

2023

# 中国工业视觉技术实践系列报告

——泛半导体行业的质量管理技术升级之路

出品机构：甲子光年智库

研究指导：宋涛

研究团队：刘瑶

发布时间：2023.11

# 目录

## CONTENTS



**Part 01 高技术创造高价值，工业视觉成就“制造之眼”**

**Part 02 工业视觉加快泛半导体行业的质量管理升级**

**Part 03 突破造就未来，国产代表厂商的突破与实践**

**Part 04 技术前行，未来仍有无限可能**

## 机器视觉在速度、精度等指标上远高于人类，非常适合工业领域应用

- 机器视觉在色彩识别能力、灰度分辨率、空间分辨率、速度、感光范围、环境适应性、观测精度等方面比人类视觉更具优势。机器视觉利用相机、镜头、光源和光源控制系统采集目标物体数据，借助视觉控制系统、智能视觉软件和数据算法库进行图形分析和处理，软硬系统相辅相成，为下游行业赋予视觉能力。

项目	人类视觉	机器视觉
色彩识别能力	容易受人的心理影响，不能量化	具有可量化的特点
灰度分辨率	差，一般只能分辨 64 个灰度	强，目前一般使用 256 灰度级，采集系统可具有 10bit, 12bit, 16bit 等灰度级
空间分辨率	分辨率较差，不能观看微小的目标	分辨率高，可观测微米级的目标
速度	速度慢，0.1 秒的视觉暂留使人眼无法看清较快运动的目标	速度快，快门时间可达 10 微秒左右，高速相机帧率可达到 1000 以上，处理器的速度越来越快
感光范围	范围窄，400nm-750nm 范围的可见光	范围宽，从紫外到红外的较宽光谱范围，另外有 X 光等特殊摄像机
环境适应性	对环境适应性差，另外有许多场合对人有损害	对环境适应性强，另外可加装防护装置
观测精度	精度低，无法量化	精度高，可到微米级，容易量化
其他	主观性，受心理影响，易疲劳	客观性，可连续工作

## 软硬一体，深度学习赋能制造业全场景应用能力

- 工业视觉是将硬件如光源，传感器，相机等集成综合性仪器同时辅以底层算法用于工业制造方向，协助制造业实现引导、识别、检测和测量功能，最终促进工业制造智能化，是自动化到智能化的关键拼图，兼具状态感知（视觉）和自主决策（边缘控制和AI）的能力。

图：工业视觉产业链关系图



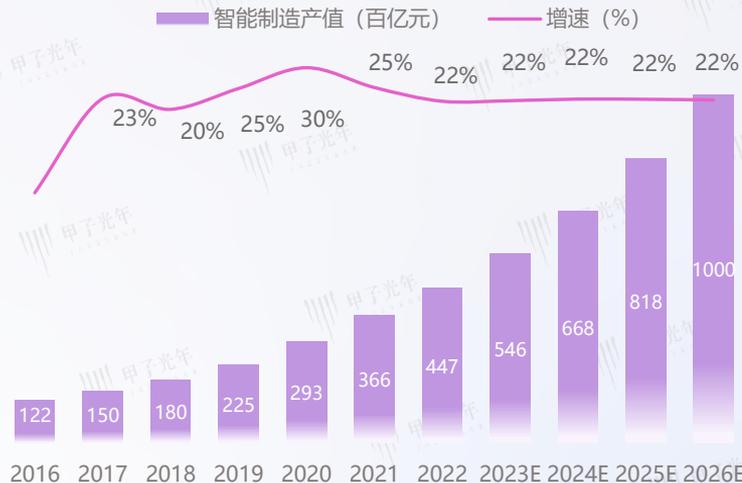
## 制造业及智能制造规模同步上升，中国制造产业迎来“质”与“量”的同步发展

- 从中国制造业增加值来看，2017年至2022年持续上升，并且在GDP的比重持续上升。
- 从中国智能制造业产值规模来看，2022年中国智能制造业产值447亿元，预计2026年可达1000亿元，持续迎来高于20%的增长。

图：2017-2022年中国制造业增加值及GDP占比



图：2016-2026年中国智能制造业产值规模



## 工业视觉搭上智能制造产业“快车”，中国工业视觉市场持续增长

- 伴随全球制造升级需求与中国制造业的高质量发展，工业视觉市场规模稳步增加。
- 中国工业视觉2022年市场规模为184亿，到2025年将达到470亿，行业整体发展增速快。

图：2020-2025年全球工业视觉市场规模及预测



图：2020-2025年中国工业视觉市场规模及预测



## 利好的宏观环境和政策将助力工业视觉产业蓬勃发展

- 工业机器视觉是人工智能产业和制造业转型升级的重要环节，是国家政策重点关注和发展的行业；2016年以来，在人工智能产业和智能制造升级相关的政策文件中被多次提及，2020年的《工业互联网创新发展规划》和2021年的《“十四五”智能制造发展规划》等文件中均提出重点突破计算机视觉、视觉传感相关技术，为工业视觉产业发展提供了政策助力。

表：近年来工业视觉相关政策

发布时间	发文单位	文件	重点内容
2023年4月	全国人大	《对数字经济发展情况报告的意见和建议》	国家支持人工智能算法、框架等基础技术的自主创新、推广应用、国际合作，鼓励优先采用安全可信的软件、工具、计算和数据资源。
2022年8月	国家科技部等部门	《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》	要在制造领域优先探索 <b>工业大脑</b> 、机器人协助制造、机器视觉工业检测、设备互联管理等智能场景。
2022年1月	国务院	《“十四五”数字经济发展规划》	要推动农林牧渔业基础设施和生产装备 <b>智能化改造</b> ，推进机器视觉、机器学习等技术应用
2021年12月	工信部等	《“十四五”机器人产业发展规划》	研制三维视觉传感器、六维力传感器和关节力矩传感器等力觉传感器、大视场单线和多线激光雷达、智能听觉传感器以及高精度编码器等产品，满足机器人智能化发展需求。
2021年7月	工信部等十部门	《5G应用“扬帆”行动（2021-2023年）》	推进5G模组与AR/VR、远程操控设备、机器视觉、AGV等工业终端的深度融合，加快利用5G改造工业内网，打造5G全连接工厂标杆，形成信息技术网络与生产控制网络融合的网络部署模式，推进“ <b>5G+工业互联</b> ”服务于生产核心环节。
2021年3月	工信部、国家发展和改革委员会、教育部、科技部、财政部等	《“十四五”智能制造发展规划》	提出研发 <b>高分辨视觉传感器</b> 、工业现场定位设备，实现泛在感知、数据贯通、集成互联、人机协作和分析优化。
2020年11月	工业互联网专项工作组	《工业互联网创新发展规划》	提出要 <b>加强工业互联网基础支撑技术攻关</b> 。支持 <b>工业视觉传感器</b> 等基础软硬件研发突破。
2020年2月	科技部	《关于科技创新支撑复工复产和经济平稳运行的若干措施》	提出以新技术赋能智能工厂建设。鼓励支持企业在研发设计、生产运营、供应链管理等方面应用 <b>机器视觉智能传感</b> 、深度学习等新技术。

## 深度学习赋能制造业全场景应用能力

- 机器视觉系统的算法软件部分是利用计算机视觉算法对获取图像进行分析，进而为进一步决策提供所需信息。根据集成程度和开发难度的不同，可以细分为供集成商和设备商开发使用的底层算法和供最终客户使用的二次开发好的算法包，由于不同工业应用场景之间的差异性以及对精度的高要求，往往需要专门设计对应的软件算法以满足工业场景下的视觉需求。

图：机器视觉相关底层算法



表：主要机器视觉软件开发包及其特点

开发包	优/缺点	适用场景
Vision Pro	入门容易、license费用低；无法GPU加速、图像处理算法工具少	需要快速开发的通用视觉类项目
HALCON	兼容性好；开发周期长、费用高支持视觉图像采集设备、环境及平台	较为复杂的，拥有较长开发周期的项目
OpenCV	开源且可用于商用、便于定制化算法开发；代码能力要求高、周期长	有算法基础且项目周期长、预算有限的项目
eVision	基于灰度相关性的模板匹配效果好、基于图像比对的图像质量检测效果好；几何形状的匹配能力较差	适用于基于图像比对的图像质量检测
HexSight	定位和零件检测效果较好、恶劣环境适应性好；软件开发费用高	适用于恶劣工业环境的点位和检测项目
NI Vision	入门简单、开发速度快，算法效率不高且准确性与稳定性依赖于图像质量	图像质量较好，且要求交货周期比较短的项目

## 工业视觉的功能主要有识别、测量、定位、检测

- 机器视觉的功能主要分为四大类，从技术实现难度上来说，识别验证、引导定位、尺寸测量、外观检测的难度是递增的，而基于四大基础功能延伸出的多种细分功能在实现难度上也有差异。

图：机器视觉基本功能技术实现的难易度情况



	易		难	
易	识别	定位	测量	检测
	有无	校正	点	形状/轮廓
	颜色	引导	线	灰度/色彩
	粗略位置	套准	弧/圆	装配质量
	条码	对位	间距	统计信息
	二维码	跟踪	几何组合	表面缺陷
难	文字识别	3D引导	3D尺寸	3D缺陷

表：机器视觉应用场景 (按功能分类)

功能	应用行业 (典型代表)	应用场景	具体应用
识别	3C 电子、新能源、半导体、汽车、食品	基于目标物的外形、颜色或者字符特征进行甄别	轮廓度检测 二维码识别 字符识别
测量	3C 电子、新能源、半导体、汽车、食品、医药、光伏	将图像像素信息标定成常用的度量衡单位，精准计算出目标物的几何尺寸	缺陷检测 识别防错 产品测量
定位	3C 电子、新能源、半导体、汽车、食品、医药、光伏	在识别出物体的基础上精确定物体的坐标和角度信息，自动判别物体位置	贴合定位 焊接定位
检测	3C 电子、新能源、半导体、汽车、食品、医药、光伏	对目标物体进行表面装配检测、表面印刷缺陷检测及表面形状缺陷检测等	缺陷检测 外观检测

# 目录

## CONTENTS



**Part 01 高技术创造高价值，工业视觉成就“制造之眼”**

**Part 02 工业视觉加快泛半导体行业的质量管理升级**

**Part 03 突破造就未来，国产代表厂商的突破与实践**

**Part 04 技术前行，未来仍有无限可能**

## 产品与产线升级迭代带来稳定增长

- **产品持续迭代升级带来稳定需求**：产品精密度、对生产制造过程中的精度要求随3C电子产品的更新换代而提升，推动机器视觉进一步渗透。
- **消费电子产品产线进一步升级迭代**：苹果作为龙头企业提高行业检测标准，各大电子产品生产厂商也逐步迭代生产质量标准，有望带来机器视觉需求的扩大。

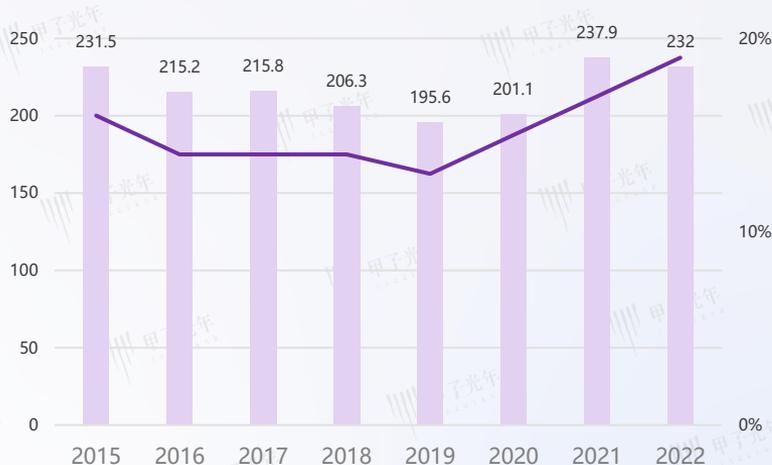
图：2015-2022年 PCB 行业规模保持稳步增长

■ 全球PCB产值规模 (亿美元)    ■ 中国PCB产值规模 (亿美元)



图：2013-2022年苹果iPhone出货量 (百万台) 及市占率

■ 出货量 (百万台)    ■ 市场占有率



## 3C行业的高质量标准提升工业视觉的渗透率

- 工业视觉在3C电子行业中得到广泛应用：3C电子行业具有元器件尺寸较小，质量标准高的特点。在PCB生产制造环节中，工业视觉是PCB对位、SMT拾取、放置和安装验证等环节至关重要的工具。
- 在电子成品设备制造环节中，工业视觉解决方案应用于显示器缺陷检测、产品外壳缺陷检测、轴毁和盘片装配/磁头怒浮组件机器人引导、光学字符识别等环节。

图：PCB生产线中部分工业视觉应用环节



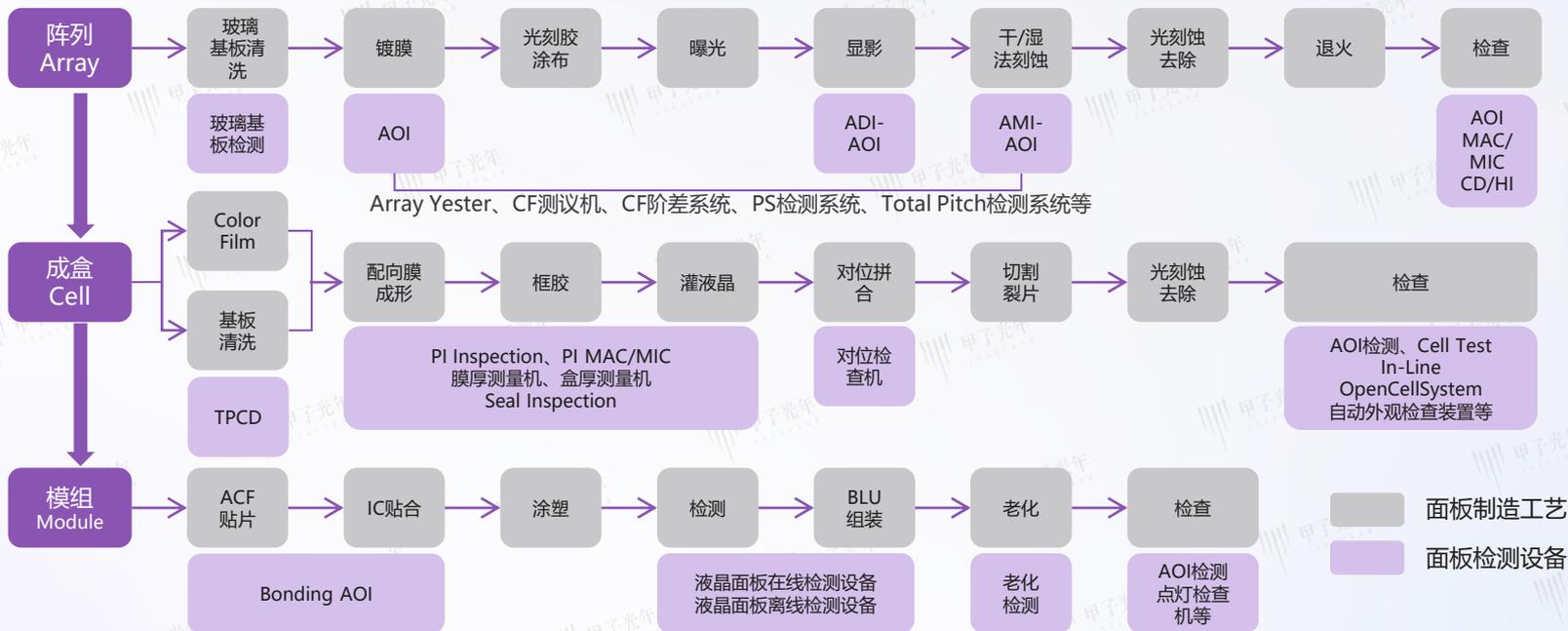
图：电子设备制造生产线中部分工业视觉应用环节



## 工业视觉提升检测的可靠性和稳定性，贯穿全生产流程

- 面板检测设备贯穿于面板生产制造全过程，为保障良率的关键环节。面板生产包含阵列 (Array)、成盒(Cell)和模组(Module)三大制程，检测环节用于保证各段生产制程的可靠性和稳定性，提升产线整体的良率。

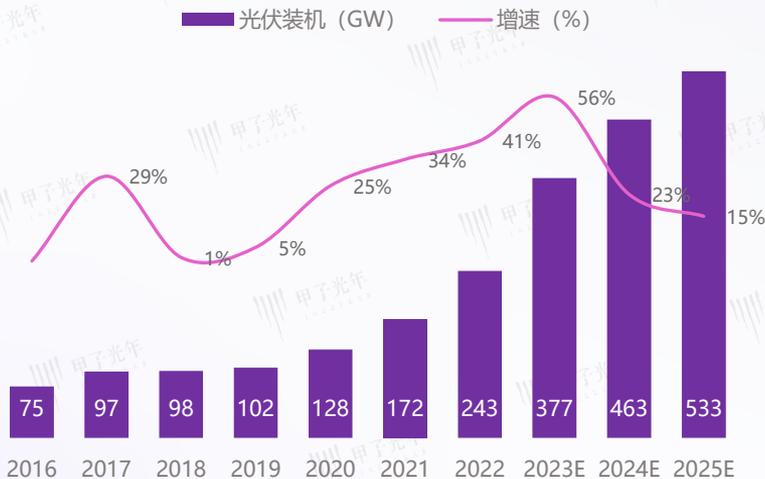
图：面板检测设备贯穿于面板生产制造的前、中、后道



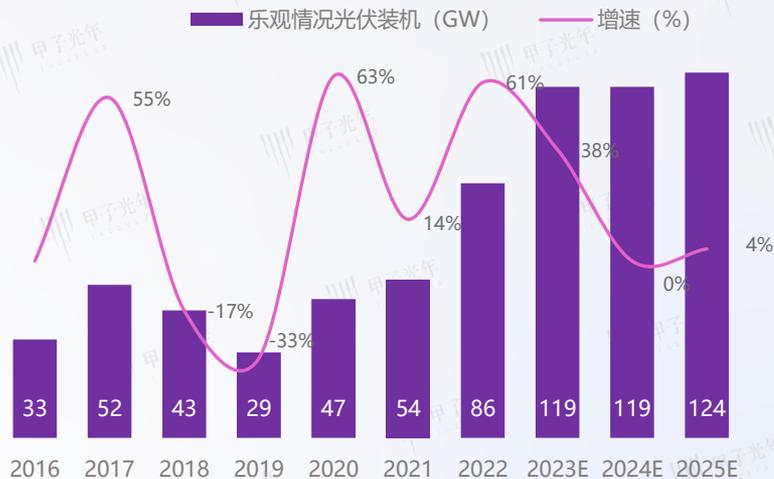
## 中国光伏技术助力全球能源转型

- 据中国光伏行业协会统计，2022 年全球光伏新增装机243GW，同比增长41%，2023 年全球光伏市场需求持续保持旺盛。随着光伏行业整体效率的提高和市场信心的增强，2022 年中国光伏新增装机达 86GW，同比增长61%，中国光伏装机量已连续十年位居全球首位。
- 中国光伏制造占全球80%左右的规模，以每瓦耗电0.4度计算，2023年预计组件产能400GW，耗电量1600亿度，相当于20座核电站的发电量，中国制造的光伏产品为全球能源转型和可持续发展做出了巨大贡献。

图：全球光伏历年装机规模及预测（单位：GW）



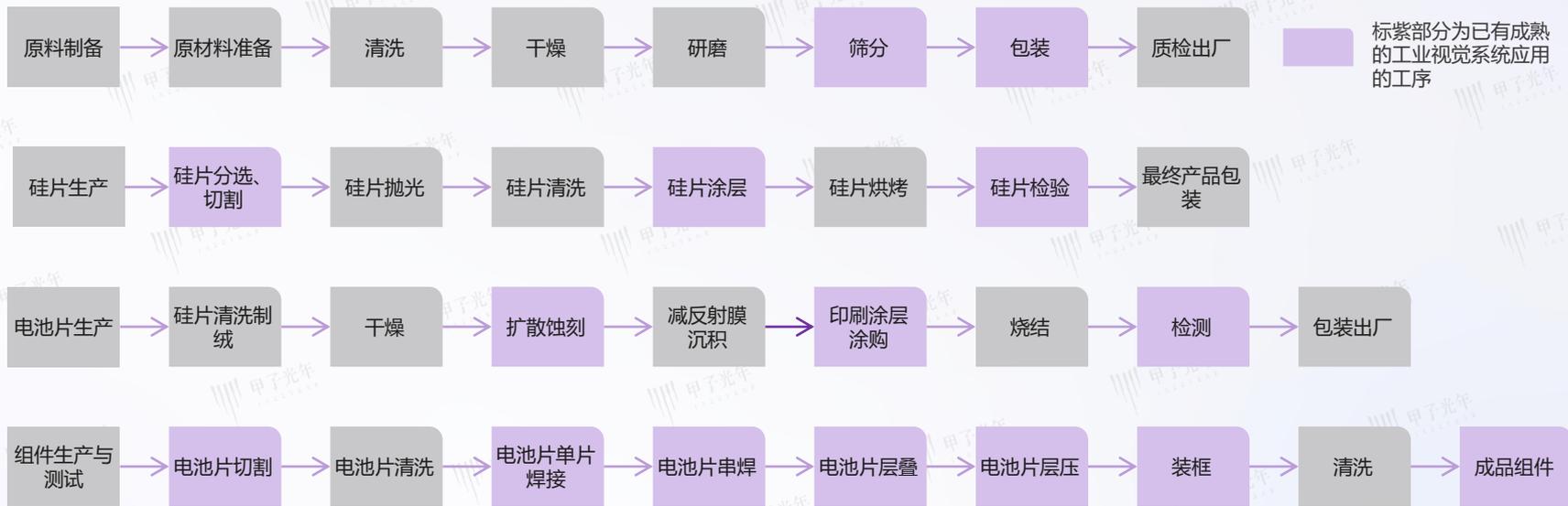
图：国内光伏年度新增装机规模（单位：GW）



## 精准解决传统应用难题，赋能光伏制造设备升级迭代

- 工业视觉解决方案可替代传统人力复杂操作，为企业需要提供稳定、柔性、易用通用的智能制造解决方案，提升全流程的质量管理，助力企业迈向智能制造。

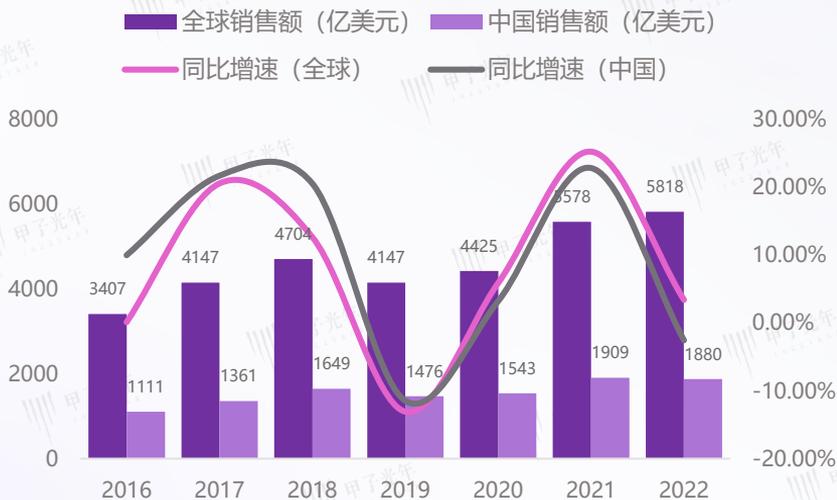
图：光伏生产环节流程与工业视觉应用情况



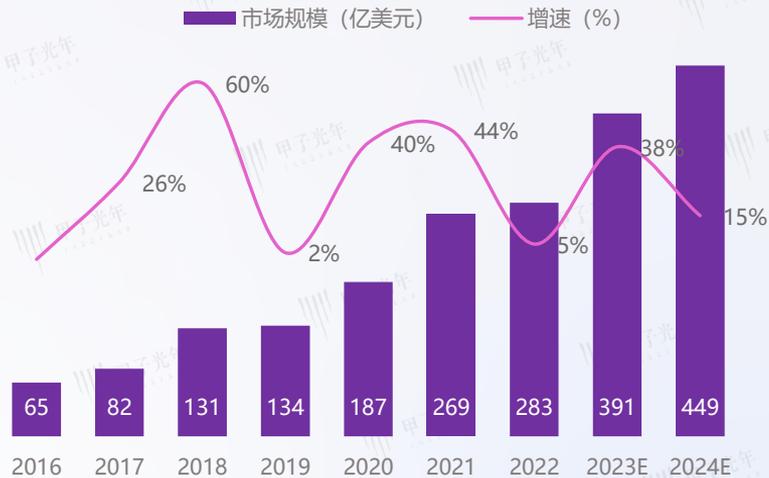
## 中国半导体设备市场跟随半导体产业发展稳定增长

- 全球半导体产业产能持续扩张，对半导体设备的需求稳定增长。根据SEAJ统计，2022年全球半导体设备销售额为1077亿美元，5年CAGR达13.7%。其中2022年中国大陆地区半导体设备销售额为282.7亿美元，5年CAGR达21.2%，连续三年占比全球第一。

图：2016-2022 年中国及全球半导体市场销售规模 (亿美元)



图：中国半导体设备市场规模 (亿美元)



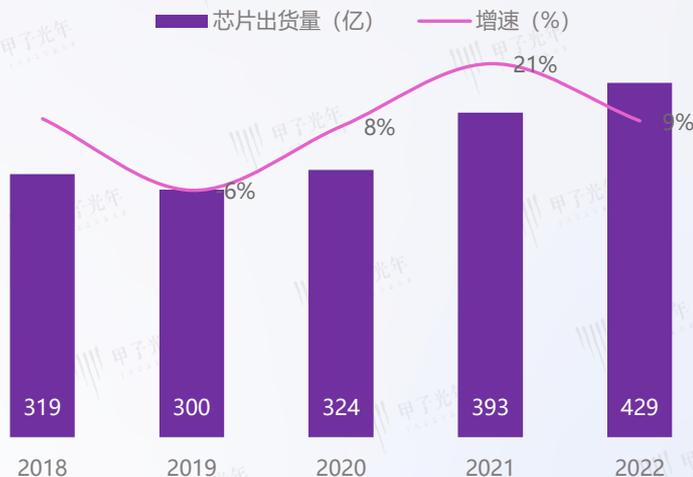
## 晶圆建设趋势仍在延续，国产半导体设备迎来发展

- 国内晶圆厂扩产趋势仍在延续。根据 SEMI 预测，全球半导体行业将在2021至2023年间建设84座大规模芯片制造工厂，其中中国大陆地区将会建成20座成熟制程工厂/产线，国产设备将加速导入大陆晶圆厂，国产半导体设备快速发展期在即。

图：全球新增晶圆厂数量维持高位



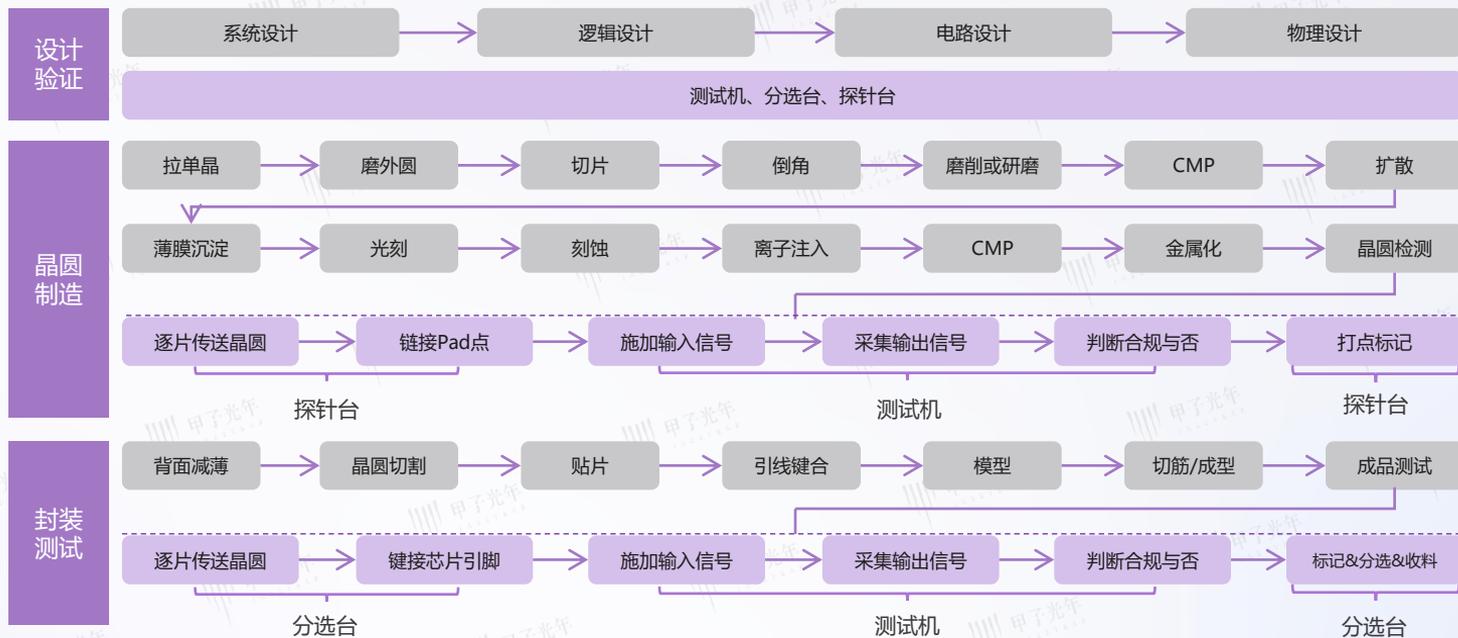
图：全球芯片出货量持续增长



## 晶圆制造到芯片加工的工艺过程极其复杂，涉及多个工艺步骤，易产生各种缺陷

- 半导体生产流程中的测试设备包括测试机 (ATE, Automatic Test Equipment)、分选机 (Handler)、探针台 (Wafer Prober) 等。这些设备的制造需要综合运用光学、物理、化学等科学技术，在测试设备中，测试机用于检测芯片功能和性能，探针台与分选机实现被测芯片与测试机功能模块的连接。晶圆检测环节需要使用测试机和探针台，成品测试环节需要使用测试机和分选机。

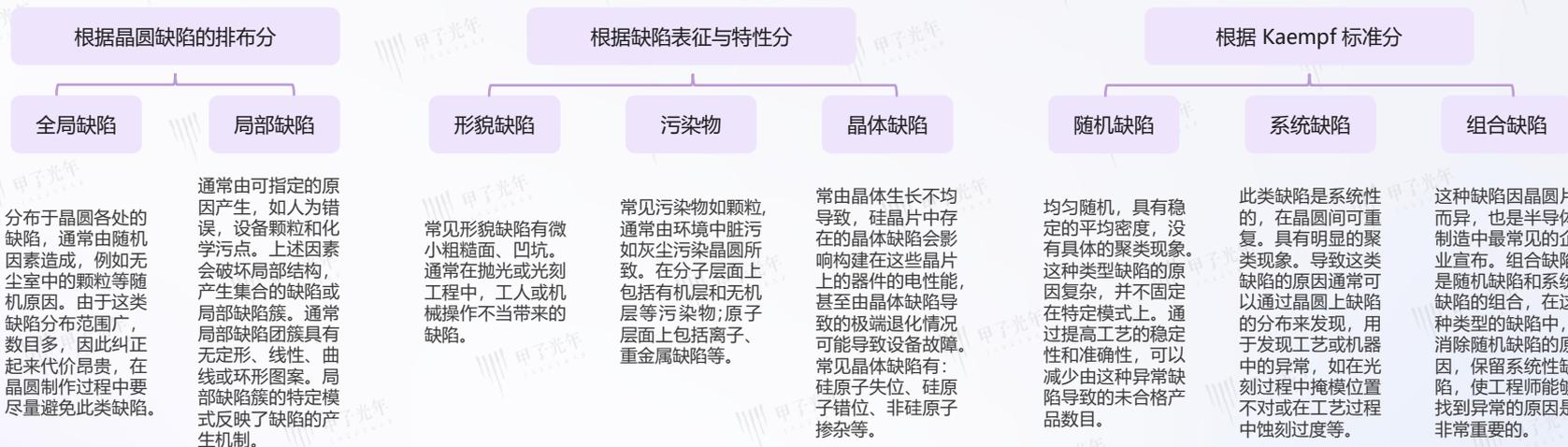
图：集成电路生产及测试具体流程



## 高效识别晶圆缺陷是工业视觉的重要应用之一

- 芯片制造过程中产生的缺陷会影响产品设备的最终良率，额外增加厂商的生产成本。根据资料统计，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%。半导体生产过程控制可分为量测 (Metrology)、缺陷检测 (Inspection) 两大环节。
  - 量测：主要针对晶圆电路的结构尺寸、材料特性进行描述，包括薄膜厚度、关键尺寸、刻蚀深度等物理参数。
  - 缺陷检测：主要查看晶圆是否有异质，包括颗粒污染、表面划伤等可能对芯片功能产生不良影响的结构性缺陷。

图：晶圆缺陷的分类



## 工业视觉可以利用分析空间图案的分布情况极大提高良率管理效率

- ❑ 晶圆产生的缺陷会在晶圆图中呈现特定的空间图案，这些空间图案包含了晶圆在制造层面发生的异常信息，如薄膜沉积问题、蚀刻问题、清洗不均匀、紫外线曝光不均匀、晶圆物料运输过程被刮坏或晶圆处理不当等问题，都对应一定的空间图案，通过分析空间图案的分布情况，可以对应找出导致低良率的原因以保持工艺的质量水平。
- ❑ 早期防控是提升制造系统的可靠性、提高生产良率、降低生产成本的重要手段。传统分析晶圆图空间图案的工作仍需依靠人工去判断，不同的工程师对于同一晶圆图可能会有不同的判断结果，主观因素影响较大，使得分类缺乏一致性。以此同时需面对大规模的晶圆生产现状，**人工效率较低，准确性难以保证。工业视觉可高效识别分类晶圆图案缺陷模式，掌控晶圆制造过程中的潜在问题，对于稳定并提高良率具有十分重要的意义。**

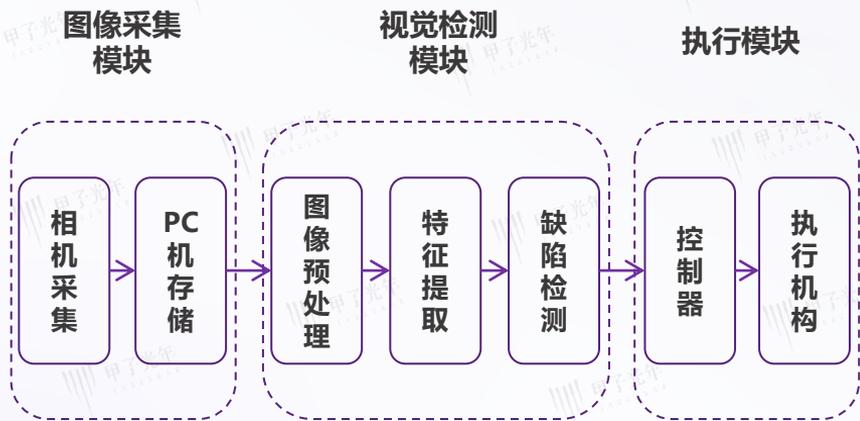
表：晶圆缺陷类型及其产生原因示例

缺陷类型	产生的原因
Center	化学-机械平坦过程中甩胶机的转速变化或氧化过程中温度不均匀导致
Donut	在显影过程中，溶解的光刻胶重新附在晶圆表面上,晶圆中心缺陷因为中心冲洗步骤而较少
Edge-Loc	薄膜沉积问题
Edge-Ring	蚀刻问题
Local	清洗不均匀
Near full	人为错误
Random	空气中的灰尘干扰
Scratch	在化学机械过程中团聚的颗粒和衬垫的硬化或者由于搬运过程中的刮擦等

## 光学检测效率高，速度快，提升半导体领域的智能化及数字化水平

- 自动光学检测技术 (Automatic Optical Inspection, AOI) 是集成信息采集、数字信号处理和自动控制的智能化检测技术，通常在工业生产过程中执行测量、检测、识别和引导等任务。自动光学检测技术模拟人眼采集图像信息，进行图像信息的分析和识别，完成测量、分类、追踪等工作。AOI系统由图像采集模块、视觉检测模块和执行模块三部分组成。

表：离线式 AOI和在线式 AOI的比较



	在线 AOI	离线 AOI
检验方式	100%实现全检	分批抽检
自动化程度	高，随产品线自动完成检验	一般，需人工协助
ESD	低，自动化作业	高，需人工协助，敏感元件需小心处理
劳动强度	低	每块板的检验需要人工放入，检验完成后需人工拿出
设备污染	无	光污染，检验员工期难持久

# 目录

## CONTENTS



**Part 01 高技术创造高价值，工业视觉成就“制造之眼”**

**Part 02 工业视觉加快泛半导体行业的质量管理升级**

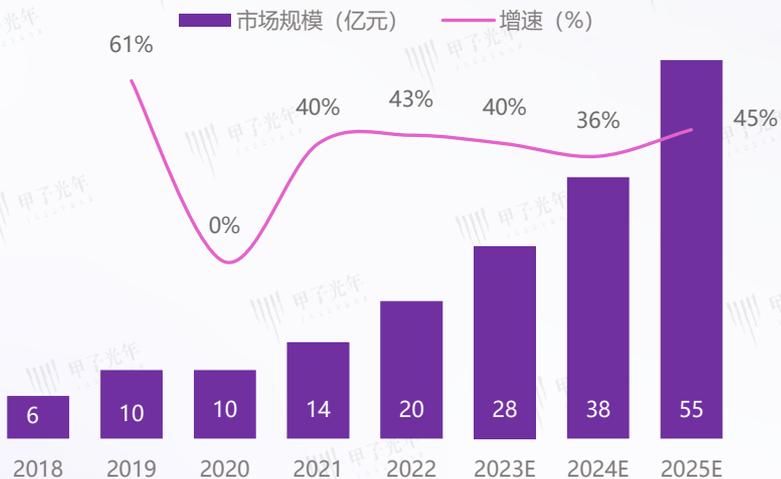
**Part 03 突破造就未来，国产代表厂商的突破与实践**

**Part 04 技术前行，未来仍有无限可能**

## 半导体及消费电子工业视觉市场规模将持续增长

- 半导体产业以其集成度高、精细度高的特点成为工业视觉技术大规模应用最早的领域之一，工业视觉在半导体制造过程中的速度和精确性优势明显。伴随中国半导体市场、半导体设备市场的飞速发展，智能化、数字化的制造管理理念深入人心，半导体行业的工业视觉市场将迎来稳定的增长。
- 伴随全球及中国的消费电子市场发展，3C电子行业工业视觉规模也将保持稳定增长。

图：2016-2025年中国半导体行业工业视觉市场规模及预测



图：2016-2025年中国3C电子行业工业视觉市场规模及预测



## 基于自研底层AI框架，实现高端制造领域的智能化品质管控及良率管理

- 感图科技是一家专注于高端制造领域智能化品质管控及良率管理的**工业AI企业**，基于自研底层AI框架及先进的光机电算软等相关技术，打造相应产品体系，**可提供智能检测、智能监控、智能辅助决策软硬一体完整解决方案**。
- 感图科技可**从人、机、料、法、环、测各维度提高制造良率**，帮助客户增收、提质、降本、增效，进而帮助其更有竞争力，目前聚焦于在高端电路板、半导体、精密结构件及新能源行业。
- 感图科技总部设立在上海，已建立**可覆盖全国**的研发、技术服务和销售网络。



### 产品优势

以高精度AI检测和量测为切入点，过程监控与良率分析为抓手，提供整套AI解决方案和服务，成为客户智能化品质管控与良率管理的智慧大脑。



#### 感图明鉴者晶圆外观AI检测机器人系列产品特点：

- 感图自研高精全彩检测技术，全系列GT AI Inside，辅以高精自动对焦系统，专为高精度检测定制，像元最高精度可达0.225um，WPH同比友商高出1.5倍以上。
- 行业领先的算法体系、辅以独家专利缺陷生成系统，对缺陷进行智能化精准分类及分析。
- 支持明场和暗场、晶圆正面和背面检测。
- Recipe设置简易，使用方便，在生产过程中实现100%晶圆检测，完成取代人工抽检。

### 标杆客户

感图明鉴者GTI已得到高端电路板行业头部客户认证，可覆盖高端电路板行业所有细分领域。

同时，感图科技逐步进入半导体领域，客户包括海内外头部半导体载板、半导体封测、晶圆制造厂商等。

20+

高端电路板客户群体

5+

半导体客户群体

5+

新能源客户群体

### 技术优势

- **技术领先**：AI为基础，结合自研的2D+3D检测技术，自主专利光学与算法架构，解决国外设备针对非规则非显著类缺陷检测效果差的痛点，真正达成AI赋能良率提升的目标。
- **国产突破**：感图明鉴者GTI AI检测机器人系列的检出率、过检率均处于行业领先，解决国内业界“卡脖子”问题。
- **服务优势**：感图科技直接向客户服务，深入了解客户需求，进一步挖掘客户场景，服务可做到**2小时内响应，8小时内到达**。

## 项目背景介绍

客户是国内头部晶圆制造企业，原有的国外晶圆设备检出率**仅能达到93~95%**，依然需要大量人工抽检与复判，因此无法避免缺陷漏失和客户投诉。客户通过采用**感图明鉴者GTI-PMI 晶圆外观AI检测机器人**，能够有效提高设备检出率，实现100%AI检测，避免人工复判错误机率，提高生产效率和产品质量，帮助客户实现智能化工厂需求，降本增效。



## 项目亮点

### 高精度检测

感图科技晶圆外观检测设备具有高精度检测能力，可以**检测微小的缺陷和污染物**，保证晶圆表面质量符合要求。

### 高效检测

感图科技晶圆外观检测设备可以**快速、准确地检测**晶圆表面缺陷，提高检测效率和生产效率。

### 自动化检测

感图科技晶圆外观检测设备采用**全彩色自动化检测技术**，可以**减少人工干预**，提高检测精度和一致性。

### 多功能检测

感图科技晶圆外观检测设备可以**检测晶圆表面的多种缺陷和污染物**，包括颗粒、裂纹、氧化、污点等。

### 数据分析功能

感图科技晶圆外观检测设备具备数据分析功能，**以便生产和质量控制人员及时了解检测结果**，优化生产和质量管理流程。

## 实践效果

感图科技GTI-PMI使用于外观检测工位，**可取代传统AOI+人工目视检查**，大量减少人工复检需求，甚至可以检出非显著细微缺陷并做详细分类，极大地提高了半导体生产过程中晶圆表面质量的检测和管理水平。

检出率  
**99.9%**

过检率  
**<1%**

人工减少  
**90%**

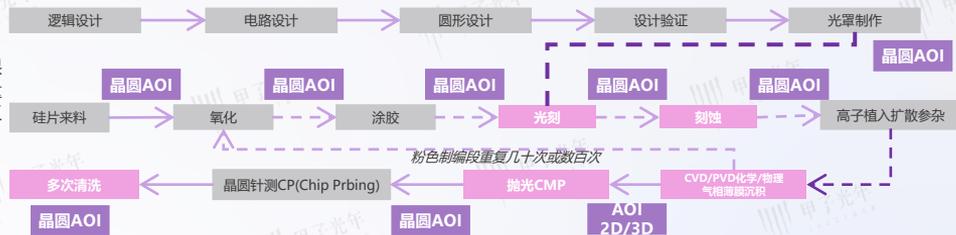
### 硅片厂场景

替代传统的晶圆AOI+人工目视



### 晶圆厂场景

通过外观检测，保证每项工艺的质量达标，即便部分工艺需重复多次



### 封测厂场景

替代传统检测，保证质量达标



# 目录

## CONTENTS



**Part 01 高技术创造高价值，工业视觉成就“制造之眼”**

**Part 02 工业视觉加快泛半导体行业的质量管理升级**

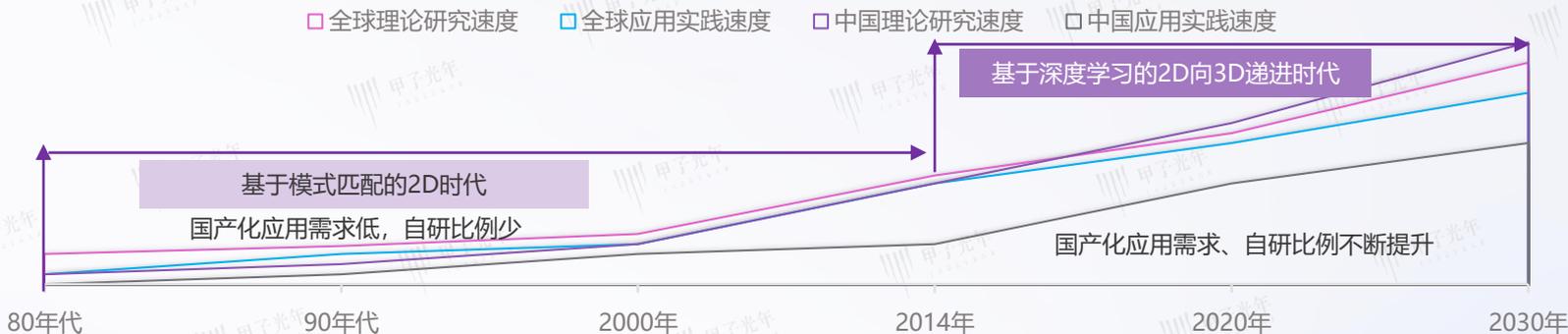
**Part 03 突破造就未来，国产代表厂商的突破与实践**

**Part 04 技术前行，未来仍有无限可能**

## 2D应用仍占主导，中国由基础模式匹配向深度学习方向纵向“超越式”发展

- 中国工业视觉发展分为四个阶段，当前处于阶段四，科技自主化成为国家战略，工业视觉应用的广度与深度实现快速发展，广度体现在2D向3D递进，并且随着AIGC技术在2023年的飞速发展，应用渗透率提高，国产化应用需求逐渐增加，自研比例不断提升。

图：中国与欧美工业视觉的发展阶段对比



中国	阶段一：80年代理论发展起步，90年代理论发展迅速应用少，应用方向探索中	阶段二：应用发展迅速，食品，电子应用较多	阶段三：应用与理论同步发展，一般工业，3C电子应用较多	阶段四：应用渗透到各行业
欧美	阶段一：理论发展迅速，应用少	阶段二：应用发展迅速，半导体汽车	阶段三：应用与理论同步发展，应用广泛，3C为主	阶段四：应用渗透到各行业，工业视觉成为工业生产制造的眼睛，技术伴随AI技术发展可能迎来突破

## 未来工业视觉将有望搭载更先进 AI 技术，切入更多差异化工业应用场景

- ChatGPT 引爆了人工智能话题，当前重点逐渐从单点技术转化为实质应用转化阶段，搭载AI技术的工业视觉可以进一步优化性能适配更多工业应用场景。

表：人工智能与机器视觉融合发展方向

模型架构	细分发展	原理	用途
卷积神经网络	AlexNet	第一个神经网络，使用 ReLU 作为激活函数；在全连接层使用 Dropout 避免过拟合；使用局部响应归一化 (LRN)，被激活的神经元会抑制周围的神经元，使用重叠池化，提升特征的丰富性。	图像分类、图像检索物体检测和语义分割
	ResNet	增加了残差连接从而增加了信息从一层到下一层的流动，保证准确率以及网络收敛速度。	
	FractalNets	重复组合几个不同卷积块数量的并行层序列，增加名义上的深度，提高特征提取能力。	
自注意力 Self-Attention	Vision-Transformer	将纯 Transformer 架构直接应用到一系列图像块上进行分类任务，可以取得优异结果。	图像分类
对抗性网络	/	GAN 包含生成式模型 (G) 和判别式模型 (D)，生成器的目的是生成真实的样本骗过鉴别器，而鉴别器是去区分真实的样本和生成的样本，通过对抗训练不断提高各自的能力。生成对抗网络在生成图像方面的能力超过了其他的方法。	图像生成
自监督学习	用于解决特定任务的自监督学习表征学习	通过大量原始未标记数据来训练模型，使得模型能够学习相关特征，用于特定的下游任务。	提高提取特征的质量、迁移学习应用、修复和判断分类错误

## 3D AOI可为工业视觉带来更多的检测类型及效果

- 3D 视觉传感器技术的进步和普及推动了 3D 视觉技术的发展，实现了对传统 2D 视觉技术的重要补充，3D 视觉技术，提供了丰富的三维信息，使机器能够感知物理环境的变化，并相应地进行调整，从而在应用中提高了灵活性和实用性，扩大了机器视觉的应用场景，推动机器视觉市场持续增长。近年我国的机器视觉市场中，3D 技术规模逐步扩大，占比逐步升高。
- 传统的2D AOI与3D AOI在图像处理、比对分析和结果输出的基本流程是一致的，主要区别在于图像采集方式不同，2D AOI使用面阵或线阵相机从单一角度获取芯片的2D图像；而3D AOI使用多视角或结构光等方式获取芯片的3D立体图像。由于3D AOI可以获取更丰富的三维信息，从而可以实现更准确和全面的缺陷检测。

表：3D AOI优势

检测覆盖面更广，3D AOI可以从多个角度扫描组件，覆盖所有的三维空间，而2D AOI可能存在“死角”

检测更精准准确，基于三维图像的 3D AOI比对检测更精准

可以检测出更多缺陷类型，3D AOI可以识别出 2D AOI无法检测的一些缺陷，如错位、形变、翘起等三维形状方面的缺陷

图像效果更好，3D AOI生成的三维视图更直观，有助于快速定位识别缺陷

图：3D AOI 技术可检测技术类型



3D AOI设备通过投影多幅相位不同的正弦光栅计算出连续相位，运用相位调制轮廓测量技术实现对精密元器件的三维形貌测量。

- 陈世炜. 基于明暗场成像的多扫描方式图案化晶圆检测技术研究[D]. 浙江:浙江大学,2021.
- 倪天宇. 晶圆表面缺陷自动检测技术的研究[D]. 上海:东华大学,2022.
- 李锦棠. 基于机器视觉和深度学习的智能制造缺陷检测技术与应用[J]. 现代制造技术与装备,2023,59(8):190-192.
- 张祎彤,陈奎,张宇坤. 智能化3D-AOI技术的分析与应用研究[J]. 山西电子技术,2023(4):71-73,81.
- 唐湘云,黄伟,唐荣江,等. 基于机器视觉的零件缺陷检测系统研究[J]. 模型世界,2023(5):22-24.
- 杨泽青,张明轩,陈英姝,等. 基于机器视觉的表面缺陷检测方法研究进展[J]. 现代制造工程,2023(4):143-156.
- 程锦锋,方贵盛,高惠芳. 表面缺陷检测的机器视觉技术研究进展[J]. 计算机应用研究,2023,40(4):967-977.
- 陈寿宏. 微电子制造中晶圆缺陷模式的机器学习与智能分类识别研究[D]. 江苏大学,2023
- 郭毅强. 晶圆表面缺陷视觉检测研究[D]. 哈尔滨工业大学,2023.
- 李玉宝. 基于机器视觉的表面缺陷检测算法研究[D]. 中南大学,2013.
- 李晨. 基于机器视觉的不同属性表面中微弱缺陷的检测技术研究[D]. 浙江大学,2019.

# THANKS

# 谢 谢

北京甲子光年科技服务有限公司是一家科技智库，包含智库、媒体、社群、企业服务版块，立足于中国科技创新前沿阵地，动态跟踪头部科技企业发展和传统产业技术升级案例，致力于推动人工智能、大数据、物联网、云计算、AR/VR交互技术、信息安全、金融科技、大健康等科技创新在产业之中的应用与落地



关注甲子光年公众号



扫码联系商务合作

## 分析师

刘璐微信  
18401669467

## 智库院长

宋涛微信  
stgg\_6406

## 商业合作负责人

李胜驰  
18600783813 (手机&微信)