

# 目 录

<b>一、机器视觉：工业的慧眼</b> .....	<b>6</b>
(一) 机器视觉：智能感知的核心 .....	6
(二) 机器视觉系统的四大基本架构 .....	7
1、工业相机：捕捉和分析对象的核心部件 .....	8
2、镜头：机器视觉的“眼球” .....	11
3、光源：提供视觉照明方案 .....	13
4、图像处理软件：以算法为核心竞争力 .....	15
(三) 行业：整体市场空间广阔，国产化率加速提升 .....	16
(四) 趋势：应用场景拓宽以及 3D 比例提升 .....	17
<b>二、机器人视觉：算法还是传感器？选择的问题</b> .....	<b>20</b>
1、特斯拉 Optimus：2D 视觉传感器 + FSD .....	20
2、小米：Mi-Sense 视觉系统（iToF + RGB） .....	21
3、优必选：四目系统及双 RGBD 传感器 .....	21
4、宇树科技：3D 激光雷达 + 深度相机 .....	22
<b>三、国内厂商竞速突围，成长迅速</b> .....	<b>23</b>
(一) 奥比中光：3D 视觉传感全技术路径布局，消费及机器人场景拓展未来空间 .....	23
(二) 奥普特：硬件为基拓展解决方案，前瞻卡位优异赛道的机器视觉龙头 .....	24
(三) 凌云光：软件起家全产业链布局，多行业发力顺行业东风 .....	25
(四) 天准科技：视觉装备平台企业，全新场景拓宽应用领域 .....	26
<b>四、行业观点及重点关注个股</b> .....	<b>26</b>
<b>五、风险提示</b> .....	<b>27</b>

## 图表目录

图表 1	人工智能产业架构图 .....	6
图表 2	机器视觉的四大基础功能 .....	7
图表 3	机器视觉系统的典型构架 .....	7
图表 4	机器视觉和人类视觉对比 .....	8
图表 5	面阵相机和线阵相机 .....	8
图表 6	CCD 与 CMOS .....	9
图表 7	CCD 与 CMOS 性能比较 .....	9
图表 8	我国 2D 工业相机市场规模及预测 (亿元) .....	10
图表 9	国内外工业相机参与厂商 .....	10
图表 10	我国 3D 工业相机市场规模及预测 (亿元) .....	11
图表 11	远心镜头与一般镜头成像区别 .....	12
图表 12	我国光学镜头市场规模 (亿元) .....	12
图表 13	国内外主要镜头供应商 .....	13
图表 14	机器视觉光源分类 .....	14
图表 15	全球机器视觉光源行业市场规模 .....	14
图表 16	我国机器视觉光源行业市场规模 .....	14
图表 17	全球视觉照明梯队 .....	15
图表 18	图像处理软件 .....	15
图表 19	我国机器视觉软件品牌销售规模 (亿元) .....	16
图表 20	全球机器视觉市场规模 (亿元) .....	16
图表 21	我国机器视觉市场规模 (亿元) .....	16
图表 22	全球机器视觉市场分布情况 .....	17
图表 23	2021 年全球机器视觉市场竞争格局情况 .....	17
图表 24	我国机器视觉市场国产品牌渗透率 .....	17
图表 25	机器视觉主要下游应用市场 .....	18
图表 26	机器视觉下游应用分布情况 .....	18
图表 27	我国半导体领域机器视觉市场规模 .....	18
图表 28	我国汽车领域机器视觉市场规模 .....	18
图表 29	主流的 3D 成像技术 .....	18
图表 30	2023 年我国机器视觉 2D\3D 占比 (市场规模口径) .....	19
图表 31	机器视觉向机器人视觉转变 .....	20
图表 32	Optimus 搭载 2D 视觉传感器 .....	20
图表 33	Optimus 视觉识别 .....	20

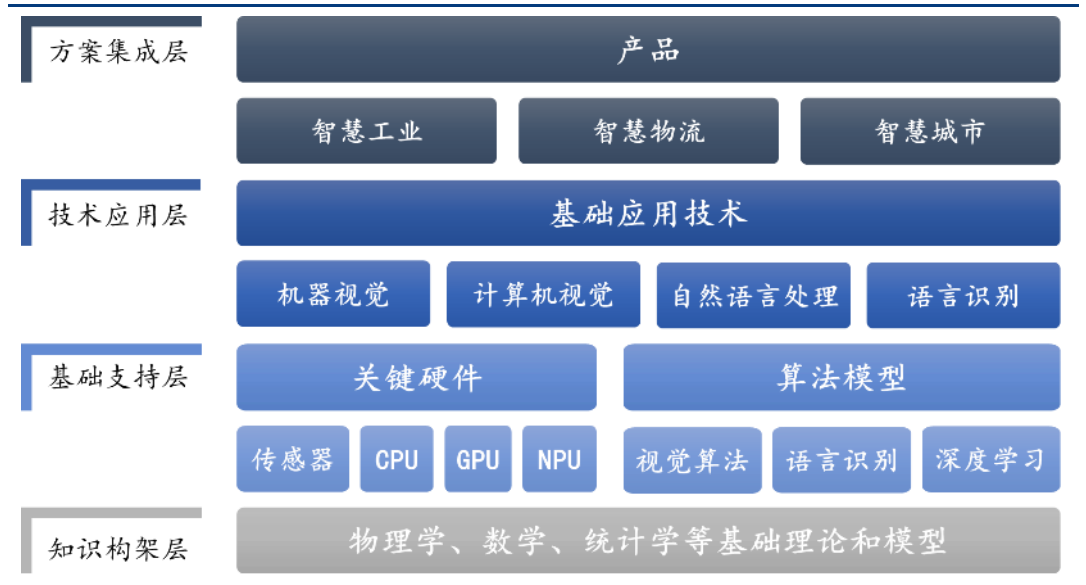
图表 34	特斯拉 FSD 芯片+D1 芯片 .....	21
图表 35	小米 Mi Sense 视觉技术 .....	21
图表 36	优必选人形视觉方案 .....	22
图表 37	宇树科技 G1 视觉方案 .....	22
图表 38	公司“机器人与 AI 视觉”产品矩阵.....	23
图表 39	奥比中光的产品在 Automate 2024 展会亮相.....	24
图表 40	奥普特主要情况 .....	24
图表 41	凌云光发展历史 .....	25
图表 42	公司主要产品 .....	25
图表 43	公司主要下游行业 .....	26
图表 44	相关公司盈利预测（2024 年 5 月 24 日） .....	27

## 一、机器视觉：工业的慧眼

### (一) 机器视觉：智能感知的核心

机器视觉是指通过机器视觉产品（即图像摄取装置，分 CMOS 和 CCD 两种）将被摄取目标转换成图像信号、转送给专用的图像处理系统，根据像素分布和亮度、颜色等信息，转变成数字化信号；图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征，进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。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）自动化视觉分会关于机器视觉作了以下定义：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。

图表 1 人工智能产业架构图



资料来源：华创证券整理

**机器视觉主要集中在四大功能：识别、测量、定位和检测。**随着机器视觉技术不断成熟和进步，它的应用变得越来越广泛，逐步替代人工检测，有效提高生产效率和生产的自动化程度。目前机器视觉主要集中在以下四大功能：识别、测量、定位和检测。识别功能是基于目标物的特征进行甄别，例如外形、颜色、字符、条码等；测量功能是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的几何尺寸，应用场景包括尺寸标注和测量等；定位功能指获得目标物体的位置信息，从而引导生产设备或检测设备进行精准定位或移动；检测功能一般指外观检测，应用场景有装配后的完整性检测、外观缺陷检测等。

图表 2 机器视觉的四大基础功能



资料来源：双翌光电科技，华创证券整理

### (二) 机器视觉系统的四大基本架构

机器视觉系统主要包括光学成像、图像传感器、图像处理、IO 和显示五大模块。光学成像模块设计合理的光源和光路，通过镜头将物方空间信息投影到像方，从而获取目标物体的物理信息；图像传感器模块负责信息的光电信号转换，目前主流的图像传感器分为 CCD 与 CMOS 两类；图像处理模块基于以 CPU 为中心的电路系统或信息处理芯片，搭配完整的图像处理方案和数据算法库，提取信息的关键参数；IO 模块输出机器视觉系统的结果和数据；显示模块方便用户直观监测系统的运行过程，实现图像的可视化。

图表 3 机器视觉系统的典型构架



资料来源：奥普特招股书，华创证券

相对于人类视觉而言，机器视觉在量化程度、灰度分辨力、空间分辨力和观测速度等方面存在显著优势。其利用相机、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，为下游自动化、智能化制造行业赋予视觉能力。随着深度学习、3D 视觉技术、高精度成像技术和机器视觉互联互通技术的发展，机器视觉性能优势进一步提升，应用领域也向多个维度延伸。

图表 4 机器视觉和人类视觉对比

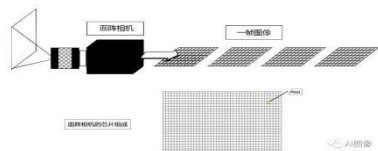
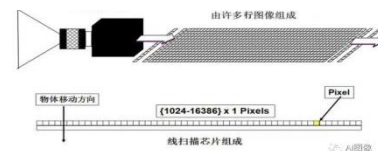
性能比较	机器视觉	人工检测
适应性	适应性差，容易受复杂环境变化影响	适应性强，可在复杂环境中识别目标
智能性	可利用人工智能及神经网络技术，但不能很好识别变化目标	具有高级智能，可运用逻辑分析及推理能力识别变化目标和总结规律
彩色识别	对色彩的分辨能力较差，但可量化	对色彩识别能力强易受到人的心理影响不量化
灰度分辨率	高，目前一般使用 256 灰度级，采集系统可具有 10bit、12bit、16bit 等灰度级	低，只能分辨 64 个灰度级
空间分辨力	目前有 4K*4K 的面阵摄像机和 12K 的线阵摄像机，通过设备各种光学镜头，可以观测小物件至微米，大物件至天体的目标	分辨力较差，无法观看微小的目标
速度	快门时间可达到 10 μs，高速相机帧速可达到 1000 帧/s 以上，处理器的速度越来越快	0.1s 的视觉暂留使人眼无法看清快速运动目标
感光范围	从紫外光到红外光的较宽光谱范围，另外有 X 光等特殊摄像机	400nm-750nm 范围的可见光
环境	对环境适应性强，另外可加防护装置	对环境温度、湿度的适应性差，很多作业环境对人体有害

资料来源：新机器视觉公众号

**1、工业相机：捕捉和分析对象的核心部件**

工业相机最本质的功能就是将光信号转变成有序的电信号。工业相机一般安装在机器流水线上代替人眼来做测量和判断，通过数字图像摄取目标转换成图像信号，传送给专用的图像处理系统，图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征，进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。工业相机按传感器的结构特性分为线阵相机和面阵相机；按照输出信号的方式分为模拟相机和数字相机；按照响应频率的范围分为可见光（普通）相机、红外相机和紫外相机等。

图表 5 面阵相机和线阵相机

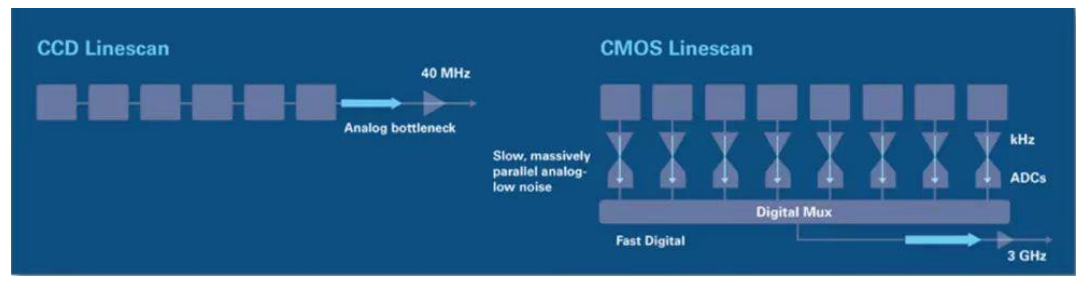
类型	简介
<p><b>面阵相机</b></p> 	<p>面阵相机的像元是阵列排列，阵列中的每个感光单元对应一个像素，被拍摄的目标的一个面被成像，目标与相机之间可以是静止的，也可以是相对运动的。面阵相机可以在短时间内曝光、一次性获取完整的目标图像，具有测量图像直观的优势，常应用于测量目标物体的形状、尺寸与温度等信息。</p>
<p><b>线阵相机</b></p> 	<p>线阵相机的感光单元排列是一维的，每次曝光仅是目标上的一条线被成像，形成一行图像，随着目标物体与相机之间的相对运动，相机连续曝光，最后形成一幅二维图像。线阵相机幅面宽，像元尺寸较灵活，行频高，常应用于一维动态目标的测量，如需要极大的视野或极高的精度或被测视野为细长的带状，多用于滚筒上检测的问题。</p>

资料来源：AI 图像公众号《工业相机之相机分类 | 视觉硬件篇》



图像传感器按照半导体感光元件类型的差异主要分为两大类：CCD 和 CMOS。CCD (charge coupled device) 和 CMOS (complementary metal oxide semiconductor) 都基于光电效应将光信号转换为电信号。CCD 是电荷耦合器件的简称, 在感光像点接受光照之后, 感光元件产生对应的电流, 电流大小与光强对应, 因此感光元件直接输出的电信号是模拟的。CMOS 是互补金属氧化物半导体的简称, CMOS 传感器中每一个感光元件都直接整合了放大器和模数转换逻辑, 当感光二极管接受光照、产生模拟的电信号之后, 电信号首先被该感光元件中的放大器放大, 然后直接转换成对应的数字信号。

图表 6 CCD 与 CMOS



资料来源: Teledyne, 华创证券

CCD 和 CMOS 有各自的优缺点, 根据其特点应用于不同的场合。随着 CMOS 传感器在消费电子设备上的大量应用推动了 CMOS 技术的发展, 其性能已显著提高, 而制造成本大幅下降。CMOS 传感器的分辨率和图像质量正在逼近 CCD 传感器。凭借高速度(帧速率)、高分辨率(像素数)、低功耗以及最新改良的噪声指数、量子效率及色彩观念等各方面优势, CMOS 芯片逐渐在 CCD 芯片主导的领域里占据了一席之地, 在工业图像处理的众多领域正逐步取代 CCD 传感器。

图表 7 CCD 与 CMOS 性能比较

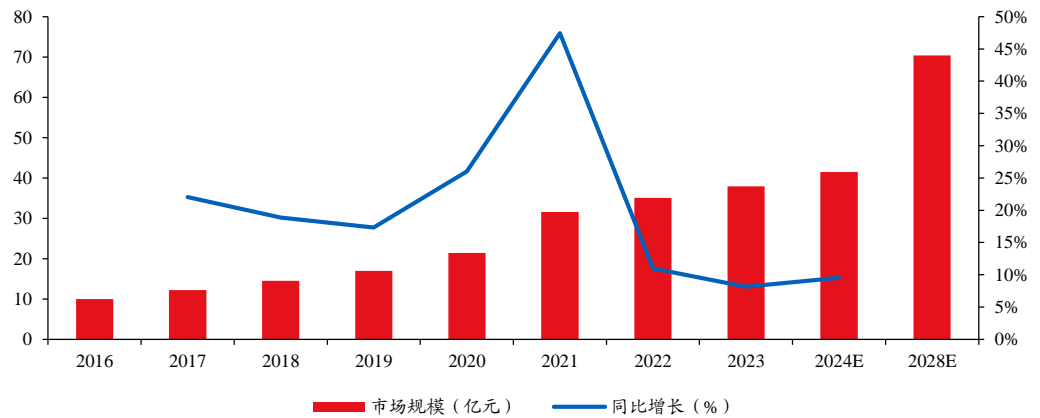
性能	CCD	CMOS
灵敏度	高	低
像素	低, 百万像素级	高, 可达亿像素级
成像质量	高	低
采样率	低	高
帧率	低	高
ROI	不支持	可支持
功耗	高	低
集成度	低, 需要外围 ADC	高, 直接输出标准数字信号
芯片工艺难度	高, 良率提高较难	低
成本	高	低

资料来源: 传感器技术公众号, 华创证券整理

2023 年我国 2D 工业相机市场规模达 37.9 亿元。国产 2D 工业相机自 2016 年开始起量, 较低的产品售价以及针对中低端市场的打法对外资品牌造成了一定冲击, 导致 2D 工业相机在国内销量持续上升, 但是相机均价却逐年下降的现象。2021 年以来, 区域性影响以及支柱性下游需求疲软导致机器视觉需求量增速出现较大幅度下滑。从市场规模来看, GGII 数据显示, 2023 年我国 2D 工业相机市场规模为 37.90 亿元, 同比增长 8.12%。伴

随下游行业迎来恢复性增长，据 GGII 预计，2028 年 2D 工业相机市场规模将超过 70 亿元，2024-2028 年复合增长率超过 14%。

**图表 8 我国 2D 工业相机市场规模及预测（亿元）**



资料来源：高工机器人 (GGII)，华创证券

**国产化进程加速，国产品牌主导地位初步形成。**全球 2D 工业相机行业由国外知名企业如德国 Basler、加拿大 DALSA、美国康耐视等主导。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。近些年我国也逐步发展出一批自主研发工业相机的国产品牌，如大恒图像、海康机器人、华睿科技和维视图像等。目前我国工业相机行业主要布局于中低端市场，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。据 GGII 数据，从市场竞争格局看，2023 年海康机器人、华睿科技两家头部企业出货量合计占比超过 60%，我国 2D 工业相机市场的国产化进程将持续深入。

**图表 9 国内外工业相机参与厂商**

厂商	国家	简介
Basler	德国	Basler 是世界领先的工业相机和高质量数字相机的开发商和制造商，提供多种面阵相机和线阵相机产品线，包括具有 CMOS 和 CCD 芯片的工业相机，用于工厂自动化、医疗和生命科学、智能交通以及众多其他市场。
DALSA	加拿大	DALSA 是世界一流的高性能数字成像设备和半导体产品制造商，凭借其高端 CCD&CMOS 芯片研发生产能力，可以为用户提供线阵、面阵、TDI 等各种类型的工业数字相机。
Baumer	瑞士	Baumer 长期以来以生产高质量传感器著称，为国际工厂及过程自动化行业应用提供创新性的高质量传感器产品，具有精确性、可靠性、坚固性和紧凑设计等特性。
Cognex	美国	Cognex 为制造自动化领域提供视觉系统、视觉软件、视觉传感器和表面检测系统，是全球领先的提供商。

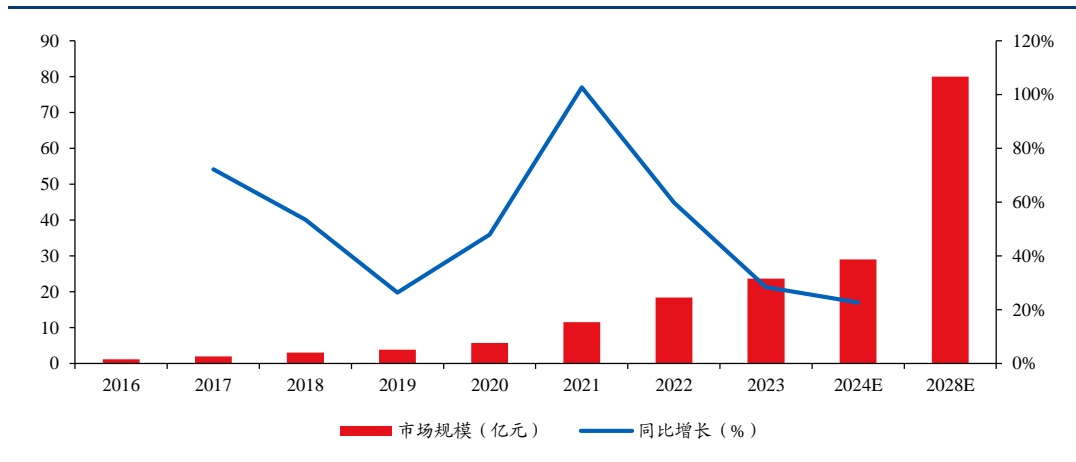


大恒图像	北京	大恒图像成立于 1991 年，是中科院下属上市公司大恒科技的全资子公司。拥有超过二十年的图像采集硬件研发和生产经验，旗下的 CCD/CMOS 工业数字相机产品线覆盖多种接口及分辨率。
海康机器人	浙江杭州	海康机器人是海康威视子公司，开辟机器视觉、行业无人机、移动机器人三大领域。机器视觉业务形成了涵盖全系列工业相机、智能相机、智能读码器、立体相机、视觉控制器、算法平台、镜头及相关配件的产品布局，产品广泛应用于 3C、电子半导体、物流等工业自动化各领域。

资料来源：各公司官网，智鸢机电，华创证券整理

我国 3D 工业相机发展迅速，成长空间广阔。据 GGII 数据显示，2023 年我国 3D 工业相机市场规模 23.62 亿元，同比增长 28.35%。从整体来看，虽然市场增速出现下滑，但 3D 视觉确定性趋势已形成，据 GGII 预计，2024 年 3D 工业相机市场仍将延续增长态势，2028 年市场规模将接近 80 亿元，2024-2028 年复合增长率约 29%。整体来看，目前我国 3D 工业相机市场仍处于早期市场发展阶段，市场竞争激烈，尚未出现明显市场格局。但是从应用场景来看，内外资品牌应用场景有明显划分：外资品牌主要应用于汽车、3C、锂电池、半导体晶圆检测、芯片检测等中高端领域中，产品价值量相对更高，而国产品牌则更多专注于物流、工程机械、金属加工、3C 电子等中低端场景领域中。

图表 10 我国 3D 工业相机市场规模及预测（亿元）

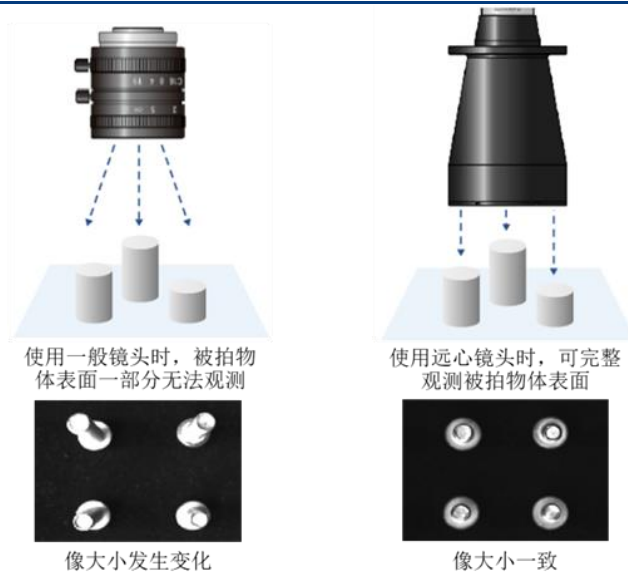


资料来源：高工机器人 (GGII)，华创证券

## 2、镜头：机器视觉的“眼球”

镜头是机器视觉图像采集部分重要的成像部件。镜头的主要作用是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。在机器视觉系统中，镜头的主要功能是将成像目标对准图像传感器的光敏表面。机器视觉系统处理的所有图像信息均通过镜头得到，镜头的质量直接影响到视觉系统的整体性能。按功能分类，镜头可分为定焦镜头、变焦镜头、变光圈镜头；按视角可分为普通镜头、广角镜头和远摄镜头；其他特殊用途的镜头有远心镜头、显微镜头、微距镜头、紫外镜头和红外镜头等。

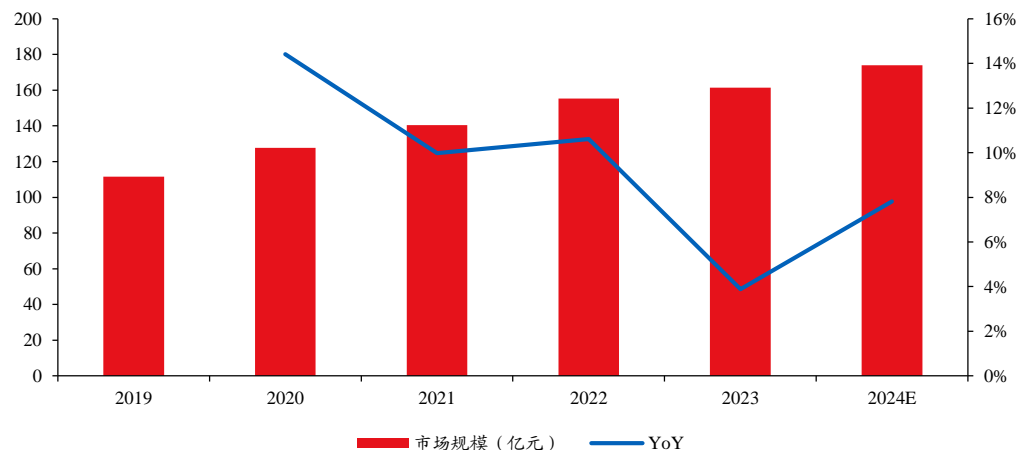
图表 11 远心镜头与一般镜头成像区别



资料来源: moritex, 华创证券

2023 年我国光学镜头市场规模达 161.3 亿元。随着光电子技术快速发展，作为光电子领域重要信息输入端口的光学镜头应用范围也从最初的光学显微镜、望远镜、胶片相机等领域不断向安防视频监控、数码相机、摄像机、智能手机等领域渗透。随着移动互联网、物联网、人工智能等技术快速发展，光学镜头的应用领域进一步拓宽，智能驾驶、智能家居、全景/运动相机、VR/AR 设备、无人机、3D Sensing、机器视觉等新兴领域层出不穷，为光学镜头及摄像模组行业的持续发展注入了新的动力。据中商产业研究院，2023 年中国光学镜头市场规模达到 161.3 亿元，较上年增长 3.9%；2024 年中国光学镜头市场规模将达到 173.90 亿元。

图表 12 我国光学镜头市场规模（亿元）



资料来源: 中商产业研究, 华创证券

国内优质厂商从中低端市场开始布局、逐步向高端产品拓展，实现国产替代，未来将迎来高速发展。海外机器视觉工业镜头细分领域发展较早，德国、日本品牌占据着全球主要市场份额。国内厂商在工业镜头领域目前体量较小，但许多企业依托高性价比优势布局中低端市场，且发展迅速，如东莞普密斯。同时，也有以深圳东正光学、江苏慕藤光为

主的部分企业通过整合制造设备和多种技术平台，已经能够提供全系列工业镜头，进军高端产品领域。

**图表 13 国内外主要镜头供应商**

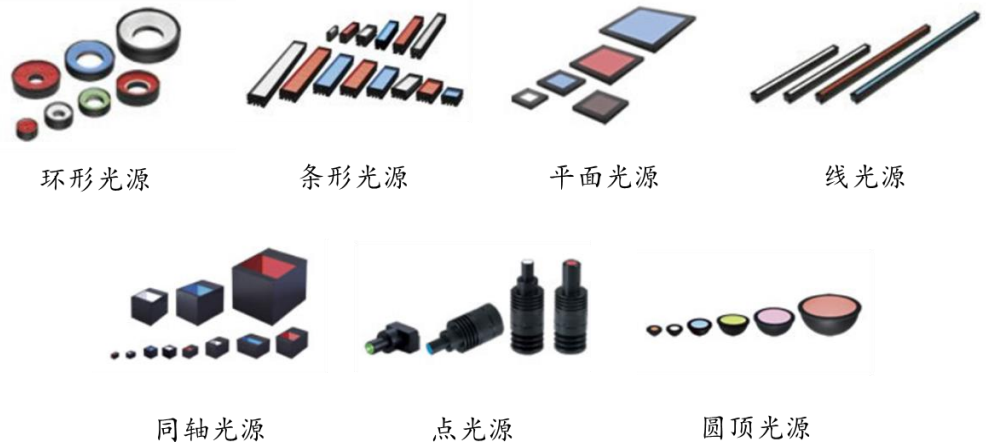
厂商	国家	简介
Navitar	美国	Navitar 总部位于纽约州罗切斯特，是领先的优质光学系统制造商和供应商，为机器视觉和生物医学诊断行业提供全面的定制光学解决方案。
施耐德	德国	施耐德是有着近百年历史的德国老牌光学厂商，也一直是高品质工业用镜头、摄影镜头、滤镜、电影投影镜头和光学配件的国际市场领军者之一。在工业领域被广泛应用于科学研究、机器人、机器视觉、工业检测和邮件分选等。
卡尔蔡司	德国	蔡司集团起源于 1846 年，发展至今已建立四大业务部门：半导体制造技术、研究和质量技术、医疗技术和视力保健/消费光学产品。作为全球光学和光电行业的技术领导者，蔡司致力于开发、生产和行销测量技术、显微镜、医疗技术、眼镜片、相机与电影镜头、望远镜和半导体生产设备。
CBC	日本	CBC 株式会社成立于 1925 年，从 1981 年的光学业务并购开始，扩大了制造业务，而且环境商务、IT&机器人相关业务，以及近年发展迅速的医药品、还有与生物医农药有关的贸易业务也得到和很大发展。公司不断加速全球化进程，目前已在世界约 20 个国家拥有 50 个网点。
东正光学	广东深圳	东正光学聚焦于“光学技术应用探索、创新”，致力于“产品多元化、业务全球化”，参与多项国家级光学技术相关工程项目。公司历经十余年技术革新和市场开拓，已逐步形成以工业质量控制、影视传媒、消费光学、半导体检测为主要业务领域。在全球范围内，东正光学的产品和服务已遍及 30 多个国家和地区。
慕藤光	江苏昆山	慕藤光成立于 2011 年，是智能成像光学系统引领者。旗下产品覆盖光学镜头、工业光源、传感器、相机、图像软件、智能成像光学系统等七大版块。公司十余年深耕行业，已经和 ASM、海克斯康、新益昌、大族激光、华为、德龙激光、矽电半导体等企业建立深度业务合作，产品服务中、美、德、法、英等多国市场，覆盖亚欧美洲。

资料来源：各公司官网，华创证券整理

### 3、光源：提供视觉照明方案

光源对于机器视觉中的图像采集部分具有重要影响，为后续图像识别与分析奠定必要的基础。光源是影响成像质量的重要因素，它的作用是突出物体的特点，抑制不相关特征，提高被探测区域和未探测区域的反差，并保证光源有足够的亮度和稳定性，从而保证图像的成像质量。由于光源种类繁多，为了获得最佳的使用效果，需要根据实际情况选择适当光源。在选择光源时，选择不同的光源以达到反射的目的，并吸收不必要的光。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，按照类别区分，光源可分为 LED 光源、卤素灯以及高频荧光灯；按照形状区分，光源也可分为环形、条形、平面、线等形状。

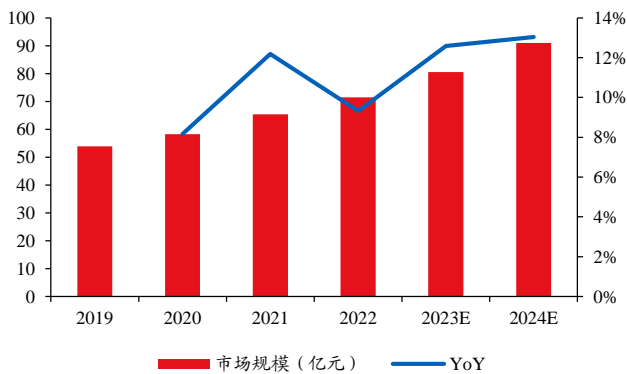
图表 14 机器视觉光源分类



资料来源：CCS，华创证券

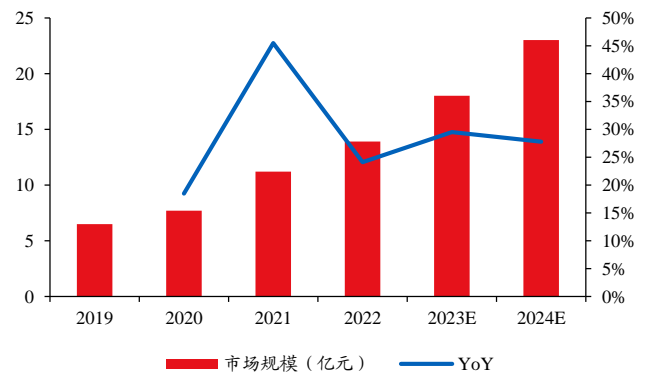
机器视觉光源行业市场规模快速增长，国内发展潜力较大。随着机器视觉的广泛应用，全球机器视觉光源的规模也在不断提升。根据前瞻产业研究，2019-2022 年全球机器视觉光源市场规模逐年增长，2022 年增长至 71.5 亿元，同比增长 9.3%。我国机器视觉光源行业经历了从起步到发展壮大再到技术创新与国际化的过程，目前已经具备较强的竞争力，中低端产品基本实现了国产化替代。在未来的发展中，随着人工智能、智能制造等领域的快速发展，机器视觉光源行业有望在技术创新、产品质量和应用领域等方面取得更大突破。据前瞻产业研究，2022 年，我国机器视觉光源行业的市场规模增长至 13.9 亿元，预计 2023-2027 年将以 23% 的 CAGR 增长，到 2027 年市场规模将达到 43 亿元。

图表 15 全球机器视觉光源行业市场规模



资料来源：前瞻产业研究院，华创证券

图表 16 我国机器视觉光源行业市场规模



资料来源：前瞻产业研究院，华创证券

全球视觉照明可分为三梯队。全球的视觉照明市场早期由海外企业占据大部分市场，如日本的 CCS、美国的 AI。近年来中国厂家逐步崛起，出现了奥普特、沃德普、锐视光电、纬朗光电等专业的机器视觉光源制造商，其技术足以与国际厂商竞争。从市场竞争梯队来看，以代表企业占据全球市场份额为依据进行分类，第一梯队主要为市场份额大于 5% 的企业，其中以日本 CCS 为代表，其全球市场份额达到 10% 以上；随着中国市场在全球市场占比的不断提升，中国龙头企业奥普特也位于全球市场第一梯队。第二梯队的代表企业主要包括美国 AI、中国锐视光电、中国康视达、中国嘉励等企业，其市场份额位于 1%-5% 之间。第三梯队主要为机器视觉光源业务占比较小或企业整体市场规模较小的企

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/615124224043011222>