机器视觉行业框架 20260907

机器视觉研报：AI 赋能与 3D 化转型，消费级应用开启第二增长极

摘要

- 机器视觉市场规模持续扩张，预计 2028 年全球达 1,400 亿、中国近 400 亿人民币，3C、汽车、锂电为核心下游。
- AI 深度学习与边缘学习解决工业小样本痛点，通过 SAM 分割与缺陷生成模型提升识别率，推动机器视觉在复杂场景替代人工。
- 3D 视觉处于发展初期，结构光、ToF、双目三线并进；人形机器人主流方案为双目+结构光，消费级市场增长潜力优于工业级。
- 奥普特（688,686）通过“All in AI”战略实现视觉+运控闭环，深度绑定大客户，2026H1 AI 方案收入同比翻倍。
- 凌云光（688,400）凭借 VisionWare 底层算法平台实现全产业链布局，F.Brain 大模型解决通用检测难题，业务向设备端延伸。
- 奥比中光（688,322）自研深度引擎芯片，具备规模化量产与工程化落地壁垒，海外业务受英伟达等生态带动实现翻倍增长。
- 思看科技与拓竹合作开发消费级扫描仪，利用 3D 打印渗透率提升（36:1 -> 9:1）契机，实现从工业级向消费级的降维打击。

Q&A

请简要介绍一下机器视觉的定义、核心构成及其在工业与消费领域的应用差异？

机器视觉的本质是替代人眼及部分人脑的功能，其系统主要由两大核心部分构成：一是作为视觉器官实现信息输入的光学成像系统；二是通过视觉控制器替代人脑进行信息的处理与输出。在应用层面，工业视觉与消费视觉存在明显差异。工业视觉更侧重于工业领域的工件识别、测量、检测和定位，例如与机械臂配合实现定位抓取，因此对相机、镜头、光源等硬件的精度和稳定性要求更高。消费视觉则更多地用于对外部信息的识别与判断，其技术底层侧重于目标检测、图像重构及人脸识别等，旨在赋予智能机器人视觉能力。

人在草木间

工业视觉产业链的核心环节构成是怎样的，从零部件到设备是如何延伸的？

工业视觉产业链的核心系统由图像采集和图像处理两部分构成，具体可分为三大硬件和一个软件。三大硬件包括光源、相机和镜头。光源是高度定制化的器件，其功能是根据具体场景需求，通过设计不同的形状、尺寸、颜色和照射角度来突显被测物体的特征。相机是核心的成像器件，相对而言是偏标准化的产品，其关键技术点在于 CMOS 芯片。镜头则与相机配套使用，实现光束变化，将成像目标映射到图像传感器的光敏面上。软件部分，通常在 PC 端运行视觉处理软件，对图像数据进行处理，实现识别、定位、测量、检测等功能。当视觉系统与控制单元结合，便构成了中游的机器视觉设备。简单的控制可通过图像采集卡实现，而复杂的控制则需结合可编程逻辑控制单元来完成。因此，整个产业链条可以概括为三个层级：核心零部件（硬件+软件）、视觉系统（三大硬件+软件的集成）以及机器视觉设备（视觉系统+控制单元）。

全球及中国机器视觉市场的规模预期如何，其核心驱动力主要体现在哪些方面？

根据 Market and Market 的数据，预计到 2028 年，全球机器视觉市场规模将达到 1,400 亿人民币。根据高工锂电的数据，同期中国市场规模预计将接近 400 亿人民币。目前，3C 电子、汽车和锂电是市场最主要的三大下游应用领域。行业的核心驱动力主要有三点：第一是更新换代需求，以手机为例，每一代产品的工艺、材料和硬件变化都会带来对打光方案和视觉处理方案的更新需求。第二是质量要求的提升，尤其是在消费电子领域，元器件尺寸不断缩小，产品趋于精密化，推动了对高精度视觉检测的需求，以实现实时质量监控和数据采集，形成生产优化的闭环反馈。第三是下游行业的资本开支，产线数量的增加直接带动视觉系统需求的增长。综合来看，更新迭代和 AI 技术的加持，使得机器视觉行业不仅具备长期增长的属性，也拥有较好的增长弹性。

传统机器视觉的工作原理、优势及局限性是什么？

传统机器视觉的工作原理是在流程和场景都非常标准化的前提下，通过固定的算法逐步筛选，以机器替代人工进行检测。其优势在于，对于规格统一、质量稳定的产品，检测效果非常可靠，且相比人工，具有稳定性高、成本低、结果统一可重复的特点。在搭配合适的相机和光学配件时，其准确性和失误率优于人眼，并且能够不间断工作，每分钟可检测数百乃至上千个工件，效率远超人工。然而，传统视觉的局限性也十分明显：其规则算法需要预先设定，当缺陷和异常种类增多时，算法的编写、维护和标注会变得极其复杂。此外，对于表面复杂或存在反光的物体，成像不稳定会导致检测效果不佳。因此，传统工业视觉难以替代人眼对外观高度相似或存在微小尺寸偏差的缺陷进行识别。

AI 技术，特别是深度学习和边缘学习，如何赋能工业视觉并拓宽其应用范围？

AI 技术弥补了传统机器视觉的短板，显著拓宽了其应用范围。深度学习通过采集大量图像进行标注和模型训练，优化后能够获得高精度的检测模型。这使得视觉系统具备了更强的学习能力和更高的检测效率，大幅降低了对人工设计和编写复杂规则的依赖。例如，在锂电池壳缺陷检测中，面对铝合金材质的反光和复杂结构，传统算法难以识别，而 AI 视觉则能有效规避对高成像质量的依赖，从而提升缺陷识别率。边缘学习技术则进一步优化了 AI 的应用，它支持预训练模型，降低了应用门槛，尤其适合工业领域小样本的场景。即使只有少量（如 5 张）缺陷图，也能完成针对性的模型训练，部署难度比传统深度学习更低、速度更快。结合小样本、零样本、SAM 分割等技术，边缘学习有效解决了工业场景中样本少、故障案例稀缺导致模型难以训练的核心痛点。此外，SAM 等模型的出现降低了对人工标注的依赖，通过与企业自研的缺陷自动生成模型结合，并配合终端客户进行阈值微调，可实现超高精度的缺陷识别。最终，AI 赋能的直接效果是缺陷识别率的提升，从而使得机器视觉能够在更多以往无法应用的环节替代人工质检。

3D 视觉技术在工业视觉领域当前的发展阶段和主要应用场景是怎样的？

在工业视觉领域，相较于 2D 视觉，3D 视觉目前仍处于发展的初期阶段。在图像处理方面，2D 视觉依然是主导技术。3D 视觉主要应用于需要分析物体形状、体积等 3D 信息的场景。

3D 视觉技术与传统 2D 视觉有何不同，其主要应用场景和核心功能是什么？

3D 视觉相较于传统的 2D 视觉，除了提供平面的形状和纹理信息外，还能提供深度、形貌、位姿等 3D 信息，从而实现识别、定位及场景重建等功能。当前 3D 视觉的主要应用领域集中在汽车及汽车零部件、3C 电子和新能源等行业。其核心应用场景可归纳为检测、测量、定位和引导。在这些基础功能之上，还可以衍生出更进阶的应用。例如，在机器人引导方面，通过将 3D 相机安装在机械臂旁并进行手眼标定，可以解决相机与机械手之间的坐标转换问题，从而实现机械臂的路径规划，用于焊接、拆码垛等任务。在检测方面，3D 相机可配套用于自动化检测设备，如斯泰克等公司的产品。在测量环节，通常采用固定式或手持式 3D 扫描仪，或将其集成在自动化设备上，以实现尺寸测量或 3D 建模还原，思看科技是该领域的一个核心标的。

3D 视觉的主流成像技术路径有哪些，它们各自的原理、优缺点及适用场景是怎样的？

3D 视觉成像的本质是利用光学传感器（如相机）获取 2D 图像序列，再结合计算机视觉算法恢复物体的 3D 几何形状、空间位置或表面纹理，即通过数学模型和算法找回丢失的深度信息，将像素点还原至 3D 坐标系。目前主流的三大核心技术路径是双目视觉、结构光和 ToF（Time of Flight）。 双目视觉基于三角测

距原理，模仿人眼功能，通过左右两个相机同时拍摄物体产生的视差，利用已知的相机参数（如距离、角度）和三角形几何关系来反推深度信息。其优点是成本极低，仅需相机即可实现。缺点主要有三：一是无主动光源，受光照影响大，在极暗环境下难以使用；二是依赖被测物体的纹理，对于无特征点的表面（如白墙）难以计算视差；三是运算量大，对算力要求高。 结构光可视为在双目技术基础上的发展，旨在解决其运算量大和稳定性不足的问题。其原理是向物体投射特定图案的光线，通过相机捕捉因物体表面高低不平而产生的变形图案，再将变形图案与原始投射图案进行对比，根据扭曲程度反推出各位置的深度。其优点是拥有主动光源，近距离的分辨率和精度都非常优秀。缺点在于：为获取一帧深度信息可能需要投射多次图案，影响帧率和速度；不适合远距离测量；且容易受到自然光的干扰。 ToF，即时间飞行法，原理是通过设备向物体发射光脉冲信号，并测量信号往返的时间来计算距离。其优点是在弱光环境下表现较好，不太受外界干扰。其主要短板在于平面分辨率较差。 总结而言，双目技术依赖视差，结构光依赖反射图案的变化，ToF 依赖光飞行的时间。在精度上，结构光属于中高水平；分辨率上，双目表现更优，但对算法复杂度和算力要求最高；成本上，双目最低。不同技术方案的选择取决于具体的应用场景。例如，对于割草机器人这类近距离识别任务，低成本的单目或双目方案具备优势；而对于人形机器人，双目加结构光的方案（如 RealSense 和奥比中光的产品）则成为当前的主流选择。

3D 视觉产业链的核心壁垒是什么，以及从工业级拓展至消费级应用需要克服哪些关键挑战？

3D 视觉产业链的核心在于运算，即通过数学模型和算法将 2D 图像中丢失的深度信息还原到 3D 坐标系。因此，企业的核心能力体现在两个层面：一是对底层技术的掌握，包括芯片、光学和算法能力；二是对不同技术路径方案的理解与实现，如结构光、ToF、LIDAR 等。其中，真正的增量壁垒来自于计算引擎芯片及其承载的核心算法。 3D 视觉最初是工业视觉的一个分支，但其更大的成长性体现在消费级市场。要推动 3D 视觉在消费级市场的落地，需克服几个关键挑战。首先是成本问题，近年来元器件和算法价格的下降，推动了芯片模组成本的降低，这是消费级应用的前提。其次是技术迭代，深度学习和点云处理技术的进步提升了 3D 重建的精度和实时性。在此基础上，消费级应用还面临两大壁垒：一是工程化落地能力，即将复杂的技术集成并缩小到一个小巧的模组中；二是规模化量产能力，实现从手工作坊式样品到百万级甚至千万级稳定量产的跨越，这涉及完全不同的技术体系。因此，在消费级视觉领域，思看科技、奥比中光等是值得关注的标的。

在消费级 3D 视觉市场中，哪些应用场景展现出最强的增长潜力，其背后的驱动因素是什么？

当前消费级 3D 视觉市场中，3D 扫描仪和泛机器人类应用是两个增长潜力最为明确的方向。 在 3D 扫描仪领域，其增长与消费级 3D 打印机市场的高速发展密切相关。传统的 3D 打印建模方式包括自主建模、使用社区共享模型，以及使用扫

描仪扫描实物获取模型。以创想 3D 的数据为例，其扫描仪销量从 2023 年的 2.4 万台增长至 2025 年的近 9 万台，同期均价也从约 1,700 元提升至 4,200 元，显示出出货量与单价的双重快速增长。从配套比例看，3D 打印机与扫描仪的销量比从 2023 年的 36:1 提升至 2025 年的 9:1，表明扫描仪业务的渗透率在快速提升。近期 GPT-6 等技术的发展，使得扫描后的数据可以直接在 Blender 等软件中进行建模并输出可供打印的文件，这极大地降低了小 C 端用户的建模门槛，拓宽了扫描仪的应用场景，成为推动其上量的核心驱动力。 在泛机器人类应用领域，3D 视觉为各类机器人提供了环境建模、场景理解、自主导航、避障、人机交互及实时动捕等关键功能。不同类型的机器人对视觉方案有不同要求：人形机器人需要体积小、集成度高的模组，目前市场上以奥比中光的 Gemini 系列和英特尔的 RealSense 系列为主，其中奥比的占有率可能更高；工业机器人则要求更高的精度以执行精细化操作。此外，服务机器人、扫地机器人、割草机等也存在视觉应用空间。从宇树科技的招股说明书可以看到，2025 年前三季度其第一大供应商为上海要力，而该公司是 RealSense 的代理商，这反映了 3D 视觉传感器在机器人零部件中的稀缺性。从物理 AI 的角度看，3D 视觉为 AI 赋予了理解 3D 世界的“眼睛”，使其能够还原环境、自主导航避障、识别并抓取物体，最终实现与人及环境的复杂交互。

机器视觉行业内不同类型公司的发展路径有何差异？

机器视觉行业内公司的发展路径大致可分为几类。第一类是从硬件起家并深耕硬件，例如以相机为核心业务的艾科光电，专注于高精度相机领域，因相机在硬件中价值量最高，可支持其持续深耕。第二类同样从硬件起家，但会向上游拓展算法，例如从光源业务起步的公司，会进一步开发软件和算法，最终交付完整的解决方案或包含光源的成像模块。第三类是从软件或底层模型起家，其拓展路径分为向下和向上两个方向：向下，在交付系统的基础上进一步提供设备；向上，通过投资或合作布局相机、光源或 CMOS 芯片等硬件，凌云光是这一模式的典型代表。第四类是设备类公司，这类公司通常不从通用硬件或底层模型切入，而是拥有针对特定垂直领域的算法优势，长期深耕于特定零部件或工序的检测设备，行业格局相对分散。

机器视觉行业的技术演进趋势和不同技术路线公司的发展策略是怎样的？

行业整体的技术演进脉络清晰，主要呈现出从 2D 向 3D 和 AI 升级，以及 3D 视觉从工业领域向消费领域拓展的趋势。具体到不同公司的发展策略：在 2D 视觉领域，以奥普特为代表的公司，在巩固原有 2D 业务的同时，积极布局 3D 相机和 AI 技术。在 3D 视觉领域，原本专注于工业场景的公司，如思看科技，正积极向市场空间更广阔的消费电子领域拓展，例如通过与拓竹合作，为其配套消费级扫描仪。这种从工业切入消费的路径，是 3D 视觉公司寻求更大成长空间的主流策略。

奥普特的发展历程、核心业务布局及未来增长逻辑是什么？

奥普特成立于 2006 年，从光源业务起家，逐步拓展至软件、镜头、相机，并于 2025 年通过外延并购进入运控领域，形成了覆盖视觉传感、运控及 AI 的协同业务矩阵，实现了从视觉感知、运动执行到智能决策的闭环能力。公司下游应用长期以 3C 和锂电为重，深度绑定全球顶尖的消费电子客户及其核心代工厂。展望未来，公司的增长逻辑主要有两点：首先，受益于 3D 打印趋势，凭借对大客户的深度卡位，预计到 2027 年将迎来爆发性增长机会。其次，在工业 AI 趋势下，公司基于 SIM 图像分割模型和 deep vision 缺陷生成模型，结合与大客户在产品研发阶段的紧密配合所积累的行业痛点数据，能够实现小样本乃至零样本的 AI 训练，提升缺陷识别率，从而在更多组装环节替代人眼，实现降本增效。2026 年上半年，公司 AI 相关方案已实现同比翻倍增长，预计未来将进一步加速。

奥普特在 AI 和 3D 视觉领域的战略规划和核心优势是什么？

奥普特的战略核心是“All in AI”，并从工业自动化拓展至智能机器人领域。在 3D 视觉方面，公司机器人事业部的核心优势在于将传统工业场景中积累的高精度定位、缺陷检测、动态目标跟踪等算法能力，迁移至 3D 场景和工业机器人配套中，从而提升在工业 3D 视觉领域的渗透率。这一发展路径遵循了从 2D 拓展至 3D 和 AI 的行业趋势。

凌云光的发展路径、核心技术以及与奥普特的业务模式差异体现在哪些方面？

凌云光于 1999 年通过将 CCD 棱镜分光技术应用于烟草分选进入视觉领域，自 2005 年起便开始研发其底层算法平台 VisionWare。公司的发展路径是从系统软件起步，向下拓展至设备，同时向上游通过收购 AOI 公司和投资 CMOS 芯片公司长光辰芯，实现了从零部件到设备的全产业链布局。其下游行业覆盖消费电子、新能源、印刷、新型显示、科学图像及半导体等多个领域，相对更多元化。其核心技术优势在于通用的底层算法，VisionWare 平台包含约 10 个模块和 200 个算法工具，可实现跨场景复用。近年发布的 F.Brain 大模型，通过通用检测、缺陷分割和缺陷生成三大功能，解决了工业小样本难题，实现了“大模型通用、小模型深耕”的逻辑，兼顾了复杂场景的精度要求与训练效率。此外，公司还通过子公司原客世界布局机器人数据采集，并利用智能相机模块拓展机器人视觉。与奥普特的主要区别在于业务模式：奥普特作为硬件供应商，其直接客户是系统集成商或设备厂，为避免与客户竞争，其业务从硬件最多拓展至系统层面；而凌云光从系统起家，可以顺理成章地向下延伸至设备制造。

思看科技的核心业务、市场定位及未来的增长点是什么？

思看科技是工业 3D 视觉测量领域的核心企业，其主要产品为扫描仪。传统下游市场主要面向工业级应用，如工程机械、航空航天和汽车制造，同时也涉足部分泛消费级场景。公司未来的核心增长点在于向消费级市场的拓展。2026 年年初，

思看科技与拓竹达成战略合作，双方约定共同设计研发消费级扫描仪，由思看科技生产并销售给拓竹。这一从高毛利的工业级市场向空间更广阔的消费级市场的延伸，被视为一条顺畅且能带来显著收入和业绩增量的发展路径。

奥比中光的技术路线、产品布局和核心竞争力是什么？

奥比中光成立于 2013 年，自创立之初便专注于消费级 3D 视觉感知技术。公司于 2015 年研发出国内首颗深度引擎芯片 iMX400，确立了以自研芯片为核心的技术路线。其底层技术涵盖数字芯片（引擎）和感光芯片两类。产品布局全面，覆盖了从单目 2D、双目视觉到 3D 领域的结构光、iTOF 和激光雷达等全栈技术路径，以满足不同客户在成本和性能上的多样化需求，例如为注重成本的客户提供双目方案，为需要人机交互的客户提供价格友好的 Gemini 系列产品。公司的核心竞争力体现在工程化落地和规模化量产能力。公司早期便自建生产设备及配套的测试、标定和自动校准系统，目前双目、结构光、iTOF 产品均已实现量产出货。随着 2020 年自有工厂投产、2024 年顺德一期项目开工，以及预计 2027 年越南工厂的竣工投产，公司的量产能力和成本优化能力将持续增强，有望在收入快速增长时显著提升盈利能力。此外，公司在海外生态建设方面表现突出，已融入英伟达、苹果、微软、英特尔等主流开发者平台，2026 年上半年海外业务实现翻倍增长。在物理 AI 领域，公司也通过 EGO 等第一视角数据采集设备进行了前瞻性布局。

艾科光电的业务模式、下游应用及增长逻辑是怎样的？

艾科光电的业务模式以硬件为核心，专注于价值量最高的相机环节，较少涉足系统集成，仅向下游延伸至智能光学单元等少量定制化业务。其核心下游应用场景是电子制造，特别是 PCB 检测，这也是公司早期起家的领域。当前的增长逻辑主要体现在两个方面：首先，在传统优势行业，受益于 AI 算力发展对高端 PCB 需求的拉动，相机检测环节迎来了量价齐升的机会。其次，在新兴行业拓展上，公司正积极与国内多家半导体设备厂商展开合作或接洽，预计未来在半导体领域的相机业务将取得良好发展。总体而言，公司的增长策略是在传统行业实现量价提升，同时在半导体、光模块等新行业寻求突破性增长。