

研究所

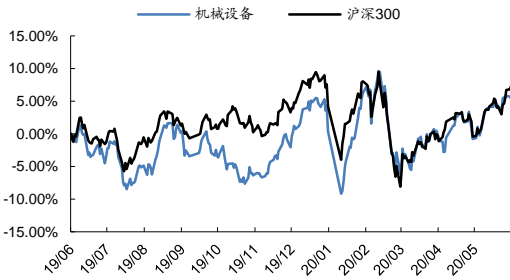
证券分析师:

范益民 S0350519100001  
fanyim01@ghzq.com.cn

# 打开“视”界之门，挖掘机器视觉蓝海

## ——机械设备行业深度报告

### 最近一年行业走势



### 行业相对表现

表现	1M	3M	12M
机械设备	6.3	12.2	5.4
沪深300	7.8	16.8	7.5

### 相关报告

《机械设备行业深度报告：老基建老当益壮，新基建朝气蓬勃》——2020-05-07

《机械设备行业 2019 年及 2020 年一季报分析：新常态下关注新基建及产业升级》——2020-05-05

《机械设备行业周报：疫情将加速国产工控品牌进口替代》——2020-04-26

《机械设备行业周报：新老基建齐发力，关注工程机械和城轨》——2020-04-19

《机械设备行业周报：一季报业绩料分化，把握确定性机会》——2020-04-12

### 投资要点:

- 人工智能前沿分支，机器视觉为智能制造赋能：**机器视觉是人工智能最重要的前沿技术之一，通过模拟人类视觉系统，赋予机器“看”和“认知”的能力。机器视觉具备识别、测量、定位、检测四大基础功能，以远超前于人类视觉的性能助力工业自动化、智能化的发展。随着全球新一轮科技革命与产业变革浪潮的兴起，机器视觉行业顺势迎来快速发展。全球机器视觉市场规模 2008-2017 年复合增速 12.3%；我国 2013-2018 年复合增速达 33.5%，并已成为全球第三大机器视觉领域应用市场。
- 进口品牌引领高端市场，核心部件国产化进行时：**国内机器视觉核心部件市场长期由少数国际巨头把持，国产品牌正在崛起。看未来，实现进口替代的路径由易到难，先后是光源、相机、镜头、开发软件；而在应用端，机器视觉设备应用如火如荼，在消费电子领域的应用已较为普遍。随着国内制造升级，全球高端制造产能向我国转移，将同步提高对高端精密机器视觉设备的需求，进一步促进国内机器视觉部件和设备厂商技术迭代和提高对应用工艺的理解。
- 消费电子行业推动机器视觉广泛应用：**机器视觉兴起于汽车制造，并逐步广泛应用于消费电子、食品包装、制药等领域。消费电子已成为机器视觉应用的最大市场，同时消费电子产品生命周期短，需求量大等特点，将继续引领机器视觉技术前沿应用。提质、增效、降本智造升级的源动力，随着我国步入老龄化社会，企业用工成本上升，机器人成为必然趋势。同时，受益于我国人工智能和智能制造政策扶持，机器视觉获广阔发展空间。本土企业正通过加大研发投入，积累核心技术，推进自主化生产，加快实现进口替代。
- 挖掘机器视觉千亿蓝海市场：**随着机器视觉硬件方案的不断成熟和运算能力的提升，以及软件在各应用领域解决方案、3D 算法、深度学习能力的不断完善，机器视觉在 PCB/FPC、面板、半导体等领域应用的广度和深度均在提高，并加快在食品饮料、医药等其他领域的渗透。机器视觉核心部件和设备企业盈利能力优异，行业成长性和进口替代的庞大空间是国内机器视觉企业的历史性机遇。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。

- **行业评级及重点个股：**看好拥有机器视觉基因，并具备平台型拓展能力的公司。给予机器视觉核心部件及设备行业“推荐”评级。重点推荐天准科技（688003.SH）、信捷电气（603416.SH）、精测电子（300567.SZ）；重点关注矩子科技、燕麦科技、劲拓股份、赛腾股份，汇川技术、大恒科技，以及将上市公司奥普特。
- **风险提示：**疫情影响全球宏观经济下行风险；制造业景气度下降致下游行业需求下滑风险；核心技术无法突破，进口替代进度不及预期风险；重点推荐公司业绩不达预期风险等。

### 重点关注公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2020-06-23 股价	EPS			PE			投资 评级
			2019	2020E	2021E	2019	2020E	2021E	
688003.SH	天准科技	30.56	0.43	0.7	1.02	71	44	30	买入
603416.SH	信捷电气	37.43	1.16	1.48	1.87	32	25	20	买入
300567.SZ	精测电子	71.8	1.1	1.42	2.06	65	51	35	增持
300802.SZ	矩子科技	32.19	0.86	0.82	1.05	58	39	31	未评级
603283.SH	赛腾股份	54.53	0.7	1.1	1.38	45	47	38	未评级
300124.SZ	汇川技术	35.87	0.55	0.8	0.99	56	45	36	未评级
300400.SZ	劲拓股份	13.55	0.09	0.31	0.37	155	45	37	未评级
688312.SH	燕麦科技	52.46	0.85			62			未评级
600288.SH	大恒科技	11.38	0.17			70			未评级

资料来源：Wind 资讯，国海证券研究所（注：未评级公司盈利预测取自万得一致预期）

## 内容目录

1、 机器视觉，开“眼”看世界.....	6
1.1、 机器视觉是人工智能重要的前沿技术.....	6
1.2、 机器视觉基本架构.....	7
1.3、 机器视觉发展历程.....	8
2、 行业快速发展，核心部件国产化进行时.....	10
2.1、 工业相机：捕捉和分析对象的核心部件.....	11
2.2、 镜头：清晰成像的核心.....	15
2.3、 光源：设计光路实现目标成像.....	16
2.4、 图像处理软件：算法实现各种目标.....	19
3、 起于汽车制造，兴于消费电子.....	21
3.1、 消费电子和汽车制造是当前主要应用下游.....	21
3.2、 机器视觉在汽车制造行业的应用.....	21
3.3、 机器视觉在消费电子行业的应用.....	23
3.4、 食品包装与制药行业应用.....	25
4、 机器视觉技术仍在迭代，应用场景不断丰富.....	26
4.1、 提质、增效、降本为机器视觉发展的源动力.....	26
4.2、 核心部件自主化进行中.....	28
4.3、 应用场景不断丰富，千亿蓝海大有可为.....	30
5、 行业评级及重点公司推荐.....	31
5.1、 天准科技（688003.SH）.....	32
5.2、 精测电子（300567.SZ）.....	33
5.3、 信捷电气（603416.SH）.....	33
5.4、 矩子科技（300802.SZ）.....	34
5.5、 燕麦科技（688312.SH）.....	34
5.6、 重点公司盈利预测及评级.....	35
6、 风险提示.....	35

## 图表目录

图 1: 人工智能基础构架.....	6
图 2: 国内外人工智能企业应用技术分布.....	6
图 3: 机器视觉的四大基础功能.....	6
图 4: 机器视觉系统的典型构架.....	7
图 5: 机器视觉的数据提取与产业赋能.....	7
图 6: 全球机器视觉发展历程.....	9
图 7: 我国机器视觉发展历程.....	10
图 8: 2008-2018 年全球机器视觉市场规模.....	10
图 9: 2008-2018 年中国机器视觉市场规模.....	10
图 10: 2017 年中国机器视觉行业企业年销售额分布情况.....	11
图 11: CCD 与 CMOS.....	12
图 12: 2011-2019 年全球工业相机行业市场规模.....	14
图 13: 2011-2019 年中国工业相机行业市场规模.....	14
图 14: 东正光学远心镜头产品.....	15
图 15: 远心镜头与一般镜头成像区别.....	15
图 16: 机器视觉光源分类.....	17
图 17: 2017-2019 年 CCS 与奥普特光源产品收入及毛利率.....	18
图 18: 2017-2019 年 CCS 与奥普特净利润及净利率.....	18
图 19: 2010-2019 年康耐视营业收入及其同比增速.....	19
图 20: 2010-2019 年康耐视毛利率及净利率.....	19
图 21: 机器视觉行业产业链.....	21
图 22: 2019 年机器视觉下游应用领域统计.....	21
图 23: 视觉引导技术在车身制造过程中的应用.....	23
图 24: 螺柱识别与检测.....	23
图 25: 中国汽车机器视觉市场规模预测.....	23
图 26: AOI 基本原理.....	24
图 27: 在线全自动 2D AOI 在 SMT 行业应用.....	24
图 28: 在线全自动 3D AOI 在 SMT 行业应用.....	24
图 29: 中国电子及半导体机器视觉市场规模及预测.....	25
图 30: 食品包装检测系统结构.....	25
图 31: 康耐视在食品/饮料行业的应用.....	26
图 32: 药液可见异物的旋转检测原理.....	26
图 33: 视觉检测机器人检测流程.....	26
图 34: 2010-2019 年全国 65 岁及以上人口统计.....	27
图 35: 全国城镇私营单位和非私营单位就业人员平均工资.....	27
图 36: 2010-2019 年全球机器视觉相关专利数.....	28
图 37: 2010-2019 年我国机器视觉相关专利申请数.....	28
图 38: 国内外具备机器视觉底层系统开发能力的企业.....	29
图 39: 传统机器学习与深度学习对比.....	29
图 40: 我国机器视觉市场规模及预测 (亿元, %).....	31
图 41: 2019 年机器视觉主要企业毛利率和净利率.....	31
表 1: 人类视觉与机器视觉对比.....	7
表 2: 工业相机主要分类.....	11

表 3: CCD 和 CMOS 相机技术指标对比.....	13
表 4: Basler 不同感光芯片类型相机的性能对比 .....	13
表 5: 国内外工业相机参与厂商 .....	14
表 6: 国内外主要镜头供应商.....	16
表 7: 三种光源性能对比.....	17
表 8: 国内外光源参与厂商 .....	17
表 9: 国外主要机器视觉软件及厂商 .....	19
表 10: 机器视觉图像处理软件典型功能.....	20
表 11: 汽车制造中主要的测量方法.....	22
表 12: 地方出台智能制造政策统计 .....	27
表 13: 3D 视觉技术的四种方法.....	30
表 14: 重点关注公司盈利预测及评级.....	35

# 1、机器视觉，开“眼”看世界

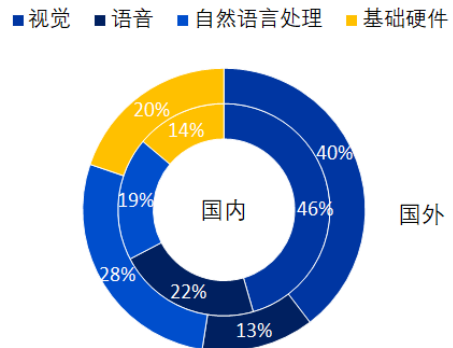
## 1.1、机器视觉是人工智能重要的前沿技术

机器视觉是人工智能行业的重要前沿分支。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。机器视觉利用成像系统代替视觉器官作为输入手段，利用视觉控制系统代替大脑皮层和大脑的剩余部分完成对视觉图像的处理和解释，让机器自动完成对外部世界的视觉信息的探测，做出相应判断并采取行动，实现更复杂的指挥决策和自主行动。作为人工智能最前沿的领域之一，视觉类技术是人工智能企业的布局重点，具有最大的技术分布。

图 1：人工智能基础构架



图 2：国内外人工智能企业应用技术分布

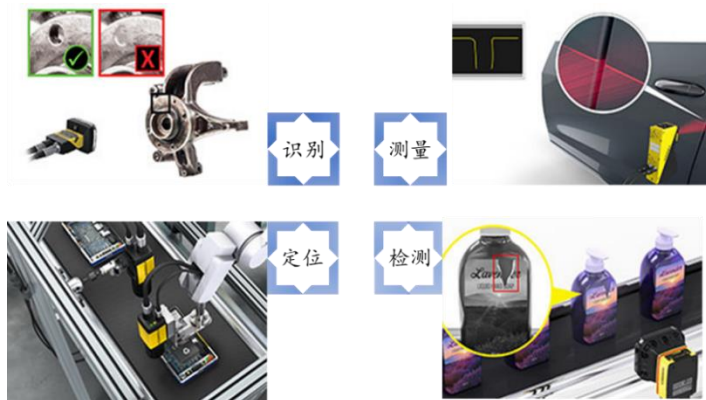


资料来源：奥普特招股书，国海证券研究所

资料来源：2018 年中国人工智能发展报告，国海证券研究所

机器视觉在智能制造领域应用广泛，按功能主要可分为四大类：识别、测量、定位和检测。**识别功能**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；**测量功能**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；**定位功能**指获取目标物体的坐标和角度信息，自动判断物体位置，多用于全自动装备和生产；**检测功能**指对目标物体进行外观检测，判断产品装配是否完整和外观是否存在缺陷。

图 3：机器视觉的四大基础功能



资料来源：国海证券研究所整理



## 1.2、机器视觉基本架构

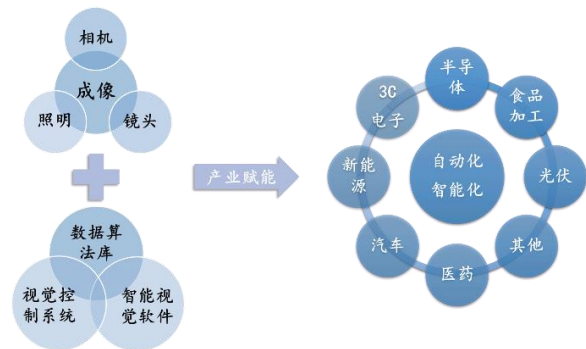
机器视觉（Machine Vision）是指通过光学装置和非接触传感器自动接收并处理真实物体的图像，分析后获取所需信息或用于控制机器运动的装置。通俗地说，机器视觉就是用机器代替人眼。机器视觉模拟眼睛进行图像采集，经过图像识别和处理提取信息，最终通过执行装置完成操作。

**五大模块构筑机器视觉系统：**按照信号的流动顺序，机器视觉系统主要包括光学成像、图像传感器、图像处理、IO 和显示等五大模块。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 4：机器视觉系统的典型构架



图 5：机器视觉的数据提取与产业赋能



资料来源：奥普特招股书，国海证券研究所

资料来源：国海证券研究所整理

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。

表 1：人类视觉与机器视觉对比

性能指标	人类视觉	机器视觉
适应能力	适应性强（复杂、变化的环境中可识别目标）	适应性强（对环境要求不高，可添加防护装置）
智能程度	高级智能（逻辑推理识别变化的目标，并总结规律）	差（不能很好识别变化的目标）
颜色分辨力	强（可以分辨出约 1 000 万种不同的颜色）	差（受硬件条件约束）
量化程度	难以量化（极易受人的心理影响）	可量化
灰度分辨力	差（一般只能分辨 64 个灰度级）	强（一般可使用 256 个灰度级，采集系统具有 10bit、12bit、16bit 等灰度）

空间分辨力	差（不能识别微小的目标）	强（可识别小到微米大到天体的目标）
观测速度	慢（0.1 秒的视觉暂留无法看清快速运动的目标）	快（可达到 10 微秒左右）

资料来源：中国机器视觉网，国海证券研究所

### 1.3、机器视觉发展历程

机器视觉起源于上世纪 50 年代，Gilson 提出了“光流”这一概念，并基于相关统计模型发展了逐像素的计算模式，标志着 2D 影像统计模式的发展。

1960 年，美国学者 Roberts 提出了从 2D 图像中提取三维结构的观点，引发了 MIT 人工智能实验室及其它机构对机器视觉的关注，并标志着三维机器视觉研究的开始。

70 年代中期，MIT 人工智能实验室正式开设“机器视觉”课程，研究人员开始大力进行“物体与视觉”相关课题的研究。1978 年，David Marr 开创了“自下而上”的通过计算机视觉捕捉物体形象的方法，该方法以 2D 的轮廓素描为起点，逐步完成 3D 形象的捕捉，这一方法的提出标志着机器视觉研究的重大突破。

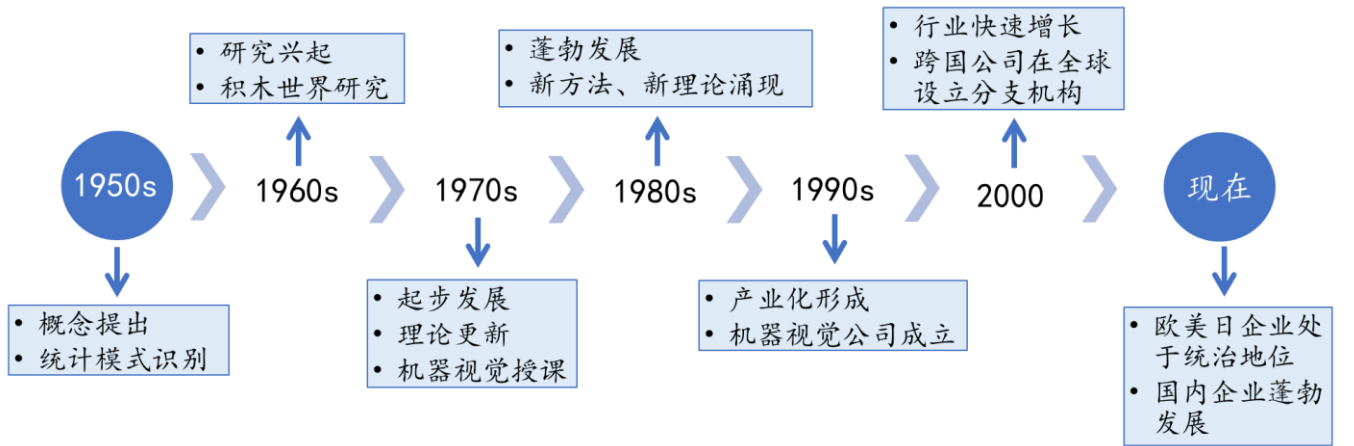
80 年代开始，机器视觉掀起了全球性的研究热潮，方法理论迭代更新，OCR 和智能摄像头等均在这一阶段问世，并逐步引发了机器视觉相关技术更为广泛的传播与应用。

90 年代初，视觉公司成立，并开发出第一代图像处理产品。而后，机器视觉相关技术被不断地投入到生产制造过程中，使得机器视觉领域迅速扩张，上百家企业开始大量销售机器视觉系统，完整的机器视觉产业逐渐形成。在这一阶段，LED 灯、传感器及控制结构等的迅速发展，进一步加速了机器视觉行业的进步，并使得行业的生产成本逐步降低。

2000 年至今，更高速的 3D 视觉扫描系统和热影象系统等逐步问世，机器视觉的软硬件产品蔓延至生产制造的各个阶段，应用领域也不断扩大。当下，机器视觉作为人工智能的底层产业及电子、汽车等行业的上游行业，仍处于高速发展的阶段，具有良好的发展前景。



图 6: 全球机器视觉发展历程



资料来源: 国海证券研究所整理

国内机器视觉起步晚, 目前处于快速成长期。国内机器视觉源于上世纪 80 年代的第一批技术引进。自 1998 年众多电子和半导体工厂落户广东和上海开始, 机器视觉生产线和高级设备被引入我国, 诞生了国际机器视觉厂商的代理商和系统集成商。中国的机器视觉发展主要经历了三个阶段。

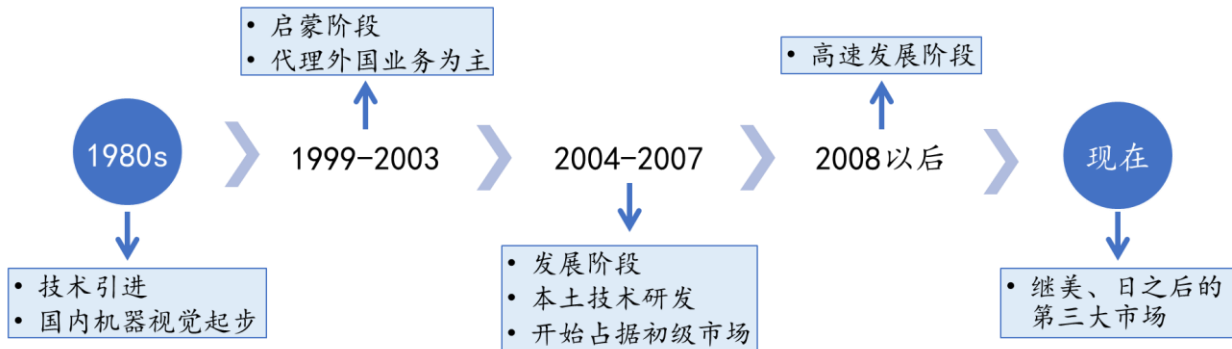
**第一个阶段是 1999 年-2003 年的启蒙阶段。**这一阶段的中国企业主要通过代理业务对客户进行服务, 在服务的过程中引导客户对机器视觉的理解和认知, 借此开启了国内机器视觉的历史进程。同时, 国内涌现出的跨专业机器视觉人才也逐步掌握了国外简单的机器视觉软硬件产品, 并搭建起了机器视觉初级应用系统。在这一阶段, 诸如特种印刷行业、烟叶异物剔除行业等率先引入了机器视觉技术, 在解放劳动力的同时有效推动了国内机器视觉领域的发展。

**第二个阶段是 2004 年-2007 年的发展阶段。**这一阶段本土机器视觉企业开始起步探索由更多自主核心技术承载的机器视觉软硬件器件的研发, 多个应用领域取得了关键性的突破。国内厂商陆续推出的全系列模拟接口和 USB2.0 的相机和采集卡, 以及 PCB 检测设备、SMT 检测设备、LCD 前道检测设备, 逐渐开始占据入门级市场。

**第三个阶段是 2008 年以后的高速发展阶段。**在这一阶段众多机器视觉核心器件研发厂商不断涌现, 一大批真正的系统级工程师被不断培养出来, 推动了国内机器视觉行业的高速、高质量发展。

随着全球制造中心向我国转移, 目前中国已是继美国、日本之后的第三大机器视觉领域应用市场。据中国视觉产业联盟, 2018 年我国机器视觉行业销售额达到 83 亿元, 较 2013 年翻了 3 倍, 年复合增长率达 33.54%。

图 7：我国机器视觉发展历程



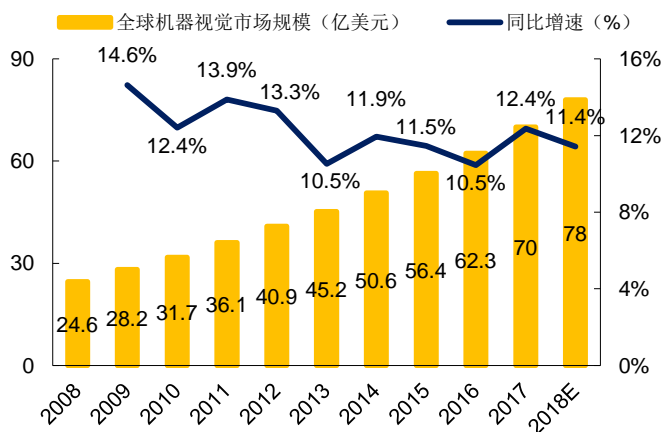
资料来源：国海证券研究所整理

## 2、行业快速发展，核心部件国产化进行时

机器视觉虽只几十年发展时间，但随着全球新一轮科技革命与产业变革浪潮的兴起，机器视觉行业顺势迎来快速发展。机器视觉的应用已经从最初的汽车制造领域，扩展至如今消费电子、制药、食品包装等多个领域实现广泛应用。

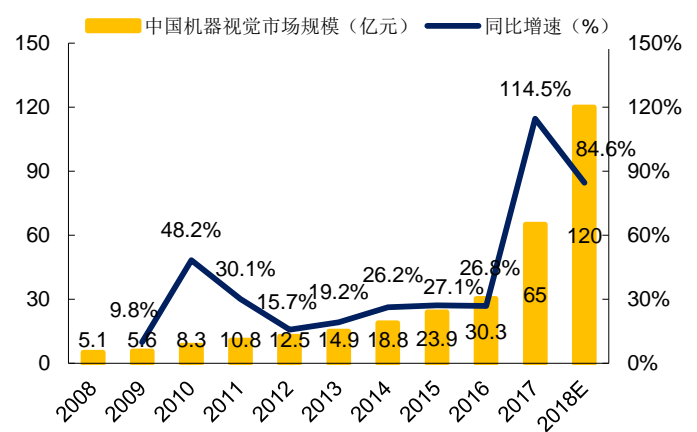
据前瞻产业研究院，全球机器视觉市场规模从 2008 年的 25 亿美元增长至 2017 年 70 亿美元，年复合增速为 12.3%。我国机器视觉市场从 2008 年进入快速发展阶段，至 2017 年市场规模达 65 亿元，2008-2017 年复合增速 32.7%，显著高于全球水平。

图 8：2008-2018 年全球机器视觉市场规模



资料来源：前瞻产业研究院，国海证券研究所

图 9：2008-2018 年中国机器视觉市场规模



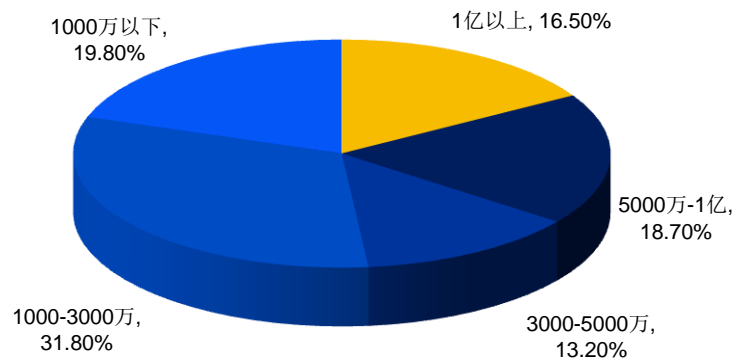
资料来源：前瞻产业研究院，国海证券研究所

国际机器视觉市场的高端市场主要被美、德、日品牌占据。美国康耐视 (Cognex)、国家仪器 (NI)，德国巴斯勒 (Basler)、伊斯拉视像 (ISRA Vision)，日本基恩士 (Keyence)、欧姆龙 (Omron) 等都是在机器视觉领域拥有技术积累和良好客户口碑的国际巨头公司。其中康耐视和基恩士作为全球机器视觉行业的两大巨头，垄断了近 50% 的全球市场份额。

国内机器视觉行业竞争格局较分散，在核心零部件上国外企业占据更大的市场份额与销售优势。据《中国机器视觉产业全景图谱》，目前进入中国的国际机器视觉品牌已有 200 多家，中国本土的机器视觉品牌有 100 多家，各类产品代理商超过 300 家，系统集成商也有超过 100 家。可见，国内机器视觉企业以产品代理商与系统集成商为主，在机器视觉产业链上游领域布局较少，在机器视觉核心零部件的研发能力上不及国外老牌公司雄厚，因此中高端市场主要由国际一线品牌主导。

根据中国机器视觉产业联盟 2017 年度企业调查结果，国内机器视觉企业销售额在 1000-3000 万的占比最高(31.8%)，其余依次为 1000 万以下(19.8%)，5000 万-1 亿(18.7%)，1 亿以上(16.5%)，3000-5000 万(13.2%)。2017 年，康耐视在大中华区实现 6.76 亿元收入，相比之下，我国大部分机器视觉企业销售规模较小。

图 10: 2017 年中国机器视觉行业企业年销售额分布情况






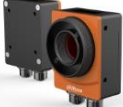
资料来源：中国机器视觉产业联盟，国海证券研究所

## 2.1、工业相机：捕捉和分析对象的核心部件

图像分析的前提是由镜头捕捉光信号并转变为有序的电信号。区别于民用相机，工业相机具有更高的图像稳定性、传输能力和抗干扰能力，是机器视觉系统的关键组件。目前市面上的工业相机产品主要有线阵相机、面阵相机、3D 相机和智能相机等。智能相机将图像的采集、处理与通信功能集成于单一相机内，已成为工业相机发展的趋势。

表 2: 工业相机主要分类

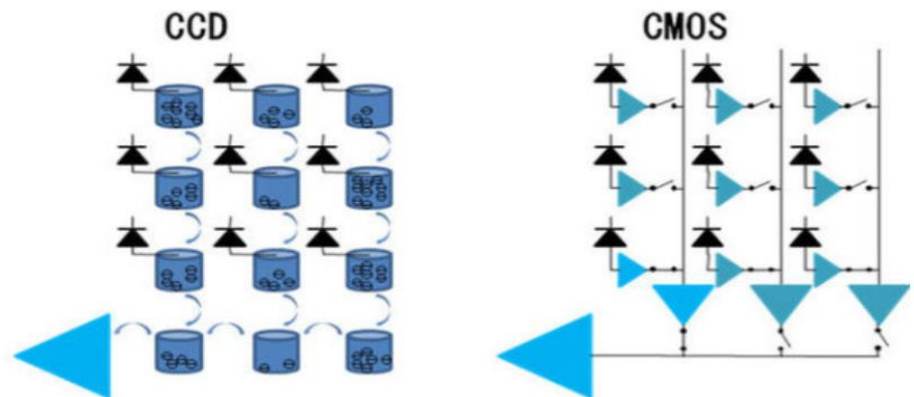
类型	简介
面阵相机 	以“面”为单位来进行图像采集，面阵相机的传感器拥有更多的感光像素，以矩阵排列。可以一次性获取完整的目标图像，比线阵相机具有更快的检测速度。大多数常见的检测相机都基于面阵扫描，包括测量面积、形状、尺寸、位置，甚至温度。

<p>线阵相机</p> 	<p>被测视野呈“线”状，它的传感器通常只有一行感光元素，以“线”扫描的方式连续拍照，再合成一张巨大的二维图像。在高频扫描和高分辨率的场合具有特定的优势，适用于检测超长目标物以及处于连续运动状态的产品。</p>
<p>3D 相机</p> 	<p>3D 图像处理尤其适用于需要测量被分析物体的体积、形状或 3D 位置的应用情景。主流的 3D 相机根据测量原理的不同分为飞行时间法、结构光法、双目立体视觉法三种方案，在检测距离、精度、检测速度上各有优缺点，适用于不同的应用场景。</p>
<p>智能相机</p> 	<p>是软件和硬件高度结合的嵌入式系统，不但能够完成普通工业相机的图像采集任务，还可以直接运行图像处理软件完成对图像的分析处理，并完成与其它外部设备的直接互联和通信。具有集成度高、运行稳定可靠、维护方便简单、运行和构建成本低廉等优点。</p>

资料来源：Basler，搜狐，大恒图像，国海证券研究所整理

图像传感器是相机的核心,根据芯片类型可划分为 CCD 和 CMOS 图像传感器,两者都使用光敏二极管进行光电转化,但在工作原理和产品特性上都存在较大区别。

图 11: CCD 与 CMOS



资料来源：新浪科技，国海证券研究所

CCD 图像传感器是一个由光电二极管和存储区构成的矩阵，每一个感光元件在将光线转化为电荷后，直接输出到下一个感光元件的存储单元，依此类推到最后一个感光元件形成统一的输出，再由放大器放大电信号以及专门的模数转换芯片将模拟信号转换为数字信号。而 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 (ADC)，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。

CMOS 传感器在应用于机器视觉初期，由于在处理快速变化的影像时，容易因电流变化过于频繁而产生过热现象，使得噪声难以抑制，因此仅应用在中低端工业产品；而 CCD 由于图像质量更高、抗噪能力更强的优势多应用于高端场合。

表 3: CCD 和 CMOS 相机技术指标对比

性能	CCD	CMOS
噪声	小	大
能耗	高	低
集成度	低	高
成像质量	高	低
成像速度	慢	快
硬件成本	高	低

资料来源：基于机器视觉的港口集装箱卡车防吊起技术的研究，维科号，国海证券研究所

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，并且凭借高速度（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 传感器建立了稳固的市场地位，在工业图像处理的众多领域正逐步取代 CCD 传感器。

以 Basler 的工业相机产品为例，在分辨率相近的情况下，CMOS 的帧速率比 CCD 显著更高，并且具有更高的量子效率、信噪比、动态范围以及更低的暗噪声。可见，CMOS 在某些性能指标上已达到或者优于 CCD 水准，具备替代 CCD 的能力。

表 4: Basler 不同感光芯片类型相机的性能对比

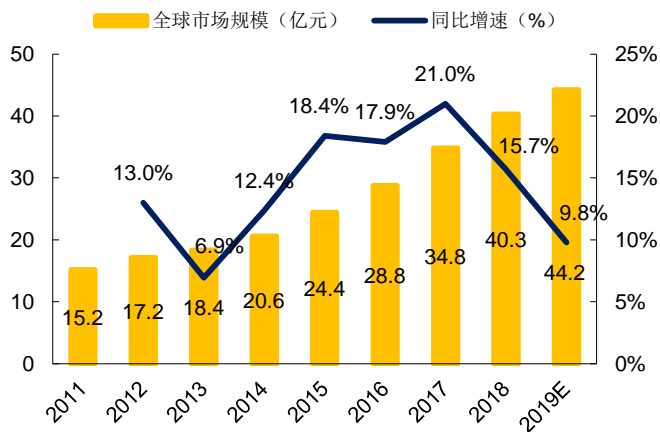
型号	Basler MED ace 2.3 MP 164 color	Basler ace - acA1600-20gc
感光芯片类型	CMOS	CCD
感光芯片尺寸	11.3 mm x 7.1 mm	7.2 mm x 5.4 mm
水平/垂直分辨率 (px)	1920 px x 1200 px	1624 px x 1234 px
分辨率 (MP)	2.3 MP	2 MP
帧速率 (fps)	164.0 fps	20.0 fps
量子效率 (典型值/最低值)	56.6 % / 50.0 %	46.40%
暗噪声 (典型/最大)	6.3 e <sup>-</sup> / 7.6 e <sup>-</sup>	9.4 e <sup>-</sup>
饱和容量 (典型值/最低值)	33.4 ke <sup>-</sup> / 28.5 ke <sup>-</sup>	8.4 ke <sup>-</sup>
信噪比 (典型值/最低值)	45.2 dB / 44.5 dB	39.2 dB
动态范围 (典型值/最低值)	73.3 dB / 71.5 dB	59.1 dB

资料来源：Basler 官网，国海证券研究所

近些年工业相机行业在全球市场和中国市场均呈现快速增长趋势。全球工业相机行业规模由 2011 年 15.2 亿元增长至 2018 年的 40.3 亿元，年均复合增速为 14.95%；中国工业相机行业规模 2011 年仅有 0.8 亿元，2018 年达 7.3 亿元，实现了 37.14% 的复合增长率。中国工业相机市场正以远超全球市场的增速迅速扩张。

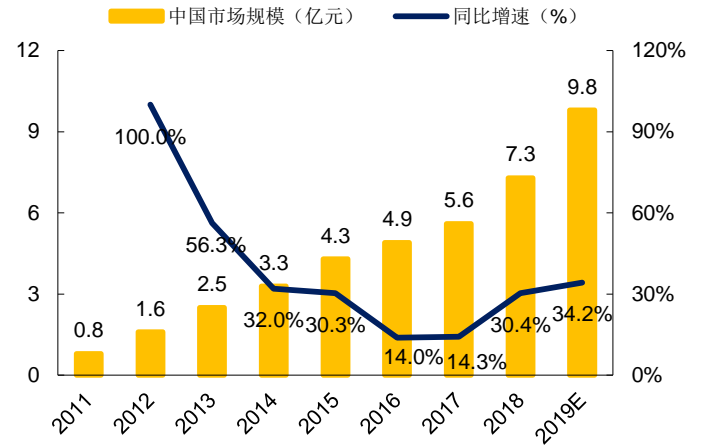


图 12: 2011-2019 年全球工业相机行业市场规模



资料来源: 前瞻产业研究院, 国海证券研究所

图 13: 2011-2019 年中国工业相机行业市场规模



资料来源: 前瞻产业研究院, 国海证券研究所

目前, 全球工业相机行业由欧美品牌占据主要市场。据前瞻产业研究院, 2018 年北美品牌占据全球工业相机市场 62% 的份额, 欧洲品牌占 15%, 国外知名企业如德国 Basler、加拿大 DALSA、美国康耐视等。从细分领域来看, 工业智能相机市场相较于板卡式相机市场呈现更高的集中度。

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, 可逐步实现进口替代; 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。根据中国海关总署数据, 2018 年我国工业相机进口数量为 8159 台, 进口金额为 4483 万美元, 同比增长 8.3%。

表 5: 国内外工业相机参与厂商

厂商	地点	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 是世界上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 和 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, 其生产的工业智能相机在全球市占率排名第一。
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。
华睿科技	浙江绍兴	华睿科技是国内安防龙头大华股份旗下机器视觉子公司。工业相机产品线齐全，包括面阵工业相机、线阵工业相机、单板工业相机、智能工业相机、3D 工业相机等，公司产品已广泛应用于 SMT、物流、铁路、安检、3C、半导体、生物医药等相关行业。

资料来源：各公司官网，国海证券研究所整理

## 2.2、镜头：清晰成像的核心

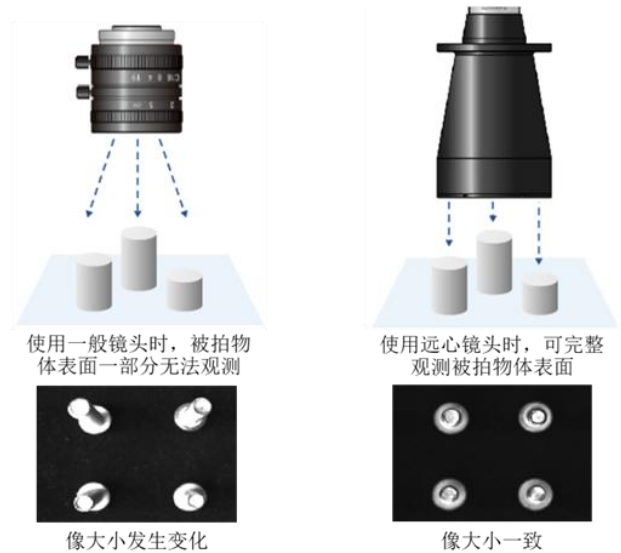
镜头是机器视觉图像采集部分重要的成像部件，镜头的主要作用是将目标成像在图像传感器的光敏面上，分辨率、对比度、景深以及像差等指标对成像质量具有关键性影响。

工业镜头按焦距可分为定焦镜头和变焦镜头；根据光圈可分为固定光圈和可变光圈；根据视场大小可分为望远镜头、普通镜头和广角镜头。此外，还有几种具有特殊用途的镜头，如远心镜头、显微镜头、微距镜头、紫外镜头和红外镜头等。由于传统镜头存在视差现象（即镜头的放大倍数随物距的变化而变化），且通常有高于 1~2% 的畸变，远心镜头应用而生。它可以在一定物距范围内纠正视差的影响，并将畸变系数严格控制在 0.1% 以下。远心镜头由于其特有的平行光路设计一直为对镜头畸变要求很高的机器视觉应用场合所青睐，适应精密检测需求。

图 14：东正光学远心镜头产品



图 15：远心镜头与一般镜头成像区别



资料来源：东正光学官网，国海证券研究所

资料来源：moritex，国海证券研究所

据 QYResearch，2019 年全球工业镜头市场总值达到 33 亿元，预计 2026 年将增至 58 亿元，年均复合增长率为 8.3%。海外品牌在镜头领域投入较早，经过多年的业务积累与技术升级，在全球范围内形成了德系徕卡、施耐德、卡尔蔡司和日系 CBC、Kowa、尼康、富士等光学巨头。由于光学镜头行业集成了精密机械设计、几何光学、薄膜光学、色度学、热力学等多学科技术，并且制作工序和工艺复杂，具有较高的技术门槛。

我国由于起步较晚，2008 年之前国内光学镜头市场基本被日本、德国品牌所垄断。近些年，我国工业镜头行业国内厂商快速增长，主要从中低端市场切入，凭借高性价比优势对于外资品牌具有一定竞争力。在高端市场，我国仍以进口日本、德国等老牌厂商的产品为主，但也有一部分企业如东正光学、慕藤光等逐步走向高端。东正光学的远心镜头畸变小于 0.02%，倍率齐全，微距镜头产品也能够将畸变控制在 0.1%的超低量级下。

表 6: 国内外主要镜头供应商

厂商	地点	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	卡尔蔡司是在光学及光电子学领域处于领先地位的一家全球性的国际化公司，卡尔蔡司镜头在业内一向享有良好的声誉，因其成像的超清晰能力而被称为“鹰之眼”。
CBC	日本	CBC 株式会社成立于 1925 年，拥有 40 年以上 CCTV 产品经验，CCTV 镜头在日本国内、欧洲和亚洲地区都占据第一的市场份额，旗下 Computar 品牌的工业镜头被广泛应用于工业和安防领域。1996 年 CBC 上海分公司成立，Computar 镜头进入中国市场，如今已是中国工业镜头市场的主要供应商。
Kowa	日本	Kowa 成立于 1894 年，是全球知名的镜头制造商，早在 1952 年便开始了光学产品的生产制作，所生产的 FA 镜头和 CCTV 镜头产品被广泛地应用于世界各地的项目，在日本、美国、欧洲都有极佳的口碑。
东正光学	广东深圳	东正光学专业从事工业镜头的研发和生产，拥有各类技术专利近百项，公司的工业机器视觉镜头（线扫描镜头、远心镜头、微距镜头等）已经使用在印刷检测、液晶屏检测、玻璃检测等诸多领域，客户涉及 Facebook、Google、苹果等国际企业。
慕藤光	江苏昆山	慕藤光是一家为工业、军工科研、医疗仪器和机械设备提供光学产品的制造公司，产品包括工业相机镜头、科研镜头、医疗仪器和机械镜头等，主要市场覆盖意、美国、德、法、英、日、韩等。

资料来源：中国机器视觉商城，各公司官网等，国海证券研究所整理

## 2.3、光源：设计光路实现目标成像

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。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。

机器视觉系统使用的光源主要分为 LED 光源、卤素灯和高频荧光灯三种，其中最为常用的为 LED 光源。LED 光源即发光二极管光源，其发光原理和白炽灯、气体放电灯的原理都不同，LED 光源采用固体半导体芯片为发光材料，能量转换效率高，理论上可达白炽灯 10%的能耗，相比荧光灯也可以达到 50%的节能效果。此外，LED 光源具有形状自由度高、使用寿命长、响应速度快、单色性好、颜色多样、综合性价比高特点，因此在机器视觉等工业领域具有更广泛的

应用。

表 7: 三种光源性能对比

性能指标	LED 光源	卤素灯	高频荧光灯
价格	中	高	低
亮度	中	高	低
稳定性	高	中	低
闪光装置	有	无	无
使用寿命	高	低	中
光线均匀度	低	中	高
多色光	有	无	无
复杂设计	高	中	低
温度影响	高	低	中

资料来源：搜狐，国海证券研究所

机器视觉光源产品可按形状划分为多种类型，如环形光源、条形光源、平面光源、线光源、点光源、同轴光源等。不同的形状结构可提供不同的亮度、强度、照射角度、照射面积及颜色组合等，适用于不同的机器视觉应用场景。例如环形光源是由 LED 阵列成圆锥状以斜角照射在被测物体表面，通过漫反射方式照亮一小片区域，工作距离在 10-15MM 时，环形光源可以突出显示被测物体边缘和高度的变化，适合应用于 PCB 基板检测、IC 元件检测、集成电路印字检查等情形。

图 16: 机器视觉光源分类



资料来源：CCS 官网，国海证券研究所

国外机器视觉照明技术已较为成熟，国际上具有代表性的光源企业主要有日本 CCS、Moritex 和美国 Ai。国内光源市场国产化程度较高，竞争较为充分，涌现出奥普特、沃德普、康视达、纬朗光电等一批机器视觉光源制造商，能够与国际品牌进行竞争。

表 8: 国内外光源参与厂商

厂商	地点	简介
CCS	日本	CCS 成立于 1993 年，是日本 JASDAQ 上市公司，是国际领先的机器视觉 LED 光源制造厂商之一，在日本国内和海外均占有图像处理用 LED 光源的最大市场份额。拥有核心专利 800 多件，超过 1500 种的丰富产品阵容，能够为客户提供针对图像处理

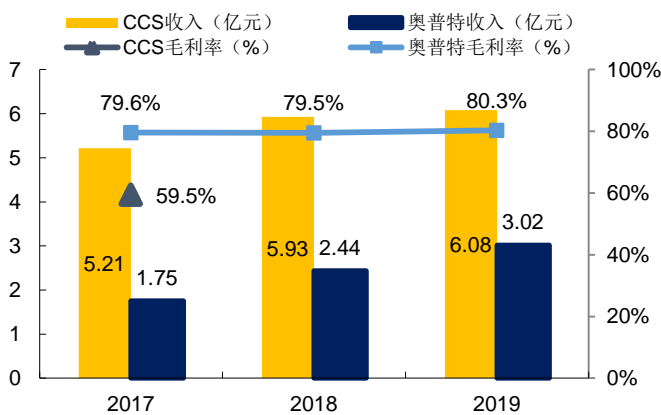
		检测问题的“照明解决方案”。在国内设有上海和深圳代表处，并于2017年设立全资子公司“CCS CHINA Inc.”。
Moritex	日本	Moritex 成立于 1973 年，是国际知名的光纤光源、LED 光源、光学镜头的供应商，其产品广泛应用于机器视觉和各类检测应用中。Moritex 将光学镜头领域与光学照明领域的开发经验紧密结合，为各种机器视觉应用提供先进的产品和技术。
Ai	美国	Ai 公司是一家专业从事机器视觉光源研发生产的公司，自上世纪 90 年代就开始在机器视觉工业中开发可靠高效的 LED 光源，产品线齐全，质量可靠，在世界机器视觉领域积累了良好的声誉，主要合作伙伴包括 Cognex、Keyence、NI、Omron 等。
奥普特	广东东莞	奥普特在成立之初，以机器视觉核心部件中的光源产品为突破口，进入了当时主要为国际品牌所垄断的机器视觉市场。经过十几年的发展，拥有 38 大系列、近 1000 款标准化产品，并在全球多个国家实现销售。此外公司在视觉系统、镜头、工业相机等领域也有布局。
康视达	广东东莞	康视达是专业的机器视觉 LED 光源研发企业，目前已建成华南区最大的机器视觉光源研发检测中心。机器视觉光源作为公司的核心产品，已经形成 16 大标准系统上千种产品，光源的配套控制器也已形成模拟控制器、数字控制器、频闪控制器以及点光源恒流控制器等四大系列。
伟朗光电	上海	伟朗光电成立于 2007 年，是我国一家较早从事机器视觉 LED 光源研发、生产和销售的企业，获得二十几项专利，能为客户提供全套视觉光源与光源定制，同时代理国内外知名品牌工业相机及工业镜头等。

资料来源：各公司官网，国海证券研究所整理

CCS 在全球光源市场上具有较高的市占率，主要产品为图像处理用 LED 光源和控制器。根据 CCS 公司 2017 年度报告，其在 2017 年的营业收入达 5.2 亿元，其中光源和光源控制器产品占总营收的 89.2%。

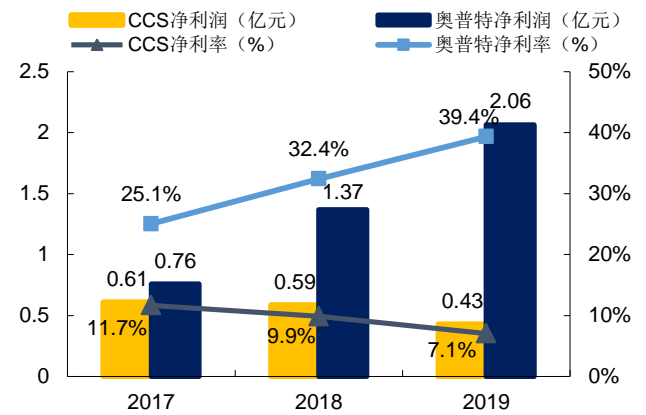
奥普特是成立于 2006 年的国内机器视觉光源行业领先的本土品牌，并以光源为切入点，将产品延伸至机器视觉镜头、相机、视觉控制系统等其他软硬件产品。2019 年，奥普特光源及光源控制器产品收入为 3.0 亿元。奥普特光源产品的销售额与 CCS 相比仍存在一定差距，但其盈利能力比 CCS 高。

图 17: 2017-2019 年 CCS 与奥普特光源产品收入及毛利率



资料来源：CCS 官网，Wind，国海证券研究所

图 18: 2017-2019 年 CCS 与奥普特净利润及净利率



资料来源：CCS 官网，Wind，国海证券研究所



## 2.4、图像处理软件：算法实现各种目标

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。机器视觉软件主要分为两类：一类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；另一类是专门实现某些功能的应用软件，主要供最终用户使用。两者主要在开发的灵活性上存在差别。

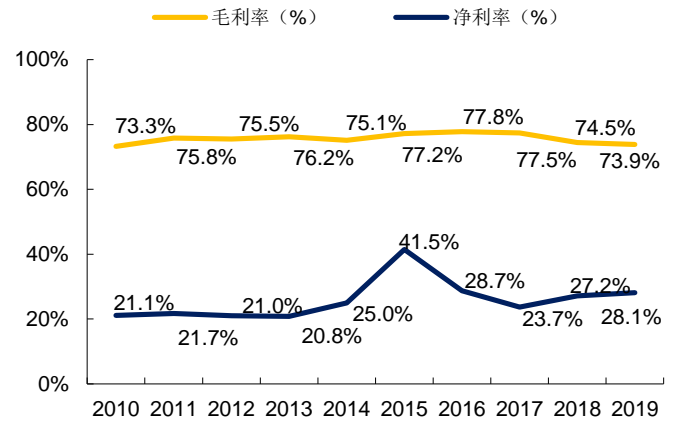
目前，图像处理软件领域主要由美、德等国主导，主要厂商包括 Cognex、Mvtec、Adept 等，软件的底层算法基本被以上厂商垄断。康耐视（Cognex）作为最具代表性的厂商之一，近 10 年业绩表现良好。康耐视营业收入由 19.25 亿元增长至 50.62 亿元，复合增速 10.15%；毛利率与净利率基本稳定，分别维持在 75% 和 25% 左右。

图 19：2010-2019 年康耐视营业收入及其同比增速



资料来源：wind，国海证券研究所

图 20：2010-2019 年康耐视毛利率及净利率



资料来源：wind，国海证券研究所

国内的机器视觉图像处理软件一般是在 OpenCV 等开源视觉算法库或者 Halcon、VisionPro 等第三方商业算法库的基础上进行二次开发。由于独立底层算法具有非常高的技术壁垒，国内目前仅有创科视觉、海康威视、奥普特、维视图像等少数企业完成底层算法研究并进行一定范围的应用。

表 9：国外主要机器视觉软件及厂商

软件	厂商	简介
Halcon	MVtec	一套完善的标准机器视觉算法包，拥有应用广泛的机器视觉集成开发环境。由一千多个各自独立的函数，以及底层的数据管理核心构成，应用范围几乎没有限制，涵盖医学，遥感探测，监控，到工业上的各类自动化检测。
VisionPro	Cognex	主要用于设置和部署视觉应用，无论是使用相机还是图像采集卡。借助 VisionPro，用户可执行各种功能，包括几何对象定位和检测、识别、测量和对准，以及针对半导体和电子产品应用的专用功能。
HexSight	Adept	包含一个完整的底层机器视觉函数库，提供稳定、可靠及准确定位和检测零件的机器视觉底层函数。其功能强大的定位器工具能精确地识别和定位物体，不论其是否旋转或大小比例发生变化。

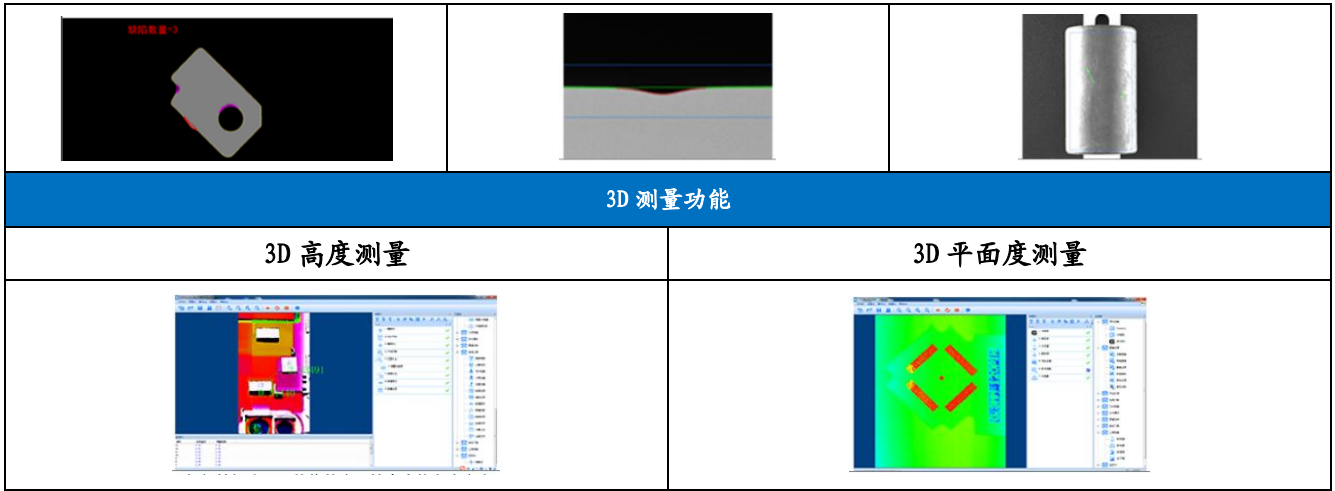
资料来源：csdn,各公司官网，国海证券研究所整理

以创科视觉为例，公司研发的 CKVisionBuilder 是目前机器视觉行业内最简单的视觉系统开发平台，涵盖了定位、测量、识别、读码、缺陷、颜色、3D、逻辑运算等所有图像处理功能。该系统具有极高的通用性，具体表现为：不要求用户具有编程基础，适用于各种人群；适用于 3C 电子、汽车制造等多种行业；对不同种类的工业相机、PLC 等均留有对接接口，具有较好的兼容性。

表 10: 机器视觉图像处理软件典型功能

预处理功能			
<b>均衡处理</b> 补偿物体表面阴影或不均匀光亮	<b>亮度修正</b> 调整至与基准图像亮度相同	<b>模糊处理</b> 消除不需要的特征点，排除背景的细微噪点或干扰	<b>中值滤波</b> 去除不需要的噪点
			
定位功能			
<b>基于形状的轮廓定位</b>	<b>基于边缘的图像定位</b>	<b>基于灰度匹配定位</b>	
			
几何检测功能			
<b>尺寸测量</b>	<b>周长检测</b>	<b>圆形测量</b> 测量产品内径、外径等数据	
			
标定校准功能			
<b>图片校准</b> 矫正因所拍图像视野过大或物距太高而产生的畸变			
			
检测识别功能			
<b>条码检测</b>	<b>二维码检测</b>	<b>字符检测</b>	
			
外观缺陷检测功能			
<b>缺陷检测</b> 检测产品的瑕疵或者缺陷	<b>边界检测</b> 测出产品边界突出或凹陷的缺陷	<b>划痕检测</b> 测出产品表面是否有斑点或划痕	





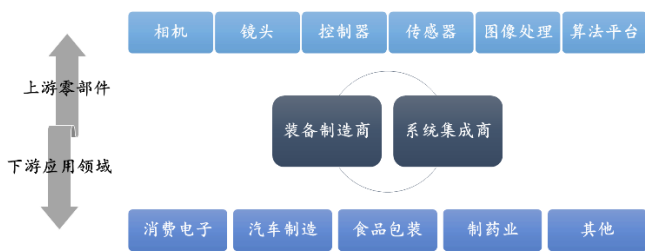
资料来源：国海证券研究所

### 3、起于汽车制造，兴于消费电子

#### 3.1、消费电子和汽车制造是当前主要应用下游

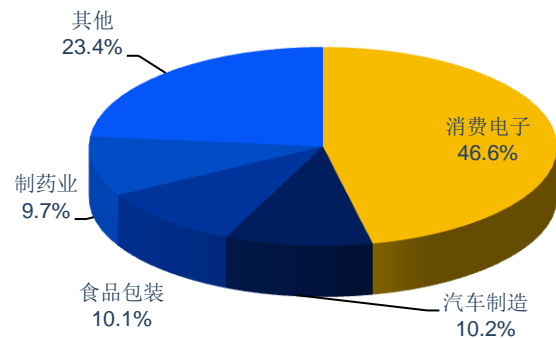
机器视觉目前主要应用在消费电子、汽车制造、食品包装、制药业等领域，其中又以消费电子和汽车制造领域为主，应用占比分别为 46.60%、10.20%。在消费电子行业，机器视觉应用于高精度制造和质量检测，包括圆晶切割、3C 表面检测、触摸屏制造、AOI 光学检测、PCB 印刷电路、电子封装等。在汽车制造行业，机器视觉几乎涉及所有系统和部件的制造流程，例如车身装配检测、面板印刷和质量检测、字符检测、零件尺寸的精密测量、工业零部件表面缺陷检测等。

图 21：机器视觉行业产业链



资料来源：中国产业信息网，中商产业研究院，国海证券研究所

图 22：2019 年机器视觉下游应用领域统计



资料来源：前瞻产业研究院，国海证券研究所

#### 3.2、机器视觉在汽车制造行业的应用

汽车制造质量原先主要依靠三坐标测量完成，效率低、时间长、数据量严重不足，且只能离线测量。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。

除传统三坐标测量、激光在线测量外，蓝光扫描测量、表面缺陷测量等视觉测量方法可进行更加精细地测量，对车身基本特征尺寸、车体装配效果、缺陷等提供高精度监控。多种监控测量手段互相结合，确保生产零件零缺陷、整车制造高质量。

表 11：汽车制造中主要的测量方法

测量方法	测量原理
<p>三坐标测量</p> 	<p>将被测物体置于三坐标测量机的测量空间，可获得被测物体各测点的坐标位置，根据这些点的空间坐标值，经过数学运算，求出被测的几何尺寸、形状和位置。</p>
<p>激光在线测量</p> 	<p>基于三角测量原理，利用线状激光构造被测特征，结合有效照明，获得被测特征的表面信息。相机拍摄特征图像，通过图像处理技术得到被测特征在图像上的二维坐标，再通过三角测量模型将二维坐标转换为传感器坐标系下的三维空间坐标。</p> <p>图 (a) 固定式测量站；图 (b) 机器人柔性测量站</p>
<p>蓝光扫描测量</p> 	<p>由 3D 扫描仪、多轴机器人、机器人动作及测量步骤编程软件、检查分析软件以及安全系统构成。扫描仪采用蓝光投影技术，测量头由左右两个高分辨率工业 CCD 相机和条纹投影单元组成。采用结构光测量方式，投影单元将包含不同间隔和相位信息的条纹投影到被测工件表面，左右两个高分辨率工业相机同步采集条纹图像，利用双目立体视觉测量原理，在极短时间内获取高密度点云的三维数据。利用标记点拼接技术，实现不同角度和位置下测量数据的自动对齐，最终获得完整的测量数据。</p>
<p>表面缺陷测量</p> 	<p>由机器人、显示器、计算机与相机构成。基于反射式条纹偏折法，测量时首先通过计算机控制显示器投影正弦条纹到被测曲面上，经反射后由相机采集。被测表面上的面形变化会使条纹发生变形，利用相位提取算法对条纹的相位信息进行提取，即可实现对被测曲面面形的测量。</p>

资料来源：《三坐标测量技术在汽车制造业的应用》，《机器视觉技术在现代汽车制造中的应用综述》，国海证券研究所整理

机器视觉引导系统突破机器人简单重复示教轨迹的限制，使其根据被操作工件的

变化实时调整做工轨迹，提升机器人智能化水平。视觉引导技术逐渐渗透到汽车制造的全过程，比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。

机器视觉检测系统可以对产品进行制造工艺检测、自动化跟踪、追溯与控制等，包括通过光学字符识别（OCR）技术获取车身零件编码以保证零件在整个制造过程中的可追溯性，通过识别零件的存在或缺失以保证部件装配的完整性，以及通过视觉技术识别产品表面缺陷或加工工具是否存在缺陷以保证生产质量。

图 23：视觉引导技术在车身制造过程中的应用

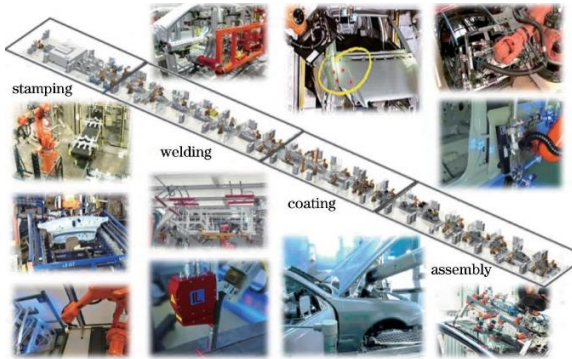


图 24：螺柱识别与检测

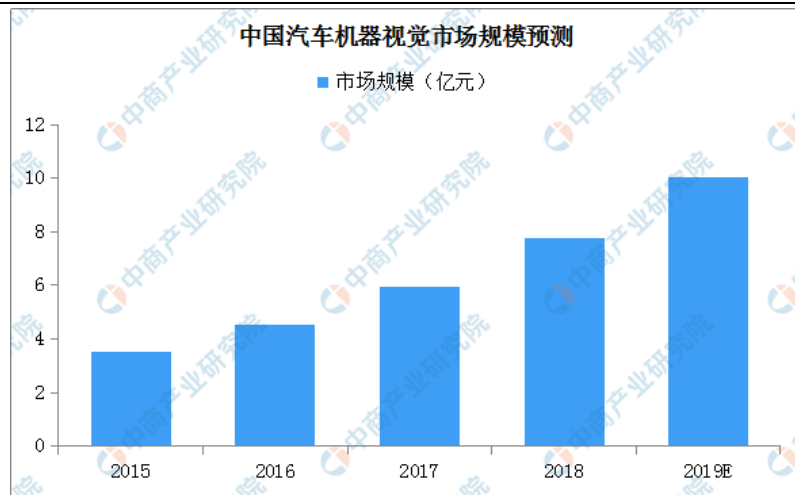


资料来源：《机器视觉技术在现代汽车制造中的应用综述》，国海证券研究所

资料来源：《机器视觉技术在现代汽车制造中的应用综述》，国海证券研究所

我国汽车产销量位于全球前列，汽车制造市场体量庞大。汽车行业自动化程度较高，生产制造中许多环节已经无人化操作，同时汽车智能化蓝图多领域布局，促进机器视觉在汽车行业应用深化。

图 25：中国汽车机器视觉市场规模预测



资料来源：中商产业研究院，国海证券研究所

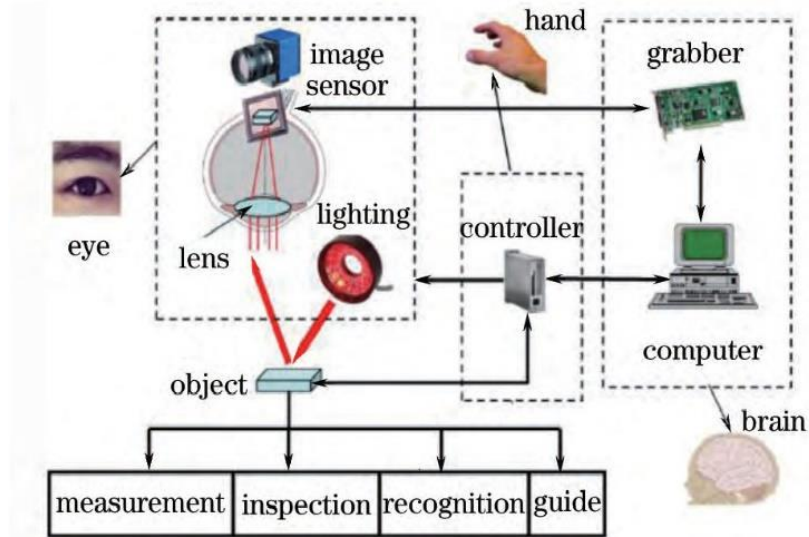
### 3.3、机器视觉在消费电子行业的应用

机器视觉在消费电子领域，以 PCB/FPC AOI 检测、零部件及整机外观检测、装配引导等应用为主，并呈现出越来越多的新的应用场景。



AOI 光学检测是工业生产中执行测量、检测、识别和引导等任务的新兴科学技术，广泛应用于 PCB 缺陷检测过程。其采用光学照明与图像传感技术获取被测物体信息，通过数字图像处理增强目标特征，利用模式识别、机器学习、深度学习等算法提取特征信息，并进行分类与表征，最后反馈给执行控制机构，实现产品分类、分组分选、质量控制等生产目标。其基本原理是用各种光学成像技术与系统模拟人眼的视觉成像功能，用计算机处理系统代替人脑执行实时图像处理、特征识别与分类，用执行机构代替人手完成操作。

图 26: AOI 基本原理

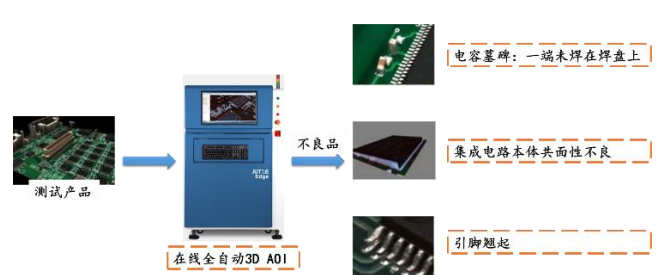
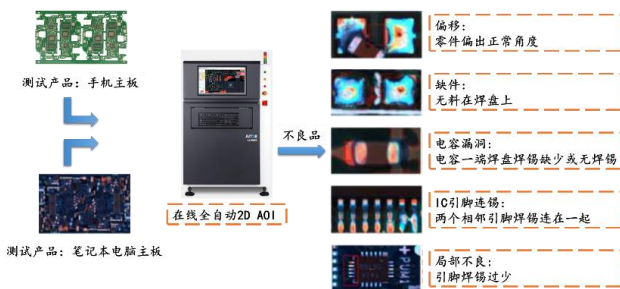


资料来源:《自动光学(视觉)检测技术及其在缺陷检测中的应用综述》，国海证券研究所

PCB 缺陷检测主要是焊点缺陷检测和元器件检测两大部分。传统的人工目视检测法易漏检、速度慢、时间长、成本高，已不能满足生产需要，机器视觉 PCB 检测系统具有重要的现实意义。在电路板从印刷装置中移下，或在清洗剂中清洗后，以及返修完成返回生产线中，机器视觉提供的在线视觉技术可以在实施印刷操作后直接发现存在的缺陷情况，保证了操作者在加上 PCB 以前能够及时处理有关问题。另外，发现缺陷时可以有效防止有缺陷的电路板送达生产线后端，从而避免出现返修或废弃现象。操作者能够及时得到反馈，明确处于操作中的印刷工艺操作是否良好，达到预防缺陷产生的目的，对生产效率和良率的提升至关重要。

图 27: 在线全自动 2D AOI 在 SMT 行业应用

图 28: 在线全自动 3D AOI 在 SMT 行业应用



资料来源: 矩子科技招股书, 国海证券研究所

资料来源: 矩子科技招股书, 国海证券研究所

据中商产业研究院,消费电子及半导体领域的机器视觉市场规模 2018 年突破 20 亿元, 2019 年将达到接近 30 亿元水平。消费电子行业元器件尺寸小, 质量标准高, 适合用机器视觉系统检测, 也促进机器视觉技术进步。同时, 消费电子产品生命周期短, 需求量大, 拉动物器视觉市场需求。

图 29: 中国电子及半导体机器视觉市场规模及预测

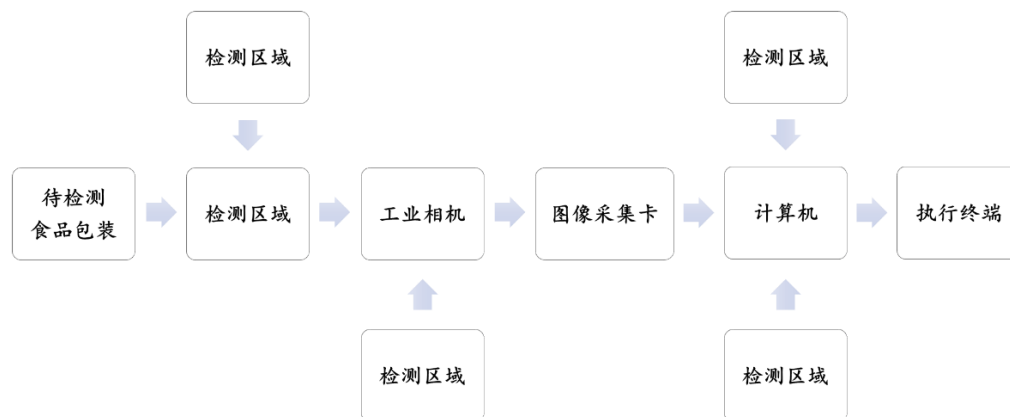


资料来源: 中商产业研究院, 国海证券研究所

### 3.4、食品包装与制药行业应用




机器视觉在食品包装领域适用范围广泛, 可用于检测瓶子的分类和液位测量、标签、盖子、盒子的检查, 以及瓶的形状、尺寸、密封性和完整性。被检查的包装形状不限包装盒、包装箱、金属箱、管状、泡状、盘状、广口瓶、细口瓶、罐装和桶装等。食品包装是食品质量的重要保障, 可以保护食品在流通过程中免受污染, 提高品质, 避免发生安全事故。同时, 食品包装的观赏性也会给消费者良好的购物体验。因此, 食品包装检测是控制不合格食品流入市场的关键环节, 影响企业在行业中的竞争力。

图 30: 食品包装检测系统结构



资料来源: 《基于机器视觉的食品包装检测系统设计》, 国海证券研究所

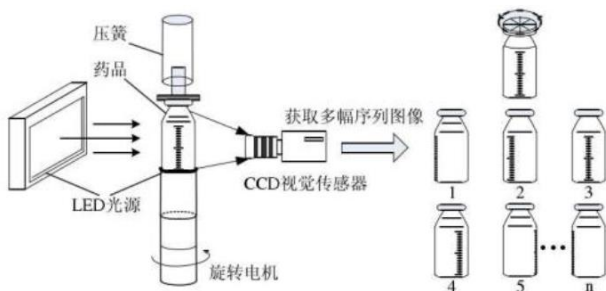
图 31: 康耐视在食品/饮料行业的应用

产品质量检测	包装检验	装配验证	过敏源管理和可追溯性
 <p>包装前确认产品完整性并减少损坏的产品</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 包装匹配检测</li> <li>• 容量检测</li> <li>• 异物检测</li> <li>• 产品一致性检测</li> </ul>	 <p>检验初次和二次包装，以确保包装正确且没有瑕疵</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 巧克力装配验证</li> <li>• 标签和包装质量检测</li> <li>• 日期/批代码检查</li> <li>• 防篡改和安全密封检查</li> <li>• 标签印刷质量检查</li> </ul>	 <p>提前识别包装缺陷，确保完整性和一致性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 封盖高度和歪斜检测</li> <li>• 液位检测</li> <li>• 漏项检查</li> <li>• 视觉引导机器人拾放</li> </ul>	 <p>管理过敏源、跟踪和追踪召回的产品并防止伪造</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 防伪</li> <li>• 可追溯性</li> <li>• 过敏原标签检查</li> <li>• 包装验证检查</li> </ul>

资料来源: 康耐视官网, 国海证券研究所

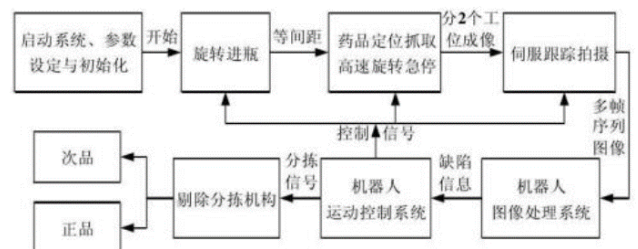
制药企业的生产过程中, 药品关系到人的生命健康, 即使是微小的缺陷存在, 一旦药品流通到市场后也会对患者造成无法弥补的损失, 甚至导致医疗事故的发生。机器视觉在药品包装、质量检测及控制等多个方面有广大作为, 助力医药行业加快现代化、智能化进程。目前, 在数粒、打码、泡罩版缺粒、药品残缺和断片、加装说明书、编码识别等检测环节, 机器视觉检测内容丰富、稳定、精确, 满足医药行业包装线经常变包装产品的需求。

图 32: 药液可见异物的旋转检测原理



资料来源:《医药大输液可见异物的视觉检测机器人技术研究》, 国海证券研究所

图 33: 视觉检测机器人检测流程



资料来源:《医药大输液可见异物的视觉检测机器人技术研究》, 国海证券研究所

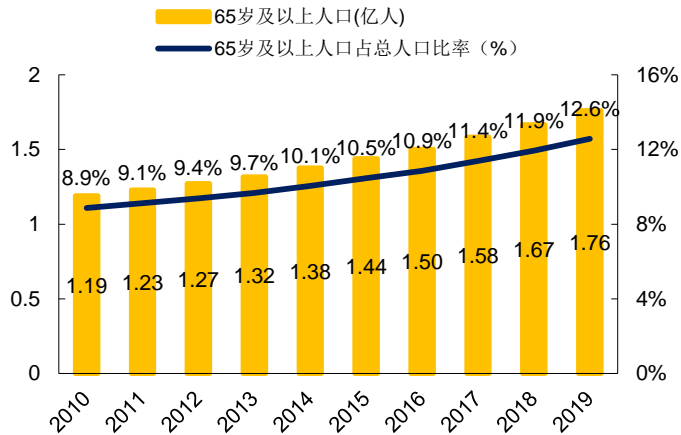
## 4、机器视觉技术仍在迭代, 应用场景不断丰富

### 4.1、提质、增效、降本为机器视觉发展的源动力



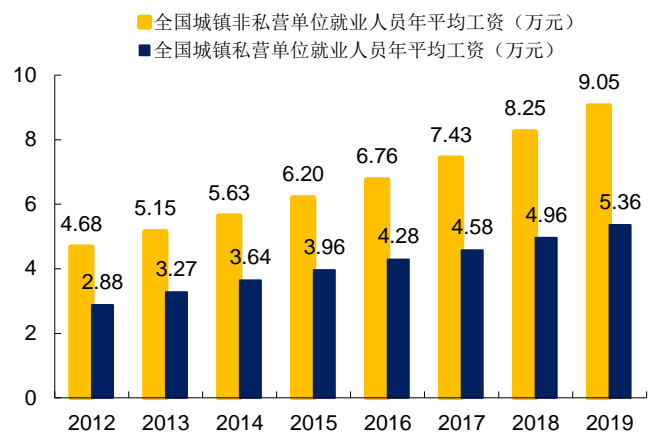
2019年，我国65岁及以上人口占总人口比率达12.57%，标志我国已步入严重老龄化社会。劳动力供给不足，推动企业用工成本上升。根据国家统计局数据，城镇非私营单位就业人员平均工资从2012年的4.68万元上升为2019年的9.05万元，八年间用工成本接近翻倍。我国制造业在转型升级过程中必然向自动化、智能化迈进，并不断得到深化。

图 34: 2010-2019 年全国 65 岁及以上人口统计



资料来源：国家统计局，国海证券研究所

图 35: 全国城镇私营和非私营单位就业人员平均工资



资料来源：国家统计局，国海证券研究所

2017年7月，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，明确提出科技引领、系统布局、市场主导、开源开放四项基本原则，以及“三步走”的发展战略：到2020年人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步，人工智能产业成为新的重要经济增长点，人工智能技术应用成为改善民生的新途径；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，人工智能成为带动我国产业升级和经济转型的主要动力，智能社会建设取得积极进展；到2030年人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要人工智能创新中心，智能经济、智能社会取得明显成效，为跻身创新型国家前列和经济强国奠定重要基础。这确立了人工智能在我国当下的重要地位。2017年-2020年，人工智能、智能制造连续四年被《政府工作报告》覆盖，2019年更是将“智能制造”提升为“智能+”，进一步明确了人工智能、智能制造在国民经济中的重要地位。为响应国务院的号召，各行业、各地方政府也相继出台相关政策，确立了人工智能与智能制造的发展目标。机器视觉作为智能制造的核心分支之一，也是能够率先渗透并发展起来的核心技术之一，在政策利好的环境下，或将获得广大而稳定的发展空间。

表 12: 地方出台智能制造政策统计

时间	政策、文件	内容
2020年5月	《2020年政府工作报告》	发展工业互联网，推进智能制造，培育新兴产业集群。
2020年3月	《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》	发展煤矿智能化，推动人工智能、大数据、智能制造等与现代煤炭开发利用的深度融合。
2019年9月	《交通强国建设纲要》	强化前沿关键科技研发，瞄准新一代信息技术、人工智能等世界科技前沿；大力发展智慧交通，推动大数据、互联网、人工智能等新技术与交通行业深度融合。
2019年3月	《2019年政府工作报告》	打造工业互联网平台，拓展“智能+”，为制造业转型升级赋能；促进新兴产业加快发展，深化大数据、人工智能等研发

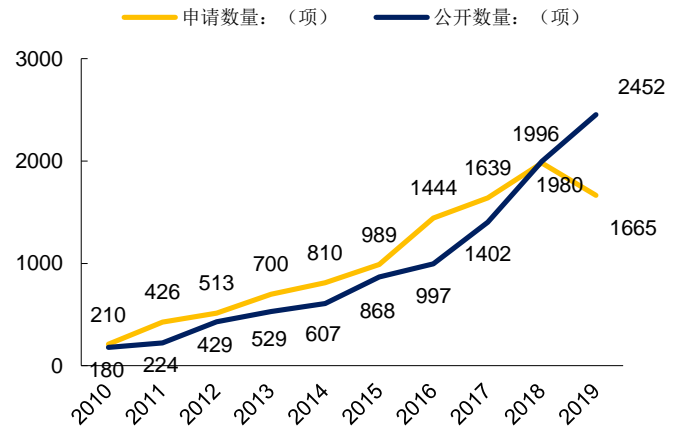
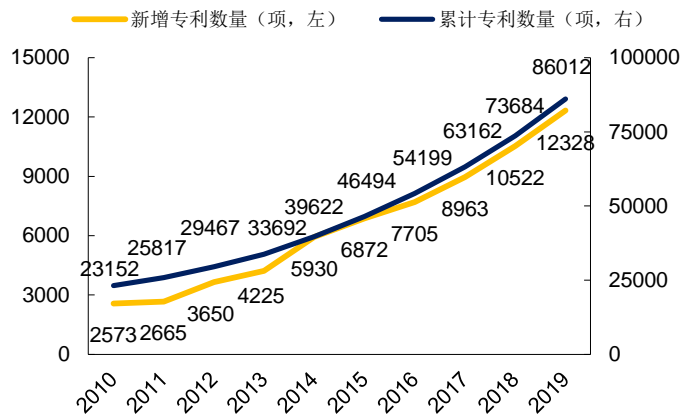
		应用。
2018年1月	《辽宁省新一代人工智能发展规划》	以智能机器人、智能制造、智慧医疗、智慧城市为突破口，构建具有区域特色的人工智能自主创新体系
2018年1月	《(吉林省)关于落实新一代人工智能发展规划的实施意见》	提出重点突破智能制造、智能网联汽车、智慧农业、等领域的关键核心技术
2017年7月	《新一代人工智能发展规划》	科技引领，把握世界人工智能发展趋势，突出研发部署前瞻性，在重点前沿领域探索布局、长期支持；系统布局，根据基础研究、技术研发、产业发展和行业应用的不同特点，制定有针对性的系统发展策略；市场主导，遵循市场规律，坚持应用导向，突出企业在技术路线选择和行业产品标准制定中的主体作用，加快人工智能科技成果商业化应用，形成竞争优势；开源开放。倡导开源共享理念，促进产学研用各创新主体共创共享。

资料来源：中央人民政府门户网站，国家发改委，前瞻研究院，国海证券研究所

全球机器视觉新增专利数量持续提升。截至2019年，全球累计专利数量达到8.6万项；国内机器视觉相关申请和公开专利共计1.1万项。

图 36：2010-2019 年全球机器视觉相关专利数

图 37：2010-2019 年我国机器视觉相关专利申请数



资料来源：欧洲专利局，国海证券研究所

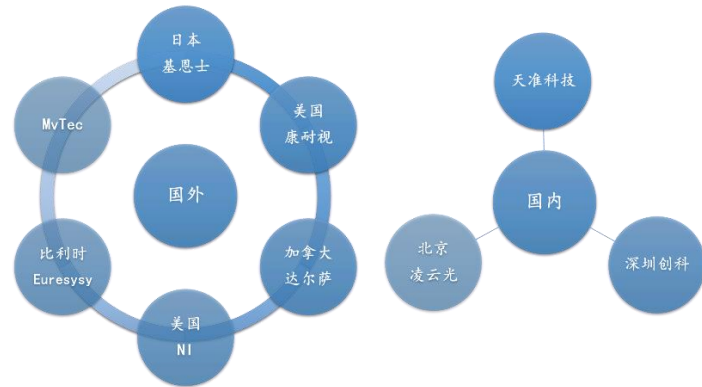
资料来源：国家知识产权局，国海证券研究所

## 4.2、核心部件自主化进行中

国内机器视觉行业研发投入从2016年的5.6亿元增长至2018年的11.7亿元，年均复合增长率达44.8%。国内机器视觉代理商企业的销售额在2018年占行业销售额的32.4%；国内机器视觉企业早期依靠国际供应商的产品代理，缺乏扎实的自主研发基础和具有自主知识产权的核心技术。相比国际龙头企业，国内企业经营时间短，积累薄弱，加大研发是实现进口替代的必由之路。

机器视觉算法是对获取的图像信息进行处理的关键步骤，也是视觉控制系统的重要基础。国内视觉处理分析软件大多建立在OpenCV等开源视觉算法库中，或以Halcon、Vision Pro等第三方商业算法库为基础进行二次开发，只有少数企业具有独立自主的底层算法库。独立底层算法需要经历漫长的研发周期和巨大的资金投入，是未来国内机器视觉企业自主化的主要技术支持。

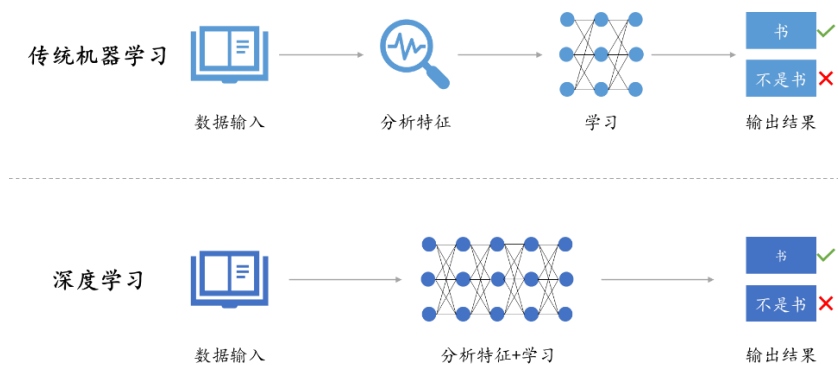
图 38: 国内外具备机器视觉底层系统开发能力的企业



资料来源: 前瞻产业研究院, 国海证券研究所

**深度学习拓宽应用场景。**目前主流的机器视觉技术仍采用传统方式,即首先将数据表示为一组特征,分析特征或输入模型后,输出得到预测结果,在结构化场景下定量检测具有高速、高准确率、可重复性等优势。但随着机器视觉的应用领域扩大,传统方式显示出通用性低、难以复制、对使用人员要求高等缺点。深度学习对原始数据通过多步特征转换,得到更高层次、更加抽象的特征表示,并输入预测函数得到最终结果。深度学习可以将机器视觉的效率和鲁棒性与人类视觉的灵活性相结合,完成复杂环境下的检测,特别是涉及偏差和未知缺陷的情形,极大地拓展了机器视觉的应用场景。

图 39: 传统机器学习与深度学习对比



资料来源: 国海证券研究所整理

传统的 2D 机器视觉技术在三个自由度 (x、y 和旋转) 上定位目标物体,并基于灰度或彩色图像对比度提供图像处理分析结果,无法获取目标物体的三维信息,也易受光照条件变化、物体运动等影响。3D 机器视觉技术可以在六个自由度 (x、y、z、旋转、俯仰和横摆) 上定位目标物体,提供丰富的三维信息,使机器能够感知物理环境的变化并作出相应调整,提高了应用中的灵活性和实用性。

表 13: 3D 视觉技术的四种方法

方法	基本原理
激光三角测量法	在结构化光源上精确校准相机，以确保在高环境温度下仍能够获得高于 1 kHz 的高采样率。通常测试对象在 3D 传感器下方移动以捕获 3D 点云。在相机下移动物体时，会创建多个配置文件，用于完成三维图像。
条纹投影法	通过计算机编程产生正弦条纹，将该正弦条纹通过投影设备投影至测试对象，利用 CCD 相机拍摄条纹受物体调制的弯曲程度，解调该弯曲条纹得到相位，再将相位转化为全场的高度。
3D 立体相机	通过两个镜头的叠加，将有差异的物像进行整合，通过视网膜实现立体化。由于测试对象并不总是具有相同的特定特征，因此经常使用随机模式投影。
ToF (Time-of-Flight)	通过专用传感器，捕捉近红外光从发射到接收的飞行时间差来判断并计算出测试对象的距离信息。

资料来源：中国机器视觉网，国海证券研究所整理

**高精度成像和互联互通技术助力。**高精度成像技术要求新型光源、更全面的波长覆盖和创新的光源布局等光源技术，以及提供更大靶面和更小像元的新型镜头和相机产品，是机器视觉行业始终追求的技术发展目标。行业内企业、协会和产业联盟不断合作，制定数据接口、通讯协议等基础共性标准，旨在打通视觉和各信息系统的通道，实现系统间的互联互通，是工业发展的必然趋势。

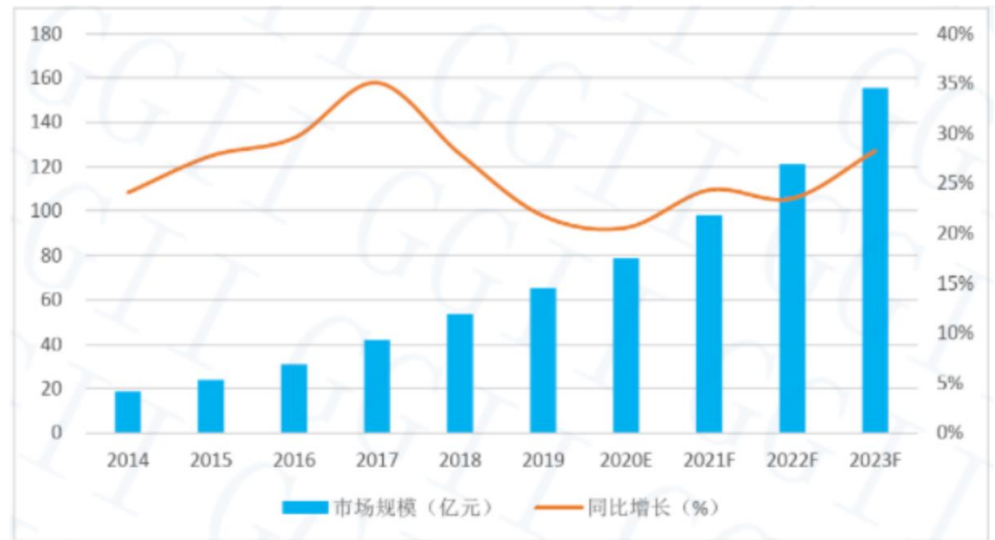
### 4.3、应用场景不断丰富，千亿蓝海大有可为

全球机器视觉正处于快速成长期。据 markets and markets 预测，全球机器视觉市场规模在 2020 年有望达到 107 亿美元，至 2025 年有望达到 147 亿美元。国内机器视觉核心部件市场长期由少数国际巨头把持，而国产品牌正在崛起。看未来，实现进口替代的路径由易到难，先后是光源、相机、镜头、开发软件；而在应用端，机器视觉设备应用如火如荼，在消费电子领域的应用已较为普遍。而随着国内制造升级，全球高端制造产能向我国转移，将同步提高对高端精密机器视觉设备的需求，如面板前中段制程和半导体检测设备也正逐渐实现进口替代。这将进一步促进国内机器视觉部件和设备厂商的技术迭代，并提升对应用工艺的理解。

随着机器视觉硬件方案的不断成熟和运算能力的提升，以及软件在各种应用解决方案、3D 算法、深度学习能力的不断完善，机器视觉在电子产业(如 PCB、FPC、面板、半导体等领域)应用的广度和深度都在提高，并加快向食品饮料、医药等其他领域渗透，预计我国机器视觉市场规模将继续保持较高的增速。

GGII 数据显示，2019 年我国机器视觉市场规模 65.5 亿元（不包含计算机视觉市场），同比增长 21.8%。2014-2019 年复合增长率为 28.4%，并预测到 2023 年中国机器视觉市场规模将达到 155.6 亿元。

图 40: 我国机器视觉市场规模及预测 (亿元, %)

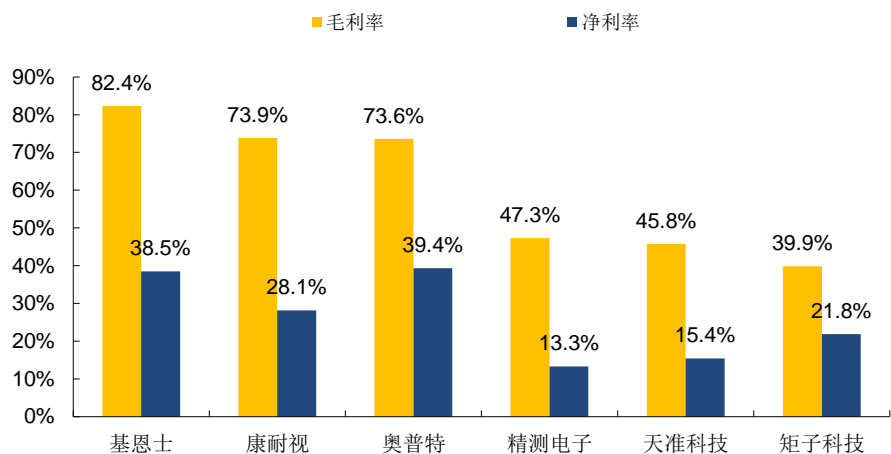


资料来源: 高工产研机器人研究所, 国海证券研究所

机器视觉核心部件和设备企业盈利能力优异, 行业成长性和进口替代的庞大空间是国内机器视觉企业的历史性机遇。2019 年, 机器视觉国际巨头基恩士和康耐视毛利率分别为 82.35%/73.85%, 净利率分别为 38.52%/28.10%, 而国内以光源为主打产品的奥普特毛利率/净利率分别为 73.59%/39.35%。

在机器视觉设备领域, 相关企业毛利率普遍在 40-50% 的较高水平。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。

图 41: 2019 年机器视觉主要企业毛利率和净利率



资料来源: Wind, 国海证券研究所

## 5、行业评级及重点公司推荐

机器视觉是人工智能最重要的前沿技术之一, 以远超于人类视觉的性能助力工业



自动化、智能化的发展。提质、增效、降本为智造升级的源动力，随着我国步入老龄化社会，企业用工成本上升，机器替人成为必然趋势。我国已成为全球第三大机器视觉领域应用市场，蓝海市场已开启。国内厂商正加快机器视觉核心部件国产化，从低端向高端市场布局，逐步实现进口替代。

**行业评级及重点个股：机器视觉领域，看好拥有机器视觉基因，并具备平台型拓展能力的公司。给予机器视觉核心部件及设备行业“推荐”评级。**

**重点推荐：**天准科技（688003.SH）、信捷电气（603416.SH）、精测电子（300567.SZ）；**重点关注：**矩子科技、燕麦科技、劲拓股份、赛腾股份，汇川技术、大恒科技，以及将上市公司奥普特。

## 5.1、天准科技（688003.SH）

**国内机器视觉行业领跑者，产品实现进口替代：**公司以机器视觉为核心技术，主要为下游消费类电子行业提供用于工业零部件的精密测量仪器和用于工业流水线的智能检测装备，此外也提供应用于汽车领域的智能制造系统和应用于物流领域的无人物流车。目前，公司各类产品技术指标已达到或超过国际先进水平，产品能够实现进口替代。

**公司平台优势突出，机器视觉大有可为：**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，工业领域应用场景不断丰富。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。据中国视觉产业联盟，我国 2018 年机器视觉销售额达 83 亿元，较 2013 年增长 3 倍，年复合增速达 33.5%，已成为全球第三大机器视觉领域应用市场。公司以机器视觉为核心技术，开拓精密测量仪器、3C 自动化检测装备、汽车电子自动化系统、光伏电池片检测设备等多领域，体现了公司优异的平台拓展能力和机器视觉基因。随着机器视觉在智能装备领域广泛应用，公司以机器视觉为核心技术的智能装备业务或将在多个赛道持续落地，形成多点开花局面。

**并购 MueTec，加快半导体设备领域布局：**公司拟 1819 万欧元并购德国 MueTec 的 100% 股权，并受让标的公司债权人 200 万欧元债权。MueTec 成立于 1991 年的德国慕尼黑，主营产品为晶圆类产品的高精度光学检测和测量设备，拥有多年服务于半导体领域客户的经验。2019 年 MueTec 收入为 607 万欧元，净利润为 62.2 万欧元；交易价格按 2019 年净资产其 PB 为 2.5 倍，按 2020 年的 EBITDA 为 10.2 倍。公司通过收购 MueTec，将与公司机器视觉领域的技术和产品形成互补，并加速公司进入半导体领域的步伐。

**给予“买入”评级。**预计公司 2020-2022 年营业收入分别为 7.62 亿元、10.29 亿元、13.49 亿元，归母净利润分别为 1.36 亿元、1.98 亿元、2.78 亿元。

**风险提示：**中国和德国政府机构审批或备案进度不及预期；新技术研发产业化失败的风险；疫情影响需求影响下游客户资本开支进度风险等。



## 5.2、精测电子（300567.SZ）

**面板检测龙头企业，营收持续高速增长：**公司是国内较早开发出适用于液晶模组生产线的 3D 检测、基于 DP 接口的液晶模组生产线的检测和液晶模组生产线的 Wi-Fi 全无线检测产品的企业，也是行业内率先具备 8kx4k 模组检测能力的企业。公司大力推进 OLED 调测系统和 AOI 光学检测系统的研发，是行业内少数在基于机器视觉的光学检测、自动化控制，和基于电讯技术的信号检测等方面均具有较高技术水平的企业。2019 年，公司 OLED 调测系统和 AOI 光学检测系统分别实现 198%和 39.7%的营收增长率，持续高速增长。目前，公司下游客户已涵盖京东方、华星光电、中国电子、深天马、富士康、明基友达等主要面板厂商。

**开辟多维化发展路线，半导体板块有望成为核心增长业务：**公司积极开辟多维化发展道路，现已基本完成半导体检测前道、后道的全领域布局，并已获得小批量重复订单。2019 年公司在半导体板块实现零的突破，实现销售收入 470 万元，为盈利注入了新的增长点。公司针对存储器老化测试设备、存储器典型测试设备、Driver IC 电测机方向提出了具体的差异化的发展路线，或将加速半导体设备国产化进程。《国家集成电路产业发展推进纲要》指出，要加大研发力度，助力涉及国家安全及市场潜力大、产业基础好的关键领域快速发展。依托于良好的政策环境，公司有望于 2020 年实现半导体行业的高速增长，半导体设备或将逐渐成为公司的核心增长业务。

**给予“增持”评级。**预计公司 2020-2022 年营业收入分别为 26.2 亿元、34.2 亿元、43.6 亿元，归母净利润分别为 3.48 亿元、5.05 亿元、6.65 亿元。

**风险提示：**下游面板企业资本开支进度不及预期风险；半导体设备技术研发风险；受疫情影响宏观经济下滑风险等。

## 5.3、信捷电气（603416.SH）

**PLC 产品横向加强运控型及总线型，纵向拓展中型市场：**公司 PLC 产品 2019 年实现收入 2.96 亿元，同比增长 7.55%，在工控行业整体不景气现状下保持增长，市占率持续提升，进一步巩固国产龙头地位；公司实现综合毛利率为 54.6%，显著提升 2.8pct，前期阻容涨价导致毛利率下滑的因素已消除。公司横向提升运动控制型及基于 EtherCAT 总线型高端 PLC，纵向已研发出基于 CODESYS 平台的额 XS3 系列高性能中型 PLC，继续强化产品谱系齐全的优势，为适应市场多变的需求和竞争环境提供保障。

**伺服短板逐渐补足，解决方案提升综合竞争力：**公司推出新一代伺服 DS5 后已显著补足驱动层产品短板，自动化一站式解决方案能力得到进一步增强。公司还针对性地研发新一代经济型 DS5L1 系列伺服，增强在低成本市场产品竞争力；此外，公司还针对物流行业推出低压直流伺服驱动器 DF3 系列，以及全新设计的 MS6 系列电机，伺服系统整体技术水平再上台阶。公司通过强有力的国产 PLC 品牌效应拉动伺服产品销售的策略成效显著，公司 2019 年驱动产品实现销售 1.95 亿元，同比增长 20.8%。在伺服市场 2019 年出现一定萎缩的现状下，公司

能实现两位数增长实属不易，进一步凸显公司“一站式解决方案”核心竞争力。

**加快机器视觉产品推出步伐：**X-SIGHT 是公司自动化领域视觉品牌，致力于机器视觉的开发与应用，提供高品质视觉系统产品和专业解决方案，已广泛应用于 3C、机械装配加工、日用品零售、汽车零配件检测、包装、纺织、轴承等行业。产品涵盖视觉控制器、嵌入式智能相机、工业相机、视觉编程软件、镜头、光源等，实现视觉定位、高精度测量、机械手视觉引导、瑕疵检测、字符读取、条码识别、颜色区分等应用。公司携手英特尔，正加快机器视觉产品推出步伐。

**维持“买入”评级。**预计公司 2020-2022 年营业收入分别为 7.74 亿元、9.54 亿元、11.94 亿元，归母净利润分别为 2.08 亿元、2.63 亿元、3.31 亿元。

**风险提示：**制造业景气度不及预期；行业下行过程中竞争加剧，如不能做好成本控制，毛利率存在下滑风险；新产品及新技术研发进度低于预期风险等。

## 5.4、 矩子科技（300802.SZ）

**业内领先的中高端机器视觉设备供应商：**公司自设立之初就以机器视觉设备为核心发展方向，主要产品包括 2D AOI、3D AOI 和 LED AOI 等机器视觉检测设备，以及镭雕机、选择性波峰焊等机器视觉生产设备，主要应用于电子信息制造业，下游客户涉及苹果、华为、小米等知名企业或其代工厂商。经过多年研发创新，公司已具备图像处理算法、光电成像系统等核心技术，产品成功实现进口替代。此外，公司拓展的控制线缆组件产品主要用于计算机控制智能设备，产品远销海外，主要客户包括 NCR 集团等全球领先的金融设备制造商和 Ultra Clean 集团等知名半导体设备制造商。

**横向拓展机器视觉设备应用，注入业绩新增长点：**公司大力推进技术研发与创新，促进产品更新迭代，不断丰富机器设备产品线。2019 年，公司推出软板光学检测设备（FPC AOI）、三维锡膏检测设备（3D SPI）等新产品，拓展了在 SMT 行业的应用领域，与原有产品形成了可覆盖整条产线的检测方案，大大提高了市场竞争力，与此同时开拓了新的收入来源。此外，公司还在进行高速药片光学检测设备、半导体封装自动光学检测仪等多个研发项目。随着产品线不断丰富，新产品持续放量，将为公司带来新的业绩增长。

**风险提示：**疫情导致客户缩减采购规模风险；技术研发与新产品开发不及预期的风险；市场竞争加剧将导致盈利能力下降的风险等。

## 5.5、 燕麦科技（688312.SH）

**深耕 FPC 测试领域，行业核心供应商：**公司是自动化、智能化测试设备先行者，掌握线针针模、金手指对位等自主知识产权，核心技术处于行业第一梯队，深耕柔性印制线路板（FPC）测试领域。公司客户覆盖全球前十大 FPC 企业中的前七家，并已成为苹果、谷歌等全球消费电子领先品牌供应商，优质的客户资源为公司高速增长赋能。三年公司毛利率 55.02%/59.40%/60.04%，位于行业前列并

保持稳定趋势；三年研发费用占比 14.76%/16.91%/16.13%，持续投入稳固技术优势；三年净利润复合增速达 72.08%。

**5G 引领市场新增量，机器视觉助力缺陷检测：** 5G 的推广和应用带动高频高速 FPC 发展，也增加 FPC 测试需求和难度。公司在研基于 5G 射频技术的高精密测试针模，已研发验证多款 5G 天线测试设备，并取得 5G 陶瓷滤波器的外观缺陷检测设备订单，有望把握 5G 新机遇，提升行业竞争能力。公司基于机器视觉技术的外观缺陷检测历经 3 年沉淀，实现针对 FPC 整张光板的检测设备向日本旗胜小批量供货，针对 FPCA 单品的检测设备完成样机研制并送样检测，迈向非标化和定制化程度更高的市场，增长潜能蓄势待发。

**风险提示：** 对苹果公司及其产业链存在依赖的风险；收入增长的市场空间有限及新市场拓展的风险；疫情对公司生产经营影响的风险等。

## 5.6、重点公司盈利预测及评级

表 14：重点关注公司盈利预测及评级

重点公司 代码	股票 名称	2020-06-23 股价	EPS			PE			投资 评级
			2019	2020E	2021E	2019	2020E	2021E	
688003.SH	天准科技	30.56	0.43	0.7	1.02	71	44	30	买入
603416.SH	信捷电气	37.43	1.16	1.48	1.87	32	25	20	买入
300567.SZ	精测电子	71.8	1.1	1.42	2.06	65	51	35	增持
300802.SZ	矩子科技	32.19	0.86	0.82	1.05	58	39	31	未评级
603283.SH	赛腾股份	54.53	0.7	1.1	1.38	45	47	38	未评级
300124.SZ	汇川技术	35.87	0.55	0.8	0.99	56	45	36	未评级
300400.SZ	劲拓股份	13.55	0.09	0.31	0.37	155	45	37	未评级
688312.SH	燕麦科技	52.46	0.85			62			未评级
600288.SH	大恒科技	11.38	0.17			70			未评级

资料来源：Wind 资讯，国海证券研究所（注：未评级公司盈利预测取自万得一致预期）

## 6、风险提示

- 1) 疫情影响全球宏观经济下行风险；
- 2) 制造业景气度下降致下游行业需求下滑风险；
- 3) 核心技术无法突破，进口替代进度不及预期风险；
- 4) 重点推荐公司业绩不达预期风险等。

## 【机械组介绍】

范益民，上海交通大学工学硕士，5年工控自动化产业经历，5年机械行业研究经验，目前主要负责机械行业上市公司研究。

## 【分析师承诺】

范益民，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

## 【国海证券投资评级标准】

### 行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

### 股票投资评级

买入：相对沪深300指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300指数涨幅介于10%~20%之间；

中性：相对沪深300指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深300指数跌幅10%以上。

## 【免责声明】

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

## 【风险提示】

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

### 【郑重声明】

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。