头豹 LeadLeo

FROST & SULLIVAN 沙利文

www.leadleo.com

2024年中国晶圆检测设备行业研究报告：半导体工艺控制核心设备，国产化率持续提升

Research Report on China's Wafer Defect Inspection Equipment Industry in 2024

2024年中国ウェハ検出装置業界研究報告

报告标签：半导体设备，半导体检测设备，晶圆检测

2024/05

团队介绍 Our Team

- 头豹深耕行企研究6年，凭借丰富的内容生产、平台运营和知识管理经验， 基于人工智能、大模型、云计算等先进数字技术，构建了业内领先的全产业 覆盖、百万级原创研究内容数据库，首创全开源、多方协同、可拓展的 智慧行研平台——“脑力擎KnowlengineTM”知识管理与研究辅助KaaS系统，并通过“AI推理+AI搜索”双引擎辅助分析师提升工作效能，加深行研 精度，助力行业实现数字化转型升级，赋能数字中国建设。

- 头豹科创网(www.leadleo.com) 拥有**20万+专业用户**，全行业赛道覆盖及相关研究报告产出数百万原创数据元素，每年数千场直播及视频内容，**用户覆盖了超过70%的投融资机构、金融机构和资本市场服务机构。**近年来，头豹研报在资本市场的影响力逐年提升。据不完全统计，**已有上百家拟上市及上市公司在其信披材料中大量引用头豹数据及观点。**头豹精选报告被全球著名的财经资讯平台路孚特(Refinitiv)广泛收录，帮助中国企业获得国内外投资机构重点关注，吸引投资，赋能企业发展。

报告作者 Report Author

姓名：张俊雅

职位：头豹研究院 TMT+行业分析师

Email：jacob.zhang@leadleo.com

头豹 LeadLeo

网址：www.leadleo.com

电话：李先生 13080197867

郑女士 18998861893

李先生 13466702216

地址：深圳市南山区华润置地大厦E座4105

©2024 LeadLeo

目录
CONTENTS

◆ 中国晶圆检测设备行业综述 ---------- 6

- 行业定义：半导体过程控制（量/检测）设备是保证芯片生产良品率的关键 ---------- 7
- 行业分类：半导体检测从工序上可分为前道量检测、后道检测和实验室检测 ---------- 8
- 技术路线：量/检测技术主要包括光学检测技术、电子束检测技术和X光量测技术 ---------- 9
- 行业发展现状（1/3） ---------- 10
- 行业发展现状（2/3） ---------- 11
- 行业发展现状（3/3） ---------- 12

◆ 中国晶圆检测设备产业链分析 ---------- 13

- 产业链图谱 ---------- 14
- 产业链上游：高精度运动与控制系统类和光学类零部件主要从日本和德国等海外供应商采购 ---------- 15
- 产业链中游：国产晶圆检测设备基本实现了28nm及以上制程产品的初步覆盖 ---------- 16
- 产业链下游：中国晶圆厂在12英寸晶圆领域快速扩产，总体规划产能达417.3 万片/月（1/2） ---------- 17
- 产业链下游：中国晶圆厂在12英寸晶圆领域快速扩产，总体规划产能达417.3 万片/月（2/2） ---------- 18

◆ 中国晶圆检测设备行业相关政策 ---------- 19

- 国家层面晶圆检测设备行业相关政策 ---------- 20
- 地方层面晶圆检测设备行业相关政策 ---------- 21

◆ 中国晶圆检测设备市场规模 ---------- 22

- 半导体设备市场规模：2023年受下游需求疲软影响出现下滑，预计2024年市场出现回暖 ---------- 23
- 半导体量/检测设备市场规模：中国大陆市场回暖将滞后全球市场半年至一年 ---------- 24

©2024 LeadLeo

目录
CONTENTS

◆ 中国晶圆检测设备行业驱动因素及发展趋势 ---------- 25

- 驱动因素（1/3）：中国大陆晶圆厂产能爬坡，带动晶圆检测设备采购量提升 ---------- 26
- 驱动因素（2/3）：美日荷先进半导体设备封锁，中国晶圆检测设备国产替代势在必行 ---------- 27
- 驱动因素（3/3）：晶圆检测设备投资额随制程节点先进程度提升而大幅增长 ---------- 28
- 发展趋势：光学检测分辨率提高、多系统组合、大数据检测算法、提高检测速度和吞吐量 ---------- 29

◆ 中国晶圆检测设备行业竞争格局 ---------- 30

- 竞争态势：全球半导体量/检测市场呈现高度垄断格局，科磊半导体（KLA）市占率超50% ---------- 31
- 厂商产品进展情况：已推出设备精度多为μm级别，nm级别精度产品多在研发或验证中 ---------- 32

◆ 中国晶圆检测设备企业推荐 ---------- 33

- 中科飞测：国产量检测设备龙头厂商，高端量检测产品持续扩充 ---------- 34
- 诚锋科技：专注半导体视觉外观检测及前道YE图形检测设备，实现核心设备国产替代 ---------- 35
- 上海精测：聚焦半导体前道检测设备，膜厚系列产品、OCD设备、电子束设备已获批量订单 ---------- 36

◆ 业务合作 ---------- 37

◆ 方法论与法律声明 ---------- 38

©2024 LeadLeo

报告摘要

■ 预计全球半导体量/检测设备市场在2024年回暖，而中国大陆市场回暖将滞后全球市场半年至一年

预计全球量/检测设备市场将在2024年上半年开始回暖，然而中国大陆市场的恢复性增长将滞后半年到一年。增长滞后主要由于：1）截至一季度，中国大陆晶圆代工厂订单增长不显著，且未见明显资本开支上调迹象；2）中国大陆厂商对于高阶封装技术的掌握仍需半年到一年的时间。高阶封装技术的掌握可使得中阶芯片代工需求量增长，进而推动包括量/检测设备在内的半导体设备采购需求增长。

■ 中国晶圆检测设备厂商基本实现了28nm及以上制程产品的初步覆盖

中国晶圆检测设备厂商产品已覆盖有图形/无图形缺陷检测、电子束缺陷检测/复查等检测设备，并基本实现了28nm及以上制程的初步覆盖，国产头部厂商正在进行更先进工艺节点产品的研发或验证。

国产晶圆检测设备厂商与海外厂商相比，其差异在于：1）产品覆盖程度不及海外厂商。科磊半导体（KLA）几乎涵盖所有前道检测产品，覆盖率超过90%，应用材料（AMAT）及创新科技（ONTO）在前道检测产品覆盖率也超过60%，而多数国产厂商在前道检测产品覆盖率在20%-30%；2）产品工艺节点远不及海外头部厂商。目前国产晶圆检测设备厂商仅能批量出货28nm及以上制程产品，对于28nm以下制程产品仍在研发和验证中。海外头部厂商产品普遍能覆盖2Xnm以下制程，而科磊半导体（KLA）的无图形晶圆缺陷检测产品Surfscan SP7XP已经应用在5nm及以下制程。

■ 全球半导体量/检测市场呈现高度垄断格局，科磊半导体（KLA）市占率超50%

全球半导体量/检测设备市场集中度较高，CR5超80%。中国市场中，半导体量/检测设备国产化率已由2020年的2%左右提升至2023年的5%左右。产品细分领域中，高精度Overlay测量设备国产化率接近于0；X光量检测设备国产化率不足1%；膜厚厚度量测设备国产化率已达到15%；光学复查设备国产化率已达到10%；AOI检测设备国产化率可达到15%。国产晶圆检测设备厂商有中科飞测、上海精测、上海睿励、赛腾股份、诚锋科技、矽行半导体、东方晶圆、上海御微、南京中安等。

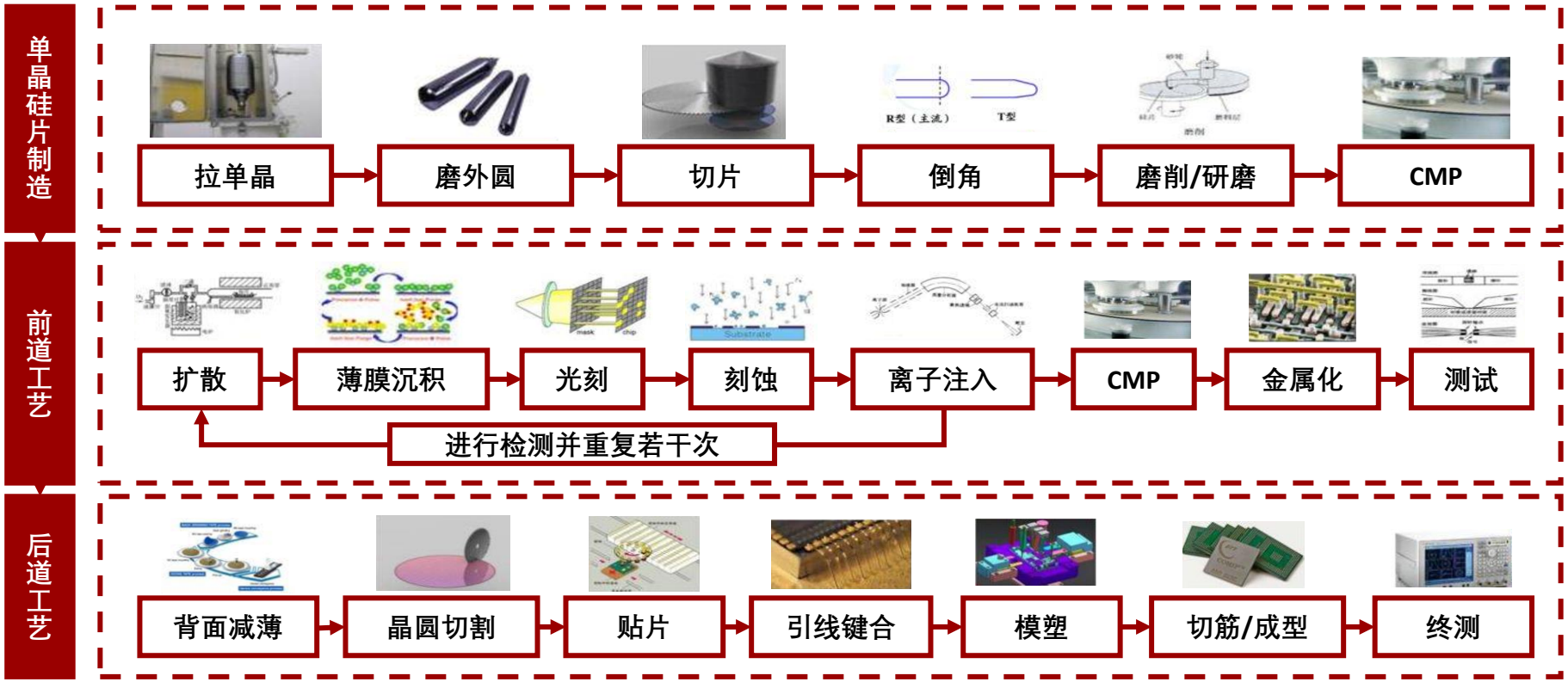
Chapter 1

中国晶圆检测设备行业综述

行业定义：半导体过程控制（量/检测）设备是保证芯片生产良品率的关键

半导体过程控制（量/检测）设备为集成电路生产过程中的核心设备之一，贯穿集成电路生产全过程，是保证芯片良品率的关键

半导体制造工艺流程



- *随着集成电路工艺节点的提高，制造工艺步骤持续增加，工艺中产生的致命缺陷数量也随之增加，因此每一道工序的良品率都要保持在几乎“零缺陷”的极高水准才可保证最终芯片的良品率。*

- 半导体设备可分为**前道设备（晶圆制造）**和**后道设备（封装与测试）**两大类。前道设备涉及硅片加工、光刻、刻蚀、离子注入、薄膜沉积、清洗、抛光、金属化等工艺，所对应的核心专用设备包括硅片加工设备、光刻设备、刻蚀设备、清洗设备、离子注入设备、薄膜沉积设备、机械抛光设备、量/检测设备等。后道设备则包括封装设备和测试设备，同时后道先进封装工艺也会用到部分前道设备。**半导体过程控制（量/检测）设备为集成电路生产过程中的核心设备之一，贯穿于集成电路生产的全过程，是保证芯片生产良品率的关键。**

来源：头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文

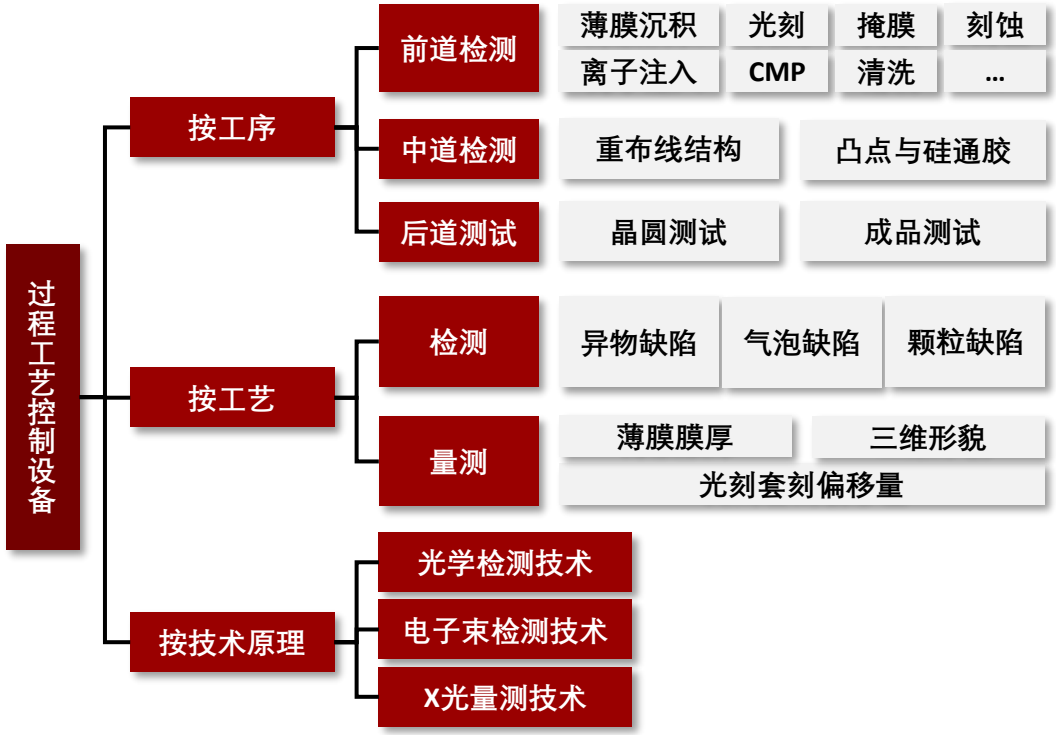
注：本篇报告重点讨论前道晶圆检测设备。

©2024 LeadLeo

行业分类：半导体检测从工序上可分为前道量检测、后道检测和实验室检测

半导体检测从工艺上可分为检测和量测；从工序上可分为前道量检测、后道检测和实验室检测；从技术原理上可分为光学检测技术、电子束检测技术和X光量测技术

量检测过程工艺控制设备分类



半导体检测分类（按工序）

半导体生产环节	前道量检测	后道检测	实验室检测
检测对象	加工中的晶圆	加工后的晶圆 封装后的芯片	产业链任一环节的样品
检测项目	薄膜厚度量测、 晶圆图形缺陷检测等	晶圆测试（CP）、 成品测试（FT）等	失效分析（FA）、 材料分析（MA）、 可靠性分析（RA）等
检测方式	全检	全检	非全检，针对特性失效样品检测或针对完好样品的抽检
	非破坏性	非破坏性	破坏性、非破坏性
主要检测目的	控制生产工艺缺陷	监控前道工艺良率、 保证出厂产品合格率	确定样品失效原因、测定材料结构与成分、验证产品可靠性
服务机构	厂内产线在线监控	厂内产线在线监控	厂内自建实验室
		第三方测试	第三方实验室检测

- 从***工艺***上看，量/检测设备可分为检测（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；从***工序***上看，半导体检测可分为前道检测、后道检测及实验室检测。其中，**前道量检测**主要应用于晶圆加工环节，目前主要以厂内产线在线监控为主。**后道检测**主要应用于晶圆加工后的芯片电性测试及功能性测试，目前主要以厂内产线在线监控及第三方测试为主。**实验室检测**则主要针对生效样品进行缺陷定位和故障分析，主要以第三方实验室及厂内自建实验室为主；从***技术原理***上看，量检测主要包括光学检测技术、电子束检测技术和X光量测技术，**其中光学检测速度快、无接触，是目前主要的检测技术**。

来源：中科飞测招股书，胜科纳米招股书，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

技术路线：量/检测技术主要包括光学检测技术、电子束检测技术和X光量测技术

从技术路线来看，量/检测技术主要包括光学检测技术、电子束检测技术和X光量测技术，三者的差异主要体现在检测精度、检测速度及应用场景上。光学检测技术具备相对较高的检测精度和速度，市场空间占比最大，达81.4%

晶圆检测技术路线对比，2023

技术名称	主要内容	先进制程工艺应用情况	优势	劣势	未来发展方向	市场份额
光学检测技术	**基于光学原理**，通过对光信号进行计算分析以获得检测结果，具有**速度快**、**精度高**、**无损伤**的特点	应用于28nm及以下的全部先进制程。光学检测技术因其特点，**目前广泛应用于晶圆制造环节**	精度高，速度快，能够满足全部先进制程的检测需求，符合规模化生产的速度要求，并且能够满足其他技术所不能实现的功能，如三维形貌测量、光刻套刻测量和多层膜厚测量等应用	与电子束检测技术相比，精度存在一定劣势	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	81.4%
电子束检测技术	通过**聚焦电子束扫描**样片表面产生样品图像以获得检测结果，具有**精度高**、**速度较慢**的特点，通常用于部分线下抽样测量部分关键区域	应用于28nm及以下的全部先进制程。电子束检测技术因其具有精度高但速度慢特点，所以基于电子束检测技术的设备**一部分应用于研发环节，一部分应用在部分关键区域抽检或尺寸量测等生产环节**，例如纳米量级尺度缺陷的复查、部分关键区域的表面尺度量测以及部分关键区域的抽检等	精度比光学检测技术更高	速度相对较慢，适用于部分晶圆的部分区域的抽检应用，在满足规模化生产存在一定的劣势	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	14.2%
X光量测技术	基于X光的**穿透力强**及**无损伤**特性进行特定场景的测量	应用于28nm及以下的全部先进制程，但鉴于X光具有穿透性强、无损伤特性，所以主要**应用于特定的场景**，如检测特定金属成分	具有穿透性强，无损伤的特点，在特定应用场景的检测具有优势，如检测超薄膜厚度，可以检测特定金属成分等	速度相对较慢，应用场景较少，只限于特定应用需求	基于X光的穿透性特性，扩大应用的场景范围	2.3%

- **从技术路线来看，量/检测技术主要包括光学检测技术、电子束检测技术和X光量测技术。**其中，光学检测技术室目前晶圆制造场景下的主要检测技术，2023年市场份额占比为81.4%。
- **光学检测技术、电子束检测技术和X光量测技术的差异主要体现在检测精度、检测速度及应用场景上。**在相同条件下，**光学技术的检测速度比电子束检测技术快**，速度可较电子束检测技术快1,000倍以上。然而由于电子束的波长远短于光的波长，波长越短精度越高。因此在相同条件下，**电子束检测技术拥有较光学检测更高的精度**；**与X光量测技术相比，光学检测技术的适用范围更广**，X光量测技术主要应用于特定金属成分测量和超薄膜测量等特定领域。

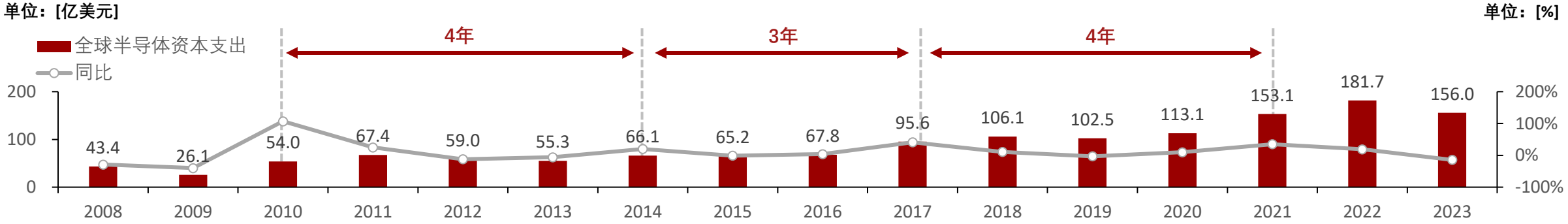
来源：中科飞测招股书，VLSI，头豹研究院

©2024 LeadLeo

行业发展现状（1/3）

全球半导体行业呈现典型周期性，技术驱动10年长周期，资本开支驱动3-4年短周期。预计2024年全球半导体行业资本开支将迎来反弹，拉动全球半导体设备投资增加，半导体量/检测设备需求量有望持续提升

全球半导体行业资本开支及增速，2008-2023



❑ **全球半导体行业呈现典型周期性，技术迭代驱动10年长周期，资本开支驱动3-4年短周期。**从***长周期***来看，半导体制造技术大约每10年进行一波迭代，从1965年至今已发展到EUV光刻机为代表的第六代技术，制程节点突破至以台积电最新发布的1.6nm（TSMC A16TM）半导体工艺；从***短周期***来看，2023年全球半导体行业资本开支同比下降**14%**至**156亿美元**，下降主要由于芯片需求疲软以及消费和移动设备库存增加，众多半导体公司减少对新设备的投资，以应对市场的不确定性。其中，削减幅度最大的是存储公司，降幅为**19%**。**按此周期计算，全球半导体行业有望在2024年迎来复苏，晶圆厂资本开支有望上调。半导体量/检测设备作为半导体工艺控制环节的重要组成，其需求量预计在2024年下半年开始逐步提升。**

	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代	第六代
时间区间	1965-1975	1975-1985	1985-1995	1995-2005	2005-2015	2015-2025
特征尺寸	12-3μm	3-1μm	1-0.35μm	0.35μm-65nm	65-22nm	22-1.6nm
存储器	小于1KB到16KB	16KB-1MB	1-64MB	64MB-1GB	1-16GB（芯片组）	16GB到1TB以上（芯片组）
CPU字长（bit）	4,8	8,16	16,32	32,64	64	64
CPU晶体管数	1000	10^4 - 10^5	10^5 - 10^6	10^6 - 10^7	10^8 - 10^9，多核架构	多核架构
主流圆片直径	2-4in	4in-150mm	150mm，200mm	200mm，300mm	200mm，300mm	200mm，300mm，450mm
主流设计工具	手工	从逻辑编辑到布局布线	从布局布线到综合	从综合到DFM	SoC、IP	SoC、IP、SiP
主要封装形式	从TO到DIP	DIP	从DIP到QFP	DIP、GFP、BGA	多种封装、SiP	SiP、3D封装、Chiplet等

来源：IC Insights，头豹研究院

©2024 LeadLeo

行业发展现状（2/3）

全球半导体设备市场高度集中，海外龙头厂商仍处于垄断地位，中国半导体设备厂商已覆盖多个细分领域，但仍处于国产化替代的早期阶段

中国大陆主流半导体设备厂商产品布局

工艺流程	单晶生长		前道工艺													后道工艺			
设备类型	硅	Sic	刻蚀	清洗	薄膜沉积			热处理		光刻		离子注入	抛光	去胶	前道测试		测试			先进封装
公司/细分设备				清洗机	PVD	CVD	ALD	氧化炉	RTP设备	涂胶显影	光刻机	离子注入机	CMP设备	去胶机	检测	量测	测试机	分选机	探针台	
北方华创	■	■	■	■	■	■	■	■												
晶盛机电	■	■				■														
中微公司			■			■	■													
盛美上海				■		■	■	■		■			■							
至纯科技				■																■
华海清科													■							
拓荆科技						■	■													
长川科技																	■	■	■	■
芯源微			■	■						■				■						
万业企业			■			■	■		■			■								
中科飞测															■	■				
华峰测控																	■			
晶升股份	■	■																		
屹唐半导体			■						■					■						
上海微电子											■					■				
精测电子															■	■				

- **全球半导体设备市场高度集中，中国半导体设备厂商产品布局方面已涵盖了半导体制造过程中的多个关键环节，但海外龙头厂商仍处于垄断地位，国产替代仍处于早期阶段。**根据SEMI，2022年中国晶圆厂商半导体设备国产化率明显提升，从21%提升至**35%**，预计2025年，国产化率将会达到**50%**，并初步摆脱对美国半导体设备的依赖。

来源：SEMI，公司公告，头豹研究院

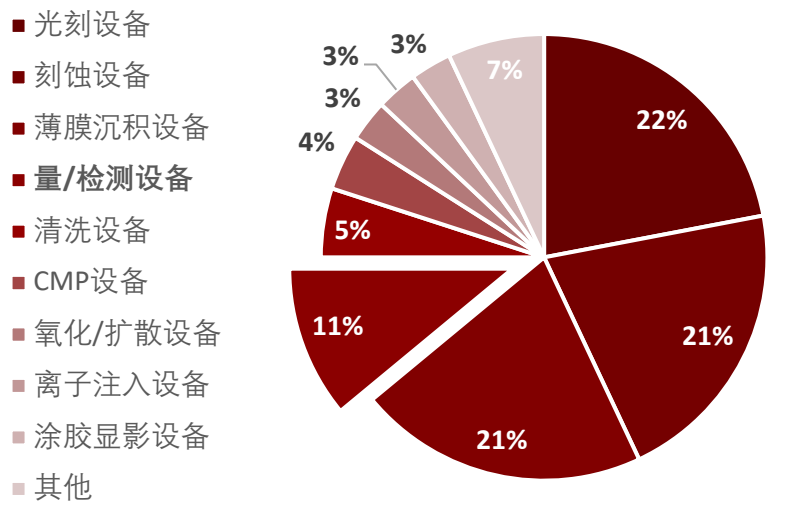
©2024 LeadLeo

行业发展现状（3/3）

在晶圆制造设备中，量/检测设备价值量占比约为11%，仅次于光刻设备、刻蚀设备和薄膜沉积设备，显著高于清洗、CMP、涂胶显影等设备；量/检测设备国产化率仍处于较低水平，处于5%以下，未来国产替代空间大

晶圆制造各类设备价值量占比，2022

单位：[%]



中国主要半导体设备海内外品牌及国产化率

类别	外资品牌	国产品牌	国产化率
光刻设备	ASML、Nikon、Canon	上海微电子	<1%
涂胶显影	TEL、DNS	芯源微	<5%
刻蚀设备	LAM、TEL、AMAT	中微公司、北方华创	10-20%
薄膜沉积设备	AMAT、LAM、TEL	北方华创、拓荆科技、中微公司、微导纳米、盛美上海等	10-30%
离子注入设备	AMAT、Axcelis、Nissin	烁科中科信、凯世通	<5%
量/检测设备	KLA、AMAT、日立高新	精测电子、上海睿励、中科飞测、诚锋科技等	<5%
清洗设备	DNS、TEL、KLA、LAM	盛美上海、北方华创、至纯科技、芯源微等	20-30%
CMP抛光设备	AMAT、Revasum、Ebara	华海清科等	20-30%
热处理设备	AMAT、TEL	北方华创、华卓精科、屹唐半导体等	30-40%
去胶机	PSK、Hitachi	屹唐半导体	80-90%

- 从晶圆厂的资本开支来看，20%-30%用于厂房建设，70%-80%用于设备投资。前道设备（晶圆制造）投资量占半导体设备投资量的约80%，封装和测试设备占比分别约为10%和8%。2022年全球晶圆制造设备中，光刻设备、刻蚀设备和薄膜沉积设备价值量占比分别为22%、21%和21%，而量/检测设备价值量占比约为11%，显著高于清洗、CMP、涂胶显影、离子注入等细分领域设备。
- 目前在**28nm及以上**领域，中国半导体设备厂商已基本实现了全覆盖，国产化率达80%以上。而在**14nm**工艺上，中国半导体设备厂商也实现了50%以上的覆盖，国产化率已达到了20%以上。目前在**14nm以下**，国产化率仍较低，仅为10%左右。
- 中国大陆半导体设备国产化率稳步提升，刻蚀设备、薄膜沉积设备、清洗设备、CMP抛光设备的国产化率位于10%-30%之间，热处理设备国产化率位于30%-40%之间；去胶机国产化率达到了90%。然而，量/检测设备、离子注入设备、涂胶显影设备国产化率仍较低，处于5%以下；光刻设备国产化率仅不到1%，意味着国产替代空间大

来源：SEMI，公司公告，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

Chapter 2

中国晶圆检测设备产业链分析

产业链图谱

晶圆检测设备产业链上游为零部件厂商，包括运动与控制类、光学类、机械加工件厂商等；中游为晶圆检测设备厂商；下游为晶圆制造厂商

晶圆检测设备产业链图谱

来源：中科飞测招股书，专家访谈，头豹研究院

©2024 LeadLeo

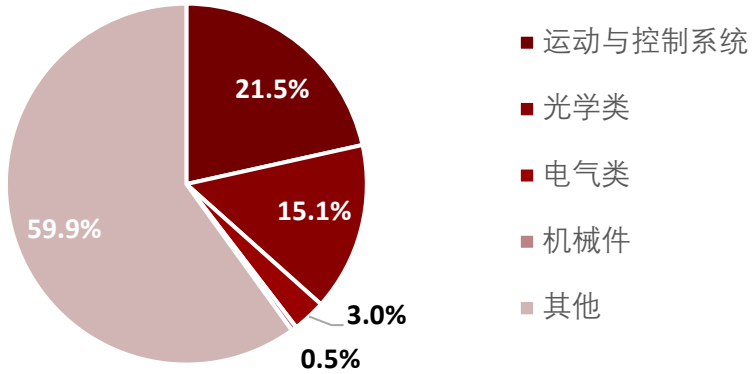
产业链上游：高精度运动与控制系统类和光学类零部件主要从日本和德国等海外供应商采购

晶圆检测设备上游零部件主要可分为运动与控制系统类、光学类、电气类、机械加工件和机械标准件，高精度零部件主要从海外厂商采购，相关零部件国产化程度相对较低

晶圆检测设备上游零部件类型

原材料类型	主要零部件
运动与控制系统类	EFEM、机械手、精密运动系统等
光学类	光源、镜头、相机、探测器、光学传感器、光学元件等
电气类	继电器、接触器、断路器、电源类、工控机、显示屏、图像采集卡、工业传感器、仪器仪表、操作指示类等
机械加工件	机加工件、钣金及型材、装调工装、样品台等
机械标准件	光机标准件、运动及结构类机械标准件、气路控制元件、气源处理元件、气路执行元件、液体类控制元件、液体类处理元件、管接头、风机过滤机组等
其他	网线、电线电缆、端子/接插件、紧固件、工具类等

成本占比



- **晶圆检测设备上游零部件主要可分为运动与控制系统类、光学类、电气类、机械加工件和机械标准件**，其中运动与控制系统类零部件和光学类零部件成本占比分别约为21.5%和15.1%。先进设备前端模块(EFEM)、机械手等运动与控制系统类零部件主要从日本等海外供应商获取，而先进光学类零部件主要从日本和德国等海外供应商获取，相关零部件国产化程度相对较低。
- **中国晶圆检测设备厂商的商业模式为通过从海外采购高精度零部件，再由国内厂商进行组装**。国产头部设备厂商由于采购量较大，通常在采购海外零部件厂商高精度零部件上具备渠道优势。**国产晶圆检测设备厂商核心竞争力之一在于零部件供应商渠道能力，而国产零部件供应商的核心竞争力又在于能否稳定获取海外高精度零部件。**国产晶圆检测设备厂商与海外头部厂商的商业模式均为采购零部件后进行组装，然而海外头部设备厂商通常能参与到上游零部件厂商的研发设计中。
- 由于早期国产晶圆检测设备厂商对于海外零部件采购量不大，通常只需要花费1-2个月进行零部件采购即可进行设备组装，设备交付周期可控制在4-8个月。然而随着国产晶圆检测设备国产化替代程度不断提高，国产设备商对于海外高精度零部件需求量不断提升，海外零部件厂商出现了供不应求及交货周期大幅拉长的情况，这也使得国产晶圆检测设备商交货周期延长至6-14个月。

来源：中科飞测招股书，专家访谈，头豹研究院

©2024 LeadLeo

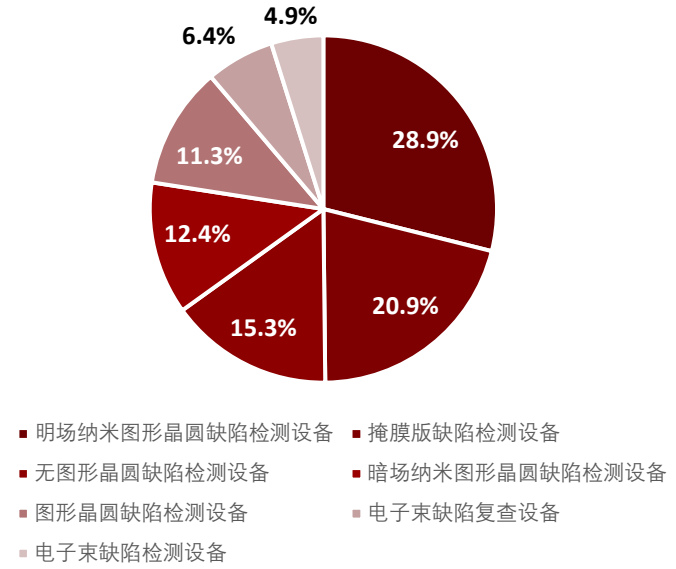
产业链中游：中国晶圆检测设备基本实现了28nm及以上制程产品的初步覆盖

中国晶圆检测设备厂商产品已覆盖有图形/无图形缺陷检测、电子束缺陷检测/复查等检测设备，并基本实现了28nm及以上制程的初步覆盖，国产头部厂商正在进行更先进工艺节点产品的研发或验证

海内外厂商晶圆检测设备细分领域产品布局

细分产品	海外厂商			国内厂商								
	科磊半导体	应用材料	创新科技	中科飞测	上海精测	上海睿励	赛腾股份	诚锋科技	矽行半导体	东方晶源	上海御微	南京中安
掩膜版缺陷检测设备	■	■									■	
无图形晶圆缺陷检测设备	■		■	■		■	■					■
图形晶圆缺陷检测设备	■	■	■	■	■	■		■	■		■	
纳米图形晶圆缺陷检测设备	■	■	■	■	■			■				
电子束缺陷检测设备	■		■		■					■		
电子束缺陷复查设备	■	■			■					■		

半导体检测设备市场份额，2023



- 中国晶圆检测设备厂商产品已覆盖了掩膜版缺陷检测设备、无图形晶圆缺陷检测设备、图形晶圆缺陷检测设备、纳米图形晶圆缺陷检测设备、电子束缺陷检测设备和电子束缺陷复查设备等前道晶圆检测设备，并已持续取得国内半导体制造厂商的采购订单，打破海外厂商垄断。
- 中国晶圆检测设备厂商主要有中科飞测、上海精测、上海睿励、赛腾股份、诚锋科技、矽行半导体、东方晶圆、上海御微、南京中安等，厂商检测设备产品主要围绕无图形晶圆缺陷检测设备和图形晶圆缺陷检测设备，部分厂商产品已实现批量出货。而部分厂商纳米图形晶圆缺陷检测设备仍在研发或一线产线验证中。
- 国产晶圆检测设备厂商与海外厂商相比，其差异在于：**1）产品覆盖程度不及海外厂商**。科磊半导体（KLA）几乎涵盖所有前道检测产品，覆盖率超过90%，应用材料（AMAT）及创新科技（ONTO）在前道检测产品覆盖率也超过60%，而多数国产厂商在前道检测产品覆盖率在20%-30%；**2）产品工艺节点远不及海外头部厂商**。目前国产晶圆检测设备厂商仅能批量出货**28nm及以上**制程产品，对于28nm以下制程产品仍在研发和验证中。海外头部厂商产品普遍能覆盖**2Xnm以下**制程，而科磊半导体（KLA）的无图形晶圆缺陷检测产品Surfscan SP7XP已经应用在**5nm及以下**制程。

来源：VLSI，公司公告，头豹研究院

©2024 LeadLeo

产业链下游：中国晶圆厂在12英寸晶圆领域快速扩产，总体规划产能达417.3 万片/月（1/2）

截至2023年底，中国大陆拥有建成和在建的40个12英寸晶圆厂，以及9个计划建设中的晶圆厂，49座晶圆厂合计规划产能达417.3 万片/月；8英寸和6英寸晶圆厂规划产能分别为160万片/月和45万片/月

中国大陆12英寸晶圆产能建设，2023

公司	地点	建设状态	晶圆尺寸	当前产能（万片/月）	规划产能（万片/月）
中芯国际	上海	建成	12英寸	1.5	3.5
中芯国际	北京	建成	12英寸	5.2	6
中芯国际	北京	建成	12英寸	6.2	10
中芯国际	深圳	建成	12英寸	0	4
华虹集团（上海华力）	上海	建成	12英寸	3.5	3.5
华虹集团（上海华力）	上海	建成	12英寸	3	4
华虹集团（华虹半导体）	无锡	建成	12英寸	2.5	8
华润微	重庆	建成	12英寸	2	3.5
晶合集成	合肥	建成	12英寸	4	4
长江存储	武汉	建成	12英寸	0	10
长江存储	武汉	建成	12英寸	0	10
合肥长鑫	合肥	建成	12英寸	4	12.5
武汉新芯	武汉	建成	12英寸	2.5	2.5
武汉新芯	武汉	建成	12英寸	2.5	11.5
士兰微（士兰集昕）	厦门	建成	12英寸	4	8
闻泰科技（安世半导体）	上海	建成	12英寸	3	10
杭州富芯	杭州	建成	12英寸	5	5
福建晋华	泉州	建成	12英寸	0	6
三星	西安	建成	12英寸	12	12
三星	西安	建成	12英寸	8	20
英特尔	大连	建成	12英寸	4	4
SK海力士	无锡	建成	12英寸	10	10
SK海力士	无锡	建成	12英寸	10	20
台积电	南京	建成	12英寸	2	2
联电-厦门联芯	厦门	建成	12英寸	2	5

公司	地点	建设状态	晶圆尺寸	当前产能（万片/月）	规划产能（万片/月）
中芯国际	深圳	在建	12英寸	0	10
中芯国际	北京	在建	12英寸	0	10
中芯国际	上海	在建	12英寸	0	3.5
中芯东方	上海	在建	12英寸	0	10
中芯西青	天津	在建	12英寸	0	10
中芯集成	绍兴	在建	12英寸	0	1
华虹集团（华虹半导体）	无锡	在建	12/8英寸	0	8.3
华润微	深圳	在建	12英寸	0	48
长江存储	武汉	在建	12英寸	5	10
紫光集团	成都	在建	12英寸	0	30
粤芯半导体	广州	在建	12英寸	2	4
增芯科技	广州	在建	12英寸	2	6
芯恩集成	青岛	在建	12英寸	3	8
积塔半导体	上海	在建	12英寸	0	5
万国半导体	重庆	在建	12英寸	5	7
中芯国际	北京	计划	12英寸	0	5
中芯国际	北京	计划	12英寸	0	5
中芯国际	北京	计划	12英寸	0	5
华力微电子	北京	计划	12英寸	0	4
晶合集成	合肥	计划	12英寸	0	4
晶合集成	合肥	计划	12英寸	0	4
合肥长鑫/兆易创新	合肥	计划	12英寸	0	12.5
士兰微（士兰集科）	厦门	计划	12英寸	0	8
矽力杰	青岛	计划	12英寸	0	4
合计				**113.9**	**417.3**

来源：TrendForce，公司公告，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

产业链下游：中国晶圆厂在12英寸晶圆领域快速扩产，总体规划产能达417.3 万片/月（2/2）

先进制程的研发主要集中在12英寸上，目前12英寸晶圆需求量持续上涨，成为行业主流。中国大陆在12英寸晶圆领域不断扩产，带动晶圆检测设备采购量提升

中国大陆8英寸与6英寸晶圆产能建设，2023

公司	地点	建设状态	晶圆尺寸	当前产能（万片/月）	规划产能（万片/月）
中芯国际	上海	建成	8英寸	11.5	13.5
中芯国际	深圳	建成	8英寸	4.4	7
中芯国际	天津	建成	8英寸	9.5	18
中芯集成	绍兴	建成	8英寸	4.25	10
中芯宁波	宁波	建成	8英寸	4.25	10
中芯宁波	宁波	建成	8英寸	1.5	1.5
华虹集团（华虹半导体）	上海	建成	8英寸	17.8	18
华润微	重庆	建成	8英寸	5.7	6.2
华润微	无锡	建成	8英寸	7.8	14
士兰微（士兰集昕）	杭州	建成	8英寸	3.5	4
上海新进芯	上海	建成	8英寸	1.5	1.5
台积电	上海	建成	8英寸	3.5	3.5
世界先进	上海	建成	8英寸	2.3	2.3
联电-和舰科技	苏州	建成	8英寸	10	10
德州仪器	成都	建成	12/8英寸	5	5
芯恩集成	青岛	在建	8英寸	3	5
士兰微（士兰集科）	杭州	在建	8英寸	3.6	4
积塔半导体	上海	在建	8英寸	0	6
燕东微电子	北京	在建	8英寸	3	5
赛莱克斯	北京	在建	8英寸	0.5	3
华微电子	吉林	在建	8英寸	0.5	2
海辰半导体	无锡	在建	8英寸	1	10.5
中科晶芯	成都	计划	8英寸	0	0
合计				**104.1**	**160**
华润微	无锡	建成	6英寸	23	23
广义微电子	四川	建成	6英寸	15	15
英锐半导体	盐城	建成	6英寸	2.5	5
芯睿电子	新乡	建成	6英寸	2	2
合计				**42.5**	**45**

来源：TrendForce，公司公告，头豹研究院

晶圆对应制程节点和应用领域

尺寸	制程	应用领域
12英寸先进制程	10nm/7nm/5/3nm	高端智能手机处理器、高性能计算机、显卡
	16/14nm	高端显示卡（GPU）、智能手机处理器、高端存储芯片、计算机处理器、FGPA芯片等
	20-22nm	存储芯片、中低端智能手机处理器、计算机处理器、移动端影像处理器等
12英寸成熟制程	28-32nm	Wi-Fi/蓝牙通信芯片、音效处理芯片、存储芯片、FPGA芯片、ASIC芯片等
	45-65nm	DSP处理器、传感器、射频、Wi-Fi /蓝牙/GPS/NFC通信芯片、存储芯片等
	65-90nm	物联网MCU芯片、射频芯片、模拟芯片、功率器件等
8英寸	90nm-0.13μm	汽车MCU芯片、基站通信设备、物联网MCU芯片、射频芯片、模拟芯片、功率器件等
	0.13μm-0.15μm	指纹识别芯片、影像传感器、通信MCU、电源管理芯片、功率器件、LED驱动IC、传感器芯片等
	0.18μm-0.25μm	影像传感器、嵌入式非易失性存储芯片等
6英寸	0.35μm-0.5μm	MOSFET功率器件、IGBT等
	0.5μm-1.2μm	MOSFET功率器件、IGBT等、MEMS、分立器件

- **先进制程的研发和生产主要集中在12英寸晶圆上**，其多用于90nm以下半导体制程，主要应用于逻辑芯片（CPU、GPU）、存储芯片、FPGA和ASIC等高端领域；8英寸晶圆通常用于90nm以上半导体制程，主要应用于功率器件、电源管理器、MEMS、显示驱动与指纹识别芯片领域。生产12英寸晶圆的成本比8英寸高出约50%，然而12英寸晶圆的芯片输出几乎是8英寸晶圆的三倍，使得每个芯片的成本降低了约30%。因此，12英寸晶圆需求量快速攀升，并成为业内主流。**中国晶圆厂的生产重心也逐步转至12英寸**，中国目前在建40个12英寸晶圆厂，以及9个正在计划中，49个晶圆厂合计规划产能达**417.3万片/月**；而8英寸和6英寸晶圆厂规划产能分别为**160万片/月**和**45万片/月**。

©2024 LeadLeo

Chapter 3

中国晶圆检测设备行业相关政策

国家层面晶圆检测设备行业相关政策

国家层面将半导体设备的研发和产业化作为国家重点工程和项目，优先支持和推动，并加快技术研发和市场推广进程。晶圆检测设备作为半导体制造核心设备之一，同样受到国家政策的大力扶持

国家层面晶圆检测设备行业相关政策，2021-2024

政策名称	颁布日期	颁布主体	政策要点
《关于深化制造业金融服务助力推进新型工业化的通知》	2024.4	国家金融监督管理总局、工信部、国家发改委	《通知》强调银行保险机构应当全力以赴支持产业链供应链的安全稳定。特别是在基础零部件和工业软件等相对薄弱的领域，需要加大金融支持的力度，并推动供应链金融的规范发展，确保资金链的顺畅和高效。从这一方面来说，半导体零部件企业以及EDA软件公司有望受益。
《关于做好2024年享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知》	2024.3	国家发改委等部门	国家鼓励的重点集成电路设计企业和软件企业，集成电路线宽小于65纳米（含）的逻辑电路、存储器生产企业、线宽小于0.25微米（含）的特色工艺集成电路生产企业、集成电路线宽小于0.5微米（含）的化合物集成电路生产企业，以及财关税〔2021〕4号文提及的集成电路产业的关键原材料、零配件（靶材、光刻胶、掩模版、封装载板、抛光垫、抛光液、8英寸及以上硅单晶、8英寸及以上硅片）生产企业。
《质量强国建设纲要》	2023.2	中共中央、国务院	提出推进质量强国建设，全面提高我国质量总体水平，推动质量基础设施更加现代高效，要求增加优质服务供给，提高生产服务专业化水平，提升工业设计、检验检测、知识产权、质量咨询等科技服务水平，推动产业链与创新链、价值链精准对接、深度融合；提出加快质量技术创新应用，推进质量设计、试验检测、可靠性工程等先进质量技术的研发应用；提出构建高水平质量基础设施，深化检验检测机构市场化改革，开展先进质量标准、检验检测方法、高端计量仪器、检验检测设备设施的研制验证。
《“十四五”国家信息化规划》	2021.12	网安信息化委员会	完成信息领域核心技术突破，加快集成电路关键技术攻关。推动计算芯片、存储芯片等创新，加快集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发，推动绝缘栅双极型晶体管、微机电系统等特色工艺突破。
《关于加快培育发展制造业优质企业的指导意见》	2021.7	工信部、科技部、财政部、商务部、国资委、证监会	明确依托优质企业组建创新联合体或技术创新战略联盟，开展协同创新，加大基础零部件、基础电子元器件、基础软件、基础材料、基础工艺、高端仪器设备、集成电路、网络安全等领域关键核心技术、产品、装备攻关和示范应用。
《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	2021.3	全国人大	制定实施战略性科学计划和科学工程，瞄准前沿领域。其中，在集成电路领域，关注集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发、集成电路先进工艺和绝缘栅双极型晶管（IGBT）、微机电系统（MEMS）等特色工艺突破，先进存储技术升级，碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展。

来源：头豹研究院

©2024 LeadLeo

地方层面晶圆检测设备行业相关政策

据不完全统计，2023年，上海、北京、深圳、江苏、浙江、安徽、湖北等地纷纷发布了加快推动集成电路产业链提升发展的利好政策和重点项目计划，其中多数涉及到半导体产业核心设备及零部件

地方层面晶圆检测设备行业相关政策，2023-2024

政策名称	颁布日期	颁布省市	政策要点
《关于2024年北京市集成电路和软件企业享受所得税优惠政策有关事项的通知》	2024.3	北京市	北京市继续实施集成电路和软件企业所得税优惠政策，即“国家鼓励的集成电路设计、装备、材料、封装、测试企业和软件企业，自获利年度起，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照25%的法定税率减半征收企业所得税”。
《关于促进电子信息产业高质量发展的意见》	2023.9	河北省	《意见》围绕集成电路等战略性领域，建立京津冀协同培育机制，强化区域联动和政策协同，加强产业链供应链协作，培育集基础材料、芯片设计、工艺制造、封装测试于一体的集成电路先进制造业集群。
《深圳市宝安区关于促进半导体与集成电路产业发展的若干措施》	2023.8	深圳市	《措施》提到重点引进和支持先进封测、核心设备及零部件、关键材料研发及产业化项目，以重点项目为牵引，吸引产业链上下游企业集聚发展。同时，鼓励企业开展集成电路设计、流片验证及EDA工具软件研发，进一步推动形成完整芯片制造闭环。
《关于促进企业技术改造的实施意见》	2023.7	山西省	《实施意见》旨在加强半导体产业材料、装备、芯片、封装等领域布局，发展集成电路、光电器件、分立器件、传感器等产品，推动碳化硅衬底材料规模化生产。
《关于新时期强化投资促进加快建设现代化产业体系的政策措施》	2023.4	上海市	《措施》对引进符合条件的零部件、原材料等集成电路装备材料重大项目和EDA等高端软件项目，给予不超过项目投资的30%、最高1亿元的支持。
《关于进一步促进集成电路产业高质量发展的若干政策》	2023.1	江苏省	《若干政策》从提升产业创新能力、提升产业链整体水平、形成财税金融支持合力、增强产业人才支撑、优化发展环境等5个大类提出了26条具体措施。其中包括围绕高端芯片设计、先进工艺及特色工艺、先进封装测试、检验检测以及化合物半导体等重点领域，建设若干集成电路公共服务平台和国产EDA云服务平台，优先采用自主可控EDA工具、IP核、测试验证设备构建国产EDA服务和测试验证环境，为集成电路企业提供共性关键技术支持和专业化服务，省级相关专项资金每年择优给予支持。
《湖北省突破性发展光电子信息产业三年行动计划（2022-2024年）》	2023.1	湖北省	《行动计划》提出将推进集成电路等领域重点突破，带动软件和信息技术服务业、新一代信息通信等相关领域发展。
《2023年市重大建设项目清单》	2023.1	上海市	集中发布2023年市重大工程计划安排正式项目191项，其中有77项为科技产业类项目，包括中芯国际12英寸芯片项目、中芯国际临港12英寸晶圆代工生产线项目等与集成电路生产研发直接相关的项目。
《重庆市加力振作工业经济若干政策措施》	2023.1	重庆市	《措施》围绕9个方面出台了23条惠企政策措施，政府对集成电路设计企业、制造封测类企业和提供装备或原材料的企业，提供三种类型的资金支持。

来源：头豹研究院

©2024 LeadLeo

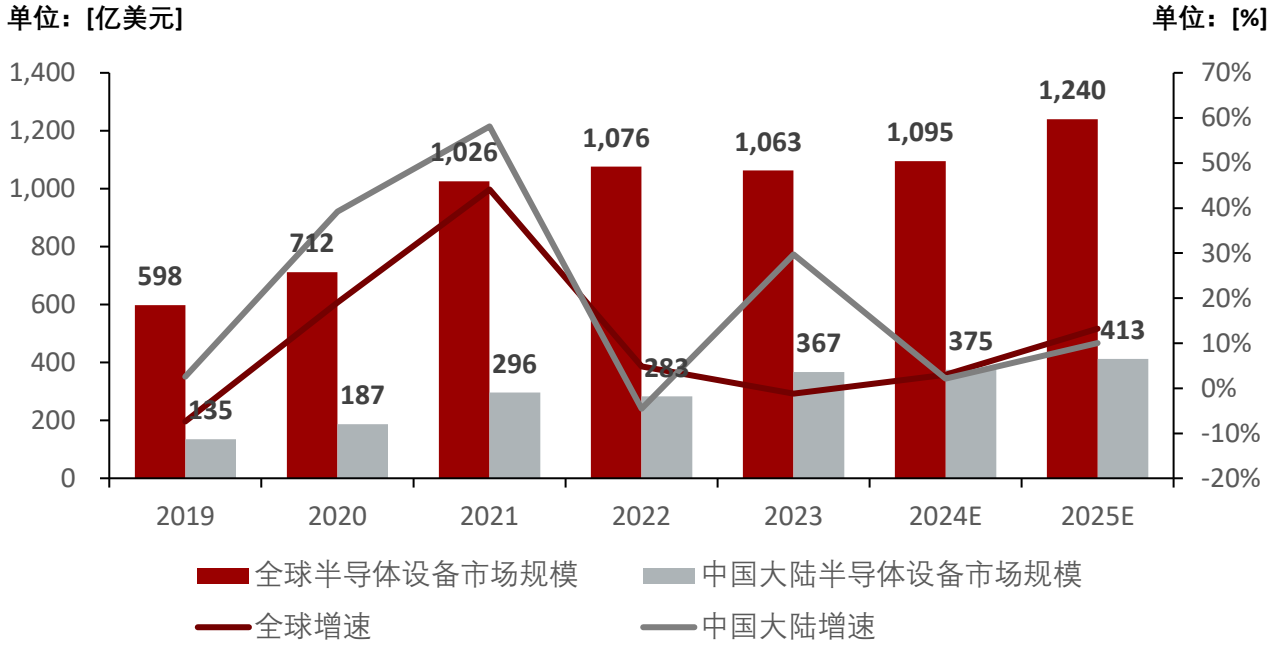
Chapter 4

中国晶圆检测设备市场规模

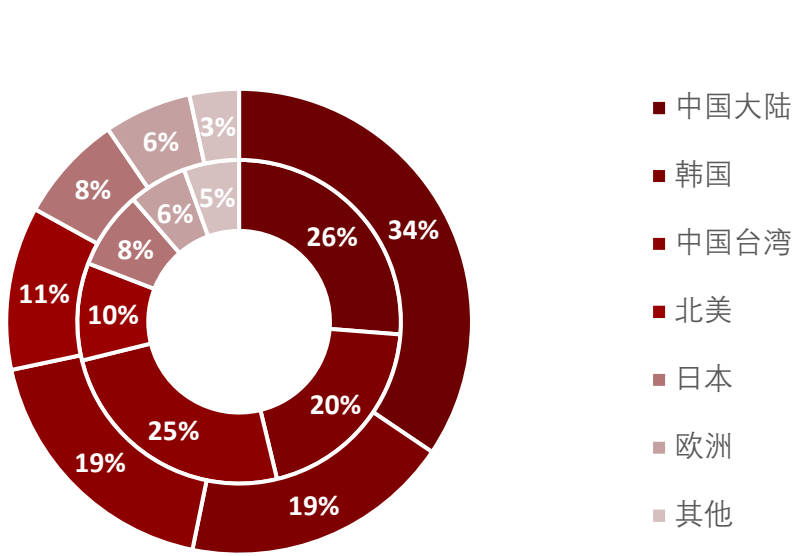
半导体设备市场规模：2023年受下游需求疲软影响出现下滑，预计2024年市场出现回暖

2023年全球半导体设备市场规模同比下降1.3%至1,063亿美元，中国大陆仍为全球最大的半导体设备市场。预计2024年市场将迎来复苏，并在2025年达到1,240亿美元的市场规模

全球及中国大陆半导体设备市场规模，按销售额，2019-2025E



全球不同地区半导体设备出货金额，2022-2023



注：内圈为2022年数据，外圈为2023年数据。

- 全球半导体设备市场在5G、AI、物联网等新兴技术的驱动下不断扩大，市场规模由2019年的**598亿美元**增长至2022年的**1,076亿美元**，2017-2022年CAGR为**15.8%**。2023年，受到下游芯片需求疲软，以及终端库存过高的影响，全球半导体设备市场规模同比下降**1.3%**至**1,063亿美元**。2023年，全球半导体设备支出排名前三的市场分别为中国大陆、韩国和中国台湾，三者合计占据全球设备市场**72%**的份额，而中国大陆仍为全球最大的半导体设备市场。中国大陆半导体设备市场规模也由2019年的**135亿美元**增长至2023年的**367亿美元**，2019-2023年CAGR为**28.4%**。
- **由于半导体市场具有周期性，在2023年全球半导体设备投资额出现下滑后，预计2024年市场出现回暖**，市场规模将达到**1,095亿美元**，同比增长**3.0%**。2025年，在晶圆厂新建及产能扩增，以及前后端先进技术和解决方案的推动下，全球半导体设备市场规模将达到**1,240亿美元**，同比增长**13.3%**。

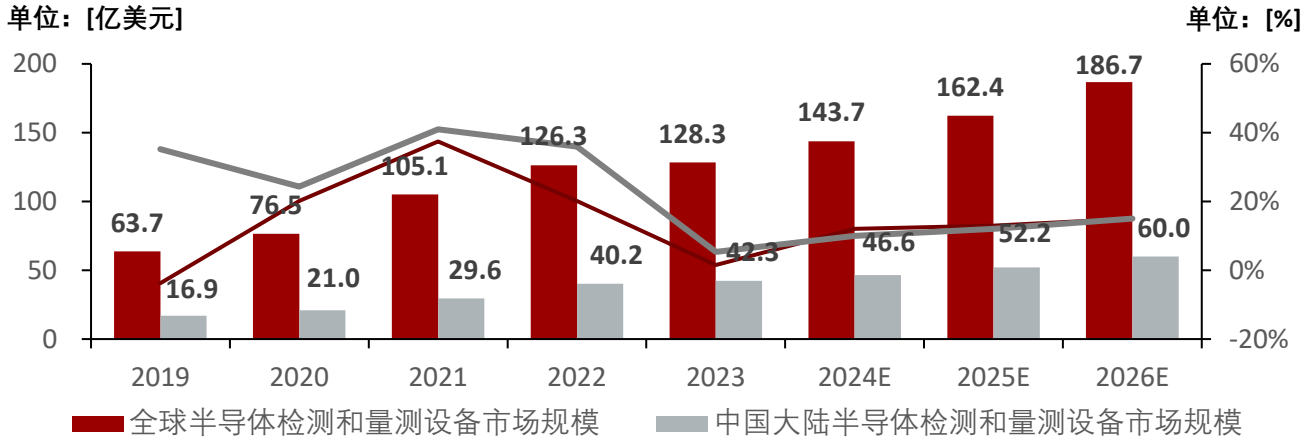
来源：SEMI，专家访谈，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

半导体量/检测设备市场规模：中国大陆市场回暖将滞后全球市场半年至一年

2023年全球量/检测设备市场规模达128.3亿美元，中国大陆市场规模预计为42.3亿美元。2024年及2025年中国大陆市场增速预计分别为10%和12%，较低于全球市场增速

全球及中国半导体量/检测设备市场规模，按销售额，2019-2026E



- 2023年全球半导体量/检测设备市场规模达到**128.3亿美元**，同比增长**1.6%**，2019-2023年CAGR为**19.1%**。中国大陆半导体量/检测设备市场规模由2019年的16.9亿美元增长至2022年的**40.2亿美元**，中国大陆在全球市场占比也由26.5%增长至31.8%。假设2023年中国大陆市场在全球占比为33.0%，则2023年中国大陆半导体量/检测设备市场规模为**42.3亿美元**。预计2024年及2025年中国大陆半导体量/检测设备市场增速分别为**10%**和**12%**，较低于全球市场增速。
- **预计全球量/检测设备市场将在2024年上半年开始回暖，然而中国大陆市场的恢复性增长将滞后半年到一年。**增长滞后主要由于：1）截至一季度，**中国大陆晶圆代工厂订单增长不显著，且未见明显资本开支上调迹象**；2）受美国芯片制裁的影响，具备高阶芯片的产品难以出货至中国大陆，中国大陆难以获得高阶主芯片将影响附属中低阶芯片的代工订单量，而中国大陆晶圆代工厂主要生产中低阶芯片。**厂商可通过高阶封装使得中阶芯片的组合具备高阶芯片的效能，而中国大陆厂商对于高阶封装技术的掌握仍需半年到一年的时间。高阶封装技术的掌握可使得中阶芯片代工需求量增长，进而推动包括量/检测设备在内的半导体设备采购需求增长。**

全球半导体量/检测设备销售额及占比，2023

序号	设备类型	销售额（亿美元）	全球总销售额占比（%）
1	明场纳米图形晶圆缺陷检测设备	25.0	19.5%
2	掩膜版缺陷检测设备	18.1	14.1%
3	无图形晶圆缺陷检测设备	13.2	10.3%
4	关键尺寸量测设备	11.4	8.9%
5	暗场纳米图形晶圆缺陷检测设备	10.7	8.4%
6	图形晶圆缺陷检测设备	9.8	7.7%
7	套刻精度量测设备	8.6	6.7%
8	电子束关键尺寸量测设备	8.4	6.6%
9	电子束缺陷复查设备	5.5	4.3%
10	晶圆介质薄膜量测设备	5.0	3.9%
11	电子束缺陷检测设备	4.2	3.3%
12	X光量测设备	2.9	2.3%
13	掩膜版关键尺寸量测设备	1.3	1.1%
14	三维形貌量测设备	0.7	0.6%
15	晶圆金属薄膜量测设备	0.7	0.6%
16	其他	2.7	2.1%
	合计	**128.3**	**100.0%**

来源：VLSI，专家访谈，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

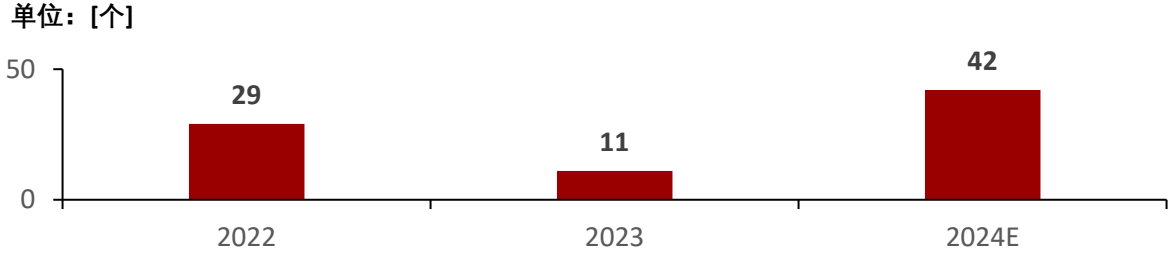
Chapter 5

中国晶圆检测设备行业驱动因素及发展趋势

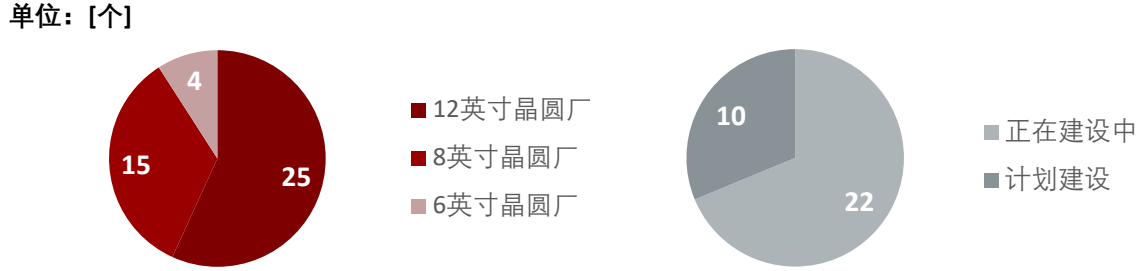
驱动因素（1/3）：中国大陆晶圆厂产能爬坡，带动晶圆检测设备采购量提升

2024年全球半导体晶圆产能预计增长6.4%至3,149万片/月，中国预计增长13%至860万片/月，部分中国晶圆代工厂产能利用率也在24Q1得到提升，以上因素有望带动晶圆检测设备在内的半导体设备采购需求增长

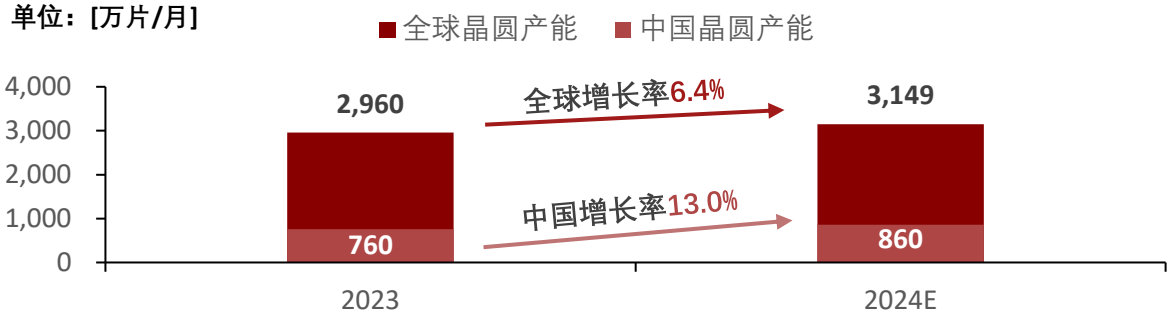
全球新运营晶圆厂数量，2022-2024E



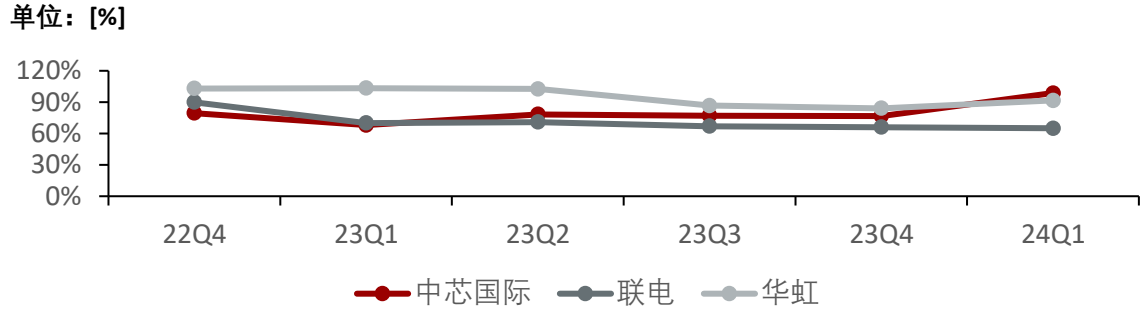
中国大陆目前运营晶圆厂及扩产计划，2023



全球及中国晶圆月度产能，2023-2024E



中国部分晶圆厂产能利用率，22Q4-24Q1



- 2022年至2024年，全球有82个新晶圆厂开始运营，其中包括2022年的29个，2023年的11个和2024年的42个，晶圆尺寸从300mm到100mm不等。同时，受益于AI和高性能计算的快速发展，2024年全球半导体晶圆产能将同比增长6.4%至3,149万片/月，而中国半导体每月晶圆产能也同比增长13%到860万片/月。
- 中国目前运营的晶圆厂有44个，其中12英寸晶圆厂25个，8英寸、6英寸晶圆厂分别为15个和4个。预计到2024年底，中国大陆将新建32个晶圆厂，其中已在建设中的达到22座，计划建设的10座，均将专注于成熟工艺。预计到2027年，中国大陆晶圆代工产能全球占比将从2023年的26%提高至28%。
- 从晶圆代工厂产能利用率来看，中芯国际、联华电子、华虹集团在22Q4产能利用率均在80%以上，然而到23Q4均降到了当年最低点。中芯国际24Q1的产能利用率从2023Q4的76.8%提升至98.7%，华虹半导体则从84.1%提升至91.7%。**展望2024年下半年，随着芯片厂商库存改善，下游终端需求持续回升，晶圆厂产能利用率有望逐步抬升。**

来源：SEMI，TrendForce，公司公告，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

驱动因素（2/3）：美日荷先进半导体设备封锁，中国晶圆检测设备国产替代势在必行

2022年以来，美日荷相继发布对华芯片出口管制措施。半导体设备作为中国主要的“卡脖子环节”，正处于国产替代的黄金期。晶圆检测设备作为半导体工艺控制环节核心设备，国产替代势在必行

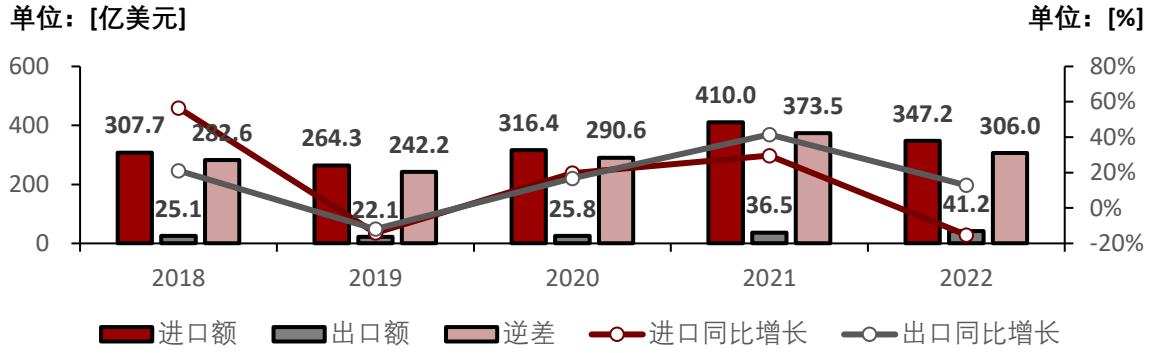
美日荷半导体设备出口管制措施，2022-2023

国家	日期	主要半导体设备管制措施
美国	2022.10.07	先进芯片、设备、人员全面管控，设备管控范围为16nm或14nm以下的逻辑芯片、128层以上NAND存储芯片以及半间距为18nm或以下的DRAM芯片的制造设备。
	2023.10.17	发布《先进计算芯片规则》及《半导体制造物项出口管制规则》，为BIS针对其于2022年10月7日发布的出口管制规则的修订，细化关于半导体设备及人员管制范围。
日本	2023.05.23	宣布修订《外汇与对外贸易法》，将包括先进芯片制造设备在内的23类商品列入管制出口清单，2023年7月23日政策生效。
	2024.4.26	宣布将半导体和量子相关的4个品类列为新的出口管制对象，此举影响用于分析纳米粒子图像的扫描电子显微镜、三星电子为改进半导体设计而采用的全环绕栅极晶体管技术。日本还将要求出口用于量子计算机的低温CMOS电路及出口量子计算机本身须获得许可。
荷兰	2023.06.30	先进光刻机、ALD设备、Epi设备及low-k沉积设备、EUV光罩保护膜及生产设备受到出口管制。

日本列入管制的主要设备	主要实现功能	日本主要涉及公司
成膜设备（11类）	在基板表面形成具备功能的膜	东晶电子、科意半导体、爱发科
曝光设备（4类）	将“电路图”转印到基板上	尼康
刻蚀设备（3类）	去掉多余的薄膜	东京电子、日立高新技术
清洗设备（3类）	使用药液去除杂质	东晶电子、SCREEN控股
测试设备（1类）	对芯片进行测试	爱德万测试
热处理设备（1类）	对铜、钴、钨进行回流	东京电子
检测设备（1类）	EUV光掩膜版的检测	JSR

来源：海关总署，头豹研究院

中国大陆半导体设备进出口额，2018-2022



- 2022年，中国大陆半导体设备行业整体进口金额达到347.2亿美元，出口金额达**41.2亿美元**，进出口贸易逆差达**306.0亿美元**。2023年6月和7月，中国进口的半导体设备价值总额接近**50亿美元**，较去年同期的29亿美元增长了**70%**，其中大部分进口的半导体设备来自于荷兰和日本。**中国对半导体设备进口额的大幅增长，表明中国半导体制造厂商正在继续扩大成熟制程的生产。**
- 2022年10月，美国对中国半导体产业制裁升级。2023年3月，荷兰也加入了美国对华芯片出口管制的阵营。日本经济产业省也发布修订外汇法法令，将23类先进的芯片制造设备纳入出口管理的管制对象。其中包括清洗设备、成膜设备、热处理设备、曝光设备（包括极紫外EUV相关产品的制造设备）、蚀刻设备、高端光刻胶等。2024年4月，日本表示将半导体和量子科技领域的四个品类纳入全新的出口管控名单，此次限制涉及到用于分析纳米粒子图像的扫描电子显微镜，以及三星电子公司采用的用于改进半导体设计的全栅晶体管技术。**2022年以来，地缘政治不确定性持续加剧，半导体设备作为中国主要的“卡脖子环节”，仍处于国产替代的黄金期。**

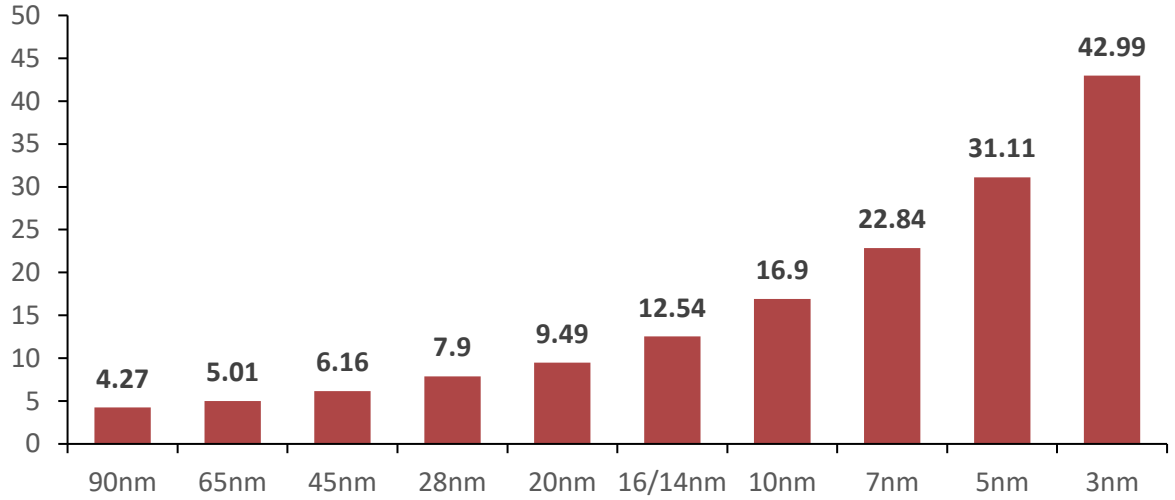
©2024 LeadLeo

驱动因素（3/3）：晶圆检测设备投资额随制程节点先进程度提升而大幅增长

在相同产能下，半导体设备投资额随制程节点先进程度提升而大幅增长。同时，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%，制程节点的提升对晶圆检测设备的性能有着更高的要求

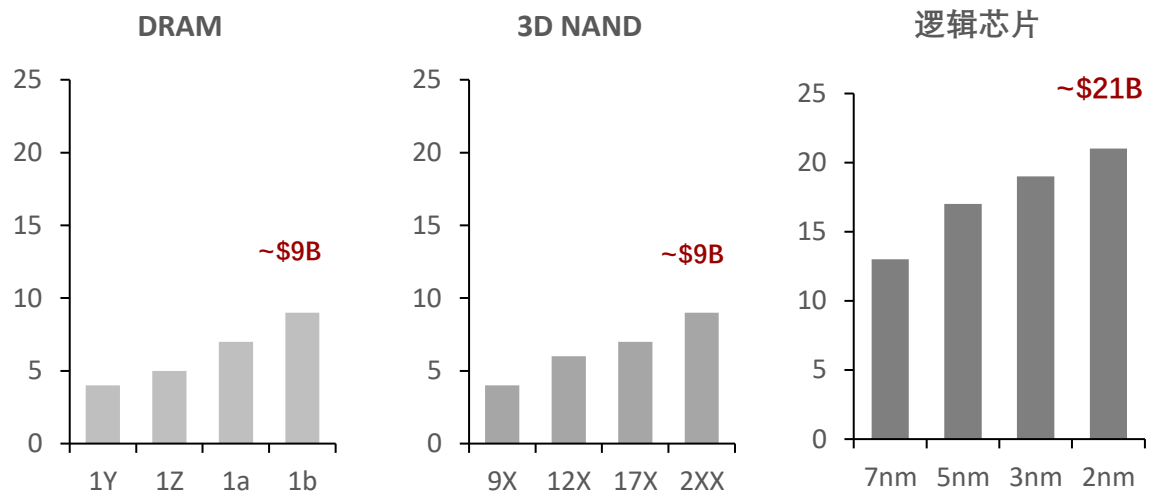
每万片晶圆产能对应的设备投资量

单位：[亿美元]



制造工艺升级提高产线设备投资额

单位：[十亿美元]



- **在相同产能下，集成电路设备投资量随制程节点先进程度提升而大幅增长。**当技术节点向5nm甚至更小的方向升级时，集成电路的制造需要采用昂贵的极紫外光刻机（EUV），或多重模版工艺（重复多次刻蚀及薄膜沉积工序以实现更小的线宽），需要投入更多且先进的光刻机、刻蚀设备和薄膜沉积设备。根据IBS，以**5nm**技术节点为例，**1万片/月**产能的建设需要超过**30亿美元**的资本开支投入，是**14nm的两倍**以上，**28nm的四倍**左右。**以DRAM、3D NAND和逻辑芯片为代表的集成电路制造工艺不断提升，对半导体设备提出了更高的要求，同时带动投资规模提升。**根据东京电子（TEL），DRAM制程达到**1b**，3D NAND层数达到**2XX**时，新建**10万片/月**晶圆制造产能的设备投资额提升至**90亿美元**；逻辑芯片工艺达到**2nm**时，晶圆制造设备投资额将会达到**210亿美元**。
- 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%，因此每一道工序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。当工序超过500道时，只有保证每一道工序的良品率都超过99.99%，最终的良品率方可超过95%；当单道工序的良品率下降至99.98%时，最终的总良品率会下降至约90%，因此，制造过程中对工艺窗口的挑战要求几乎“零缺陷”。**在这一背景下，检测和量测环节的重要性变得尤为突出。它们不仅贯穿于整个芯片制造过程，而且是确保生产良品率的关键环节。此外，随着半导体工艺节点不断向更小尺寸发展，例如从14nm向7nm甚至5nm推进，对检测和量测设备的精度和灵敏度要求越来越高。这要求设备能够检测越来越小的缺陷，以保持产品的高性能和可靠性。**

来源：IBS，TEL，SEMI，YOLE，头豹研究院

©2024 LeadLeo

发展趋势：光学检测分辨率提高、多系统组合、大数据检测算法、提高检测速度和吞吐量

随着半导体制程不断演进，产品制程步骤不断增加，微观结构更加复杂，量/检测设备将在灵敏度量、准确性、稳定性、吞吐量上进一步提升。同时，光学检测分辨率提高、多系统组合、大数据检测算法和软件将成为发展趋势

半导体制程升级路线

- 主流半导体制程从28nm、14nm向10nm、7nm演进，部分先进半导体厂商已实现5nm工艺的量产并开始3nm工艺的研发。同时，三维FinFET晶体管、3D NAND等新技术也逐渐成为业内主流技术。工艺的不断进步使得产品制程步骤越来越多，微观结构更加复杂。为了尽可能地提高晶圆良品率，未来半导体量/检测设备需要在灵敏度、准确性、稳定性、吞吐量上进一步提升。

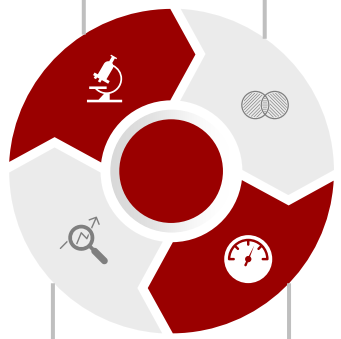
半导体量/检测设备发展趋势

光学检测技术分辨率提高

随着DUV、EUV光刻技术的发展，集成电路工艺节点不断提升，对检测技术的空间分辨率提出了更高的要求。系统系统光源波长下限进一步减小和波长范围进一步拓宽是光学检测技术发展的重要趋势之一。

多系统组合成为发展趋势

随着先进制程持续发展，IC材料和结构复杂性持续提升，待测缺陷由表面转为三维分布、几何结构越来越复杂、尺寸逐步接近原子级。单一缺陷检测技术越来越难以适应，多系统组合将成为检测技术发展趋势。



大数据检测算法和软件

达到或接近光学系统极限分辨率的情况下，最新的光学检测技术已不再简单地依靠解析晶圆的图像来捕捉其缺陷，而需结合深度的图像信号处理软件和算法，在有限的信噪比图像中寻找微弱的异常信号。

提高设备检测速度和吞吐量

半导体量/检测设备是晶圆厂的主要投资支出之一，设备的性价比是其选购时的重要考量因素。检测速度和吞吐量更高的检测和量测设备可帮助下游客户更好地控制企业成本，提高良品率。

来源：中科飞测招股书，ASML，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

Chapter 6

中国晶圆检测设备行业竞争格局

竞争态势：全球半导体量/检测市场呈现高度垄断格局，科磊半导体（KLA）市占率超50%

全球半导体量/检测设备市场集中度较高，CR5超80%。中国市场中，半导体量/检测设备国产化率已由2020年的2%左右提升至2023年的5%左右

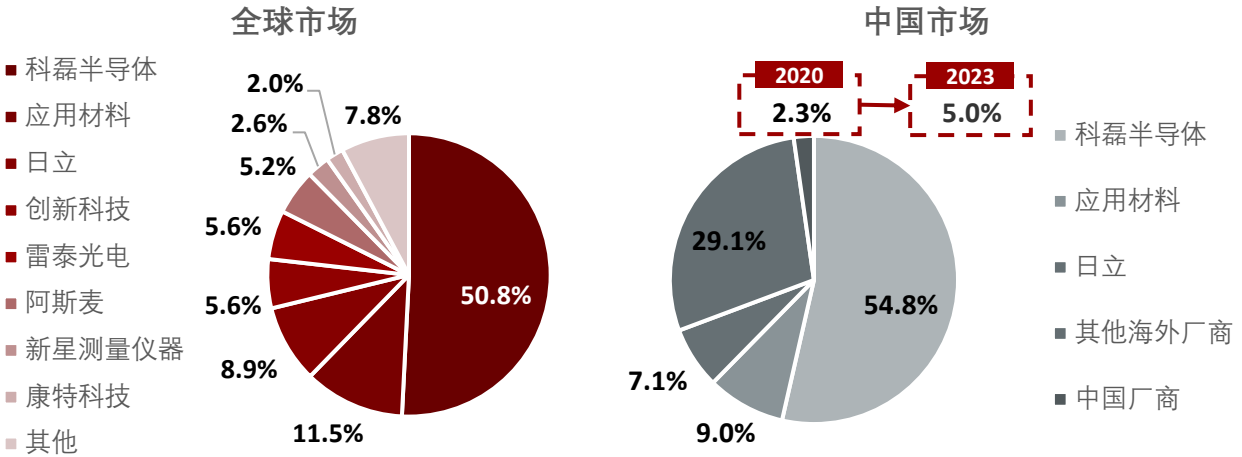
海内外头部半导体量/检测设备厂商梳理

公司名称	国家	成立时间	公司主营业务及产品
科磊半导体	美国	1976年	检测设备的研发、生产和销售，产品线覆盖量/检测全系列设备
应用材料	美国	1967年	主要提供刻蚀设备、离子注入机、薄膜沉积设备、晶圆检测和量测等半导体设备
创新科技	美国	2019年合并成立	主要提供关键尺寸测量、薄膜膜厚量测、三维形貌量测、缺陷检测设备，以及半导体制程控制软件等产品
新星测量仪器	以色列	1993年	产品主要为半导体量测设备，包括关键尺寸测量、薄膜膜厚测量、材料性能测量等
康特科技	以色列	1987年	提供高端检测和量测设备，产品应用于前道、先进封装等领域
帕克公司	韩国	1988年	提供纳米领域的形貌、力学量测和半导体先进制程领域的检测，主要生产原子力显微镜产品
中科飞测	中国	2014年	半导体检测和量测设备研发、生产和销售，已推出无图形晶圆缺陷检测设备、图形晶圆缺陷检测设备、三维形貌量测设备等
上海精测	中国	2018年	主要聚焦半导体前道检测设备领域，产品主要用于硅片加工、晶圆制造、科研实验室和第三代半导体四大领域
上海睿励	中国	2005年	聚焦集成电路前道检测设备研发和生产，产品覆盖膜厚测量设备、光学缺陷检测设备、硅片厚度及翘曲测量设备等
赛腾股份	中国	2001年	专注于自动化领域，于2018年收购无锡昌鼎电子，布局后道封装检测设备，又于2019年收购日本Optima布局前道检测，主要产品包括硅片边缘缺陷自动检测设备、晶圆片用背面检测设备、边缘/表背面复合检测设备等
东方晶源	中国	2014年	主要产品为纳米级检测装备和光刻机与制程优化系列软件产品
诚锋科技	中国	2015年	专注于半导体视觉外观检测，提供纳米图形晶圆检测设备、封测成品六面体视觉检测设备和封测引线框架视觉检测设备
上海御微	中国	2018年	聚焦前道量检测，提供掩模版检测、晶圆检测、泛半导体检测、晶圆测量四大领域六大类量检测产品

来源：VLSI，QY Research，公司公告，专家访谈，头豹研究院

全球及中国半导体量/检测设备市场格局，2020

单位：[%]



- **全球半导体量/检测设备市场呈现高度垄断格局，美国厂商科磊半导体一超多强。**2020年，全球量/检测设备市场主要被美日厂商所垄断，市场集中度较高，CR5超过**80%**。其中，科磊半导体（50.8%）、应用材料（11.5%）、日立（8.9%）、创新科技（5.6%）、雷泰光电（5.6%）。**中国半导体量/检测设备市场仍呈现一超多强的格局**，2020年科磊半导体市占率达54.8%，而中国厂商中科飞测、精测电子、睿励科学仪器合计贡献了**2.3%**的市场份额。
- **半导体量/检测设备国产化率已由2020年的2%左右提升至2023年的5%左右。**产品细分领域中，高精度Overlay测量设备国产化率接近于**0**；X光量检测设备国产化率不足**1%**；膜厚厚度量测设备国产化率已达到**15%**；光学复查设备国产化率已达到**10%**；AOI检测设备国产化率可达到**15%**。

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

厂商产品进展情况：已推出设备精度多为μm级别，nm级别精度产品多在研发或验证中

中国大陆晶圆检测设备厂商本土化程度较高，有一定的国内市场客户基础，然而已推出的晶圆检测设备精度多为μm级别，与海外头部厂商技术代差较大

中国大陆晶圆检测设备厂商产品进展情况

厂商	检测设备产品	制程	进度
中科飞测	无图形晶圆缺陷检测设备	28nm及以上	已取得批量订单
		20-14nm	在研
	图形晶圆缺陷检测设备	-	已取得批量订单
	明场纳米图形缺陷检测设备	28nm	在研
	暗场纳米图形缺陷检测设备	14nm	在研
上海精测	纳米图形晶圆缺陷检测设备	65nm-180nm	2022年3月获得2台订单
	晶圆外观缺陷光学检查设备	-	2021年8月成功交付客户
	电子束晶圆缺陷复查设备	-	已获得一线客户批量订单
	电子束晶圆缺陷复检设备	100nm以上	已获得一线客户批量订单
	半导体硅片应力及外貌检测设备	-	验证中
上海睿励	有图形/无图形外观缺陷检测设备	100nm	已获得一线客户批量订单
东方晶源	电子束缺陷检测设备	28nm	2022年6月交付上海客户
	电子束缺陷复检设备	28nm	通过验证，已获得订单
赛腾股份（收购Optima）	无图形晶圆缺陷检测设备	-	已批量出货海外客户
诚锋科技	纳米图形晶圆检测设备	28nm及以上	已交付客户，并获得复购订单
		14nm	研发中
矽行半导体（天准科技参股）	明场缺陷检测设备	65-90nm	已交付客户试用
		28nm	研发中
上海御微	无图形晶圆缺陷检测设备	-	已获得一线客户批量订单

来源：公司公告，头豹研究院

头豹 LeadLeo
www.leadleo.com 400-072-5588
FROST & SULLIVAN 沙利文
©2024 LeadLeo

Chapter 7

中国晶圆检测设备企业推荐

中科飞测：国产量检测设备龙头厂商，高端量检测产品持续扩充

中科飞测是国内半导体质量控制设备领军企业，产品覆盖无图形/有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产品，已应用于国内28nm及以上制程集成电路制造产线

中科飞测基本情况

中科飞测 SKYVERSE

成立时间：2014年

国产半导体质量控制设备龙头

高端设备加速研发，产品线持续扩充

- 中科飞测成立于2014年，自成立以来专注检测和量测两大类集成电路专用设备的研发、生产和销售，主要产品有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、套刻精度量测设备系列等产品等，已成功应用于国内28nm及以上制程的集成电路制造产线。
- 公司在检测和量测领域拥有领先地位，客户覆盖中芯国际、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厂商。凭借高端设备打破国际质量控制设备厂商对国内市场长期垄断局面。

中科飞测半导体检测设备产品

主要产品型号	产品图片	产品设备	产品设备	主要客户
SPRUCE-600 SPRUCE-800		**无图形晶圆缺陷检测设备系列：**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	**集成电路前道制程：**主要应用于硅片的出厂品质管控、晶圆的入厂质量控制、半导体制程工艺和设备的污染监控	中芯国际等
BIRCH-60 BIRCH-100 FIR-80		**图形晶圆缺陷检测设备系列：**能够实现在图形电路上的全类型缺陷检测；拥有多模式明/暗照明系统、多种放大倍率镜头，适应不同检测精度需求，能够实现高速自动对焦，可适用于面型变化较大翘曲晶圆	**集成电路前道制程和先进封装：**主要应用于晶圆表面亚微米量级的二维、三维图形缺陷检测，能够实现在图形电路上的全类型缺陷检测	长电先进、华天科技等

来源：中科飞测公告，头豹研究院

©2024 LeadLeo

诚锋科技：专注半导体视觉外观检测及前道YE图形检测设备，实现核心设备国产替代

诚锋科技是一家集自主研发、生产、销售为一体的半导体光学视觉检测设备（AOI）高科技企业，致力于为客户提供专业化、高性能的国产化半导体视觉检测设备

诚锋科技基本情况

诚锋科技 CHENGFENG TECHNOLOGY

成立时间：2015年

率先研发成功纳米级产品
已实现量产出货并获得复购订单

- 珠海诚锋电子科技有限公司成立于2015年，主要产品包括半导体前道制备及后道封装流程的AOI检测设备，并在前道YE质量控制图形检测领域取得了重要技术突破，加速了半导体检测设备国产化进程。诚锋科技在光学光路、软件算法和机构设计方面积累了深厚的技术经验，目前已经获评为国家高新技术企业/广东省专精特新企业，公司总部位于珠海，在上海/苏州/合肥/武汉/泰国分别设有分公司和办事处。

五合一多功能前道AOI检测设备

- 集成**晶面检测、晶背检测、边缘检测、翘曲度量测、晶圆厚度量测**五大功能，已交付**晶合**

光学、软件算法

- **研发团队始终以光学设计设软件算法为核心**
- 聚集了一批平均10年以上经验的来自长春光机所、中科院、北航、北理工、华中科大以及行业头部企业的资深人才精英

Wafer AOI

- 专注于**有图形晶圆检测设备**，为客户定制适用于FAB前段工艺和后段工艺的主流AOI产品
- 诚锋团队目前在**光源光路**和**检测算法**上取得了多项核心技术成果，并获得多家知名客户的订单及批量重复订单

产品获客户高度认可

- 公司多款半导体检测设备已成为业内厂商采购首选，收获下游客户高度认可，目前技术验证结束进入采购谈判环节的客户**超过10个**
- 已成交下游客户包括**晶合、中际旭创、华虹**等头部企业

Nexchip　中际旭创 ZHONGJI INNOLIGHT　华虹集团 HUAHONG GROUP

来源：第26届集成电路制造年会，头豹研究院

©2024 LeadLeo

上海精测：聚焦半导体前道检测设备，膜厚系列产品、OCD设备、电子束设备已获批量订单

精测电子子公司上海精测聚焦半导体前道检测设备领域，致力于半导体前道量测检测设备的研发及生产，设备应用于硅片加工、晶圆制造、科研实验室、第三代半导体四大领域

上海精测基本情况

上海精测半导体 Precision Measurement

成立时间：2018年

半导体前道检测设备领先企业

产品线布局丰富，获客户批量订单

- 上海精测半导体技术有限公司成立于2018年7月，主要从事以半导体量检测设备为主的研发、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。
- 上海精测半导体技术有限公司通过自主构建研发团队和引入国产化等手段，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优秀的市场地位，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国内领先的半导体测试设备供应商及服务商。
- 上海精测膜厚系列产品、OCD设备、电子束设备已取得国内多家客户的批量订单；半导体硅片应力测量设备也取得客户重复订单；明场光学缺陷检测设备已完成首台套交付及验收，且已取得更先进制程订单；有图形暗场缺陷检测设备等其余储备的产品目前正处于研发、认证以及拓展的过程中。

上海精测半导体量检测设备产品

膜厚量测系统	光学关键尺寸量测系统	电子束缺陷检测系统	形貌量测	电子束关键尺寸量测系统
EFILMm™ Series MetaPAM™ Series、 SCALE™ Series	EPROFILE™ Series	eView™ AeroScan™ Series	TG™ Series	eMetric™

来源：精测电子公告，头豹研究院

©2024 LeadLeo

业务合作 Business Cooperation

会员账号
阅读全部原创报告和百万数据

定制报告/词条
募投可研、尽调、IRPR等咨询服务

白皮书
定制行业/公司的第一本白皮书

招股书引用
内容授权商用、上市

市场地位确认
赋能企业产品宣传

云实习课程
丰富简历履历

网址：www.leadleo.com
电话：李先生 13080197867
郑女士 18998861893
李先生 13466702216
地址：深圳市南山区华润置地大厦E座4105

©2024 LeadLeo

方法论 Methodology

- 头豹研究院布局中国市场，深入研究19大行业，持续跟踪532个垂直行业的市场变化，已沉淀超过100万行业研究价值数据元素，完成超过1万个独立的研究咨询项目。
- 头豹研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业发展周期，伴随着行业内企业的创立，发展，扩张，到企业上市及上市后的成熟期，头豹各行业研究员积极探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业视野解读行业的沿革。
- 头豹研究院融合传统与新型的研究方法论，采用自主研发算法，结合行业交叉大数据，通过多元化调研方法，挖掘定量数据背后根因，剖析定性内容背后的逻辑，客观真实地阐述行业现状，前瞻性地预测行业未来发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- 头豹研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- 头豹研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，以战略发展的视角分析行业，从执行落地的层面阐述观点，为每一位读者提供有深度有价值的研究报告。

法律声明 Legal Statement

- 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。

©2024 LeadLeo