

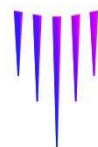


2021 中国工业视觉行业研究报告

甲子光年智库团队出品

2021年9月

www.jazzyear.com



甲子光年
J A Z Z Y E A R

目 录

Contents

01 行业概览

02 发展驱动力

03 发展现状

04 2D视觉

05 3D视觉

06 重点应用行业

07 重点长尾市场

08 投融资分析

09 市场参与者

10 关键发展要素

核心观点

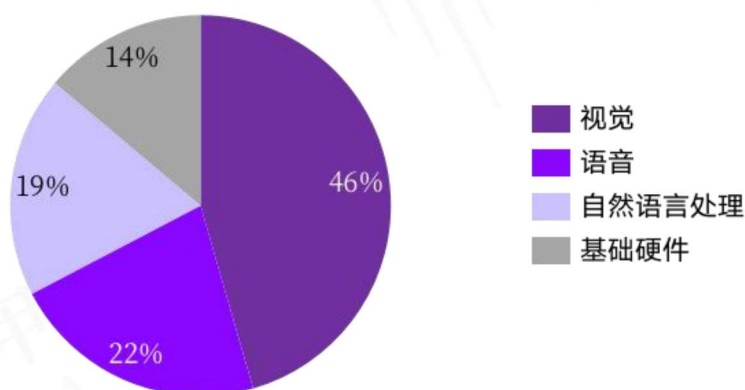
- **机器视觉是千亿级别的赛道。**下游应用中，消费电子市场空间可达千亿级别，半导体和汽车是两个百亿级别的市场。3D工业机器人市场空间也在百亿级别。此外还包括物流、医药、印刷、食品包装、纺织等多个长尾市场。
- 国产厂商的机会来自于两个方面，**第一是对价格昂贵、本土化程度一般的国外巨头产品的替代，第二是借助对应用场景匹配度更高的算法和机器人部件提升渗透率。**
- 机器视觉可分为2D和3D。3D是技术进步的结果，可以作为2D的补充。2D视觉发展时间长，市场成熟，行业上游壁垒明显，创业公司的机会主要在算法和集成解决方案；**3D视觉处于行业发展初期，特征是“寻找增量”的逻辑强于“国产替代”，**国内外巨头都不具备明显的技术优势，行业存在着大量新公司的机会，关键在于寻找合适的落地场景。
- 工业机器视觉赛道目前已有红杉资本中国、顺为资本、高榕资本、君联资本、明势资本等一线基金和政府政府产业基金纷纷入局，投资热背后是对工业机器视觉前景的看好。**产业链中游集成商领域的创业企业最受资本青睐。**
- 但是目前赛道上的多数企业都处于产品小批量生产或解决方案高度定制化的阶段，规模化应用尚未展开，前期高额的研发投入难以摊薄，整体成本较高，**现阶段难以达到盈亏平衡。**
- 考虑到我国工业基础设施较差、自动化改造需求主要来自大客户的现状，以及国内外巨头的竞争，**创业公司的最佳发展模式是找准应用场景、获取大客户资源、建立技术壁垒、提高性价比，最终提升产品和解决方案的标准化程度，实现跨应用场景、行业的规模化发展。**

1.1 行业概述 - 定义&功能

视觉类技术在国内人工智能市场占据最大市场份额

- 人工智能的分支主要包括语音类技术、视觉类技术、自然语言处理技术和基础硬件等。其中视觉类技术能够实现计算机系统对于外界环境的观察、识别和判断等功能，在中国人工智能市场中占据最大的市场份额。

国内人工智能企业技术应用分布（2018）



数据来源：2018年中国人工智能发展报告，甲子光年整理

- 视觉类技术包含机器视觉和计算机视觉两个既有区别又有联系的概念，计算机视觉（computer vision）是采用图像处理、模式识别、人工智能技术相结合的手段，实现一幅或多幅图像的计算机分析，而机器视觉（machine vision）偏重于计算机视觉技术工程化，旨在自动获取和分析特定的图像，以控制相应的行为。具体来说，计算机视觉为机器视觉提供图像和景物分析的理论及算法基础，机器视觉为计算机视觉的实现提供传感器、系统构造和实现手段。
- 目前机器视觉的主要应用领域包括ADAS（高级驾驶辅助系统）、AGV（自动引导车）、安防、工业、消费等。本报告重点关注的是工业机器视觉（如无特别说明，后文“机器视觉”均指代工业应用领域的机器视觉）。

领域	典型场景
ADAS机器视觉	智能汽车、车联网、自动驾驶、无人驾驶、车载系统
AGV机器视觉	无人车、自动引导车、引导机器人
安防机器视觉	数字政府、平安城市、智慧交通、智慧金融、智慧校园
消费机器视觉	VR/AR、无人机、全息影像、企业通信、流媒体、远程教育
工业机器视觉	自动化生产线、智慧工厂、工业机器人

1.1 行业概述 - 定义&功能

机器视觉结合到工厂的生产线中，可以实现识别、测量、定位和检测四种基本功能

机器视觉的定义

- 在工业应用场景中，机器视觉是指通过采用适合被测物体的多角度光源和非接触传感器获取真实物体的图像，通过计算机从图像中提取信息，进行分析、处理，最终用于检测和控制机器运动的装置。
- 机器视觉通过模拟人类视觉系统，赋予机器“看”和“认知”的能力，是机器认识世界的基础。机器视觉的成像系统可以类比为人类的视觉器官，输入图像信息；视觉控制系统可以类比为人类的大脑，处理和解释视觉图像。

机器视觉成像系统



人类视觉器官

机器视觉控制系统



人类大脑

机器视觉的功能

- 机器视觉结合到工厂的生产线中，可以实现四种基本功能——识别、测量、定位和检测，实现难度依次递增。

功能	含义
识别	指甄别目标物体的物理特征，包括外形、颜色、字符、条码等，其准确度和识别速度是衡量的重要指标。常见的应用场景是OCR，读取零部件上的字母、数字、字符（例如条形码、二维码等）用于溯源。
测量	指把获取的图像像素信息标定成常用的度量衡单位，然后在图像中精确地计算出目标物体的几何尺寸，主要应用于高精度及复杂形态测量。
定位	指获取目标物体的位置信息，可以是二维或者是三维的位置信息，进而辅助执行后续操作，常用于元件对位，辅助机器人完成装配、拾取等。
检测	指对目标物体的表面状态进行检测，进而判断产品在生产制造状态中是否存在缺陷，内涵和种类繁多，例如检测零部件缺陷、污染物、功能性瑕疵等。

1.2行业概述 - 构成

机器视觉系统主要包括成像和图像处理两大部分

机器视觉的构成

- 机器视觉系统是一个包含硬件、软件和算法等诸多单元的应用系统，主要包括成像和图像处理两大部分，前者通过硬件部分实现，后者由算法及软件构成的视觉控制系统负责，对成像进行处理分析，输出分析结果至执行机构。

2D图像视觉

典型机器视觉系统构成示意图



光源

- 光源是机器视觉系统中最关键的部件之一，其在机器视觉中的作用主要包括：照亮目标、突出特征，形成有利于图像处理的效果；克服环境光干扰，保证图像稳定性；用作测量的工具或参照物。
- 与民用照明光源相比，机器视觉光源在照度、均匀性和稳定性三个核心指标上有较高的要求。合适的光源设备能够使被测物与背景尽量明显区分，获得高品质、高对比度的图像。在机器视觉领域的应用中，由于应用对象与检测要求的不同，尚无通用的机器视觉照明系统，需针对特定案例设计相应的照明方案，以达到最佳照明效果。

镜头

- 镜头相当于人眼的晶状体，是机器视觉采集和传递被摄物体信息过程的起点。镜头将目标成像在图像传感器的光敏面上，分辨率、对比度、景深以及像差等指标对成像质量具有关键性影响。与民用镜头相比，工业镜头需要更小的光学畸变、足够高的光学分辨率、丰富的光谱响应选择等，以满足不同场合视觉系统的应用需求。

1.2行业概述 - 构成

3D视觉可以满足以往2D视觉难以满足的工业场景应用

相机

- 工业相机是机器视觉系统最核心的组件，其本质的功能就是将光信号转变成为有序的电信号，再将该信号模数转换并送到处理器后以完成图像的处理、分析和识别。与普通民用相机相比，工业相机需要更高的传输力、抗干扰能力以及稳定的成像能力。

算法和软件

- 对所获得的视觉信号进行处理是机器视觉系统的关键所在，机器视觉软件类似“大脑”，通过图像处理算法完成对被测物的识别、定位、测量、检测等功能。机器视觉软件分为底层算法和二次开发的软件包两类，前者是包含大量处理算法的工具库，用以开发特定应用，主要使用者为集成商与设备商。后者是封装好的、用以实现某些功能的应用软件，主要供最终用户使用。

3D图像视觉

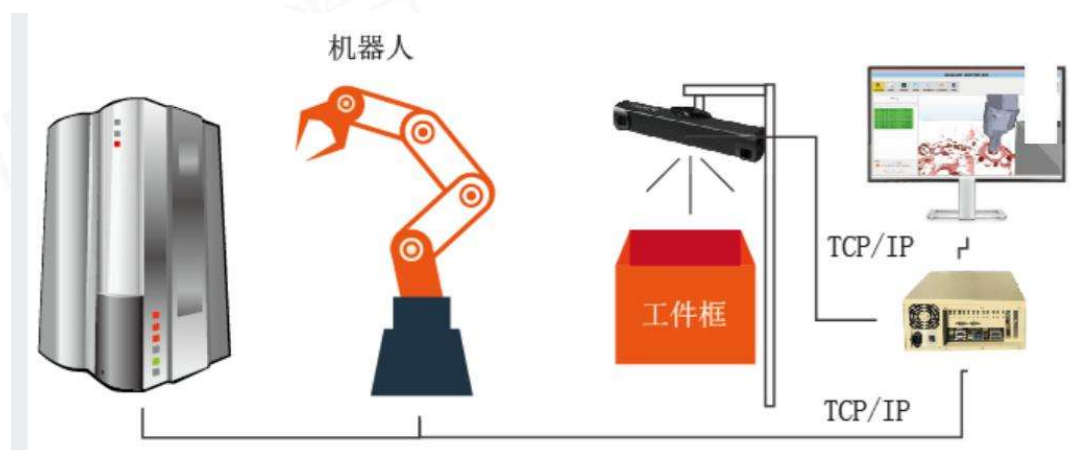
- 2D视觉系统的一般原理是通过摄像头拍摄平面照片，然后通过图像分析或比对来识别物体，主要依据是物体一个平面上的特征。由于2D视觉无法获得物体的空间坐标信息，因此无法完成物体平面度、表面角度、体积等测量，同时也难以区分颜色相近的表面。同时成像的对比度对结果的分析至关重要，因此特别依赖于光照和颜色/灰度变化，易受照明条件的影响。
- 随着技术的进步以及工业制造对精度和自动化要求的提升，3D视觉的应用逐渐兴起。3D视觉可以满足以往2D视觉难以满足的工业场景应用，对2D视觉起到补充作用。业界认为2D向3D的转变将成为视觉技术继黑白到彩色、低分辨率到高分辨率、静态图像到动态影像后的第四次革命。目前主流的3D视觉技术主

技术	双目成像	3D结构光	TOF	激光三角法
原理	双摄像头	投影条纹斑点编码	红外光反射时间差	光学三角原理
弱光环境	弱	良好（受光源影响）	良好（不受外界光源影响）	良好（受光源影响）
强光环境	良好	弱	一般	弱
深度精确度	高	一般	低	一般
分辨率	良好	良好	一般	良好
响应时间	一般	慢	快	快
识别距离	与双摄像头距离有关	短（5米以内）	一般（10米以内）	短
软件要求	高	一般	一般	高
成本	高	高	一般	一般
功耗	低	一般	低	一般
缺点	低光环境差	易受光源影响	平面分辨率差	易受光源影响

1.2行业概述 - 构成

机器人视觉引导与检测是3D视觉在工业领域的主要应用方向

- 3D视觉在工业的应用往往会和机器人联合形成解决方案，主要应用方向有机器人视觉引导与检测两种。视觉引导是指通过3D视觉对工件进行定位和识别，引导机器人进行抓取，用于无序分拣与堆码，上下料，焊接等。视觉检测则是将摄像头、激光扫描器等安装在机器人末端，对工件进行轮廓检测、表面缺陷检测、三维重建等。
- 典型机器人3D视觉引导系统由三部分构成：软件、3D相机、计算机。3D相机获取待分拣工件/堆垛的3D点云信息，传送到计算机上的软件，进行分割和识别，获取要抓取物品空间位置信息，规划机械臂运动路径，引导机械臂完成抓取。



1.3行业概述 - 优势

工业机器视觉系统可以实现比人类更高的视觉感知效率及精度

- 虽然机器视觉相比人类视觉有相似之处，都是通过采集图像信息、对信息进行数据化处理来实现“视觉”的传递，但是机器视觉在性能指标上具有明显的优势。随着深度学习、3D视觉技术、高精度成像技术的持续发展，机器视觉的性能优势还将进一步加大。

性能指标	人类视觉	机器视觉
速度	慢，0.1秒的视觉暂留使人眼无法看清较快速运动的目标；人脑对图像的处理分析速度受多重因素影响，差异较大	快，快门时间可达千分之一秒；处理分析图像的速度稳定并且随着技术的进步越来越快
精度	差，64灰度级，不能分辨微小的目标	强，256灰度级，可观测微米级的目标
环境要求	高，对环境温度、湿度的适应性差，很多环境对人体有损害	低，对环境适应性强，并且可根据需要添加防护装置
客观性	低，数据无法量化，因人而异	高，数据可量化，标准统一
可靠性	易疲劳，受情绪波动影响	强，可持续工作，效果稳定可靠

- 人类的视觉适合定性解释复杂、无结构场景，而机器视觉因具有优异的速度、准确度和可重复性更擅长定量测量结构化场景。工业机器视觉系统可以实现比人类更高的视觉感知效率及精度，避免了人为失误发生的可能性，有助于提升产品的良品率，加快产线运转的速度。
- 机器视觉在成本上也具有明显的优势。机器视觉不仅具备更低的总成本，而且能够全天候不间断工作，从而可以在很大程度上代替产线上的检测人员、操作人员等，帮助工厂降低成本。
- 更重要的是，工业机器视觉系统与其他自动化装备相结合，可以支撑更大规模的工业自动化应用，包括工业机器人、数控机床、自动化集成设备等。工业机器视觉能够为智能制造提供数据支撑。通过机器视觉收集生产过程中的各种数据，通过工业以太网等通信手段上传至工业服务器，在MES/DCS软件系统的管理下进行数据处理分析，与企业资源管理软件（例如ERP）结合，提供最优化的生产方案或者定制化生产，最终实现智能化生产。

2.发展驱动力

政策加码助力智能制造高速发展

- 我国机器视觉的发展的驱动力主要来自三个方面，分别是政策、需求以及技术，其中下游需求是驱动行业发展的关键因素。具体需求包括人力成本上升带来企业降本增效的需求、庞大的工业体量带来的升级改造需求及高精度和柔性生产的制造需求等。

政策持续加码助力智能制造高速发展

- 为了实现我国制造业强国的战略目标，智能制造长期以来一直受到国家产业政策的支持。近年来，国家不断发布各项政策推动行业发展，充分支持行业的产品研发和市场扩展。作为率先发展起来的、实现工业制造升级转型核心技术之一的机器视觉也随之受益。

和工业机器视觉直接相关的国家政策梳理

时间	政策	发文机关	机器视觉相关政策要点
2020.12	《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》	工业和信息化部	提出要加强工业互联网基础支撑技术攻关。支持工业5G芯片模组、边缘计算专用芯片与操作系统、工业人工智能芯片、工业视觉传感器及行业机理模型等基础软硬件的研发突破。
2020.3	《关于科技创新支撑复工复产和经济平稳运行的若干措施》	科技部	提出要推动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、运维服务、供应链管理等方面应用机器视觉、智能传感、深度学习等人工智能新技术，通过大数据挖掘分析，提高对客户需求及特征的分析能力，优化产品设计，实现生产方式向柔性化、智能化、精细化转变，建设“AI+智能工厂”。
2017.7	《新一代人工智能发展规划》	国务院	在发展基础计算理论、研究智能系统解决方案、加快培育人工智能产业领军企业等方面的规划中都特别强调了视觉感知这一方向，提出要研究复杂环境下基于计算机视觉的定位、导航、识别等机器人及机械手臂自主控制技术。
2016.12	《智能制造发展规划（2016—2020年）》	工业和信息化部、财政部	提出视觉传感器是智能制造装备创新发展重点之一，突破先进感知与测量等一批关键共性技术。

2.发展驱动力

随着我国人口老龄化、劳动力成本的上升，企业降本增效需求迫切

- 此外，在国家大力支持下，国内各省区市依托本地产业优势和资源优势，相继出台了一系列相关政策，如浙江、山东、上海等地出台的智能工厂、智能制造、人工智能、机器人等领域相关政策，以支持工业机器视觉为核心的机器视觉产业全面发展。在政策支撑下，国内工业机器视觉行业、市场呈现出愈加积极的发展态势。

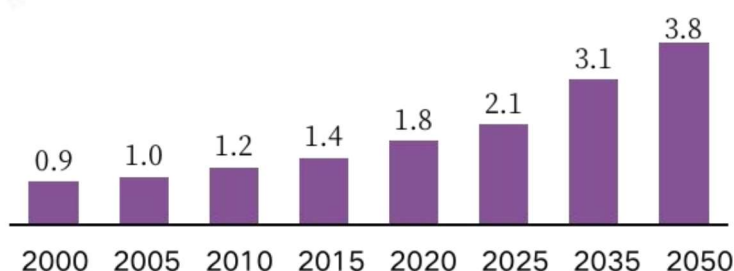
和工业机器视觉直接相关的最新地方政策梳理

地区	时间	政策	机器视觉相关政策要点
浙江省杭州市	2020.12	《江干区人工智能创新发展建设方案》	提出围绕汽车、娱乐、医疗领域的应用需求，重点发展光电智能传感器。推动机器视觉与工业应用深度融合，重点发展机器人3D视觉和AI图像视觉检测等新技术。
山东省	2020.7	《山东省传统产业智能化技术改造三年行动计划(2020-2022年)》	提出推广应用基于机器视觉和物联网的智能技术推动家电供应链自动接单、智能排产、智能物流、智能发货。
江苏省	2020.4	《关于加快新型信息基础设施建设扩大信息消费若干政策措施的通知》	提出加快智能网联汽车研发制造。支持整车企业融合应用机器视觉、激光雷达、毫米波雷达、线性控制等关键部件，推出智能辅助驾驶量产车型。
天津市	2020.2	《天津市人民政府关于加快推进5G发展的实施意见》	提出在装备制造、航空航天、电子信息、汽车等优势行业，建设企业内5G网络，打造人、机、物全面互联的智能工厂网络体系，重点开展标识解析、设备远程运维、机器视觉检测、移动机器人导航等应用，支持制造企业向数字化、网络化、智能化转型。
安徽省	2019.9	《安徽省新一代人工智能产业基地建设实施方案》	提出进一步运用机器视觉、人机协作等技术，促进工业机器人及智能制造技术在高强度、高柔性、高洁净度、高危险、高质量等重点领域场景的示范应用，全面提升工业机器人传感、控制、协作和决策性能。

需求端-我国人口老龄化、劳动力成本上升，企业存在迫切的降本增效需求

- 2019年，我国65岁及以上人口占总人口比率达12.57%，标志我国已步入严重老龄化社会。劳动力供给不足，推动企业用工成本上升。

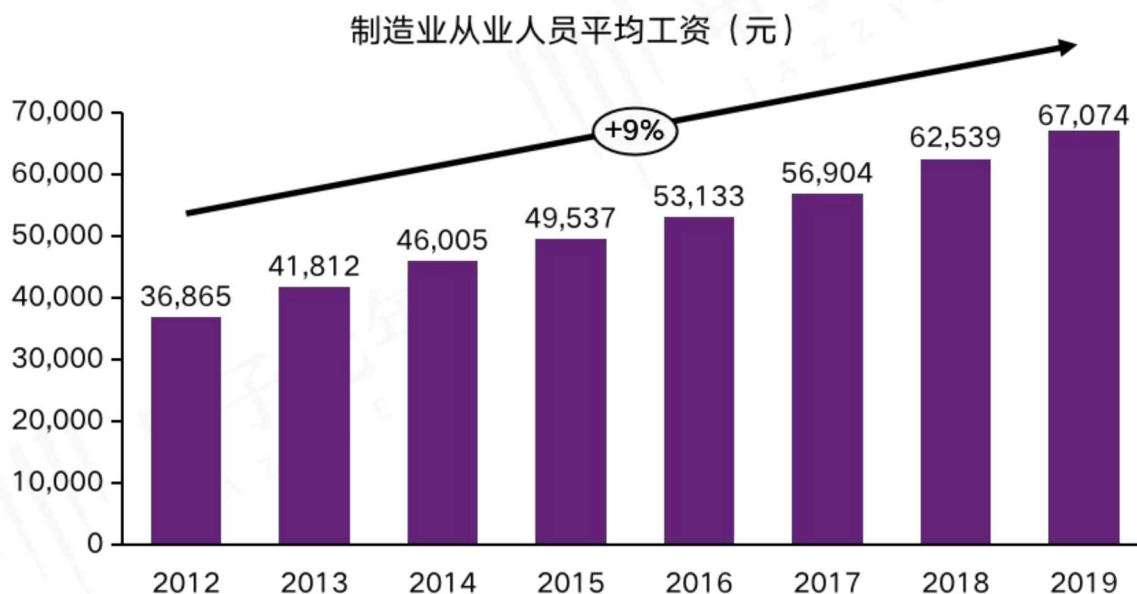
中国老年人口数量变化及预测（单位：亿人）



2.发展驱动力

随着我国人口老龄化、劳动力成本的上升，企业降本增效需求迫切

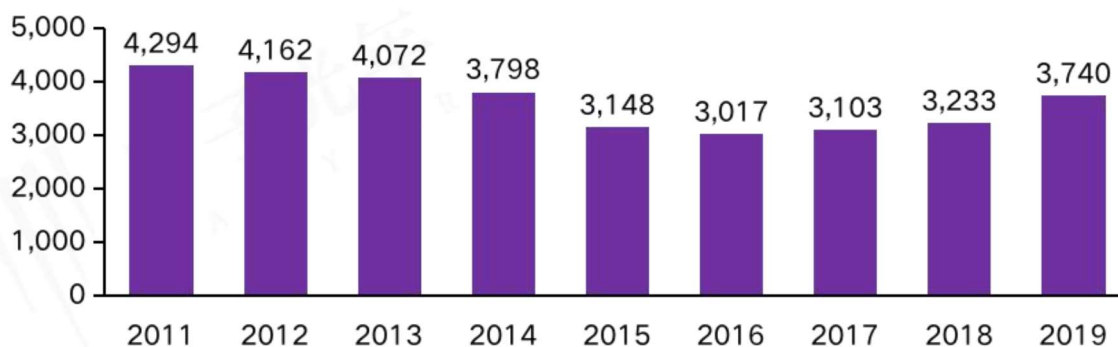
- 我国制造业平均工资不断提升，企业的人力成本水涨船高。



需求端-我国工业经济持续发展，工业升级改造需求强烈

- 根据工信部的统计数据，2020年我国工业增加值达到31.31万亿元，连续11年成为世界第一制造业大国，庞大的工业体量带来了巨大的工业升级改造需求。
- 近年来，我国企业技术改造经费支出已经重回增长趋势。

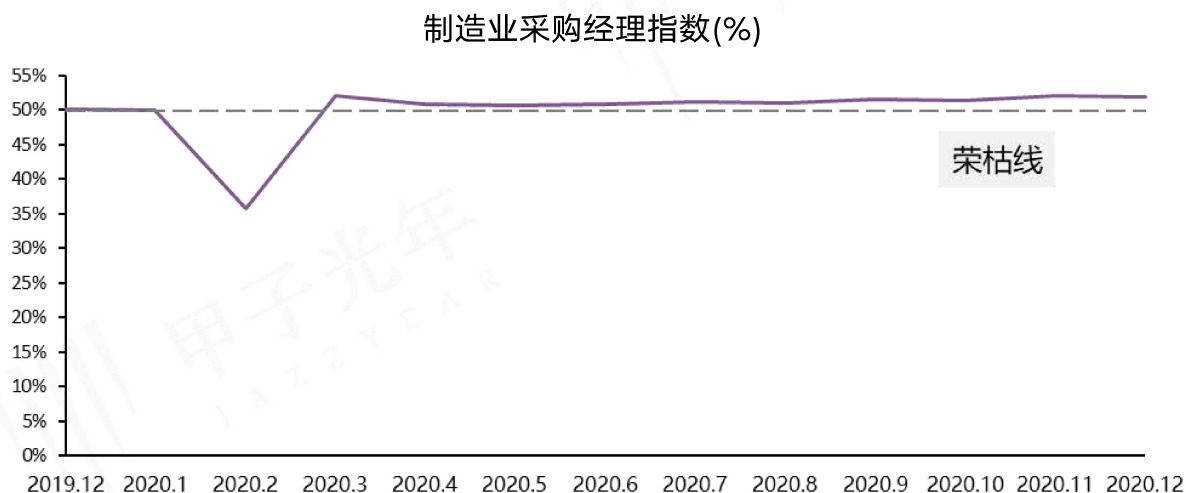
规模以上工业企业技术改造经费支出(亿元)



2.发展驱动力

高精度和柔性生产的制造需求使得引入机器视觉检测成为必选项

- 制造业市场活跃度持续提升。2020年，新冠肺炎疫情对制造业PMI的影响仅在2月份有明显体现。随着我国对新冠疫情的有力控制和工业生产的恢复，制造业PMI稳定在荣枯线（50%）以上并有持续上升趋势。



高精度和柔性生产的制造需求使得机器视觉成为必选项

- 下游生产制造产品结构更加精密、质量要求提高，提高检测要求，引入机器视觉检测成为必然趋势。以手机为例，更加精密的结构、对产品质量的更高要求，都提高了检测的要求，而机器视觉检测凭借相比人工检测在检测能力、效率、成本上的优势，有望从“可选”逐步走向“必选”。
- 多样化、个性化的消费需求催生出了以“按需生产”为主要特征的工厂组织方式，即以高度灵活为标志的“柔性生产”模式。
- 柔性生产是指用同一生产单元或生产线，以及供应链组成的系统生产多种品类、不同产品的生产过程。产线适应的产品品种越多，其柔性程度就越高，其生产成本就越低，企业的市场竞争力也就越强。能够帮助企业无需进行生产线深度调整就可以适应多SKU生产的机器视觉的重要性日益凸显。

2.发展驱动力

技术进步推动机器视觉的应用普及

供给端

技术进步导致成本降低

- 随着核心零部件国产化进程的加快，将降低机器视觉应用成本，提升国内机器视觉设备企业的竞争优势，并推动机器视觉在智能装备领域的普及。

使用机器视觉系统和人工检测效率及成本对比

检测方式	企业成本	检测效率
人员检测	每条产业线6人，三班需要18个人，平均年薪5万元，一年需要90万元	效率较低，且可能出现人为失误，稳定性较差
AOI设备检测	每台设备平均价格20万元，每年维护加折旧6万元，每条生产线3台设备，初始投资60万元，每年折旧与维护成本18万元	效率高，稳定性强，精确度更高

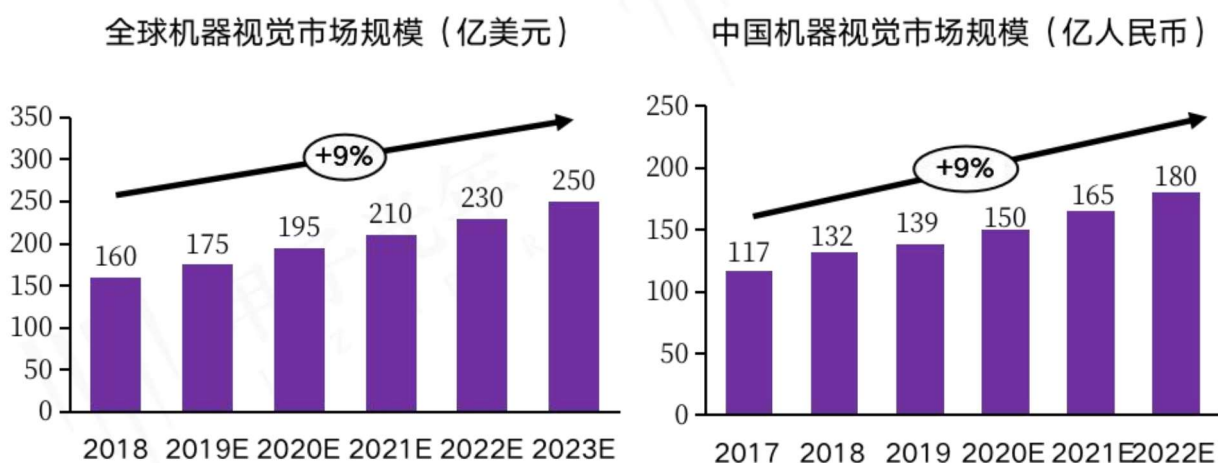
技术进步导致应用领域扩展

- 相较于2D视觉，3D视觉对照明（环境光）变化不敏感，而且精度和可靠性更高，可以更好地进行多传感器融合，检测快速移动目标并获得形状、对比度、空间坐标信息等深度信息。因此，3D视觉可以满足以往2D视觉难以满足的更多工业场景应用，对2D视觉起到补充作用。
- 图像视觉检测在工业领域已经应用多年，在不少领域已经应用成熟，但仍有很多问题传统算法难以有效解决。深度学习等技术的引入，给图像检测带来了能力的提升，可以提高识别率，并在过去算法难以解决的缺陷检测和纹理检测等领域实现了应用，释放了一波新的市场机会。

3.发展现状

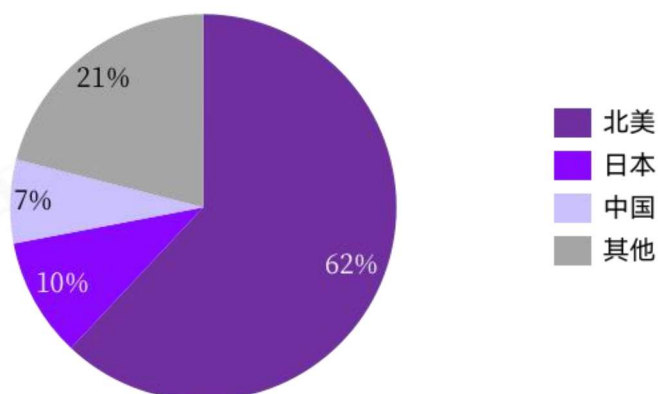
我国机器视觉市场处于高速增长状态中

- 全球机器视觉市场趋于稳定，年复合增长率为9.2%，预计2023年市场规模可达250亿美元。中国机器视觉市场起步较晚，目前处于高速增长状态当中，近6年平均增长率接近16%，预计2023年市场规模可达180亿元人民币。



- 根据工信部的最新数据，2020年我国工业增加值达到31.31万亿元，连续11年位居世界第一制造业大国。但是作为工业自动化核心技术之一的工业视觉行业规模和发达国家相比差异明显，体现了我国制造业大而不强的现状。随着政策支持力度不断加大以及产业转型升级带来良好机遇，我国机器视觉行业未来发展前景广阔。

2019年全球机器视觉行业区域格局

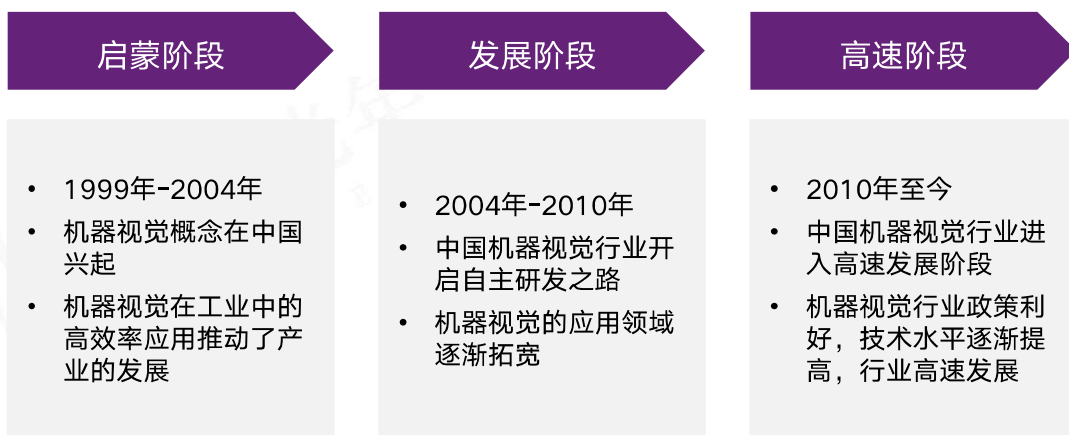


3.发展现状

我国已经成为了继美国、日本之后的第三大市场

- 机器视觉始于西方工业强国。美、德、日等20世纪工业强国的汽车行业、半导体行业、纺织行业等日趋成熟，生产线复杂程度提高、对精密度要求提高，同时人力成本压力愈大，生产线自动化成为必然趋势。20世纪80年代，工业视觉产业在国外掀起热潮，第一批工业视觉产品投产，代替生产线上需要由人工完成的重复性测量、检测环节。
- 此时，国内制造业基于人口成本低廉的前提快速发展，国内生产线整体偏中低端，对于机器代替人力这种的发展模式需求较低，对机器视觉的认知度也较低。
- 直到2001年底，中国加入世贸组织。以此为契机，中国汽车、半导体、3C等制造业迎来了高速发展时期。受到相对廉价的土地、劳动力等生产要素的吸引，外资企业纷纷在中国建立工厂，对机器视觉的认知和需求随之而来，国内出现了第一批进入工业视觉领域的企业。
- 由于国外已形成较高的技术壁垒，初期国内企业的主要商业模式是以进口、代理为主，自研为辅，研发方向分两种，一是为从上游核心零部件、核心组成部分入手，其中光源因为技术难度相对较小、进入门槛低，在国内发展较为迅速，二是从中游质检、检测设备入手，在细分技术环节（如针对特定材质的检测、测量）内深耕。
- 随着国内制造业体量激增，越来越多的高端生产线被引入，我国机器视觉技术水平不断提升，应用领域不断拓宽。在国内经济高速发展、产业结构逐步升级的大背景下，机器视觉下游应用场景日趋复杂，行业高速发展。我国已经成为了继美国、日本之后的第三大市场。

中国机器视觉行业发展历程



4.2D视觉

硬件技术成熟，创业机会主要在算法层面

- 如前文发展历程中所述，2D机器视觉源于西方制造业强国，我国前期以代理和模仿为主，经过20年的发展后，行业已经比较成熟。
- 2D产业链上游壁垒明显，同时硬件技术已经非常成熟，鲜有技术革新，产品生命周期长，**创业公司的机会主要在算法层面**。机器视觉的实际应用不是硬件的简单堆积，应用场景know how非常重要，**依托在特定应用场景下领先的算法提供集成解决方案是适合创业公司的切入点**。

2D视觉产业链图谱

上游	光源	日本CCS、美国AI	奥普特、沃德普、纬朗光电
	镜头	美国Navitar、德国施耐德、德国卡尔蔡司、日本CBC、日本Kowa	东正光学、蔓藤光
	相机	德国Basler、加拿大DALSA、瑞士Baumer	大恒图像、华睿科技
	软件和算法	MVtec、Cognex、Adept	创科视觉、奥普特（SciVision）、天准科技（Vispec）
中游	视觉测量仪器、视觉检测设备、视觉识别设备、视觉引导设备制造商 视觉解决方案集成商		
	产品代理商、经销商		
下游	汽车、3C、半导体等多个行业		

- 2D机器视觉系统中，最有价值的核心部件是视觉控制系统，价值量占比可达到35%，其次是相机，价值量占比为28%。

以奥普特为例的单个机器视觉系统中各核心部件价值量占比（收入端口径测算）

	光源	光源控制器	镜头	相机	视觉控制系统（算法和软件）
2017	18%	5%	9%	28%	41%
2018	19%	5%	13%	28%	34%
2019	21%	5%	14%	28%	32%
平均	19%	5%	12%	28%	35%

4.2D视觉

2D视觉行业发展时间长，市场成熟，行业格局稳定

上游

- 因为光源技术门槛不高，国内厂商凭借进入行业早、性价比高的优势在市场上占据一席之地。光源是上游硬件中国产程度较高，竞争较为充分的细分领域，国产品牌能和国外品牌展开竞争。
- 镜头行业具有较高的技术门槛，2008年之前国内镜头市场基本被日本、德国品牌所垄断。目前高端市场仍旧以日本、德国品牌为主，国内企业主要分布在中低端市场，性价比较高，产品能够满足视觉系统的基本需要，但是制作工艺和国外相比仍有差距。
- 我国对于工业相机的研究起步较晚，最初主要由大恒图像等几家老牌相机公司代理国外品牌。近些年我国自主研发工业相机的国产品牌逐步出现，目前仍主要布局于中低端市场，正在逐步实现进口替代；高分辨率、高速的高端工业相机领域仍以国外品牌为主。
- 工业相机集成更多边缘智能成为趋势。智能工业相机本质上是一个内建CPU和记忆体、可以执行算法的嵌入式系统，同时接入计算机的工业相机运行效率和易用性都得到了提升。智能工业相机是硬件部分中值得创业公司关注的切入点。
- 传统底层算法是一个包括大量算法的工具库，目前国外算法软件已经能够做到使用模块化程序设计，以窗口交互的模式让用户通过简单的操作实现二次开发，在国内得到广泛应用。国内厂商的市场份额较小。底层算法开发难度大，技术壁垒高，利润率也较高。创业公司往往通过深度学习技术，自研适用自身产品应用场景的算法。

中游

- 由于2D视觉经过多年的发展，无论是硬件还是软件，国内外的巨头公司都能提供成熟的产品，集成商不需要进行过度的开发就能完成一套解决方案，所以中游目前存在大量的测量、检测集成方案公司，全国数量总计可达数千家之多。
- 但是这些方案大多只适用于比较简单的应用场景，比如普通视觉检测或者精度不高的测量。如果检测或测量的对象比较复杂，占据空间比较大，测量精度要求比较高，普通公司的集成方案往往难以实现。因此整个行业呈现金字塔形状，顶端的企业做高精尖的应用场景，中部的企业做相对而言比较大众化的应用场景，底层数量最大的企业做相对简单的应用场景。创业公司可以借助算法上的优势和3D视觉技术，解决处于金字塔尖的应用难点，或者为金字塔中部应用场景提供效率更高、成本更低的替代方案。

5.3D视觉

3D视觉处于发展早期，市场格局分散

3D视觉产业链分析

- 3D视觉产业链可大致分成三层，不过由于行业处于发展早期，很多创业公司往往参与多个环节，所以上游和中游的区分并不明显。

3D视觉产业链图谱

上游	工业级3D相机
	3D视觉算法
中游	3D检测、测量设备制造商
	机器人3D解决方案集成商
	智能工业机器人解决方案集成商
下游	产品代理商、经销商
	消费电子、汽车、半导体、物流等多个行业

- 同2D视觉相比，3D视觉产业的特征是“寻找增量”的逻辑强于“国产替代”。3D视觉可以胜任以往2D视觉无法解决的工业场景应用，目前渗透率较低，新应用场景非常多。和经过多年发展、行业格局基本稳定的2D视觉不同，国外巨头公司和国内成熟公司在3D视觉领域都不具备明显的技术优势，行业存在着大量新公司的机会。
- 产业链上游工业级3D相机国外技术壁垒明显，而单纯销售软件在国内市场很难形成有效的商业模式，因此，定位产业链中游、面向下游新应用场景输出软硬件一体的解决方案是适合创业公司的切入点。

3D视觉市场格局分析

上游

工业级3D相机

- 工业级3D相机是硬件系统的关键，成本约占整体硬件成本的40%。海外厂商占据高端市场大部分市场份额，产品售价约比国内厂商高出50%-100%，性能指标也更加出色。有的国内厂商自研标准化3D相机以实现特定领域的国产替代，有的国内厂商使用自研相机从而降低整体解决方案的成本，但是芯片等核心零件仍然需要从国外进口。

5.3D视觉

3D视觉处于发展早期，市场格局分散

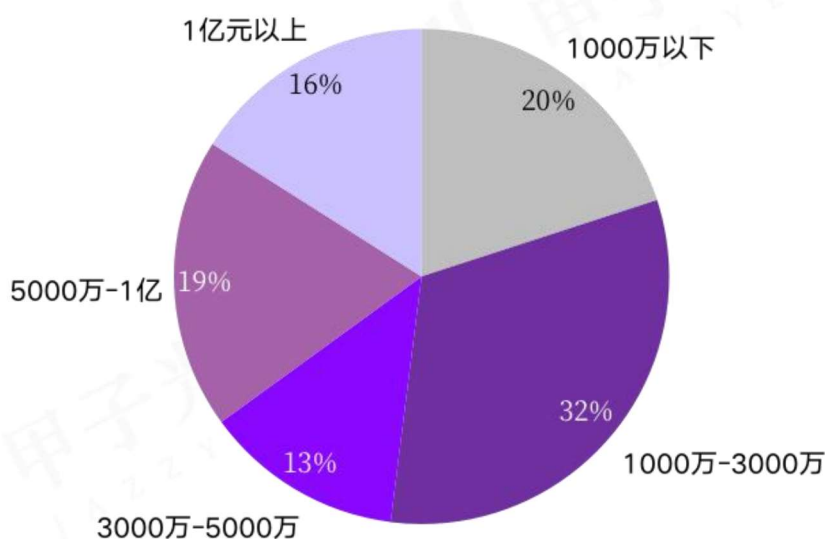
3D视觉算法

- 随着深度学习在视觉领域的深入应用，深度学习算法正在成为主流。同传统算法相比，深度学习算法具有可以持续提升性能、开发维护成本低等优势。因为行业整体处于发展初期，算法领域国外巨头难言领先，是国内厂商弯道超车的突破机会。创业公司往往从实际落地场景出发，同时开发与实际应用场景相关的底层算法和应用层软件，一方面能够提升产品利润率，另一方面也能够有针对性地提升算法性能，但是有效的深度学习算法非常依赖训练样本的输入。

中游

- 目前3D视觉最早的创业公司的成立时间也不过在3年左右，厂商总体上处于产品实际应用测试、应用场景开发、客户验证阶段，能实现规模化量产的厂商较少，市场格局较为分散。随着厂商逐步攻克技术门槛，拓展市场空间，找到合适的应用场景并打磨成成熟、体系化的方案，头部效应可能在3到5年后出现。
- 目前机器视觉行业整体市场集中度较低。

中国机器视觉企业营收分布（2018）

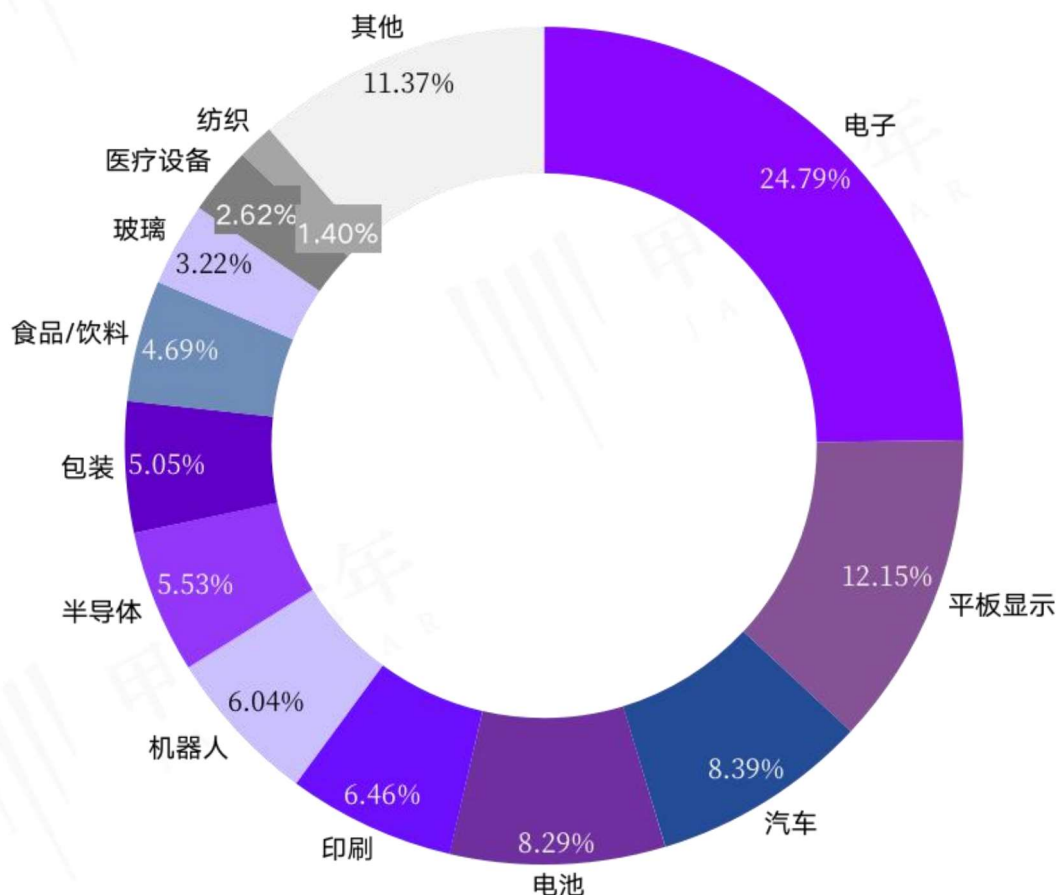


5.3D视觉

3D视觉处于发展早期，市场格局分散

- 机器视觉最早应用于消费电子、半导体、汽车三大行业，在这些领域的应用也较为成熟，拥有可落地和可大批量交付的解决方案。这些行业采购意愿强烈、价格相对不敏感，但对设备精度、准确度、稳定性等要求较高，行业内大客户集中。预计消费电子市场空间可达千亿级别，半导体和汽车是两个百亿级别的市场。
- 3D视觉能够给予机器人“眼睛”，是机器人认识和感知世界的必备组件。目前3D视觉在工业机器人领域的渗透率非常低，市场空间也在百亿级别。
- 其他行业包括物流、医药、印刷、食品包装、纺织等多个长尾市场。这些行业多为劳动力密集型产业，对价格的敏感度更高，是典型的“算账”逻辑。长尾市场整体潜在市场空间庞大，但是需求分散在多个应用场景中。
- 国产厂商的机会来自于两个方面，第一是对价格昂贵、本土化程度一般的国外巨头的产品的替代，第二是借助对应用场景匹配度更高的算法和机器人部件提升渗透率。

中国机器视觉下游应用领域分布



6.1 重点应用行业 - 消费电子

产品更新换代快、精度要求高，对上游机器视觉行业需求大

- 消费电子行业元器件尺寸较小，质量标准高。随着产品更新换代，产品越来越精密，对精度的要求也逐步提高。由于行业产品生命周期短、更新换代快，频繁的型号和设计变更导致制造企业需要频繁采购、更新其生产线设备，对其上游的机器视觉行业产生巨大需求。
- 目前市场上主要的消费电子产品包括平板、笔记本、台式机、传统手机、智能手机、电视和相机7大类，其中，智能手机市场规模占比将近50%。机器视觉主要应用在主板、零部件组装、整机组装三大环节中。
- 5G技术带动智能手机行业重大的技术升级，产品的定位以及对品质的要求也很可能发生重大变化，机器视觉行业将迎来较大一轮的发展机遇。

主板和零部件组装

- 主板和零部件组装目前已经基本实现自动化，这一领域的2D视觉应用也已经比较成熟，3D视觉作为2D的补充出现，主要会用在对微小的、有深度信息的器件的测量检测上，例如检查手机上的SIM卡卡槽、电池模组、摄像头模组的尺寸大小和位置安装等。厂商大多提供2D/3D混合的解决方案。
- 前文提到的国外巨头公司和国内上市公司大多都会涉及这一领域，大客户导向明显，竞争比较激烈，客单价较高。通常一台检测设备的价值可能占到整条产线的1/3。像苹果的一条组装产线所需的检测设备会在几十到上百台，有些甚至会上千台，客单价基本在百万级。

整机组装

- 整机组装环节目前自动化程度较低，仍旧以人力为主。机器视觉主要应用于外观检测，其中占比最大的场景是玻璃检测。这一市场目前由国外巨头所把持，产品售价高昂。同时5G手机由于前后盖板普遍采用玻璃，所以玻璃需求数量将增加一倍，3D玻璃检测设备市场将持续增长，发展前景非常广阔。该领域由于技术壁垒较高，目前国内厂商数量极少，具备国产替代潜力的创业公司值得重点关注。

缺陷检测

- 电子行业在制造产品的过程中，无法避免会产生缺陷，而生产企业对产品质量的要求越来越高，因此，缺陷检测是该行业非常重要的一个应用，机器视觉具有高精度、高速度的检测能力，可实现多种缺陷的检测，包括划痕、破损、斑点、色差等。这一领域的难点在于消费电子行业瑕疵样本数量不是很多，或者说瑕疵样本不具有可训练性，对于厂商的算法能力是一大考验。

6.2重点应用行业 - 半导体

机器视觉在半导体的应用较为成熟，国外巨头占据高端市场

- 半导体产业具有集成度高、精细度高的特点，是机器视觉技术最早大规模应用的领域。半导体行业对于精度的要求非常高，人力能发挥的作用相当有限，因此半导体行业对于机器视觉是刚需。
- 机器视觉在半导体行业中的应用涉及半导体外观缺陷、尺寸、数量、平整度、距离、定位、校准、焊点质量、弯曲度等检测，尤其晶圆制作中的检测、定位、切割和封装过程全程都需要机器视觉技术的辅助。
- 机器视觉在半导体的应用较为成熟，国外巨头占据高端市场，国内公司从中低端市场逐步渗透。国内厂商的主要机会在于传统半导体封测设备中机器视觉部分的国产替代，以及先进封装带来的增量需求。

传统半导体封测设备

- 在半导体的制造与封装测试环节中，质量检测与良品率控制极其重要，封装测试设备被称作是芯片出货的“包装检验官”，对3D机器视觉需求迫切。当前客户对于精度的要求普遍在微米（0.001mm）到亚微米（1.0 μ m）之间，速度大约在每秒40-50平方厘米，误报率5%-10%，客单价上百万元。目前国内半导体检测设备+服务年需求庞大，且国产替代需求强烈，机器视觉创业公司有望在这一领域进一步提升渗透率。

先进封装

- 对于芯片制造商而言，目前单纯依靠先进制程来增进效能，已经不能满足未来的应用需求，以小尺寸、轻薄化、高引脚、高速度为特征的先进封装将大幅缩减芯片尺寸，被市场认为是摩尔定律延续的重要手段。当前国内前三大半导体封测厂商——长电科技、华天科技、通富微电已经将先进封装作为营收的贡献主力。
- 3D视觉技术在先进封装领域将发挥巨大作用，满足生产过程中对更高精度的要求。当前3D视觉检测设备在先进封装领域的国内存量市场在6亿元左右。根据Yole Development的数据，中国先进封装产量自2015年开始出现年均超30%的增速增长，预计到2025年，3D视觉检测设备在该领域的市场规模可达80亿元。

6.3重点应用行业 - 汽车

创业公司需要从客户资源、精确度、价格等多个方面进行突破

- 汽车行业的生产制造各环节已实现了高度自动化，保证生产过程的高效及安全是汽车生产企业的首要目标。机器视觉产品可有效确保厂商所生产的产品满足汽车行业严苛的质量要求。汽车行业标准化程度较高，机器视觉厂商的成功项目往往可以在所有同类型公司进行推广复制。
- 汽车行业安全可靠比成本优势更加重要，因此主机厂的进入门槛很高，传统应用（例如发动机检测、汽车零部件检测等）市场大多为国外巨头公司和部分国内上市公司占据，创业公司需要从客户资源、精确度、价格等多个方面进行突破。

汽车行业的主要应用——视觉检测

类别	检测内容
汽车总装和零部件检测	零部件尺寸、外观、形状检测；总成部件错漏装、方向、位置检测；读码、型号、生产日期检测；总装配合机器人焊接导向和质量检测；电器性能检测、功能检测等
发动机检测	机加工位置、形状和尺寸大小检测；正时链位置检测；活塞标记方向和型号检测；曲轴连杆连码、字符、型号检测；点胶有无检测；缸体缸盖读码、字符、型号检测

- 国内创业公司更大市场在汽车零部件的生产制造领域，主要形式为机器人3D解决方案，一般是为机器人添加视觉引导系统，引导机器人进行无序分拣、最佳匹配安装、精确制孔、焊缝引导及跟踪、喷涂、风挡玻璃装载等。
- 随着新能源和智能汽车的发展，电子零部件的成本占比将会达到整车的一半以上，大量的雷达（激光、毫米波、超声波）、传感器、通信装置（GPS、DSRC）、摄像头等将会被装载在汽车之上，汽车生产精度和智能程度要求的提升为机器视觉企业带来了难得的机遇。

7.重点长尾市场 - 物流和医药

3D视觉在医药行业的应用市场前景广阔

物流

- 机器视觉在物流行业的应用包括仓储、快递、电商、无人商超、无人药房等落地场景，主要形式是机器人3D视觉解决方案，典型应用场景包括码垛和快速分拣等。机器视觉的优势在于能够对多SKU的商品/包裹/箱子进行识别和定位，从而引导机器人抓取和放置，解决了物流场景的柔性自动化问题。
- 物流行业方案通用性较强，因此分拣应用发展速度相对较快。工业产品分拣虽然使用面也较广，但不同行业案例间差异较大，单个项目应用量也小，应用方案开发相对缓慢。
- 但是物流行业因为人力成本和设备价格相对较低，毛利率也较低，所以价格敏感度同工业相比更高。物流行业要求的投资回报周期一般在12个月到18个月之间，整体低于其他行业。同时物流受下游需求的影响，业务量存在着明显的波动。在物流订单量不饱和的情况下，某些绝对效率高的机器视觉设备的成本并不会比人力低。所以机器视觉解决方案一方面需要降低客单价，控制成本，一方面需要从实际落地场景出发，提供性价比高的方案而非先进的方案。

仓储码垛和电商播种

- 码垛是指将装入货物的箱子按一定规则放在托盘、栈板（木质、塑胶）上，进行自动堆码，可堆码多层，然后推出，便于叉车运至仓库储存。电商播种原理类似，面向仓储向全国门店发货的场景，指将商品从原料框中取出放入发货门店对应的料框。

医药

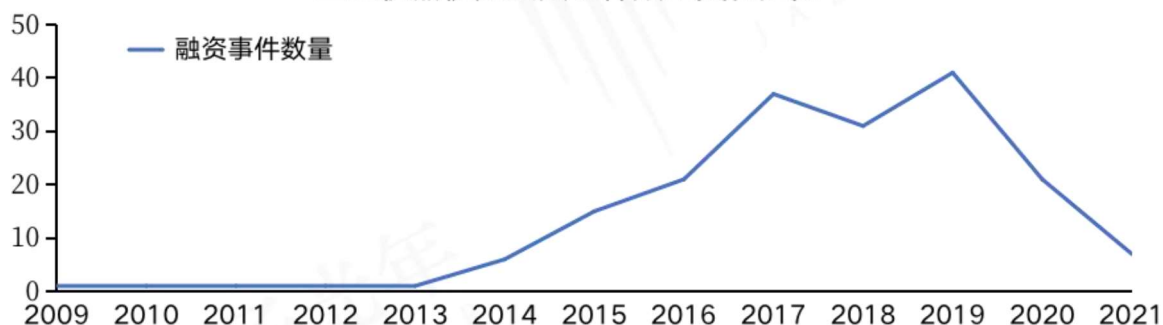
- 药品和医药器械关系到人的生命健康，即使是存在微小的缺陷，一旦流通到市场后也会对患者造成无法弥补的损失，甚至导致医疗事故的发生。机器视觉目前在药品包装、质量检测及控制等有一定程度的应用，助力医药行业加快现代化、智能化进程。
- 制药企业和医疗器械企业对于设备和资产的成本投入是比较高的，生产制造过程中会大量使用自动化设备，并不亚于消费电子和汽车行业。同时医药行业具备良好的盈利水平，是机器视觉非常理想的下游应用行业。目前3D视觉在医药行业的应用潜力还没有得到充分开发，市场前景广阔。

8.投融资分析

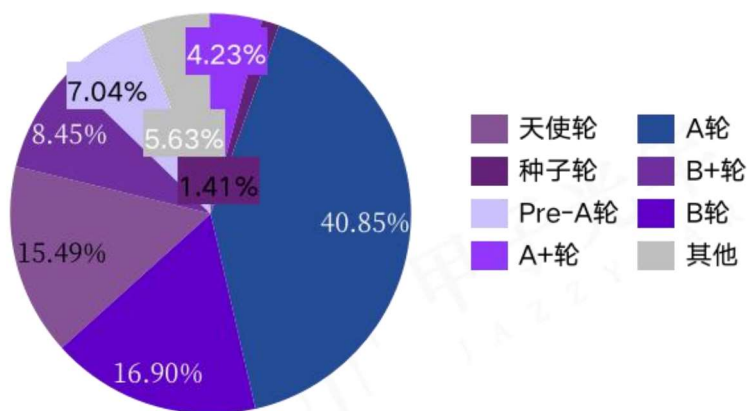
大多数企业处于融资早期阶段

- 截至2021年2月28日，工业机器视觉领域共发生融资事件184起，累计71家初创企业获得融资。和智能制造领域类似，从2014年起融资数量呈上升趋势，2017年至2019年是融资的高峰期。2020年融资事件数量有所下降。

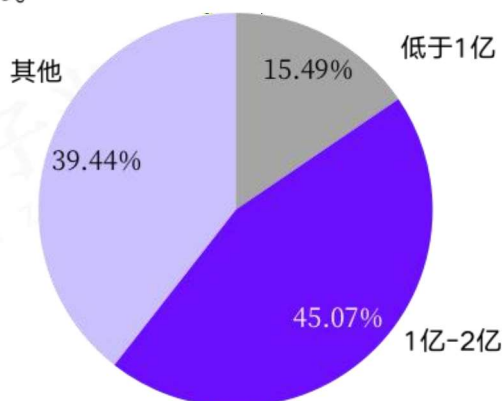
工业机器视觉融资事件数量变化趋势



- 从融资轮次看，目前大多数企业处于融资早期，处于种子轮/天使轮的企业占比为16.9%，处于Pre-A/A/A+轮的企业占比达到52.12%。



- 从估值来看，估值在1到2亿人民币的初创企业数量最多，占比达到45.07%。其次是估值低于1亿人民币的企业，占比为15.49%。



8.投融资分析

产业链中游集成商领域的创业企业最受资本青睐

- 2020年至2021年2月28日，工业机器视觉领域共发生24起融资事件，其中有10家企业融资达到亿元级别，占整体融资的事件的41.67%。工业视觉赛道目前已有红杉资本中国、顺为资本、高榕资本、君联资本、明势资本等一线基金和政府政府产业基金纷纷入局，投资热背后是对工业视觉前景的看好。产业链中游集成商领域的创业企业最受资本青睐。
- 但是目前赛道上的多数企业都处于产品小批量生产或解决方案高度定制化的阶段，规模化应用尚未展开，前期高额的研发投入难以摊薄，整体成本较高，现阶段难以达到盈亏平衡。
- 大部分企业营收、利润水平仍处在早期阶段，年营收在百万元级别。头部企业年营收可达数千万到上亿元，这些公司的特点是产品以集成设备或集成解决方案为主，可以初步实现量产，具备一定的标准化程度。3D视觉技术（特别是算法）是企业的核心竞争力。

2020年至2021年2月获得亿级人民币投资的初创企业

时间	公司名	轮次	金额	投资方
2021/1/27	思灵机器人	B轮	1.3亿美元	红杉资本中国、线性资本、交银国际、新希望集团、高瓴创投、招银电信基金
2021/1/26	橙子自动化	B+轮	数亿人民币	云晖资本
2021/1/4	库柏特	B+轮	近亿人民币	沸点资本
2020/12/3 1	Flexiv非夕	B轮	1亿美元	金沙江创投、云锋基金、招商局资本、高榕资本、美团、新希望集团、Longwood Fund、珠江集团
2020/11/1 6	梅卡曼德	B+轮	近亿人民币	红杉资本中国、源码资本
2020/11/1 2	阿丘科技	B轮	2,000万美元	君联资本、DCM中国、襄禾资本
2020/10/9	大族机器人	A轮	1.65亿人民币	博儒资本、苏州藤信、北京鸿瀚、深圳中小担
2020/9/10	视比特机器人	A轮	近亿人民币	和玉资本、图灵资本
2020/8/18	聚时科技	A轮	1.1亿人民币	湖南高新创投集团、华兴源创、江北智能制造园产业基金、南京江北产投集团

9.市场参与者

2D视觉时代诞生了多家上市企业

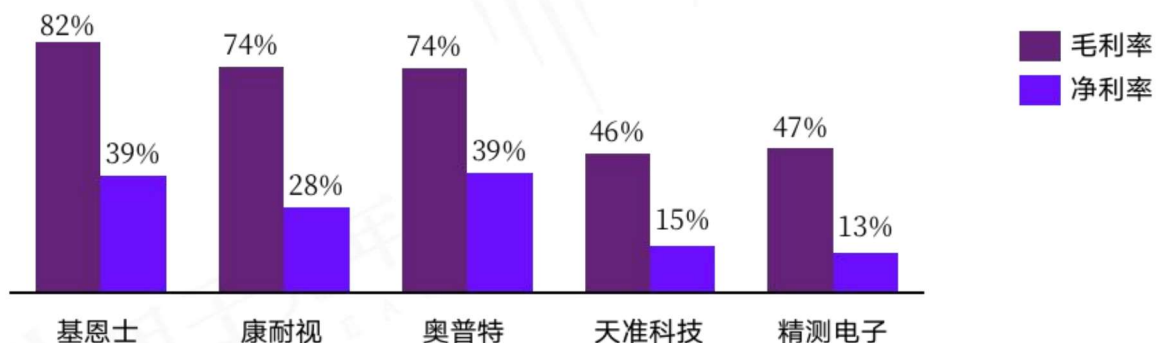
- 2D视觉时代诞生了市值千亿美元的基恩士和市值超过百亿美元的康耐视两家国际巨头公司，国内也有多家企业上市。

发展路径分析

- 从发展路径看，国内外成熟公司可以分为三类。
- 第一类成立时即定位为工业机器视觉公司，围绕机器视觉打造完整的产品和解决方案，代表公司如康耐视、天准科技。优势是定位准确，路径清晰，工业机器视觉系统是核心竞争力，是最先钻研行业技术的领头羊。
- 第二类由传统自动化设备制造商起步，顺应产业发展潮流进入工业机器视觉行业，代表公司如基恩士、欧姆龙、精测电子。优势表现为在传感器、控制器等工业自动化设备中的关键部件拥有巨大技术优势，能够将机器视觉技术融入自动化设备中去扩大销售。
- 第三类是由上游某一零部件向下延伸，逐步形成完整的工业机器视觉系统或产品线，代表公司如奥普特。优势是机器视觉核心零部件（如对最终成品的精度和效率影响巨大的光源和工业相机）技术先进。

财务指标对比

毛利率



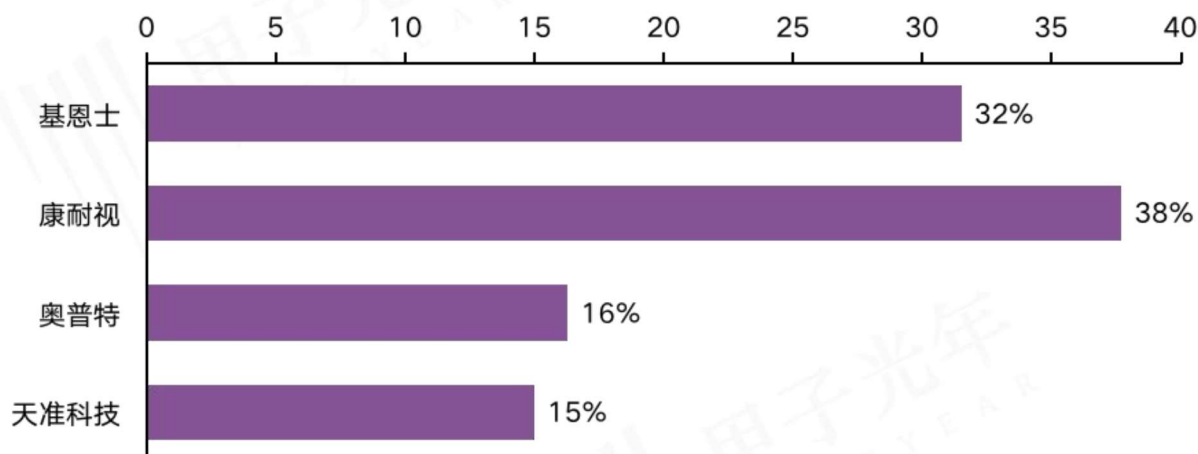
- 具有高性能相机（康耐视）或光源（奥普特）等零部件产品、在算法和软件层面拥有核心技术、产品标准化程度较高，允许下游行业进行深度定制的成熟公司拥有非常高的毛利率水平（70%-80%）。行业中游主要提供集成解决方案毛利率相对较低，但也可达到50%左右的水平。可见机器视觉行业企业具有较强的盈利能力。

9.市场参与者

2D视觉时代诞生了多家上市企业

- 同国外企业相比，国内上游企业的劣势在于难以突破技术壁垒。国内中下游企业的主要劣势在于客户的行业集中度过高、收入结构较为单一，导致对客户的议价能力不强。以天准科技为例，2017年至2019年，公司向前五大客户销售的金额占同期营业收入的比例分别为69.22%、70.28%和53.22%，主要集中在消费电子领域。

销售费用



- 为了保证客户的最优服务体验，康耐视、基恩士采取直销模式，直接面对最终客户。康耐视和基恩士在销售费用的投入远高于国内公司。截至2019年12月31日，康耐视共有1,295名销售人员，占总员工数的57%。这些销售人员具有工程师背景，大部分工作时间在客户车间度过。康耐视通过员工的直接一手资料来了解目前产品的改进空间，积累行业洞察并进行提炼，为未来寻找跨行业通用产品的研发指导方向。
- 国内大部分公司采取直销和经销并行的方式。由于工业视觉产品涉及较复杂的安装调试、维修更新程序，目前经销模式的比例在逐渐降低，为保证客户满意度并确保能持续向客户输出新的功能模块，国内公司也在逐步采用直销模式。

10.关键发展要素

大客户资源是机器视觉创业公司取胜的关键

- 当前我国工业基础设施较差，300人以下的中小企业数量庞大，对于它们而言，订单、现金流才是最重要的点，生存优先于自动化改造，因此抢夺大客户资源是机器视觉创业公司取胜的关键。即使是在长尾市场，客户也是具备一定自动化基础和付费能力的企业。
- 但是大客户的进入门槛不低，制造业工厂在选用软硬件设备时，要经历数月甚至1~2年的测试期，加上工业设备的价格较为昂贵，客户替换供应商的时间和经济成本很高。同时创业公司还面临着国内外巨头公司的激烈竞争。因此，为了抓住机会抢占大客户资源，除了更好的服务和更低的价格，创业公司还必须找准适合自身的切入点，明确应用场景，界定提供的价值，最好能体现自身的技术优势。创业初期就做通用型的产品在机器视觉行业会面临获客难题。
- 在站稳脚跟之后，机器视觉创业公司会普遍面临细分市场天花板较低的困境。为实现规模化发展，一方面需要提升性价比，另一方面则需要提升产品和解决方案的标准化程度，实现跨场景及跨行业的复制。

找准应用场景

- 机器视觉产品技术本身门槛不高，不存在绝对意义上的技术领先。公司最大的差异在于场景端。
- 找应用场景的核心是明确客户需求，以需求为导向。有的客户可能难以更改生产设备，仅需要更新视觉算法；而有的客户可能会需要软硬件结合的解决方案。最后就是归结为履约效率和履约成本的问题。
- 规模过大的产品交付时间长，不容易获客。产品简单，且能够瞄准工厂内部的刚需，让工厂快速决策，有利于获客。获取客户之后，产品可以由浅到深分模块发展，提升客户粘性。

获取大客户资源

- 直接瞄准头部客户可以用大量真实的测试数据反哺技术、提升设备性能。工业产品讲究性能和精度，大量、真实的第一手数据是打磨性能和精度的基础，占据优势的数据资源，才能使供应商的产品和技术持续迭代，满足客户需求。创业公司的销售组织能力非常重要，是一个系统性的工程。创业公司可以建立组织型的客户关系，力争能够对客户高层产生影响力并且处理好和客户中层的关系。供应商一方面要理解所属细分行业的动态需求并提供完善的服务；另一方面要能够让客户理解自己的产品特性、引导教育客户。通过大客户树立行业标准、成为行业标杆，对创业公司而言意义重大。

10.关键发展要素

大客户资源是机器视觉创业公司取胜的关键

建立技术壁垒

- 很多创业公司最终导向是影响客户的成本项，按照能够为客户降低多少成本的逻辑去收费，挣的是辛苦钱。如果公司能够在特定应用场景集中资源解决痛点，比如瞄准测量和检测的高精尖领域，短期建立技术优势，实现一定时间内的不可替代性，公司的议价能力就会增强。

提高性价比

- 工业客户对价格非常敏感，因此，打造成熟的供应链，降低设备、方案成本以提高性价比是重要的竞争壁垒。

提升标准化，实现规模化发展

- 在某一细分环节获得足够多的头部客户之后，公司具备了成为客户整体机器视觉方案供应商、整合行业乃至跨行业的方案供应商的潜质。公司可以借助通用技术、通用产品、标准解决方案、标准化的基础平台逐步渗透。公司可以切入客户的智慧工厂、柔性化生产方案，也可以向产业链上游逐步渗透，提升技术实力。

团队介绍

报告撰写

分析师：郭裕强

报告指导

智库院长：谭莹

报告合作

联系人：小甲

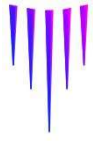
微信号：Jiaziguangnian

电话号：15901000968

法律声明

本报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于智库的专业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点。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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。本报告的信息来源于已公开的资料，甲子光年智库对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的获取但不作任何保证。

本报告知识产权归甲子光年智库所有，任何从业机构或个人不可在未经报告作者授权下进行商业演出及参与行业培训，在未标注甲子光年智库来源前提下不可盗用报告中的观点及图表信息，未经授权使用本报告的相关商业行为都将作侵权追究其法律责任。



甲子光年

JAZZYEAR

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。

谢谢

THANK YOU
