

——中国机器视觉行业市场规模及预测——

目录

月 度 专 题 报 告

一、机器视觉概述	P1
二、国内整体市场现状	P2
（一）产业链结构	P3
（二）整体市场规模	P4
（三）企业营收状况	P7
三、产业链细分市场分析	P9
（一）产业链上游	P9
（二）产业链下游	P17
四、行业发展驱动力及趋势	P21

一、 机器视觉概述

机器视觉 (Machine Vision, MV) 是人工智能正在快速发展的一个分支, 是集光学、机械、电子、计算、软件等技术为一体的工业应用系统。

根据美国制造工程师协会 (SME) 机器视觉分会和美国机器人工业协会 (RIA) 自动化视觉分会对机器视觉的定义, 机器视觉是通过光学的装置和非接触的传感器, 自动地接收和处理一个真实物体的图像, 以获得所需信息或用于控制机器人运动的装置。一个典型的机器视觉应用系统包括图像捕捉、光源系统、图像数字化模块、数字图像处理模块、智能判断决策模块和机械控制执行模块。

根据中国机器视觉产业联盟 (CMVU) 发布的《机器视觉发展白皮书 (2021 版)》定义, 机器视觉系统是可以通过对电磁辐射的时空模式进行探测及感知, 可以自动获取一幅或多幅目标物体图像, 对所获取图像的各种特征量进行处理、分析和测量, 根据测量结果做出定性分析和定量解释, 从而得到有关目标物体的某种认识并作出相应决策, 执行可直接创造经济价值或社会价值的功能活动。

机器视觉作为一项综合技术可以代替人眼做识别、测量、判断。其包括图像处理、机械工程技术、控制、电光源照明、光学成像、传感器、模拟与数字视频技术、计算机软硬件技术等。一个完整的机器视觉系统通常是指通过工业相机、镜头、光源等设备的配合, 将被摄取目标转换为图像信号, 传递给图像处理系统, 根据像素分布和亮度、灰度等信息, 转变为数字化信号; 图像系统再对这些信号进行针对需求的运算抽取目标特征, 从而根据判别结果来控制现场设备的运行动作。

机器视觉按照功能可以大致区分为识别、定位、测量、检测、引导五类。

(1) 识别: 机器视觉可以对图像进行处理、分析和理解, 用于对一些一维码或二维码的解码、光学字符的识别与确认、颜色及形状的识别等;

(2) 机器视觉采用先进的图像视觉检测技术，对高速运动的工业产品进行实时全面视觉定位分析，主要用于自动生产及装配；

(3) 机器视觉可以在非接触的情况下，对产品尺寸进行高精度的测量，以确定产品外观的尺寸是否存在误差；

(4) 机器视觉可以用于产品表面的精密检测，包括目标方向及位置检测，检测产品表面的压伤、破损、刮伤、脏污、变形等问题，及印刷表面的瑕疵检测等；

(5) 机器视觉普遍应用于智能制造的工业机器人领域，当前工业机器人已经大范围应用于自动化流水线，机器视觉系统可以在机器人操作过程中，帮助机器人实时了解工作环境的变化，相应地调整动作，以保证任务的正确完成。

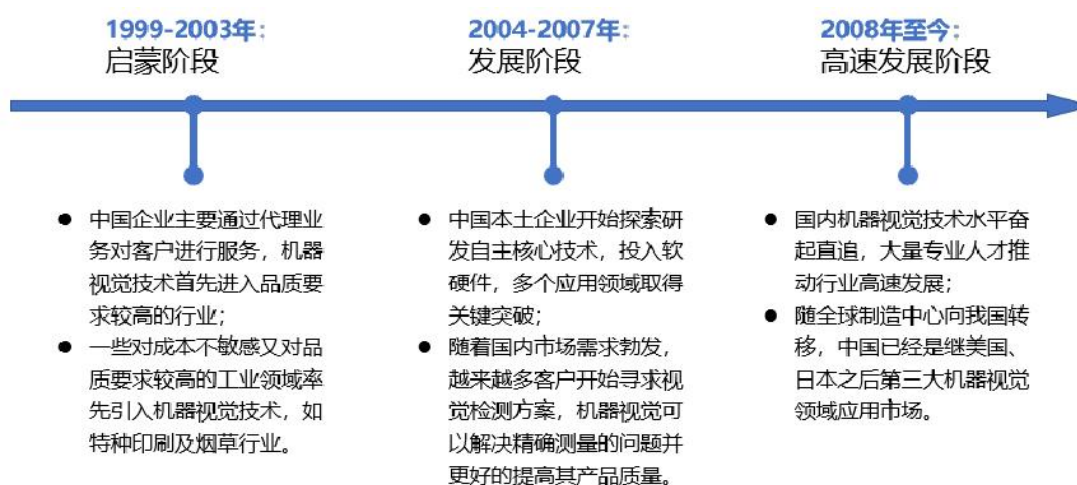
相对于人类视觉，机器视觉具有高效率、高度自动化的特点，可以实现很高的分辨率精度和速度。尤其是机器视觉的灰度分辨率很强，一般可以使用 256 灰度级，其采集系统具有 10bit、12bit、16bit 等灰度，可以弥补人类视觉在灰度分辨上的缺陷（64 灰度级）；机器视觉现有 4K*4K 的面阵摄像机和 8K 的线阵摄像机，通过备置各种光学镜头，可以观测小到微米、大到天体的目标；另外随着工业相机技术进步，机器快门时间速度加快达 10 微秒级别，高速相机帧率可超过 1000 以上。目前，机器视觉主要应用在智能制造，其下游应用广泛，已经在汽车制造、消费电子、医疗制药、食品包装、服务机器人、无人驾驶等领域逐步实现放量，未来前景可期。

二、国内整体市场现状

目前，机器视觉市场规模在全球范围内处于扩张期。虽然机器视觉属于新兴技术，发展时间不长，但已经形成了从上到下、多行业领域并行的市场。中商产业研究院数据显示，2018 年全球机器视觉市场规模超过 88 亿美元，2019 年超过 100 亿美元。Grand View 预测 2025 年全球机器视觉市场空间将超过 180 亿美元，年复合增长率达 7.7%。

相比全球，中国的机器视觉相关技术由于起步较晚。国内机器视觉的发展进程起步于中国工业化加速时期，1999-2003 年是我国机器视觉发展的启蒙阶段，国内开始出现跨专业的机器视觉人才；2004 年后迈入产业发展初期，机器视觉企业开始探索和研发自主产品并取得一些突破；近十年，中国机器视觉产业从发展中期迈向高速发展时期。

图 1：中国机器视觉发展历程



数据来源：国泰君安证券研究所

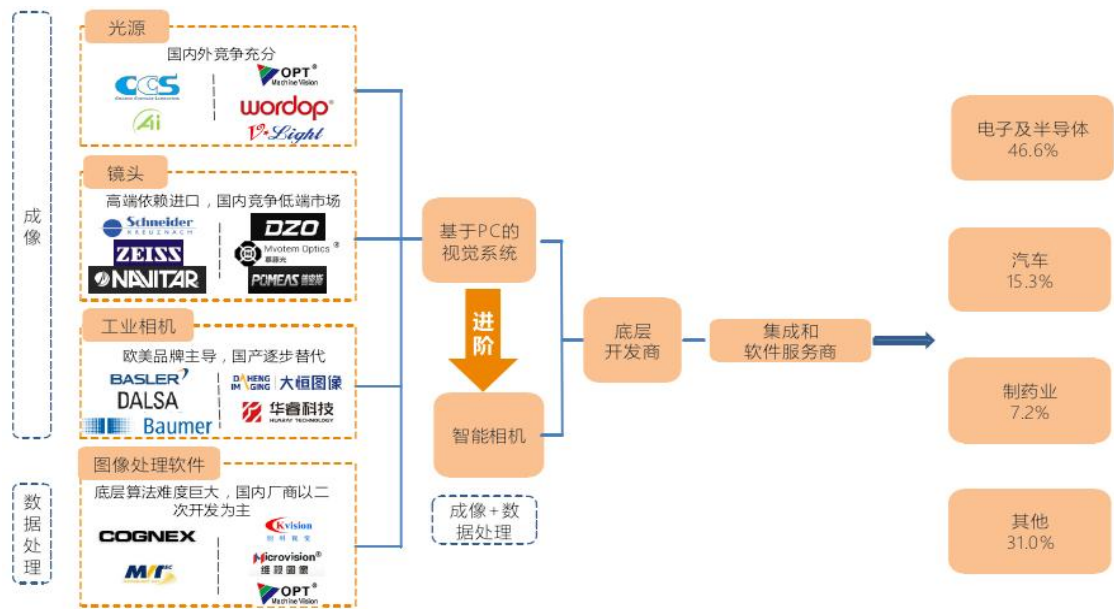
（一）产业链结构

机器视觉的产业链可以按上中下游进行区分。**上游是机器视觉底层开发商，即核心零部件及软件提供商。**核心零部件主要包括光源、相机、镜头、图像采集卡，其中软件主要是指图像处理软件。在目前整个机器视觉系统的成本构成中，零部件及软件开发占据 80% 的比例，是产业链中绝对的核心环节和价值获取者。**中游是机器视觉二次开发的系统集成和软件服务商，**主要根据上游产品以及下游需求进行集成整合，越来越多上游企业向中游业务扩展延伸，形成自有的完整解决方案。**机器视觉下游的应用领域十分广泛，涉及到多种制造及服务行业，**主要应用于汽车制造、消费电子、食品包装、医疗制药以及服务机器人。

机器视觉是与工业应用结合最为紧密的人工智能技术，通过对图像的智能分析，使工业装备具有了基本的识别和分析能力。随着工业数字化、智能化转型逐渐深入，智能制造的逐步推进，工业机器视觉逐渐形成规模化的产业，并随着人工智能技术在工业领域落地而逐渐深入到工业生产的各种场景之中。

目前机器视觉的第一大应用场景是电子及半导体设备的高精度制造和检测，占比达 46.60%，如晶圆切割、3C 表面检测、AOI 光学检测、PCB 印刷电路等。第二大应用场景是汽车制造，约占 15.3%左右，几乎所有系统和部件的制造都可用到机器视觉，一条汽车生产线需十几套机器视觉系统，是机器视觉渗透最快的行业。制药业约占下游应用的 7.2%，主要应用为药品质量的检测。

图 2：机器视觉产业链拆分



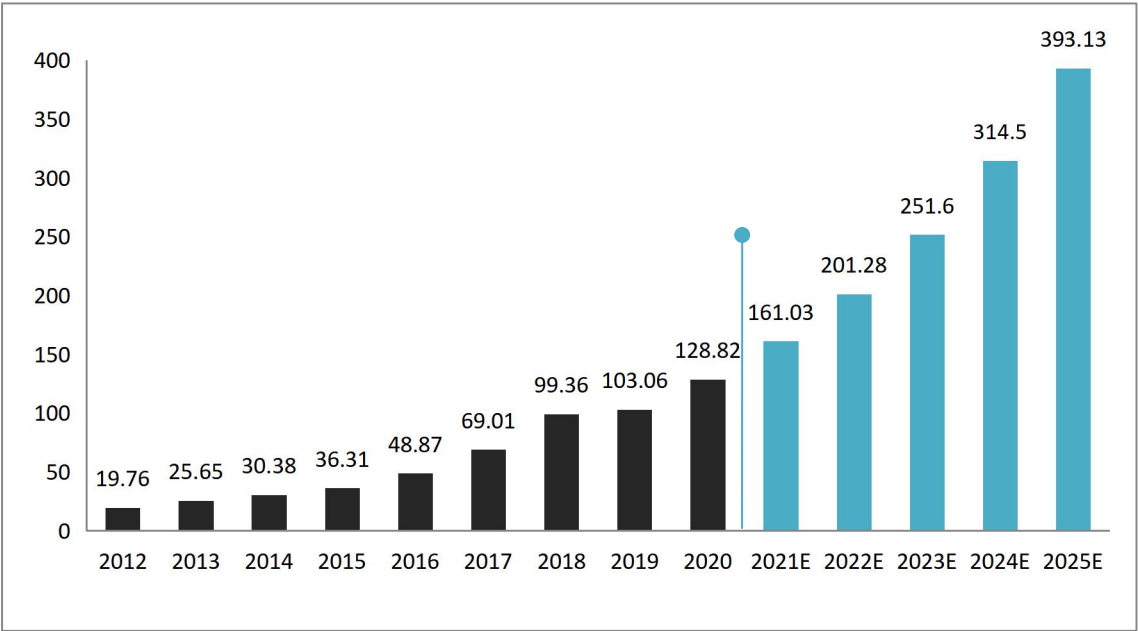
数据来源：前瞻产业研究院

（二） 整体市场规模

我国机器视觉行业发展历程虽然短暂，但发展速度较快。21 世纪 10 年代左右，伴随着我国经济的发展、工业水平的进步，特别是 3C 电子行业自动化的普及和深入，我国的机器视觉行业市场迎来了空前的机遇。

根据中国机器视觉产业联盟对其会员单位进行的统计数据显示，机器视觉国内市场产值（包括机器视觉器件和系统年销售额）2018 年是 84 亿元，2019 年达到 103 亿元，2012-2018 年复合增长率为 31.7%；预计到 2025 年，中国机器视觉市场规模将会接近 400 亿元。

图 3：2012-2025 年中国机器视觉器件和系统的销售额（单位：十万元）



数据来源：CMVU

根据赛迪顾问在 2020 年 6 月发布的《中国工业机器视觉产业发展白皮书》数据统计，2019 年，中国工业机器视觉市场规模约为 139 亿元，相较于上年增长 5.3%，其中国外品牌相关产品销售额降低 2.3%，国产品牌销售额增长 14.9%，市场占有率与国外品牌相差无几。2020 年上半年，国外品牌受疫情影响较为显著，销售额同比减少 50%左右，国产品牌情况相对较好，销售额同比降低约 12%。

图 4：2012-2025 年中国机器视觉器件和系统的销售额（单位：十万元）



数据来源：赛迪顾问

国内机器视觉市场整体呈现以下特点：

在上游核心零部件方面国外企业占据更大的市场份额和规模优势。虽然经过近 20 年的发展，机器视觉行业在我国已经取得了一定的成绩，行业也初步形成一定的规模，但本土机器视觉企业在研发技术实力、市场竞争力上较国际品牌产品仍有较大差距和未来发展空间。一部分原因是本土机器视觉行业起步于产品代理，自主研发基础较为薄弱。

根据中国机器视觉产业联盟统计，2018 年以代理销售其他厂商产品为主的企业销售额占到行业销售额的 32.4%。该部分企业普遍缺乏自主研发能力及核心技术，虽然其中规模较大的代理商有一定的集成服务的能力，但基础仍然相对薄弱，缺乏持续创新的能力。而以销售自有产品为主的企业相对国际知名品牌来说其经营时间较短、技术积累相对薄弱、人员储备相对不足，仍然存在差距。

国内大部分机器视觉企业销售规模较小。2017 年，美国康耐视作为全球最具代表性的机器视觉公司营业收入达到 48.9 亿元，同比增长 35.3%。而根据中国机

器视觉产业联盟企业 2017 年调查数据显示，国内机器视觉企业销售额绝大部分集中于 1 亿元以下。国内机器视觉企业销售额在 1000~3000 万范围的企业数量最多，占国内机器视觉企业总数的 31.8%；3000~5000 万的企业数量最少，占比 13.2%；销售额 1 亿以上的企业占比为 16.5%；1000 万以下的企业占比 19.8%；销售额 5000 万~1 亿的企业占比 18.7%。

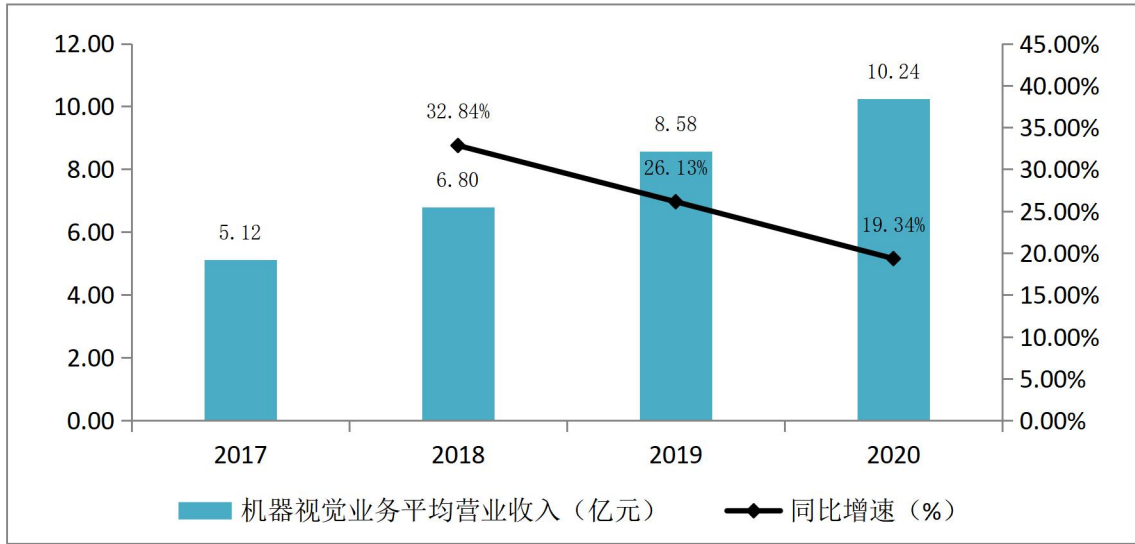
（三） 企业营收状况

根据中国机器视觉产业联盟调查统计，目前进入中国市场的国际机器视觉品牌和中国本土的机器视觉品牌（不包括代理商）已经超过 200 家，产品代理商超过 300 家，专业的机器视觉系统集成商超过 70 家，覆盖全产业链的各环节。从地区分布上来看，中国机器视觉企业主要位于广东、上海、北京、江苏和福建等地。从市场规模份额来看，工业机器视觉市场规模增速逐渐降低，国外品牌市场占有率逐渐降低，国产品牌的市场占有率逐渐提升，且销售额保持逐年增长。

目前国内机器视觉行业的上市公司主要有天准科技(688003)、美亚光电(002690)、精测电子(300567)、赛腾股份(603283)、矩子科技(300802)、先导智能(300450)、康鸿智能(839416)、劲拓股份(300400)等。前瞻产业研究院选取六家具代表性的上市公司(天准科技、美亚光电、精测电子、赛腾股份、矩子科技、劲拓股份)，根据企业公报数据，分析了国内机器视觉企业近年经营效益情况：

2017-2019 年，部分上市企业机器视觉业务的平均营业收入持续增长，2018 年营业收入达到 6.8 亿元，同比增长 32.84%；2019 年由于贸易战、市场环境等多方面因素的影响，部分企业的机器视觉业务平均营业收入为 8.58 亿元，增速降至 26.13%。2020 年，机器视觉业务平均营业收入为 10.24 亿元，较 2019 年增长 19.34%。长远来看，机器视觉行业上市企业的机器视觉业务营收整体的发展仍是向上的态势，但增速放缓。

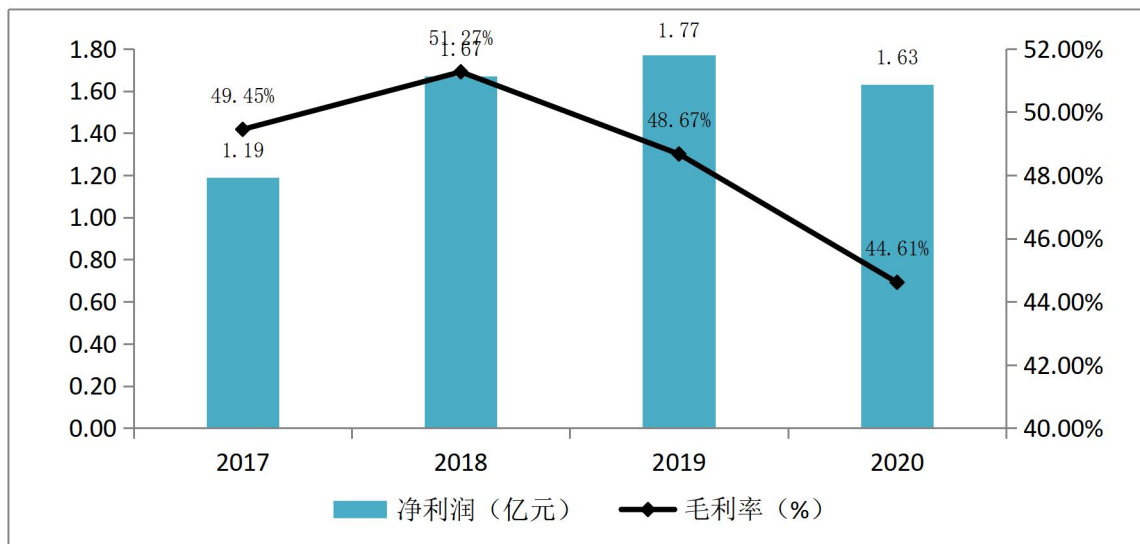
图 5：2017-2020 年机器视觉行业部分企业机器视觉业务的平均营收（单位：亿元，%）



数据来源：各上市企业公报，前瞻产业研究院整理

2020 年，部分上市企业的机器视觉业务平均净利润为 1.63 亿元，毛利率为 44.61%，在疫情影响下，机器视觉行业的上市企业营业成本上升，导致毛利率有所下降，但机器视觉业务整体毛利率水平较高，说明机器视觉行业上市企业的机器视觉业务具有良好的持续发展能力。

图 6：2017-2020 年机器视觉行业部分企业机器视觉业务的平均净利润、毛利率
（单位：亿元，%）



数据来源：各上市企业公报，前瞻产业研究院整理

三、 产业链细分市场分析

（一） 产业链上游

工业机器视觉产业链上游的工业镜头、相机、采集卡等核心零部件与算法软件是机器视觉价值最高的部分，其成本占据工业视觉产品总成本的 80%。在工业镜头、工业相机、底层软件系统等技术壁垒高，利润率高的部分，康耐视和基恩士等国外企业有着深厚的研发技术积累，具备软硬件的技术优势，占据了绝大部分市场，且毛利率较高。

我国的机器视觉上游产业技术水平发展处于成长阶段，传感器、工业镜头、光源等高端核心零部件的企业规模偏小、数量偏少且技术水平较低，成为市场发展的瓶颈。国内机器视觉厂商仍需集中力量攻关高规格、高要求的关键零部件产品，一方面增加国内市场的国产零部件占有率，另一方面降低下游应用市场在工业机器视觉解决方案中的使用成本，帮助工业企业增加使用机器视觉技术进行工业智能化改造的动力。

1. 光源

光源是指用于为工业机器视觉应用场景提供照明的系统，主要包括 LED 光源和光源控制器。目前，机器视觉光源逐渐向着高端化方向发展，以结构光、同轴光等为代表的高端光源产品将成为市场主流。随着 3D 视觉技术逐渐形成更多成熟的应用方案，用于 3D 视觉的辅助结构光源产品将逐渐打开市场，渗透进更多工业机器视觉应用场景。

在工业机器视觉零部件中，光源产品的竞争较为激烈。国外知名光源厂商有日本 CCS 和美国 Ai 等，多年的行业积累让国外品牌在高端市场拥有较高占有率，产品价格也相对较高，而国内厂商主打性价比优势，并依托进入行业早、技术门槛较低的特点快速发展，使得光源领域成为我国工业机器视觉产业链中发展较好的一环。

国内工业视觉光源厂家主要坐落在华南地区的东莞、深圳，也有不少企业分布在江苏、浙江、上海和北京。东莞的 OPT（奥普特）是国内市场占有率最大的生产商，拥有 38 大系列标准光源产品和近万余种型号非标光源，并将业务延伸至系统集成服务和其他核心零部件的研发。其他出货量较大的企业包括东莞的沃德普、上海的纬朗光电等。

光源厂商的技术能力是光源厂商最核心的竞争力。光源产品需要满足机器视觉应用中的高照度、高均匀和高稳定性要求。其中，照度和均匀性主要依托产品的设计能力，体现了光源厂商的核心技术能力，而稳定性主要依托产品生产过程中的质量把控能力。厂商生产高照度的光源产品，需要具备良好的散热优化和 LED 光路优化设计技术。而光源产品的光照均匀性大多得益于 LED 分布式设计和合理的电流分配技术。对于高端光源产品的设计和生产，大多需要厂商拥有复杂高性能光源的设计能力，主要包括精密投影成像技术、远心光路设计技术和同轴光技术等核心技术。

中国机器视觉光源市场规模扩张迅速，主要应用的 LED 照明产品是中国优势产业。中国是 LED 照明产品最大的生产制造国，随着国内 LED 照明市场渗透率快速攀升至七成以上，LED 照明已基本成为照明应用的刚需，国内的 LED 照明市场规模呈现出较全球平均水平更快的增长势头。根据高工产研 LED 研究所（GGII）的统计，中国 LED 照明市场产值规模由 2015 年的 2596 亿元增长到 2018 年的 4155 亿元，年均复合增长率达到 16.97%，增速高于全球平均水平。预计到 2021 年，中国 LED 照明市场产值有望达到 5900 亿元，2019-2021 年仍有望能保持超过 12% 的年均复合增长水平。

图 7：中国 LED 照明行业规模与增速（单位：亿元，%）



数据来源：中国产业研究院，国泰君安证券研究所

2. 工业镜头

工业镜头是机器视觉系统中必不可少的部件，直接影响成像质量的优劣，影响算法的实现和效果。工业镜头的两个明显趋势是先进的高分辨率和广域镜头的激增，以及更无缝集成组件液体镜头，但液透镜产品在推广过程中可能遭遇瓶颈。

国产工业镜头在光学指标上虽已经具备一定竞争力，但也仅在低端市场的应用相对比较成熟。目前我国工业镜头市场的国外品牌有德国施耐德、Linos，美国 Navitar，意大利 Opto，日本 CBC Computar、KOWA 等，大多是老牌镜头厂商，技术积累雄厚，品牌影响力较大，在高端市场优势仍较大。国内厂商在工业镜头领域发展迅速，大多体量相对较小，走高性价比路线，布局中低端市场，如东莞普密斯。不过部分企业已经能够提供全系列工业镜头，涉足高端产品，如深圳东正光学、昆山慕藤光等，东正光学的线扫系列镜头已应用在华为、比亚迪、富士康的生产检测当中。从技术来看，国内厂商的镜头制作工艺虽然和国外老牌厂商相比还有差距，但已经能够满足视觉系统的基本需要，品牌知名度和市场信任度或成为国产镜头需要攻克的难点。

图 8：全球及中国工业镜头产业规模与增长（单位：亿美元，%）



数据来源：赛迪顾问

光学镀膜技术成为技术热点。随着下游应用的深化和扩展，对镜头的成像品质要求日益提升，推动着现代光学成像技术不断往高精度方向发展。由于在减反射、增透射、偏振分光等方面的特性，精密光学薄膜对下游应用的后期算法实现效果起着至关重要的作用，如何不断改进并对光学薄膜加以有效利用成为光学镜头行业的技术热点。近年来镀膜技术快速进步：一方面，以溅射成膜技术、等离子体化学气相沉积成膜技术等为代表的主要应用于集成电路制造的精密镀膜技术逐渐应用于光学元件的制造，极大地改善了现有主流的蒸发镀膜技术在曲率半径较小的镜面容易出现镀膜不均匀的缺点，提高了产品的良率；另一方面，膜系设计相关的计算机辅助软件不断发展极大地提升了镀膜工程师在光学设计领域的效率，为快速开发出符合客户需求的产品提供了可能。

光学冷加工自动化程度日渐提升。镀膜、荒折（粗磨）、砂挂（精磨）、抛光、芯取（磨边）等工序构成了光学冷加工的基本工艺。近年来，高速精磨、高速抛光、激光定心等技术逐渐开始大规模应用于光学冷加工中，高精度、自动化加工设备的不断更新换代不仅显著提升了生产效率，而且提升了加工精度。新型加工工艺的应用、高精度自动化设备的投入，以及高技能人才共同推动光学冷加工效率和产品品质的进一步提升。此外，传统光学镜头的组装主要依靠人工组装，效率较低

且生产误差较大，产品品质稳定性较低。随着自动组立机在组装环节的应用，光学镜头的组装环节逐渐转变为流程化的自动组装，极大地提升了组装效率和产品稳定性。

高精度、数字化检测助力产品质检。随着现代光学成像技术不断往高精度方向发展，与之配套的检测技术在近年来也快速提升，激光平面干涉仪、分光光度计、高精度中心检测仪、多座标扫描仪等高精度检测设备不断进入光学镜头相关光学元件、机械结构件的制造环节中，提高了检测的效率和可靠性。此外，在眩光、鬼影等检测过程中，数值化的杂散光检测系统逐渐取代了原先需要大量人工计算和主观判断的检测方法，成为光学镜头厂商在针对眩光、鬼影等检测的主要手段，有效地保证了光学镜头成像质量的稳定性。

3. 工业相机

工业相机是工业视觉系统的核心零部件，其本质功能是将光信号转变成电信号，要求产品具有较高的传输力、抗干扰力，以及稳定的成像能力。工业相机作为新兴技术被寄予厚望，被认为是自动化行业具备光明前景的细分市场。

从全球市场来看，智能工业相机市场的集中度远高于板卡式相机市场，率先布局智能相机的康耐视和基恩士目前市场占比总计已超过 70%，而板卡式相机前八大企业的市场份额之和仅为 61%。

目前，欧美品牌在国内市场仍然占有一定优势，如瑞士 Baumer、德国 Basler、德国 AVT、加拿大 PointGrey 等，是国内工业相机市场占有率较高的品牌。国外品牌由于布局较早，在近年国内工业相机需求增长下率先收益。虽然国外产品软硬件优势明显，但智能工业相机产品价格相对较高，对中国市场的应用针对性开发还不足，这将成为国产工业相机厂商的有利切入点。经过多年的研发和实践积累，国产工业相机厂商也在一些关键技术上取得突破。近年出现华睿科技、大恒图像、海康

机器人、大华股份、云从科技、维视图像等国产企业，在中低端市场，逐步实现进口替代；而在高分辨率、高速的高端工业相机领域仍以进口品牌为主。

图 9：全球及中国工业相机产业规模与增长（单位：亿美元，%）



数据来源：赛迪顾问 2020, 11

数据来源：赛迪顾问

CMOS 传感器逐渐成为主流。由于工业相机对成像质量和色彩还原度上有较高要求，早期的工业相机传感器以 CCD 传感器为主。随着设计技术和制造工艺的不断提升，CMOS 图像传感器技术逐渐成熟，相较于 CCD 传感器技术，CMOS 图像传感器技术具备集成度高、应用简单、成本可控、分辨率与帧率提升容易等特点。基于这些优势，目前越来越多的成像系统都开始以 CMOS 图像传感器技术作为核心模块进行产品与系统设计。同时，随着应用端对图像传感器的要求越来越高，CMOS 图像传感器的设计生产工艺也会逐渐从前照式工艺（FSI）转向背照式工艺（BSI）来提高传感器的灵敏度，再通过优秀的架构设计和工艺保障来增强传感器的噪声控制，从而达到适应更多应用场景的目的。

将集成更多边缘智能功能。随着机器视觉在工业领域上的应用越来越深入自动化层面，工业相机的功能也日渐趋于智能化。根据其智能模块的实现方式，工业

相机大致上可以分为可配置型系统、嵌入型系统与智慧相机型三大类。但不论是哪一种工业相机，除了少数特殊应用场景，其所使用的工业相机都在向边缘智能方向发展，甚至工业相机本质上就是一台内建 CPU、记忆体，可以执行各种视觉演算法的嵌入式系统。

工业自动化属性更加明晰。工业相机的设计最初源于民用相机，其具有较为明显的组装特性和个性化差异。工业领域的需求往往具有简单、稳定和实用等特征，尤其在读码器、定位引导等专业场景，对相机的个性化需求不高，反而要求其具有特定需求的稳定性和实用性。工业相机在不断演化过程中，将逐渐融入工业自动化系统中，成为工业自动化中的标准件，并随着工业网络、工业智能的发展而逐渐成为工业终端传感器的一部分。

4. 算法软件及开发工具

机器视觉当前比较流行的开发模式是“软件平台+视觉开发包”，开发包是基于软件平台对各种常用图像处理算法进行封装，用以实现对图像分割、提取、识别和判断等功能，进一步安装在上位机或内嵌至工业母板中，并实现人机交互的功能。软件平台主要指开发环境，包括 C#、LabVIEW、MATLAB 等通用工具和 Halcon、Vision Pro 等专用工具。

机器视觉算法是工业机器视觉的灵魂。机器视觉算法的本质是基于图像分析的计算机视觉技术，需要通过对获取图像的分析，为进一步决策提供所需信息。机器视觉开发工具主要有两种类型，一种是包含多种处理算法的工具包，另一种是专门实现某一类特殊工作的应用软件。两种各有利弊，需要用户根据自身技术能力和所面向工程项目的具体情况来做出选择。

机器视觉的算法及软件是机器视觉行业的核心技术壁垒，随着人工智能技术和半导体技术的不断发展，算法及软件也在不断朝着集成化和高效化的方向发展。制

造业的发展，带来了自动化机器视觉软件需求的提升；也决定了自动化机器视觉软件将由过去单纯的组态监控功能，向着更高和更广的层面发展。

图 10：机器视觉常用算法



数据来源：赛迪顾问

标准化技术将成为算法及软件的发展方向。工业软件正成为生产制造过程中主导不同智能化阶段变革的核心系统，无论是用户还是硬件供应商都将工业软件作为全厂范围内信息收集和集成的工具，这就要求工业软件大量采用“标准化技术”，使得工业软件演变成软件平台，在软件功能不能满足用户特殊需要时，用户可以根据自己的需要进行二次开发。工业机器视觉算法及软件作为服务工业生产的机器视觉核心程序，也会在 OT 与 IT 不断融合中，形成更多面向垂直行业和特定应用场景的标准化技术。

多元化加速平台为 AI 提供更多可能。视觉设备的许多供应商都使用基于相同指令集（ARM，x86 等）的集成 CPU，为软件开发提供了一套通用的开发工具。但是，即使基本指令集相同，每个 CPU 供应商也会集成具有独特软件接口要求的不同外设集。此外，大多数供应商都通过专用计算设备（GPU，DSP，FPGA 等）来加速 CPU。

这种扩展的 CPU 编程模型需要标准开发工具的定制版本。大多数 CPU 供应商都开发了自己的优化软件工具链，同时还与第三方软件工具供应商合作以确保广泛支持 CPU 组件。由于视觉应用程序通常需要混合处理架构，因此开发工具变得更加复杂，并面临处理多个指令集和其他系统调试的挑战。大多数供应商提供了一套工具，将开发任务集成到开发人员的单个界面中，从而简化了软件开发和测试。

工业基因将决定开发工具的普及程度。机器视觉算法软件及开发工具是作为计算机视觉技术的延伸，基于开发人员需求逐渐形成的软件产品，其最初的使用对象以具备开发经验的 AI 开发人员为主。但随着机器视觉技术向工业领域不断普及，现场工程师成为算法软件及开发工具的潜在用户，并将需求端直接影响软件的用户群体分布。工业与消费领域存在本质区别，要求算法和软件能够尽量简单、稳定地解决特定需求，使得现场工程师能够熟练使用开发软件对工业机器视觉系统进行及时升级。因此要求软件能够以友好的界面和尽量简单的操作实现图像标定、算法调整等功能，通过使用模块化程序设计，以窗口交互的形式让工程师以拖拉拽等方式实现二次开发。

（二）产业链下游

工机器视觉的下游应用领域不断拓展。在汽车行业，几乎所有的系统和零部件制造流程均有受益；在医疗器械和制药行业，对产品质量的高要求也需要机器视觉进行参与；在食品饮料领域，机器视觉能够帮助企业快速实现产品的准确检测，跟上生产线的速度，降本提效。无论是作为一个独立的系统进行检测还是与机器人配合，指引机器人的操作和行动，机器视觉在生产过程中都展示出巨大的作用。

1. 电子及半导体

半导体及电子产业应用较早，推动工业视觉产业整体发展。纵观全球机器视觉的崛起，很大程度上是得益于半导体及电子产业的发展，机器视觉在半导体工业上的应用在二十年前已经开始。半导体行业元器件尺寸较小，对产品精度、柔性化有

较高的要求，如锡膏印刷机、贴片机、AOI 检测这类的设备必须使用高性能机器视觉组件，因此工业视觉系统在半导体及电子制造、检测等各个方面得以得到广泛的应用。而半导体和电子产业对精细程度的高要求也反过来促进了工业视觉技术的革新。

电子及半导体行业的机器视觉应用加速扩张。中商产业研究院数据显示，从市场规模上看，2018 年国内市场规模突破 20 亿元，年增长率在 25%左右。消费类电子产品更新换代快，需求量大，拉动机器视觉市场需求增长，2019 年市场规模或将近 30 亿元。根据前瞻研究院数据，电子行业贡献了机器视觉近 50%左右的需求，主要用于晶圆切割、3C 表面检测、触摸屏制造、AOI 光学检测、PCB 印刷电路、电子封装、丝网印刷、SM 下表面贴装、SPI 锡膏检测、半导体对位和识别等的高精度制造和质量检测。

图 11：中国电子及半导体机器视觉市场规模（单位：亿元）



数据来源：中商产业研究院，国泰君安证券研究所

2. 汽车产业

我国的汽车产销量居于全球前列，汽车制造市场规模庞大。一方面，随着汽车制造自动化的应用深入，生产制造环节已经实现无人化操作；另一方面，自动驾驶智能交通的行业趋势将引领打造汽车产业智能化新蓝图，推动机器视觉产品技术进

一步深入汽车行业。根据中商产业研究院数据显示，2019 年我国汽车领域机器视觉市场规模超 10 亿元，未来有望持续增长。

图 12：中国汽车领域机器视觉市场规模（单位：亿元）



数据来源：中商产业研究院，国泰君安证券研究所

机器视觉系统在**汽车制造领域**用途多种多样。在汽车制造领域，机器视觉的应用包括从初始原料质量检测发展到汽车零部件 100%在线测量，再对制造过程中的焊接、涂胶、冲孔等工艺过程进行把控，最后对车身总成、出厂的整车质量进行把关。机器视觉引入非接触测量技术，逐步发展成固定式在线测量站与机器人柔性在线测量站等在线测量系统，可严格监控车身尺寸波动，提供数据支持。视觉引导技术逐渐渗透到汽车制造的全过程，例如引导机器人进行最佳匹配安装、精确制孔、焊缝引导及跟踪、喷涂引导、风挡玻璃装载引导等。

机器视觉系统还服务于**汽车智能驾驶**。基础的辅助驾驶的核心是高级辅助驾驶系统(ADAS)，一个利用雷达、摄像头等传感器采集汽车行驶、停放过程中周边环境数据，进行静态或动态物体识别、跟踪并结合内部或实时的地图数据做出汽车驾驶行为决策的主动安全功能集成控制系统。车载传感器是汽车实现周围环境数据实时采集分析的核心部件，尤其摄像头由于其适用性和不可替代性为自动驾驶奠定了底层基础。车载摄像头的应用主要包括单目视觉、双目视觉、多目视觉、全景视觉及混合视觉，不同的视觉方式服务于自动驾驶的不同应用领域。

3. 食品包装

食品包装是保证食品质量的重要手段。随着自动化水平的不断提高，部分企业开始引进自动检测设备，通过机器视觉代替人眼完成检测，大大提高了检测速度和精度。

机器视觉帮助食品包装实现安全智能生产。通过相机获取待检测物图像，利用图像处理技术进行处理、分析得到的控制参数，进而实现生产过程控制的一种人工智能技术。在整个检测过程中，检测设备不会直接接触食品，可以避免二次损失或污染。依靠红外线、微波等扫描技术，可以最大程度的扩展检测范围。机器检测的稳定性较好能够长时间工作且不受环境因素影响。目前已经广泛应用于检测瓶子分类、液位测量、标签盒盖检测、包装形状尺寸、密封性与完成性检测等领域。

4. 药品医疗

药品生产是关系到人的生命健康，如果在生产过程中出现微小的缺陷，随着药品流通到市场并进入使用环节，可能会导致医疗事故并对医疗机构、患者及社会造成无法弥补的损失。

机器视觉在药品生产包装、质量检测及控制等多个方面贡献巨大，帮助药品生产逐步进入智能安全的现代化进程。目前，已经广泛应用于数粒、打码、泡罩版缺粒、药品残缺、断片、泄露、加装说明书、编码识别、药品管理等环节。机器视觉检测技术精确稳定，提供丰富应用场景选择，满足医药行业包装线变换包装产品的常规需求。例如，在药品包装后的检测环节中，可以利用机器视觉快速、准确地检测到对象是否完好无缺，通过设定图像传感器获取包装后的对象图片信息，通过预先设定的面积参数对每个药粒或者药瓶进行检测对比。最终破损药粒或缺瓶包装都将被检测出来正常的药品则正确通过。根据前瞻研究院数据，制药行业贡献了机器视觉 7% 左右的需求，主要应用在药瓶封装缺陷检测、胶囊封装质量检测、药粒却是检测、生产日期打码检测、药片颜色识别及分拣等。目前大多数企业流水线上有

1-2 套机器视觉系统，而实际需求至少应该是 5 处未来随着制药行业自动化升级改造提速渗透率有望持续提升。

此外，在医疗影像诊断方面，机器视觉技术也发挥重要作用。分子影像学是指从分子或细胞水平上对人体生物过程和代谢变化特征进行无创且实时功能成像的技术。在医疗影像完成对图像新的采集、存储、管理、处理、运输等过程中机器视觉通过采集卡、摄像头等硬件以及控制、算法等软件，配套专业的医疗影像设备，如 X 光机、PET/SPECT-CT、MR、B 超、彩超等影像设备，可以帮助医生高效清晰准确的掌握患者体表、体内情况。机器视觉辅助的结果分辨率高，检测过程中可以避免诸多可能存在的失误提升诊断医治的正确率与成功率。

四、 行业发展驱动力及趋势

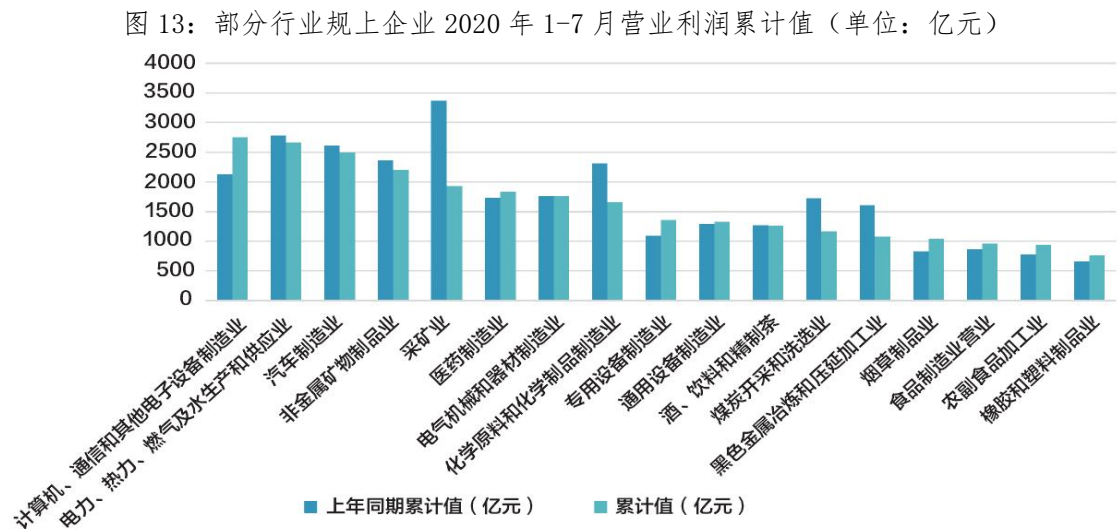
机器视觉的内在优势是机器视觉发展的根本动力，而当前中国宏观上面临人口老龄化、劳动力成本上升等压力，同时机器视觉相关政策利好不断，总体推动机器视觉下游需求持续扩张，未来机器视觉行业有望持续增长。

1. 制造业市场活跃带动机器视觉发展

2019 年，我国工业经济基本保持了 5%左右的同比增长和 6%左右的累计增长。2020 年初，受新冠肺炎疫情影响，工业经济增速放缓。截至 8 月份，由于我国统筹疫情防控和经济社会发展各项政策成效持续显现，工业生产继续向好，多数产品和行业持续回升。具体表现为工业生产增长，累计增速由负转正，多数产品和行业实现增长，增长面持续扩大，尤其是能源和原材料行业明显好转，带动了工业增速回升。

制造业市场活跃度持续提升。2019 年，我国制造业 PMI 持续在荣枯线上下徘徊。并于年底稳定在荣枯线以上。2020 年，新冠肺炎疫情对制造业 PMI 的影响仅在 2 月有明显体现。3 月以来随着全国各地复工复产持续推进，加之医疗物资市场需求持续走高，制造业 PMI 稳定至荣枯线以上并有持续上升趋势。

与上年同期累计值相比，3C、电力、汽车等行业的规上企业在 2020 年仍保持了较高的利润。其中，计算机、通信和其他电子设备制造业（3C）规上企业利润累计值相较于上年同期增长约 30%，采矿业、化学原料和化学品制造业、煤炭开采和洗选业、黑色金属冶炼和延压加工业规上企业利润累计值相较于去年同期有较为明显的下降。



数据来源：国家统计局

工业机器视觉在生产环境中的应用属于企业的技术改造投资行为，对于盈利能力越强的企业，越有动力进行前沿技术的探索，即使用机器视觉技术提高生产线智能化水平。而随着技改投资覆盖范围逐渐扩大，基于工业机器视觉的技改项目逐渐成为企业技改投资的重点项目，为工业机器视觉发展提供了资金保障。

2. 人口结构与劳动力成本变化驱动市场需求

国内人口老龄化进程将持续性拉动机器视觉下游需求。国家统计局数据显示，2000-2019 年，国内 65 岁及以上人口数量年均增长 3.70%，远高于同时期的总人口增长速度（0.53%）与 2000-2018 年 15-64 岁人口的增速（0.62%），因此导致老年抚养比由 2000 年的 9.9% 攀升至 2017 年的 16.8%。随着老龄化问题加深，老年人日常生活、精神状态以及医疗健康等需求将成为重要的社会问题。机器视觉技术支持下的服务机器人应用，以及医疗健康相关智能设备辅助方案，可以成为新的老年人服务现代化解决方案，因此长期的需求旺盛和不断创新完善的应用场景有望持续性拉动机器视觉产业发展。

商务服务业人均工资快速上升，劳动力成本提高速度迅猛。老龄化导致的劳动人口占比下降致使劳动力成本快速上升。机器视觉的出现及其技术的完善进步将逐步推动智能设备替代人类从事程序化、重复度高的简单劳动，并通过机器的低边际成本、低错误率等特征提高工作经营的效率。国家统计局数据显示，2018 年全国租赁和商务服务业城镇单位就业人员平均工资达到 8.51 万元，2010-2018 年年均增长率可达 10.05%，居民和其他服务业就业人员平均工资达到 5.53 万元，2010-2018 年年均增长率可达 8.79%。

第三产业发展迅速，包含大量劳动密集型岗位，以机器视觉为核心的智能设施未来有望渗透替代。国家统计局数据显示，2019 年我国第三产业增加值占 GDP 的比重已达 53.9%，第三产业就业人数也从 2010 年的 2.63 亿人（34.60%）上升到 2018 年的 3.59 亿人（46.32%），年均增长率达到 3.96%。服务业中大量简单劳动的岗位可以被服务机器人替代，而由于劳动成本的攀升，第三产业增加值和就业人员的不断增长将刺激智能化需求扩张。

3. 机器视觉产业紧随智能制造、人工智能政策利好

2017 年 7 月，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，深入实施创新驱动发展战略，以加快人工智能与经济、社会、国防深度融合为主线，以提升新一代人工智能科技创新能力为主攻方向，发展智能经济，建设智能社会，维护国家安全，构筑知识群、技术群、产业群互动融合和人才、制度、文化相互支撑的生态系统。同时，《新一代人工智能发展规划》提出了“三步走”的战略目标：第一步，到 2020 年人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步，人工智能核心产业规模超过 1500 亿元，带动相关产业规模超过 1 万亿元；第二步，到 2025 年人工智能基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平，人工智能核心产业规模超过 4000 亿元，带动相关产业规模超过 5 万亿元；第三步，到 2030 年人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，人工智能核心产业规模超过 1 万亿元，带动相关产业规模超过 10 万亿元。

2017-2020 年《政府工作报告》中均对人工智能以及智能制造表示关注，提出重视人工智能与智能制造引领制造转型的方向。2018 年将智能制造作为实施“中国制造 2025”的重要途径；2019 年推动打造工业互联网平台，将智能制造拓展为“智能+”，为制造业转型升级赋能；2020 年继续强调发展工业互联网，推进智能制造，培育新兴产业集群。机器视觉作为智能制造、人工智能的核心技术领域，在我国也具备较大的应用规模与潜力，在政策利好的环境下，机器视觉产业有望乘智能制造浪潮蓬勃发展。

4. 与 5G 深度融合为机器视觉技术发展趋势之一

随着工业自动化技术向着智能化方向演进，工业场景对机器视觉技术的需求持续推进着工业机器视觉技术的发展。机器视觉与 5G 深度融合有利于视觉系统的实时性，将会是行业未来一个重要发展方向，当前已有部分机器视觉企业与互联网企业合作推出“5G+机器视觉”的解决方案。未来机器视觉行业还将向着主动视觉、3D 视觉、深度学习、嵌入式视觉等方向不断提升性能。

部分应用场景由基于 PC 的传统系统转向集成度高的智能相机

智能相机是传统基于 PC 系统的集合体，有集成度高、成本低、运用灵活的特性，目前机器视觉方案商、工业相机的生产商、自动化设备生产商都正研发或已推出智能相机产品。

由 2D 视觉逐步迈入 3D 视觉

2D 视觉无法获得物体的空间坐标信息，所以不支持与三维形状相关的测量，随着工业控制对精确度和自动化的要求越来越高，3D 机器视觉变得更受欢迎。目前终端客户已经对 3D 机器视觉有初步了解，市场上涌现出标准化 3D 视觉软、硬件产品，产业链已经初步形成，以尺寸检测、定位引导、识别为主的 3D 视觉应用逐渐渗透进集成商的方案。根据 MarketsandMarkets 的研究，全球 3D 视觉传感器市场将在 2025 年达到 100 亿美元，实现 27.6% 的年复合增长。

深度学习多元化加速方案

传统的深度学习算法是在 GPU、CPU 等硬件上实现的，面临功耗高、散热差、价格昂贵等问题。但是在单纯的 FPGA 类型芯片上进行深度学习类算法实现，又存在开发难度大、开发周期漫长的瓶颈，不适合卷积神经网络等复杂算法的实现。因此在多种应用场景的持续促进下，深度学习硬件加速方案也朝多元化方向发展，例如以 FPGA+ARM 架构的 SOC 逐渐产生了更多应用空间。

嵌入式视觉技术

相比于基于 PC 或云架构的视觉技术，嵌入式技术将用于实现图像处理和深度学习算法的 AI 模块集成至工业相机，实现边缘智能。嵌入式视觉技术最主要的应用包括 ADAS、工业自动化，以及安防监控。其中，智能工业相机是工业自动化领域边缘智能的重要实现手段。通过对 AI 芯片的集成，智能相机可以在特定的应用环境中实现图像处理并利用内嵌的人工智能算法做出逻辑判断，为自动化场景提供无需人工干预的智能方案。