、标准信息、工程监理、节能环保、专用设备和专用软件研发等技术服务。

赛宝实验室的元器件检测中心是中国第一个获得国际认可的国家级的检验机构，在行政上、经济上都独立于产品制造方和产品使用方的专业从事电子元器件检测、鉴定和评价的非营利性的第三方检验机构，可以提供电子元器件的 DPA 检测分析、老化筛选；集成电路的测试验证、老化筛选及可靠性验证；检测技术研究和可靠性试验研究等等。

赛宝实验室的可靠性研究分析中心（RAC）是中国赛宝实验室的核心技术部门，主要开展电子产品失效分析、破坏性物理分析、电子制造技术服务、电子产品污染控制技术项目等，拥有各类仪器设备包括：X 射线检测仪、程控 ESD 试验台、扫描电子显微镜（SEM）、集成电路测试验证系统、电子束微探针（EBT）、光辐射显微镜、红外热像仪、扫描声学显微镜（SAM）、内部气氛分析仪（IVA）等大型分析设备和配套的性能测试、试验评价、失效分析、理化分析等先进的精密仪器设备 500 余台套，其中大型设备超过 50 台套。

2.1.3. 胜科纳米——强势崛起

胜科纳米服务于半导体全产业链（70%）、面板等精密电子行业，目前公司已成为国内最具规模的内资独立实验室，在中国市场市占率及规模仅次于宜特、闽康等传统台湾服务商。

胜科纳米的主要客户群体是移动通讯产业链，客户涵盖国内外一线龙头，国内客户包括京东方、长电科技、三安光电、中芯国际等，国际客户目前已覆盖苹果及苹果供应链上的生产商，包括全球最大的半导体设备商应用材料公司 Applied Materials、世界上最大的无线生产半导体公司之一 Broadcom（博通）、全球无线运营巨头 Qualcomm（高通）、老牌半导体供应商 ST（意法）、全球知名光通信器件产品供应商 Finisar、光学元件生产巨头 Lumentum 等世界级客户。

2.1.4. 中国台湾闽康科技——市占率领先

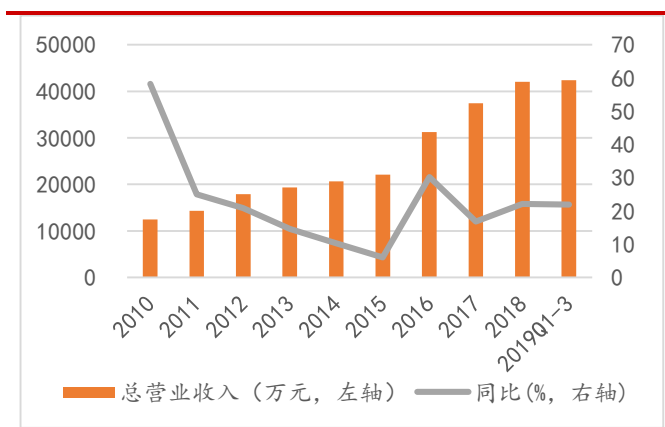
闽康科技是涵盖电子、电机、材料分析实验室的技术服务公司，服务范畴涵盖了电子产品设计阶段的快速除错与实体验证，以及微、奈米产品元件故障区域的精准定位、结构观察、材料成分等各种静态、动态测试分析；制程开发、制程整合、基础学术研究、品质管制等等。

图 18 闽康科技业务范围涵盖半导体相关产业等领域



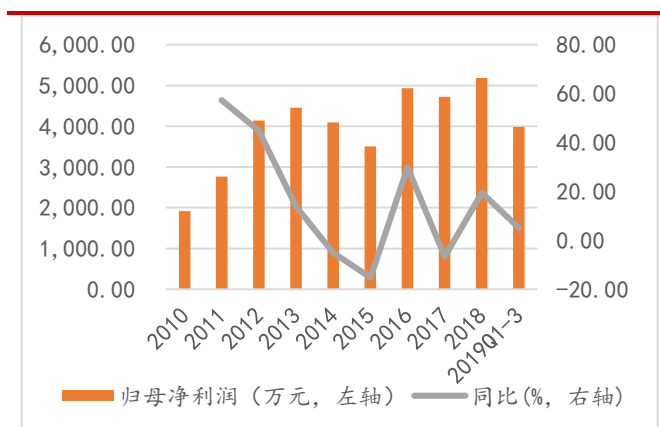
资料来源：闽康科技官网，华西证券研究所

图 19 闽康科技收入增长稳定



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 20 闽康科技利润有所波动



资料来源：Wind，华西证券研究所

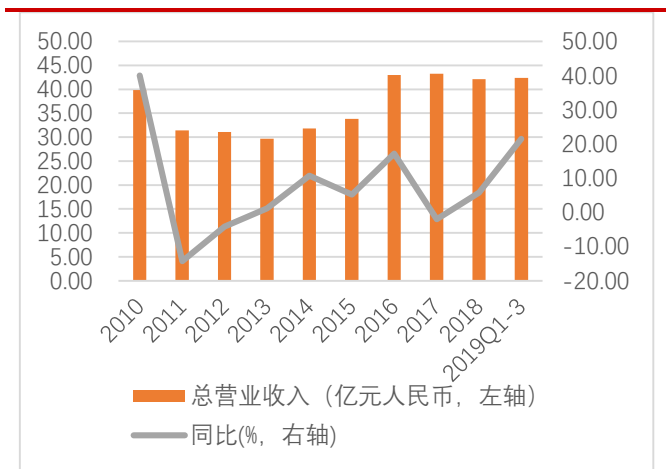
2.2. 专业第三方封装测试企业

半导体后道测试进入壁垒相对较低，但目前中国大陆专业芯片测试服务商仍较少，尤其是具有一定规模的企业，与设计、制造、封装等其他环节的蓬勃发展现状极为不符，目前国内主要从事企业有京元科技、华润赛美科、利扬芯片、华岭股份、北京确实安等。

2.2.1. 中国台湾京元电子——全球最大的专业测试厂

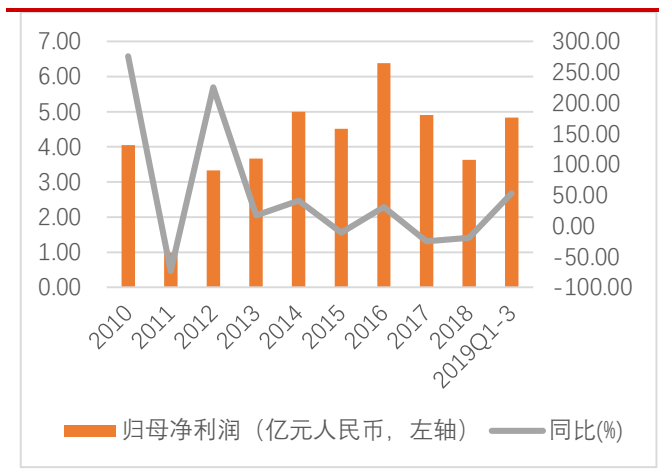
中国台湾京元电子集团成立于 1987 年 5 月，主要从事半导体产品的封装测试业务，收入规模世界排名第二，是全球最大的专业测试厂，在中国大陆、北美、日本、新加坡等多地为客户提供服务，测试服务项目报告晶圆测试、IC 成品测试、封装及其他项目。

图 21 京元科技收入水平



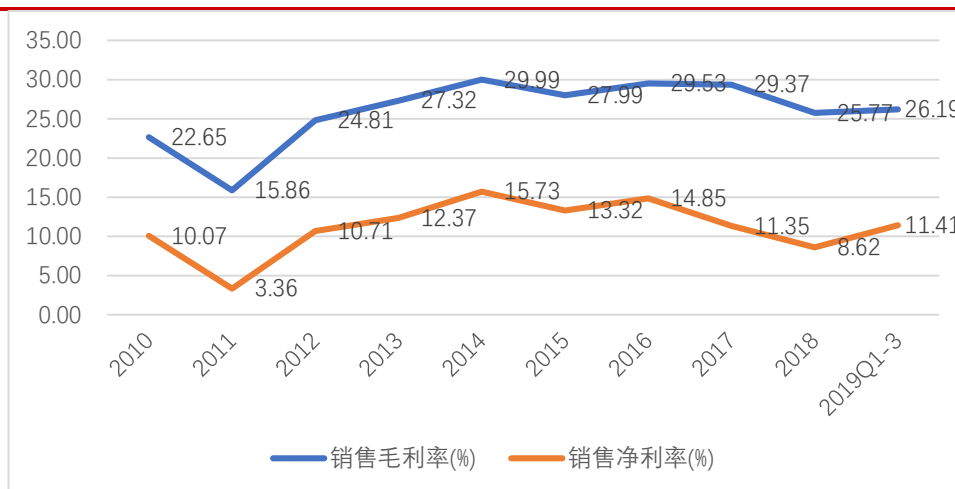
资料来源：Wind，华西证券研究所

图 22 京元科技归母净利润水平



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 23 近年京元科技毛利率和净利率水平有所波动 (%)



资料来源：Wind，华西证券研究所

2.2.2. 华润赛美科微电子——华润微电子旗下子公司

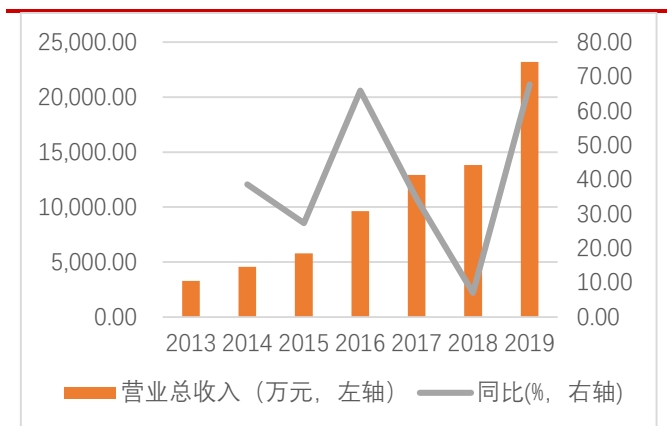
华润赛美科微电子(深圳)有限公司成立于 2000 年 6 月，是华润微电子旗下一家从事数字与模拟产品的测试及后工序服务（晶圆切割、挑粒及 IC 封装）的专业厂家，目前为华南地区规模大的专业代工测试公司，拥有数千平方米的万级洁净厂房，员工 400 多人，拥有 400 多台自美国、日本、韩国等地引进的先进测试设备，产品与服务涵盖各种半导体产品，为客户提供各种集成电路从中测——封装——成测的一体化服务。

公司已获得 16 项国家专利，具有自主知识产权，集成电路测试、封装开发能力在国内处于领先水平，拥有稳定的战略合作客户，包括中颖、比亚迪、国名技术、清华同方，松翰，致新等知名的 IC 设计公司。

2.2.3. 利扬芯片——专业半导体后端代工服务商

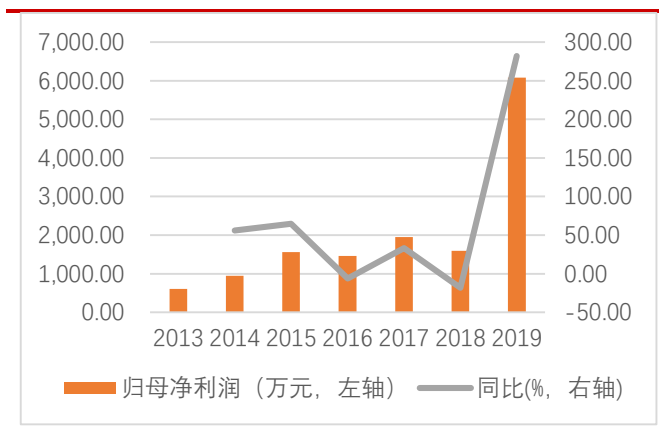
利扬芯片是国内知名的独立第三方集成电路测试服务商，主营业务包括集成电路测试方案开发、12 英寸及 8 英寸等晶圆测试服务、芯片成品测试服务以及与集成电路测试相关的配套服务，4 月 17 日，上交所正式受理了广东利扬芯片测试股份有限公司科创板上市申请。

图 24 2019 年利扬芯片收入大幅增长



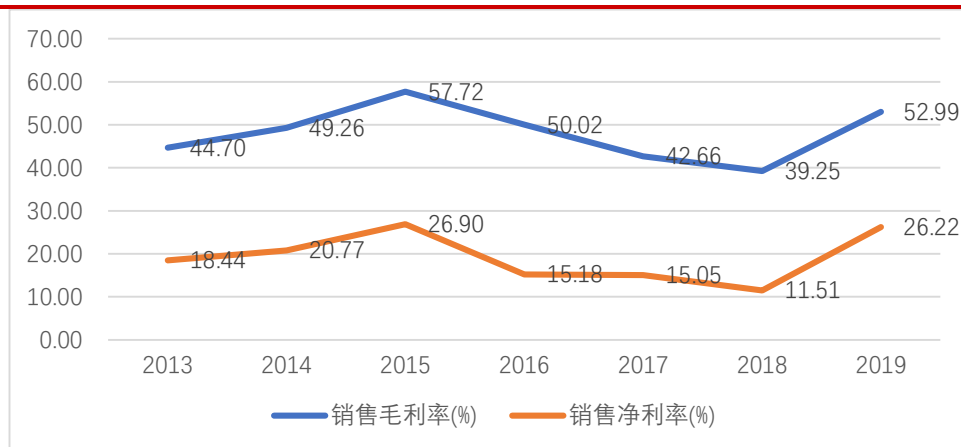
资料来源：Wind，华西证券研究所

图 25 2019 年利扬芯片归母净利润大幅增长



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 26 近年利扬芯片毛利率有所波动，2019 年回升至 53% (%)



资料来源：Wind，华西证券研究所

2.2.4. 华岭股份——国内领先的集成电路专业测试企业

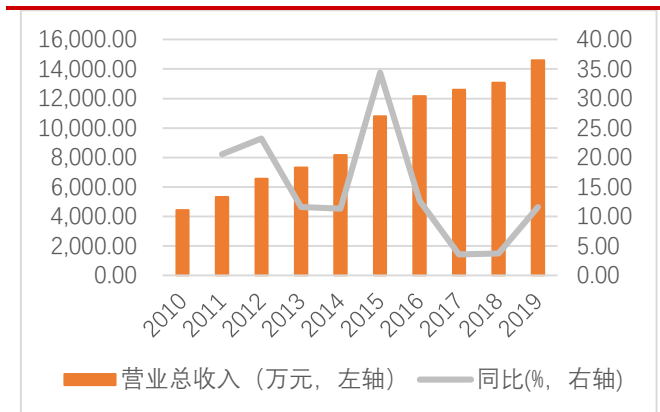
华岭股份系 2001 年复旦大学下属上海复旦微电子集团股份有限公司与 7 名自然人合资设立，至 2019 年 6 月末上海复旦仍持有公司 50.29% 的股份。

华岭股份是国内集成电路专业测试领先企业，建立了千级、百级、十级各种标准的净化测试环境，拥有国内领先的 12 英寸 28nm 及以下先进工艺集成电路测试生产线和 MEMS 测试平台，装备了 200 多台套国际先进的测试技术研发和分析系统，服务内容包括测试技术研究、测试软硬件设计、测试方案制定、新产品测试验证分析、可靠性试验、产业化测试等多元化服务，已服务包括国内集成电路设计前 5 大公司等 300 多家国内外行业用户。

近年公司承担和完成了 10 多项国家科技重大专项、国家科技支撑计划项目和上海市重点研发项目，为国家科技重大专项、重大工程、重点项目、国防预研项目等

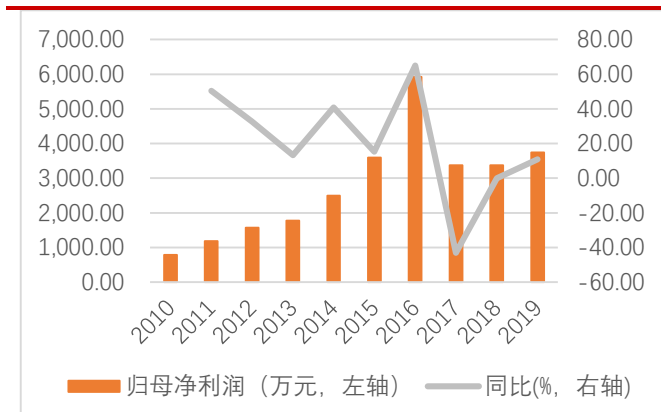
13 家单位 100 多个芯片产品提供了测试技术支撑及服务。测试产品涵盖国产 X86CPU、北斗卫星导航、4G 智能移动通信芯片、高端 SoC 芯片、高性能 FPGA 芯片、国产金融 IC 卡、汽车电子、物联网器件等高端集成电路的测试技术开发及产业化应用。

图 27 华岭股份收入稳定增长



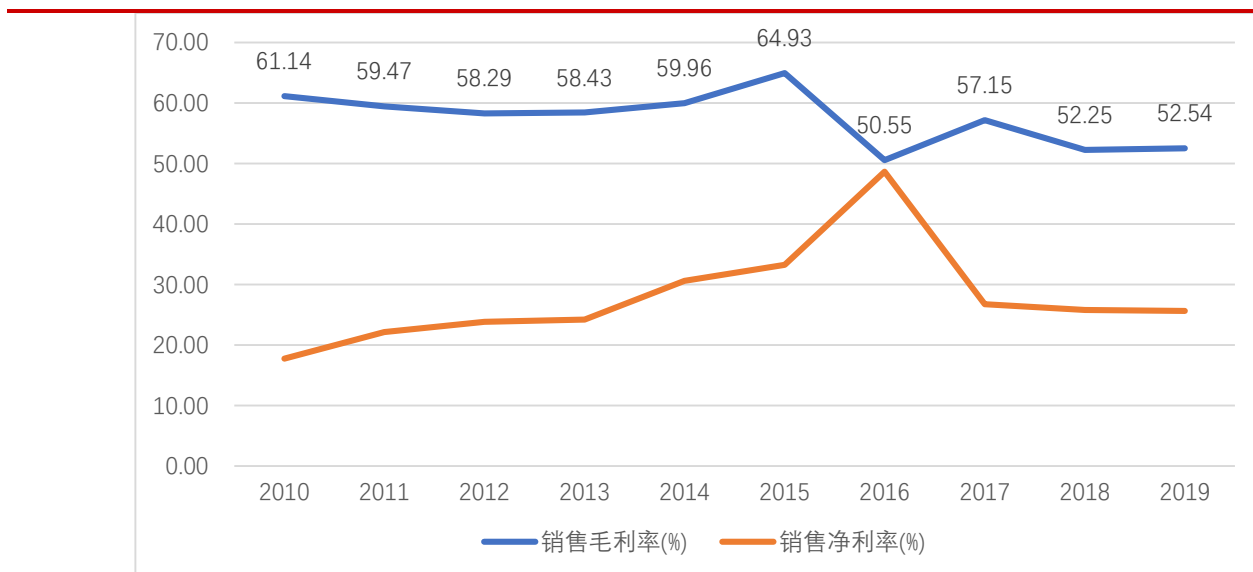
资料来源：Wind，华西证券研究所

图 28 华岭股份归母净利润有所波动



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 29 华岭股份今年毛利率水平维持在 50%以上 (%)



资料来源：Wind，华西证券研究所

3. 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，如疫情导致宏观经济波动过大或者半导体行业的大幅周期性调整，也将导致半导体第三方检测行业的波动。

2) 相关企业市场订单获取低于预期：第三方实验室检测依赖其实验室的布局和订单获取，如布局和订单获取低于预期将造成公司业绩不及预期；专业第三方测试企业订单获取与上游封装、设计企业直接相关，如获取不及预期也将影响业绩。

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。

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。