

内容目录

第一章 半导体前道量检测设备+AI 应用概述	3
第一节 AI 是什么?	3
第二节 AI 和半导体前道量检测设备行业有什么关系?	3
一、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的变化分析	3
二、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的冲击分析	4
三、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的变革分析	4
第二章 2023-2028 年半导体前道量检测设备市场前景及趋势预测	5
第一节 量检测设备是芯片良率的关键保障	5
一、关键对比：光学检测目前是主要方案	5
二、关键对比：电子束检测适用于高精度场景	6
三、关键对比：明场系统精度高、暗场系统速度快	6
第二节 国内量检测设备市场有望快速发展	6
一、驱动力 1：全球半导体市场逐步回暖	6
二、驱动力 2：中国大陆晶圆厂持续扩产	7
三、驱动力 3：先进制程提升设备投资需求	7
四、驱动力 4：半导体设备国产替代正在加速	7
五、2023 年全球/中国大陆量检测设备市场空间为 105/35 亿美元	7
第三节 KLA 主导全球市场，ASML 电子束竞争优势显著	8
一、全球：国际巨头主导量检测设备市场	8
二、KLA：历经多次并购、产品种类齐全	8
三、KLA：分产品，2023Q3 晶圆检测/芯片检测收入同比下降 8.4%/25.9%	8
第四节 国产替代正在加速，重点产品持续突破	8
一、国内：量检测设备国产化率不足 10%	8
二、精测电子：立足面板检测主业，半导体产品持续完善	9
第三章 半导体前道量检测设备+AI 的应用现状及前景预测	9
第一节 为什么众多企业纷纷入局 AI	9
第二节 AI 的意义和作用	12
一、AI 对企业发展的实际意义	12
二、智能化改造需求	13
三、AI 为企业创造价值的模式	13
第三节 半导体前道量检测设备+AI 市场应用情况分析	14
一、人工智能开始发挥实际作用	14
二、人工智能渗透到整个企业中	14
三、借助人工智能快速推进自动化	15
四、利用人工智能获得更大收益	15
五、人工智能战略需要集体的转变	15
六、人工智能触发业务流程转变	15
七、机器学习操作 (MLOps) 成为现实	16
八、企业铺设人工智能通道	16

九、新的业务模式可能出现	16
第四节 2023-2028 年半导体前道量检测设备+AI 市场发展前景	17
一、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的机遇分析	17
二、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的挑战分析	17
三、2023-2028 年半导体前道量检测设备+AI 市场发展潜力	17
四、2023-2028 年半导体前道量检测设备+AI 市场发展前景	18
五、2023-2028 年半导体前道量检测设备+AI 应用前景预测分析	19
第四章 半导体前道量检测设备制定和布局+AI 的策略建议	20
第一节 企业如何建立人工智能战略	20
一、专注于战略业务目标	20
二、通过新的、支持人工智能的业务模型产生颠覆性影响	20
三、通过合适的人来执行人工智能战略	20
第二节 人工智能时代下的企业战略分析	21
一、现阶段企业战略管理存在的问题	22
二、人工智能时代下企业战略管理的策略	23
第三节 半导体前道量检测设备布局 AI 的发展思路及对策	25
一、构建全方位人工智能管理体系	26
二、健全治理制度:建立合规机制与规范行为	26
三、完善治理组织:明确责任归属与岗位分工	27
四、丰富治理能力:结合风险防范与前沿探索	29
第四节 半导体前道量检测设备+AI 切入模式及发展路径分析	31
一、企业快速部署 AI 的动力非常强大	33
二、AI 成熟度:如何衡量?	34
三、不同行业应用 AI 的差距正在缩小	36
四、以传统绩效指标评价, AI 领军者表现非凡	37
五、三一集团:从“聪明工厂”到智造生态	39
六、如何成为 AI 领军者? 五大成功因素	41
七、京东集团:探索 AI 前沿, 沉淀 AI 实力	43
八、从实践到实效, 驱动非凡价值	46
第五章 半导体前道量检测设备《+AI 应用前景及布局策略》制定手册	47
第一节 动员与组织	47
一、动员	48
二、组织	48
第二节 学习与研究	49
一、学习方案	49
二、研究方案	49
第三节 制定前准备	50
一、制定原则	50
二、注意事项	52
三、有效战略的关键点	52
第四节 战略组成与制定流程	55
一、战略结构组成	55
二、战略制定流程	55
第五节 具体方案制定	56

一、具体方案制定	56
二、配套方案制定	59
第六章 半导体前道量检测设备《+AI 应用前景及布局策略》实施手册	59
第一节 培训与实施准备	60
第二节 试运行与正式实施	60
一、试运行与正式实施	60
二、实施方案	60
第三节 构建执行与推进体系	61
第四节 增强实施保障能力	62
第五节 动态管理与完善	63
第六节 战略评估、考核与审计	63
第七章 总结：商业自是有胜算	64

第一章 半导体前道量检测设备+AI 应用概述

第一节 AI 是什么？

人工智能（Artificial Intelligence），英文缩写为 AI。它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。

人工智能是计算机科学的一个分支，它企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能从诞生以来，理论和技术日益成熟，应用领域也不断扩大，可以设想，未来人工智能带来的科技产品，将会是人类智慧的“容器”。人工智能可以对人的意识、思维的信息过程的模拟。

第二节 AI 和半导体前道量检测设备行业有什么关系？

一、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的变化分析

人工智能是制造业迈向工业 4.0 和工业互联网时代的重要新兴技术能力。制造业对于人工智能技术的使用正在稳步上升。

在制造业中人工智能不断丰富和迭代自身的分析和决策能力，以适应不断变化的工业环境，帮助企业产生大量结构化和非结构化数据的复杂生产环境中更为快速、准确地梳理参数之间的相关

性，提高生产效率，优化设备产品性能，具有自感知、自学习、自执行、自决策、自适应等特征。制造业中的人工智能的本质是实现复杂工业技术、经验、知识的模型化和在线化，从而实现各类创新的工业智能应用。

人工智能还能提升用户体验做出贡献，诸如智能客服、智能推荐、精准营销等场景深入落地到各行各业；企业有意在数字人、虚拟 NFT 等数字化营销内容创作领域布局，以创造差异化的营销体验，升级品牌形象。

二、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的冲击分析

从技术的行业应用而言，创新应用场景逐步增多。过去一年，中国人工智能应用保持快速发展的势头，行业应用场景较去年也更加深入和细化。除了相对成熟的应用场景之外，物流、制造、能源、公共事业和农业等在人工智能的应用方面得到快速发展，创新应用场景逐步增多。

未来五年，随着人机交互、机器学习、计算机视觉、语音识别技术达到更为成熟阶段，人工智能应用将呈现出如下发展趋势：从单点技术应用迈向多种人工智能能力融合、从事后分析迈向事前预判和主动执行、从计算智能和感知智能迈向认知智能和决策智能，以知识为主要生产工具的创作型工作（如文字、视频、图像和音频创作，软件开发，IP 孵化等）将实现更大程度的智能化；行业企业也将持续创新，拓展数字孪生与人工智能技术的融合应用，推进在能源电力、制造、建筑等行业的发展，构建虚拟工厂、数字孪生电网、数字孪生城市，加强数字与现实世界的连接，优化流程，实现全域管理，决策智能。

人工智能正在加深对实体经济的支持，产生一批成熟应用的场景，包括但不限于人员设备管理、行为预测、供需销售预测等。另外，科学家们越来越多地利用人工智能技术和方法，从数据中建立模型，重点围绕新材料研发等领域加速对前沿科学问题的探究。例如，在材料领域，科学家基于人工智能网络模型和大规模分子数据集，提升分子动力学模拟的极限，以快速、准确的方式预测新材料的特征

三、AI 给半导体前道量检测设备行业带来的变革分析

制造业在人工智能的主要应用场景包括：交互界面智能化、质量管理及推荐系统、维修及生产检测自动化、供应链管理自动化、产品分拣等。IDC 预计，到 2023 年年底，中国 50% 的制造业供应链环节将采用人工智能，从而可以提高 15% 的效率。这将使企业能够更好地预测市场变化、消费趋势和习惯的变化，甚至是气候变化，进而将预测结果与库存管理相联系，帮助企业努力使库存水平贴近市场需求，促进销售，同时降低成本，把控风险。此外，诸如媒体和娱乐、游戏、建筑等行业也在加速元宇宙技术的落地和应用，基于人工智能、物联网、智能边缘等技术，满足市场对于多元

化、定制化、共情化的体验，改善运营流程，加速学习、分享、创造，产生更大的经济和社会价值。实现元宇宙构想以及物理与数字世界间的互联，需要创建更多的数字资产/数字人，这对计算性能与计算资源提出新的要求。目前元宇宙基础设施的搭建已经开始起步，通过构建能够支持应用落地的人工智能算力基础设施，提升基础平台的支撑力度，为将来满足企业和用户在虚拟环境中的应用需求夯实基础。

第二章 2023-2028 年半导体前道量检测设备市场前景及趋势预测

第一节 量检测设备是芯片良率的关键保障

根据不同工序，半导体检测分为前道量检测、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，目前主要分为第三方测试和厂内产线在线监控；实验室检测主要针对失效样品进行缺陷定位和故障分析，目前主要分为第三方实验室检测和厂内自建实验室。

质量控制贯穿晶圆制造全过程，是芯片生产良率的关键保障。按 Kaempf 标准，晶圆缺陷可分为随机缺陷和系统缺陷，其中，随机缺陷主要由附着在晶圆表面的颗粒引起，其分布位置具有一定随机性；系统缺陷主要来自光刻掩膜和曝光工艺中的系统误差，一般出现在具有亚分辨率结构特征的区域，通常位于一片晶圆上不同芯片区域的同一位置。按缺陷表征，晶圆缺陷可分为形貌缺陷、污染物和晶体缺陷，其中，形貌缺陷包括微小粗糙面、凹坑，污染物缺陷包括分子层面的有机层和无机层等污染物、原子层面的离子、重金属缺陷等，晶体缺陷包括硅原子失位/错位、非硅原子掺杂等。

前道量检测设备具有两大类功能，一是确保 IC 产线量产良率，二是定量监控生产设备，为设备验收、维保提供依据。前道量检测设备可按基本功能、技术手段和缺陷类型等方式进行分类，本文将重点对比光学/电子束、明场/暗场、有图形/无图形等三类设备。

一、关键对比：光学检测目前是主要方案

光学检测速度快、无接触，目前是主要检测技术。光学检测技术通过对光信号进行计算分析获得检测结果，具有速度快、无接触、易于在线集成等优势，根据中科飞测招股书，光学技术的检测速度可以较电子束技术快 1000 倍以上，可以应用于 28nm 及以下全部先进制程，在技术成熟度、通用性、可靠性等方面均已获得晶圆厂的普遍认可，目前是半导体质量控制的主要检测技术，根据中

科飞测招股书，2020 年全球光学检测技术市场规模为 57.5 亿美元，在量检测设备中的市场份额为 75.2%。然而，传统光学检测技术因其检测原理受限于瑞利散射，难以保证对先进节点晶圆缺陷的高灵敏度，并且其检测结果通常含有大量噪声缺陷（非杀伤性缺陷），进而干扰杀伤性缺陷的检测。

二、关键对比：电子束检测适用于高精度场景

电子束技术检测精度较高，然而速率较慢、设备成本高。电子束检测技术是通过聚焦电子束至某一探测点，逐点扫描晶圆表面产生图像以获取检测结果。电子束的波长远短于光的波长，电子束显微镜分辨率更高，测量精度优于光学技术；然而测量速度慢、设备成本高，鉴于电子束检测通常接收的是入射电子激发的二次电子，无法区分具有三维特征的深度信息，因而部分检测无法采用电子束技术，主要采用光学检测技术，如三维形貌量测、光刻套刻量测和多层膜厚量测等应用。根据中科飞测招股书，2020 年全球电子束检测技术市场规模为 14.3 亿美元，在量检测设备中的市场份额为 18.7%。

三、关键对比：明场系统精度高、暗场系统速度快

暗场系统主要收集被测物体的散射光，适用于大量晶圆的高速检测。然而，1) 散射信号强度远低于入射光和反射光，噪声对检测精度影响较大，直接决定系统检测极限；2) 晶圆表面并非完全光滑，微观起伏也会产生散射光（薄雾信号），进而影响检测精度。明场系统通过提供均匀明亮的光场，使用图像传感器收集反射光进而分析缺陷，相比暗场系统，具有检测灵敏度较高、扫描速度较慢等特征，适用于晶圆电路详细检测。现有技术通常只搭配明场或暗场一种系统，因为无缺陷处和有缺陷处存在较大的亮度差异，通过对图形灰度值进行阈值判断实现缺陷分析，目前暗场系统占据晶圆检测设备的主要市场。

第二节 国内量检测设备市场有望快速发展

一、驱动力 1：全球半导体市场逐步回暖

2024 年全球半导体市场有望加速恢复增长。根据 SIA 数据，2023 年 11 月全球半导体行业销售额为 480 亿美元，同比增长 5.3%，在经历连续 6 个月同比降幅收窄后，年内首次实现同比增长，连续 9 个月环比实现环比增长。根据半导体产业纵横公众号，IDC 将 2023 年全球半导体市场规模预测值由 5188 亿美元上调至 5265 亿美元，2024E 市场规模由 6259 亿美元上调至 6328 亿美元，同比增长 20.2%，全球半导体市场正在逐步回暖，2024 年起有望加速恢复增长，短期复苏动力主要是消费电子逐步回暖，受益于华为、苹果等新品发布后的换机热潮，长期发展动力主要是车用、数据

中心、工业及 AI 等新兴增长点。

二、驱动力 2：中国大陆晶圆厂持续扩产

中国大陆加强成熟制程产能投资，以中芯国际为例，中芯国际季报将 2023 全年资本开支上调至 75 亿美元左右，同比增长约 18%，2022 年中国大陆 12 英寸晶圆产能全球占比 22%，2026 年预计增至 25%。半导体行业需求回暖叠加中国大陆晶圆厂持续扩产，国内半导体设备市场长期有望稳健增长。根据 SEAJ 数据，2023Q1-Q3 中国大陆半导体设备销售额为 244.7 亿美元，同比增长 11.7%，2023Q3 同比增长 42.2%。

三、驱动力 3：先进制程提升设备投资需求

先进制程对应量检测设备价值量有望倍增。AI 芯片对性能、功耗和成本等要求较高，先进制程优势显著，同时随着汽车智能化发展，MCU 等传统芯片已经难以满足市场需求，汽车芯片功能的逐步丰富有望助力先进制程工艺快速发展。随着芯片制程进步，设备投资成本将呈现大幅上升趋势，根据中芯国际招股说明书（2020 年 7 月），以 5nm 工艺为例，其投资成本高达数百亿美元，是 14nm 的两倍以上，28nm 的四倍左右。先进制程将对工艺控制水平提出更高要求，检测设备和量测设备价值量有望倍增。

四、驱动力 4：半导体设备国产替代正在加速

国内晶圆厂加速推进设备国产化。根据芯谋研究公众号，2023 年中国晶圆厂设备采购总额将达 299 亿美元，美国、日本、荷兰、中国设备商对应市场份额分别为 43%、21%、19%和 11%，相比 2020 年，我国本土设备商的销售额增长约 233%，市占率增长约 4pct，然而国际巨头依旧主导中国设备市场，半导体设备国产替代空间广阔。2022 年 10 月 7 日，美国商务部工业与安全局（BIS）发布出口管制规则，进一步限制中国在先进计算、半导体制造领域获得或使用美国产品及技术。2023 年 10 月 7 日，美国 BIS 对此前发布的半导体出口禁令再次升级，对于半导体制造设备，新规在受控设备清单中又新增几十个项目。中美高科技摩擦背景下，国内晶圆厂持续推进国产供应链整合，半导体设备国产替代正在加速。

五、2023 年全球/中国大陆量检测设备市场空间为 105/35 亿美元

量检测设备约占前道设备支出的 10%。晶圆厂的资本支出主要包括前道制造设备、后道封测设备及厂房建设，据中科飞测（2022/03），前道制造设备支出占比可达 80%，质量控制设备约占前道制造设备支出的 10%。根据 VLSIResearch、QYResearch，2020-2022 年全球半导体检测与量测设备市场规模分别为 76.5、105.1、126.3 亿美元，CAGR 为 28.49%，2020 年中国大陆半导体量检测设备市场规模达 21 亿美元，全球占比 27.45%。

第三节 KLA 主导全球市场，ASML 电子束竞争优势显著

一、全球：国际巨头主导量检测设备市场

全球半导体量检测设备市场集中度较高，根据 VLSIResearch、QYResearch，2020 年行业 CR5 达 82%，前五大设备商均来自美国和日本，主要包括 KLA、应用材料、日立等，其中 KLA 市占率高达 51%。

二、KLA：历经多次并购、产品种类齐全

KLA 历经多次并购。KLA 仪器和 Tencor 仪器分别成立于 1976 年、1977 年，并于 1997 年合并成立科磊半导体（KLA-Tencor）。成立至今，科磊半导体陆续收购多家公司，目前产品线已涵盖质量控制全系列设备。

三、KLA：分产品，2023Q3 晶圆检测/芯片检测收入同比下降 8.4%/25.9%

分产品看，KLA 主要产品包括晶圆检测（仅系统）、芯片检测（仅系统）、半导体工艺（仅系统）、PCB/显示/器件检测（仅系统）、服务以及其他（KLAPro），2023Q3 营业收入分别为 10.1、5.4、1.1、0.7、5.6、1.0 亿美元，同比-8%、-26%、-2%、-47%、6%、-10%。我们以晶圆检测（仅系统）、芯片检测（仅系统）及其他（KLAPro）代表 KLA 量检测业务，2020-2023 年前三季度量检测（仅系统）业务收入分别为 37.3、54.4、74.1、50.1 亿美元，假设 KLA 市占率维持 2020 年值 50.8%，对应期间全球量检测市场规模分别为 73.39、106.73、145.35、98.20 亿美元，与本文第二章测算基本一致。

第四节 国产替代正在加速，重点产品持续突破

一、国内：量检测设备国产化率不足 10%

近年量检测设备国产化率稳步增长。中国半导体检测和量测市场中，设备国产化率较低，国际巨头处于市场主导地位，根据 VSLI 统计，2020 年 KLA 市占率达 54.8%。国产半导体量检测设备供应商主要包括上海精测、中科飞测、上海睿励等，2022 年营业收入分别为 1.65、5.09、0.72 亿元。按收入口径，2018-2022 年三家公司国内市场份额合计为 0.67%、0.60%、2.11%、2.38%、3.17%，国产化率整体呈现增长趋势。

二、精测电子：立足面板检测主业，半导体产品持续完善

立足显示检测系统，半导体全产业链布局加速。精测电子成立于 2006 年，2016 年成功登陆创业板，公司成立后主要经历四个发展阶段：1) 2006-2014 年，立足显示检测系统，打破技术垄断；2) 2016-2018 年，借助资本市场，实现跨越发展；3) 2018-2019 年，开拓半导体市场，把握新兴机遇；4) 优化全产业链布局，打造未来发展新格局。

第三章 半导体前道量检测设备+AI 的应用现状及前景预测

第一节 为什么众多企业纷纷入局 AI

如今，越来越多的企业一致认为，若想获取竞争优势，AI 绝对不可或缺。

正因如此，我们毫不意外地看到，2021 年全球市值最大的 2000 家公司中，46% 的首席执行官都在财报电话会议上谈及了 AI 及其相关概念。

埃森哲面向全球领先企业 1600 余名高管和数据科学家的调研发现，近 75% 的企业已将 AI 整合至自身业务战略当中，并重新制定了云计划，力求成功应用 AI。

目前，企业亦正纷纷落实这些计划。从加速新产品研发进程，到提升客户体验，他们对近三分之一（30% 扩展，以期取得规模化成效。）的 AI 试点项目进行了后续扩展，以期取得规模化成效。

对于宏观层面而言，人工智能算力为国家创造力的发展带来实质性推进：

创新环境：如“十四五规划”所讲，人工智能已然成为“事关国家安全和全局的基础核心领域”，所以中国将持续瞄准前沿领域的发展，补足自身在人工智能基础理论研究和算法研究、芯片研发、原创性模型和框架的研发和迭代等方面存在的短板和劣势，加速人工智能单点技术的研究和创新，以政策支持、行业落地和企业推进为支撑点，加速相关产业的发展和人才培养。

创新科研：作为创新的源动力，科学研究是人类发展和社会变革最主要的推动力量。随着人工

智能技术的快速发展，人工智能不仅在应用科学的突破上发挥了重要作用，也开始渗透到基础科学领域，极大提高了科学研究的效率并加速科学发展的进程，包括生命科学、数学、化学等多个领域。这其中，人工智能算力的重要性不言而喻。与行业应用不同的是，人工智能在科研领域所需要的数据精准度更高、模型更复杂，对于算力需求也更大。因此，人工智能算力、算法、数据和平台的结合能够为科研创新发挥更大的作用。

创新产业：据工业和信息化部数据显示，目前，中国人工智能核心产业规模超过 4,000 亿元，企业数量超过 3,000 家，领军龙头企业覆盖无人机、语音识别、图像识别、智能机器人、智能汽车、可穿戴设备、虚拟现实等诸多领域，已经在智能芯片、开源框架等关键核心技术取得重要突破。根据美国斯坦福大学《2021 年人工智能（AI）指数报告》中国在 2021 年提交了全球一半以上的人工智能专利申请，2021 年全球约三分之一的人工智能期刊论文和人工智能引用是由中国研究人员所贡献的。

对于企业而言，人工智能算力可为企业带来切实的创新成效：根据 IDC 针对企业应用人工智能现状调研发现，企业利用人工智能应用获得了显著收益，尤其是在研发速度和流程的创新，产品和服务的创新，以及决策制定的创新等维度：**研发速度和流程：**根据 IDC 针对企业应用人工智能及算力现状调研发现，目前借助人工智能资源利用率平均提升 12%，员工生产和研发效率增加 8%。

产品和服务：人工智能为企业开发更多定制化和精细化产品与服务方面带来显著支撑，未来三年，有望在提高资产利用率，降低人力需求等方面更显著获益。

决策制定：人工智能为企业带来更丰富、及时的信息，为企业决策者提供敏锐洞察，可显著提升决策的速度和质量，辅助企业处理复杂的不确定性，占领市场先机，创造价值。

根据 IDC 调研，尽管在过去一年，人工智能未在降低成本方面带来显著成效，但可以预计，伴随人工智能能力普惠化、规模化落地，未来企业有望实现降本增效创收的目标。

图：人工智能目前及未来三年对企业产生的价值

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/348055031062006072>