

消费电子

AI+制造业赋能，机器视觉开启掘金新大陆

AI+制造业赋能，META 发布 SAM 助力机器视觉迎来 GPT 时刻。机器视觉技术使得工业设备能够“看到”它正在进行的操作并进行快速决策，完整机器视觉系统由硬件+软件组成，分别进行成像和图像处理工作。目前，以“AI+人类感知”融合为代表的新技术开始逐渐渗透至工业制造各环节，机器视觉作为 AI+制造业的种业落地技术已经介入制造业生产环节的跟踪、产品质量的检测等。我们认为人工智能是机器视觉的母身，深度学习为机器视觉的技术堡垒，近期 Meta 发布 SAM 模式有望助力机器视觉迎来 GPT 时刻。

机器视觉下游的高景气反哺明显，AI 与机器视觉成为刚需。AI+机器视觉技术优势明显，政策加持+社会需求(人口红利退潮)驱动中长期发展，我国机器视觉待渗透空间较大。随着工业 4.0 等概念的持续深化+研发技术的不断突破，AI+机器视觉持续赋能下游工业应用领域，有望受益于下游赛道的高景气，从行业领域来看，高景气赛道的半导体、汽车、新能源有望成为未来行业的最重要驱动力之一，电子领域在中长期仍是应用范围最广的下游。从应用深度来看，AI 赋予机器视觉的高精度优势，使得机器视觉成为不少行业的刚需标配，机器视觉已逐渐嵌入半导体、汽车、新能源锂电池与光伏的生产检测环节，提高汽车电子的装配质量、突破光伏缺陷检测瓶颈以提高产品良率等。

机器视觉成本集中在上游，核心环节的国产替代化方兴未艾。25 年全球有望达到千亿市场规模，中国增速领先全球（CAGR 为 15%）。剖析产业链，机器视觉产业链的上游硬件（奥普特/海康/大恒/中光学/舜宇/福光）镜头、工业相机、光源以及软件（凌云光/奥普特/海康/鼎捷），中游为装备制造/系统集成厂商（天准/凌云光/大恒/矩子/华兴源创/精测电子），成本集中在技术壁垒高筑的工业相机（价值量占比 23%）以及软件算法（35%）；竞争格局方面，全球机器视觉市场以康耐视（美国）、基恩士（日本）、巴斯勒（德国）为代表的企业占据全球>50%市场份额，以康耐视和基恩士为代表的双巨头以入局早、扎实产品技术、广泛应用场景经验的优势提前据市场优势。国内机器视觉上游行业仍处于成长阶段，增长速度大致相当，关注国产替代+AI 迭代下工业相机与软件环节发展。

投资建议：机器视觉作为刚性需求将逐渐受益于 AI+制造业转型带来的增量市场，综观机器视觉产业链，成本价值量最高环节为工业相机和软件算法，重点看好机器视觉多领域布局的大华股份，建议关注凌云光、天准科技、舜宇光学、海康威视、奥普特、鼎捷软件（其中奥普特由天风证券研究所机械组覆盖，鼎捷软件由天风证券研究所计算机组覆盖）。

风险提示：下游扩产不及预期、技术突破存在瓶颈、成本费用管控不及预期、机器视觉企业规模扩张诱发的经营管理风险等。

重点标的推荐

代码	股票名称	收盘价 2023-04-27	投资 评级	EPS(元)			
				2021A	2022E	2023E	2024E
002236.SZ	大华股份	21.57	买入	1.11	0.62	1.16	1.51

资料来源：Wind，天风证券研究所，注：PE=收盘价/EPS

内容目录

1. 机器视觉—智能制造之眼	5
1.1. 机器视觉的本质是机器的眼睛和大脑	5
1.2. AI 技术加持，成为机器视觉走向成熟的筹码	5
1.3. meta 发布 SAM 开启机器视觉 GPT 时刻	7
2. 工业智改有望持续拓展行业发展空间	9
2.1. AI+机器视觉技术优势明显，政策+社会需求驱动中长期发展	9
2.2. AI+机器视觉持续赋能下游工业应用领域，有望受益于下游赛道的高景气	11
2.2.1. 电子行业仍是机器视觉应用最广阔的下游领域	12
2.2.2. 机器视觉为半导体的刚性需求有望受益于高景气赛道的需求扩张	14
2.2.3. 机器视觉的汽车检测市场稳固，搭载 AI 助力突破自动驾驶	15
2.2.4. 锂电池推动机器视觉+AI 持续升级，下游市场稳定增长	17
2.2.5. 光伏扩产已箭在弦上，对机器视觉需求同样旺盛	18
3. 机器视觉产业链厚积薄发，国内市场增速或将领先全球水平	20
3.1. 25 年全球有望达千亿市场规模，中国或将增速领先全球	20
3.2. 机器视觉产业链/成本占比：工业相机及软件算法为关键	21
3.3. 国内外竞争格局：国外巨头优势显著，国内厂商成长后劲充足	22
3.4. 上游各环节发展程度不一，国产高端化为市场扩张的方向	24
3.5. 国产替代奠定上游竞争基调，AI 浇灌下滋润工业相机与软件环节升级	24
3.5.1. AI+核心硬件，以智能相机为代表持续拓展应用场景	24
3.5.2. AI+软件铸就行业核心壁垒，国产替代正当时	27
4. 投资机会：关注正在多元布局中上游的国内企业	29
5. 风险提示	31

图表目录

图 1：机器视觉工作流程	5
图 2：SAM 任务详情	8
图 3：SAM 模型结构	8
图 4：SAM 可通过 AR 眼镜识别日常物体	9
图 5：SAM 在生物学应用	9
图 6：机器视觉的“深度学习”过程	10
图 7：2011-2021 年我国制造业平均工资水平变化	11
图 8：2011-2021 年我国制造业就业人数变化	11
图 9：2019-2021 我国制造业增加值占世界比重	11
图 10：2021 年中国机器视觉市场规模占世界比重	11
图 11：2020 年我国下游应用场景	12
图 12：2021 年我国下游应用场景	12
图 13：2016-2025 年 3C 电子行业机器视觉市场规模（亿元）	13
图 14：2016-2025 年半导体行业机器视觉市场规模（亿元）	14

图 15: 机器视觉技术为半导体制造带来极高的精度	15
图 16: 2016-2025 年汽车行业机器视觉市场规模 (亿元)	16
图 17: 2017-2025 年新能源行业机器视觉市场规模	17
图 18: 机器视觉在锂电池生产工艺中的应用	18
图 19: 机器视觉在光伏产业链中的应用	19
图 20: 2017-2022 年我国光伏新增装机量	20
图 21: 2017-2022 年我国光伏发电的平均度电成本	20
图 22: 全球机器视觉市场规模	21
图 23: 中国机器视觉市场规模	21
图 24: 机器视觉产业链	21
图 25: 机器视觉各环节成本价值量占比	22
图 26: 2021 年全球机器视觉行业竞争格局	22
图 27: 2021 年中国机器视觉行业竞争格局	22
图 28: 我国 LED 市场规模	24
图 29: 全球/中国工业相机市场规模	24
图 30: 全球/中国工业镜头市场规模	24
图 31: 我国机器视觉软件需求市场规模	24
图 32: PC-Base 工业相机与智能相机	25
图 33: 工业相机细分产品市场规模 (亿元)	26
图 34: 2018 年全球智能相机行业竞争格局	26
图 35: 我国 2019-2021 年研发投入主要方向	27
图 36: 2017-2022 年 7 月我国机器视觉行业融资情况	30
表 1: 近年人工智能在算法、算力和数据上的技术创新	5
表 2: 机器视觉与人工智能逐步融合	6
表 3: 人工智能与机器视觉的融合发展方向	7
表 4: AI+ 机器视觉与人眼对比优势	9
表 5: 国内相关政策一览	10
表 6: 机器视觉在主要下游应用情况	12
表 7: 机器视觉在电子制造生产线应用情况	13
表 8: 应用于消费电子的机器视觉企业	13
表 9: 应用于半导体的机器视觉企业	15
表 10: 机器视觉在汽车行业的应用	16
表 11: 应用于汽车领域的机器视觉企业	17
表 12: 应用于锂电行业的机器视觉企业	18
表 13: 天准科技与 Henneck 应用于光伏硅片检测的智能检测装备比较	19
表 14: 应用于光伏行业的机器视觉企业	20
表 15: 各公司的产品类型与应用对比	23
表 16: 传统工业相机与智能相机对比	25
表 17: 以海康 SC7000 为例的智能相机与传统工控机的性能比较	26
表 18: 布局智能相机的国内厂商	26

表 19: 机器视觉算法类型	27
表 20: 国内外常用视觉软件技术比较	28
表 21: 拥有底层算法平台的企业	29
表 22: 全球主要机器视觉企业营收（亿元）与毛利率（%）	30

1. 机器视觉—智能制造之眼

1.1. 机器视觉的本质是机器的眼睛和大脑

机器视觉技术使得工业设备能够“看到”它正在进行的操作并进行快速决策。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。通俗地说，“眼睛”指的是机器视觉利用环境和物体对光的反射来获取及感知信息；“大脑”指的是机器视觉对信息进行智能处理和分析，根据分析结果来执行相应的活动。

据亿欧智库所称机器视觉是人工智能领域一个正在快速发展的分支，即用机器代替人眼来做测量和判断，是通过光学的装置和非接触的传感器，自动接收和处理真实物体的图像，以获得所需信息或用于控制机器人运动的装置。中商产业研究院认为，机器视觉可以代替人眼在多种场景下实现多种功能，按功能主要分为四大类：检测、测量、定位、识别。（1）检测：指外观检测，其内涵种类繁多。如产品装配后的完整性检测、外观缺陷检测等。（2）测量：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；（3）定位：获得目标物体的位置，可以是二维或者是三位的位置信息。定位的精度和速度是定位功能的主要指标。在识别出物体的基础上精确给出物体的坐标和角度信息，自动判断物体位置；（4）识别：基于目标物进行甄别，包括外形、颜色、条码等。

图 1：机器视觉工作流程



资料来源：奥普特招股书，天风证券研究所

1.2. AI 技术加持，成为机器视觉走向成熟的筹码

人工智能是机器视觉的母身，深度学习为机器视觉的技术堡垒。近十年来，得益于深度学习等算法的突破、算力的不断提升以及海量数据的持续积累，人工智能逐渐从实验室走向产业实践，以算法、算力和数据为主旋律追求极致创新方面不断突破，为机器视觉实现更新迭代和提高应用价值的重要技术支撑。在人工智能领域的新兴技术中，采用 Burst Detection 算法探测出深度学习是当前受到广泛关注的人工智能新兴技术，深度学习是一种以人工神经为架构，对数据进行表征学习的算法，“深”主要体现在更深层次的神经网络和对特征的多次变换上，与相同参数数量的浅层网络相比，深度网络具备更好的特征提取和泛化推广能力，不断为图像识别领域带来进步。2007 年-2009 年，斯坦福教授李飞飞牵头构建起目前图像分类/检测/定位最常用数据集之一的 Image Net，2010-2017 年，基于 Image Net 数据集的 ILSVRC 等一些大规模视觉识别挑战赛促进神经网络和深度学习技术的发展，如 AlexNet 能够将图片识别的错误率下降 14%，Google Brain 采用多 CPU 组合方式构建起深层次神经网络并应用于图像识别，取得突出成效等。

表 1：近年人工智能在算法、算力和数据上的技术创新

技术发展情况	
算法	1.超大规模预训练模型推动技术效果不断提升。OpenAI、谷歌、华为、中科院、

阿里巴巴等企业相继推出超大规模预训练模型，同时跨模态预训练达模型日益普遍，如今可以处理文本、图像、语音三种模态数据，这是实现人工智能通用化的有益探索。

2.轻量化深度学习技术不断探索，提高计算效率。通过对大模型进行裁剪，具备低内存和低计算量的优势，如谷歌提出的 MobileNet 和旷视的 ShuffleNet

3.生成式人工智能技术不断成熟。目前在智能写作、代码生成、有声阅读、影像修复等领域已大量使用生成式人工智能，例如央视、新华社等均推出数字人主播，实现内容快速生成。

4.知识计算是向认知智能转变的重要探索。目前，围绕知识获取、知识建模、知识管理、知识应用等过程，形成了涵盖知识图谱、知识库、图计算等技术，覆盖知识表示、知识计算、知识推理和决策能力的体现，可以实现对知识的管理与利用。

算力 面向训练和推断用的芯片快速演进。由于模型计算量增长快速+推断的泛在性，算力需求持续增长。目前基于 GPU 的训练芯片能力显著提升，如寒武纪的思元 370、百度昆仑 2 等均比上代产品有 3-4 倍的算力提升。同时新型人工智能芯片不断得到投资资金青睐，如 3D 视觉 AI 芯片厂商埃瓦科技完成亿元级 A 轮融资。

数据 1.深度学习使得数据规模不断提升，数据服务进入定制化阶段。百度、阿里、京东等公司推出根据不同场景和需求进行数据定制的服务。
2.建立高质量知识集合。知识集中包括语音、图像、文本等传统数据和定义、规则和逻辑关系等，是知识的数据呈现，目前有 Wordnet, Hownet 等。同时，可以建立行业特用的高质量知识集合，比如阿里巴巴开发的 Fashion AI 是关于服装设计产业的知识集合。

资料来源：中国信息通信研究院，36 氪公众号，天风证券研究所

机器视觉与人工智能逐渐融合，引领向工业 4.0 的过渡。机器视觉是工业自动化的基础技术之一，通过搭载人工智能发展东风实现机器视觉的再一次迭代升级。此处东风一方面为深度学习的融合，赋予机器视觉更高的准确性和速度，另一方面则为视觉处理所服务的视觉处理器的能力呈现指数级增加，奠定机器视觉中深度学习推理/训练任务的硬件基础。复盘机器视觉发展，从能够自动执行简单任务的自动化机器，转型为视觉能力不受人类视觉能力极限约束、自主思考，从而能够长期对各种元素进行优化的自主型机器，AI+机器视觉有望能够渗透入工业制造达到全新的水平。

表 2：机器视觉与人工智能逐步融合

阶段	内容	主要突破技术
经典机器视觉	经典机器视觉不需要人工智能，操作相对简单，可以实现检测物体边缘以定位某个零件，以表示缺陷的颜色差异，并识别表示孔洞的连续像素斑点。	热成像、X 射线
深度学习+机器视觉	AI 深度学习模型正在从根本上扩展机器视觉的功能，当计算机接收到图像时，机器视觉软件会将图像数据与神经网络模型进行比较，使得机器能够识别非常细微的差异。	使用深度学习推理识别细微差异；创建了特定的神经网络模型；在监督训练中，审查数以万计的样本并识别有意义的模式，包括人类可能无法检测到的模式。
智能机器视觉和自主系统	人工智能进一步扩大机器视觉的功能，效果远超目视检查和质量控制，借助智能机器视觉，机器人可以进行三维感知、帮助对方夹持零件并检查彼此的操作，甚至可以与人类同事互动，确保他们共同安全开展工作。	使用自然语言处理读取标签和解决标志

资料来源：英特尔官网，天风证券研究所

未来机器视觉将有望搭载更先进 AI 技术，切入更多差异化工业应用场景。ChatGPT 所引爆的人工智能话题正持续火热，根据中国信息通信研究院和中国人工智能产业发展联盟，当前重点逐渐从单点技术转化为实质应用转化阶段，而视觉人工智能已经泛起千层巨浪。我们认为，搭载 AI 技术的机器视觉可以进一步优化性能适配更多工业应用场景。一是深度学习为机器视觉延伸出多元的模型架构以及对应性能提升，如生成对抗网络（GAN）能够通过生成器和鉴别器的对抗训练，在生成图像方面的能力超过其他方法；注意力机制中的 ViT 则将 Transformer 架构直接应用到一系列图像块上进行分类任务，减少大量所需的预训练资源，即用于在图像处理方面；在人工智能算法的不断训练和学习下，图像识别误差不断缩小，结合机器视觉设备在工业制造中能够发挥优异作用。二是 AI 技术可以对不同工程问题和工程参数进行建模，利用所采集的高质量数据进行模型的机器学习，模型与机械设备和生产现状深度绑定，以此为基础开发智能系统，继而产生即时可变的、可保持最优化的生产参数，最后交给基础自动化执行、实现机械化-自动化-数字化-智能化的全面升级。三是 AI 倒逼芯片算力持续提升，计算光学成为下一代机器视觉的突破口，依托算法的升级突破传统光学成像器件，进一步缩小设备尺寸，挖掘多样复杂的图像信息，推动机器视觉技术在工业场景中的进一步普及。

表 3：人工智能与机器视觉的融合发展方向

模型架构	细分发展	原理	用途
卷积神经网络	AlexNet	第一个深度神经网络，使用 ReLU 作为激活函数；在全连接层使用 Dropout 避免过拟合；使用局部响应归一化（LRN），被激活的神经元会抑制周围的神经元；使用重叠池化，提升特征的丰富性。	解决图像分类、图像检索、物体检测和语义分割
	ResNet	增加了残差连接从而增加了信息从一层到下一层的流动，保证准确率以及网络收敛速度。	
	FractalNets	重复组合几个不同卷积块数量的并行层序列，增加名义上的深度，提高特征提取能力。	
自注意力 Self-Attention	Transformers	是一种 Self-Attention(自注意力)模型架构,与 CNN 相比是具有较少的归纳性与先验性,利用大数据机制,达到与 CNN 相当的参数效率与性能增益。	机器翻译和文本生成
	Vision-Transformation	将纯 Transformer 架构直接应用到一系列图像块上进行分类任务,可以取得优异结果。	图像分类
对抗性网络	-	GAN 包含生成式模型(G)和判别式模型(D),生成器的目的是生成真实的样本骗过鉴别器,而鉴别器是去区分真实的样本和生成的样本,通过对抗训练不断提高各自的能力。生成对抗网络在生成图像方面的能力超过了其他的方法。	图像生成
自监督学习	用于解决特定任务的自监督学习表征学习	通过大量原始未标记数据来训练模型,使得模型能够学习相关特征,用于特定的下游任务。	提高提取特征的质量、迁移学习应用、修复和判断分类错误。

资料来源：长虹 AI 实验室公众号，陈佛计等《生成对抗网络及其在图像生成中的应用研究综述》，天风证券研究所

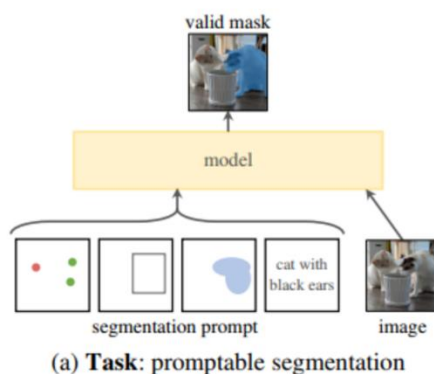
1.3. meta 发布 SAM 开启机器视觉 GPT 时刻

Segment Anything Model (SAM) 项目是一个用于图像分割的新任务、模型和数据集。在数据收集循环中使用高效模型构建了迄今为止最大的分割数据集，在 1100 万张授权和尊重隐私的图像上有超过 11 亿个掩码。该模型被设计和训练为可提示的，因此它可以将零样本迁移到新的图像分布和任务。当该模型进行充分的网络语料训练后，发现其零样本性能甚至优于调整模型（Fine-tuned models）。

SAM 通过“提示学习”技术对新数据集和任务进行零样本和少样本学习。Meta 研究者提出了 promptable 分割任务，目标是在给定任何分割提示时返回有效的分割掩码。提示符只是指定要在图像中分割的内容，例如，提示符可以包括识别对象的空间或文本信息。有

效输出掩码的要求意味着，即使提示是模糊的，并且可能指向多个对象（例如，衬衫上的一个点可能表示衬衫或穿着它的人），输出也应该是其中至少一个对象的合理掩码。将提示分割任务作为预训练目标，并通过提示工程解决一般的下游分割任务。

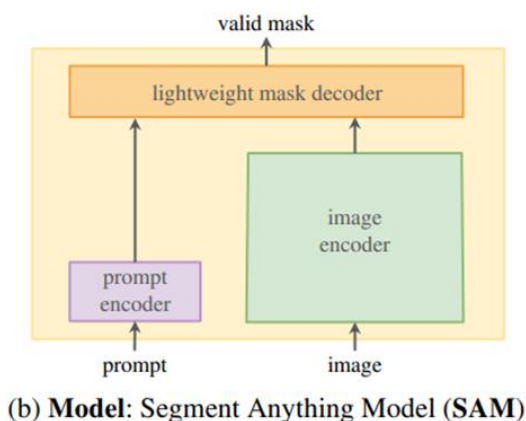
图 2: SAM 任务详情



资料来源：Alexander Kirillov 等著《Segment Anything》、天风证券研究所

SAM 由一个的图像编码器、一个提示编码器和一个预测分割掩码的掩码解码器组成。通过将 SAM 分离为图像编码器和提示符快速编码器/掩码解码器，相同的图像嵌入可以在不同的提示符中重用（及其成本分摊）。给定图像嵌入，提示编码器和掩码解码器在 web 浏览器中从提示符预测掩码的时间为 50ms。重点关注点、框和掩码提示，还用自由形式的文本提示呈现初步结果。为使 SAM 具有歧义性，设计了它来为单个提示预测多个面具，使 SAM 能够自然地处理歧义，如衬衫和人的例子。

图 3: SAM 模型结构



资料来源：Alexander Kirillov 等著《Segment Anything》、天风证券研究所

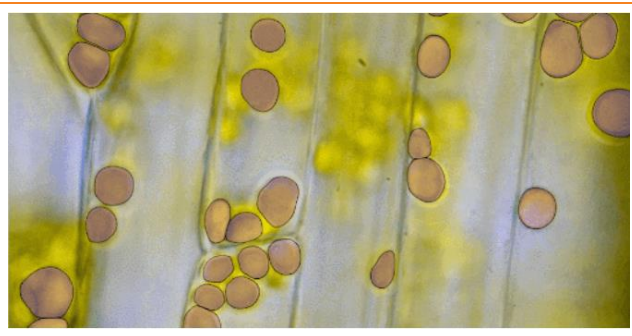
SAM 有望助力机器视觉发展，带动 AI+制造业垂直领域技术革新。SAM 已经学会了关于物体的一般概念，并且它可以为任何图像或视频中的任何物体生成掩膜，甚至包括在训练过程中没有遇到过的物体和图像类型，无需额外的训练。Meta 预计，与专门为一组固定任务训练的系统相比，基于 prompt 工程等技术的可组合系统设计将支持更广泛的应用。SAM 可以成为 AR、VR、内容创建、科学领域和更通用 AI 系统的强大组件。比如 SAM 可以通过 AR 眼镜识别日常物品，为用户提供提示；SAM 还有可能在农业领域帮助农民或者协助生物学家进行研究。

图 4：SAM 可通过 AR 眼镜识别日常物体



资料来源：数字经济先锋号公众号，天风证券研究所

图 5：SAM 在生物学应用



资料来源：数字经济先锋号公众号，天风证券研究所

2. 工业智改有望持续拓展行业发展空间

2.1. AI+机器视觉技术优势明显，政策+社会需求驱动中长期发展

人工智能持续放大机器视觉技术优势，有望在工业智改中大展身手。ChatGPT-4 为超级人工智能描绘雏形，有望开启新一轮生产力加速周期，制造业作为我国产业核心也将受益于 AI 的深度融合。与人眼相比，机器视觉在效率、精度、环境要求、安全性等各因素上都有明显的优势。同时，在 AI 深度学习+机器视觉的升级趋势下，将在工业自动化、数字化、柔性化、复杂性生产上贡献更高的适配度。传统的机器视觉技术需要将数据表示为一组特征，或输入到预测模型，从而得出预测结果，这是完成制定动作，较难适应未来柔性化的生产需求，尤其是在缺陷类型复杂化、细微化、背景噪声复杂等场景越来越难适用。搭载 AI 深度学习功能后，机器视觉将原始的数据特征通过多步的特征转换得到一种更高层次、更抽象的特征表示，并进一步输入到预测函数得到最终结果，基于深度学习的机器视觉在理想状态下可以结合机器视觉的效率与人类视觉的灵活性，从而完成日趋复杂环境下的检测，尤其是涉及偏差或极端环境，满足更多下游对瑕疵精度、通用性的严苛要求。AI+机器视觉有望赋能制造业，带动制造业价值链重构。

表 4：AI+机器视觉与人眼对比优势

	人眼	机器视觉
检测速度	较慢、人眼无法看清快速运动目标	快门时间可达 10 微秒，帧率超过 1000fps
检测精度	64 灰度级，难以分辨微小目标	256 灰度级可观测微米级目标
环境要求	对环境温度与湿度适应性差	对各类环境适应性强
安全性	容易误入危险工作环境	可以通过非接触式测量减少人干预，增加安全性和操作便捷性
客观性	对目标客观性较低，数据难以量化	数据可量化、标准统一
感光范围	400mm-750mm 范围内感光	可适应较宽光谱范围
成本	用工成本逐渐递增	前期成本高，规模化后成本较低
柔性制造	相对较低。	高。利用深度学习，对不同产品具有较强兼容能力，同时能够及时对变化做出反应
信息集成	集成程度低。不同检测内容需要多工位合作协调，标准难统一，误检情况多；同时需要人工填充数据统计。	集成程度高。一次性完成待检产品的轮廓、尺寸、外观缺陷、产品高度等多技术参数测量。同时自动导出相关报表。

资料来源：高禾投资公众号，深圳市巨力方视觉技术有限公司公众号，机器人大讲堂公众号，北京市林阳智能技术研究中心，天风证券研究所

图 6: 机器视觉的“深度学习”过程



资料来源：奥普特招股书，天风证券研究所

国家出台多项政策利好 AI+机器视觉行业发展。政策从拓展产业链应用场景、加强先进适用技术与设备研发以及发展机器视觉底层技术等方面促进中国机器视觉产业的发展，同时 AI+机器视觉技术与设备在“十四五”规划中受到高度重视，2021 年底《十四五智能制造发展规划》中重点强调高分辨率视觉传感器等基础零部件和装置，体现国家对机器视觉产业的重视和支持，2022 年的《十四五数字经济发展规划》再次强调发展机器视觉等技术应用于我国智改计划。良好的政策环境将在未来一定时期内为国内相关行业持续发展与突破奠定良好的环境基础。

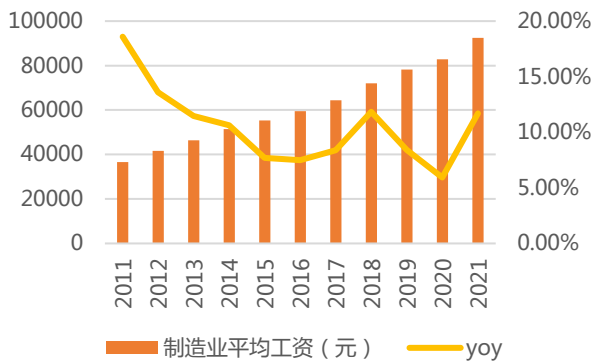
表 5: 国内相关政策一览

政策名称	时间	内容
《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》	2022 年 8 月	鼓励在制造、农业、物流、金融、商务、家居等重点行业深入挖掘人工智能技术应用场景，促进智能经济高端高效发展。智能领域优先探索工业大脑、机器人协助制造、机器视觉工业检测、设备互联管理等智能场景。
《“十四五”数字经济发展规划》	2022 年 1 月	推动农林牧渔业基础设施和生产装备智能化改造，推进机器视觉、机器学习等技术应用。
《“十四五”智能制造发展规划》	2021 年 12 月	研发微纳位移传感器、柔性触觉传感器、高分辨率视觉传感器、成分在线检测仪器、先进控制器、高精度伺服驱动系统、高性能高可靠减速器、可穿戴人机交互设备、工业现场定位设备、智能数控系统等
《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023）》	2021 年 7 月	推动 5G 应用发展有利于加快人工智能、云计算、大数据、区块链等高新技术融合赋能，不断催生出诸多新业务、新模式、新业态。5G+AI 机器视觉监测能够更广泛用于高温、井下、移动等环境，进一步拓展了人工智能的应用空间。
《关于加快推动制造业服务业高质量发展的意见》	2021 年 3 月	实施中小企业数字化赋能专项行动，集聚一批面向制造业中小企业的数字化服务商制造业计量能力提升行动。加大专用计量测试装备研发和仪器仪表研制，提升整体制造业整体测量能力和水平，赋能制造业产业创新和高质量发展。
《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023 年）》	2020 年 12 月	支持工业 5G 芯片模组、边缘计算专用芯片与操作子系统、工业视觉传感器等软硬件的研发突破

资料来源：Zaker，中国工信部，前瞻产业研究院，天风证券研究所

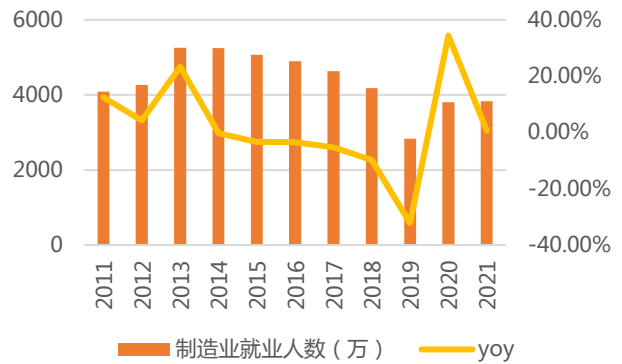
人口红利退潮，机器替代需求中长期内仍有缺口。根据国家统计局数据，我国 2022 年末 60 岁以下人口占比 80.2%，伴随人口出生率从 2011 年的 13.27‰ 下降至 2022 年的 6.77‰，中国经济周刊预计 2030 年，中国 60 岁以下人口或将降至 75%。同时制造业就业人员从 2011 年的 4088 万人降至 2021 年的 3828 万人，而制造业劳动成本则从 36665 元飙升至 92459 元，据常州钟楼金隆控股集团，老龄化问题与出生率低迷将带来未来持续性劳动力供不应求和劳动力成本上升，这将不断刺激制造企业对智能化的需求持续扩张。机器视觉作为可替代人工具备效率更高、准确度更高、际成本低等优势技术，有望进一步提高其渗透率。

图 7：2011-2021 年我国制造业平均工资水平变化



资料来源：国家统计局，天风证券研究所

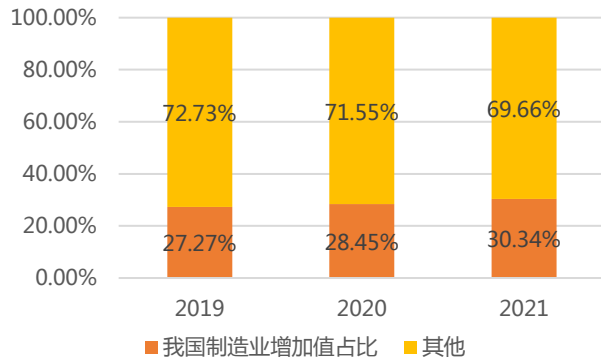
图 8：2011-2021 年我国制造业就业人数变化



资料来源：国家统计局，天风证券研究所

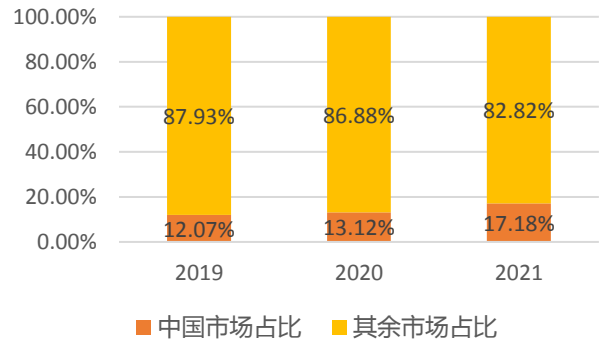
我国工业机器视觉应用渗透率仍有较大提升空间。中国工业机器视觉应用的渗透率仍处于较低的水平，仍有较大提升空间。根据快易理财网的数据，2021 年我国制造业增加值为 4.87 万亿美元，占全球比重 30.34%，相较之下，2021 年我国机器视觉产值占比仅为 17.18%。在制造业的转型升级推动下，机器视觉渗透率有望持续增加，国内庞大的制造业基数将持续释放较大的市场增量。同时，我国制造业人工智能应用市场的逐年递增反映出机器视觉的成长潜力，根据德勤数据，我国制造业人工智能应用市场从 2019 年的 12 亿元升至 2022 年的 37 亿元，预计 2025 年能够突破百亿。

图 9：2019-2021 我国制造业增加值占世界比重



资料来源：快易理财，天风证券研究所

图 10：2021 年中国机器视觉市场规模占世界比重

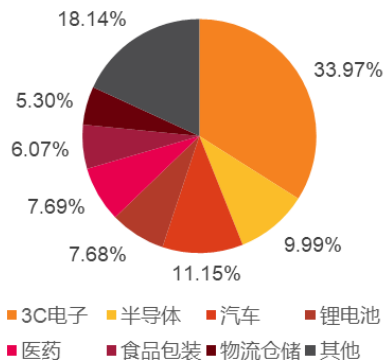


资料来源：GGII 公众号，天风证券研究所

2.2. AI+机器视觉持续赋能下游工业应用领域，有望受益于下游赛道的高景气

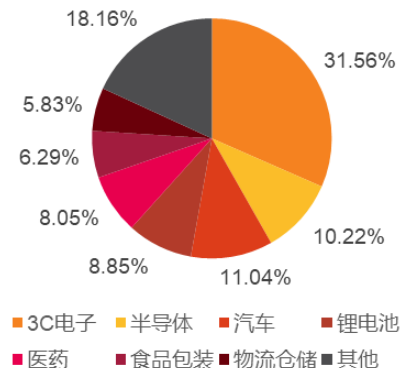
高成长性下游应用对精度要求严苛，倒逼 AI+机器视觉深度结合与升级。从需求端来看，机器视觉广泛应用于电子及半导体、汽车制造、食品包装、制药等领域，各个领域的应用场景具备较大差异性。2021 年我国消费电子、半导体、汽车为机器视觉领域的三大应用端，虽然机器视觉下游各行业对精度的要求不一，但整体来看，伴随主要应用端（消费电子、半导体、汽车、新能源）的升级迭代，对机器视觉技术的高精度需求相应提高，尤其需要深度学习的高度结合以适应下游应用的发展。

图 11：2020 年我国下游应用场景



资料来源：高工机器人公众号，电子发烧友，天风证券研究所

图 12：2021 年我国下游应用场景



资料来源：高工机器人公众号，电子发烧友，天风证券研究所

智能制造趋势是扩大机器视觉需求的关键引擎。以机器取代人工，能够帮助制造业实现自动化和智能化，是现代化制造提质、增效、降本、减排的推动力。随着我国进入全面推进智能制造阶段，机器视觉将持续向全行业渗透，应用市场需求急剧扩增，为机器视觉提供了较大的需求牵引，是机器视觉的重大战略机遇。同时根据凌云光 2022 年 7 月 14 日发布的投资者调研纪要显示，国内机器视觉的销售额在 2016-2019 年期间分别为 49、69、84、103 亿元，虽在全国工业企业技改投资经费支出中的占比逐步提升，但也仅维持在 2%-3%，由此可见国内机器视觉在工业技改中的渗透率还处于相对较低水平，未来成长空间广阔。

表 6：机器视觉在主要下游应用情况

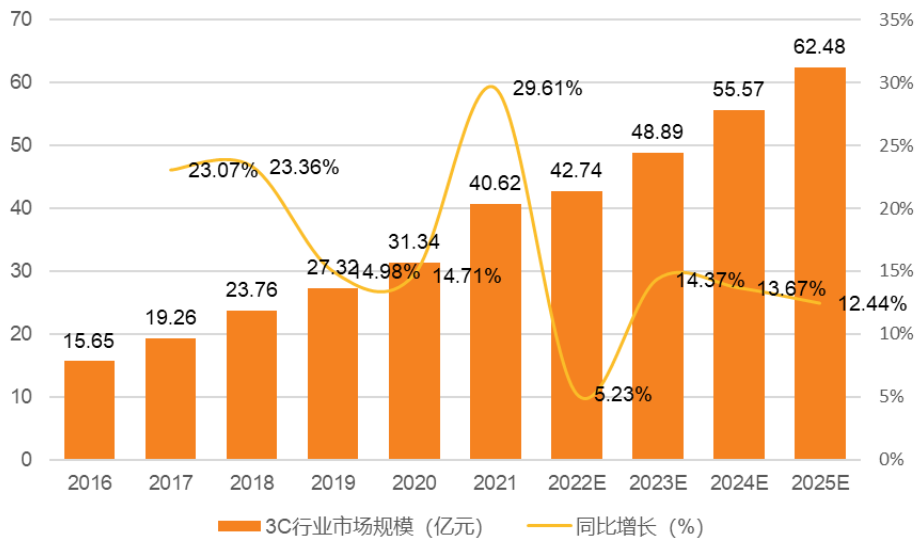
应用领域	功能	场景特点
消费电子	对产品进行 PCB/FPC/AOI 检测、零部件及整机外观检测、装配引导等	产品周期短、更新迭代快，对机器视觉投入频繁
半导体	对半导体外观缺陷、尺寸、数量、平整度、距离、定位、校准、焊点质量、弯曲度等检测	半导体行业的技术水平持续提高+对生产效率和次品率要求严格，对机器视觉精密识别、定位的器件产生广泛需求。传统人工质检方案存在检测质量不稳定等问题，机器视觉能够在汽车行业得到广泛应用。
汽车	对产品进行制造工艺检测、自动化跟踪、追溯与控制等	电池企业对检测精度、速度、图像传输、缺陷分析等领域要求愈发严苛，制造工艺革新和缺陷检测新需求持续升级，给机器视觉带来巨大发展机遇。
锂电	在锂电池前段的涂布辊压、中段工艺的电芯组装、后端化成分容检测、模组 Pack 段检测	技术的快速迭代、对质量的更要求，均驱动生产整体逐步从“自动化”向“智能化”升级，机器视觉作为实现自动化和智能化的重要系统，已在光伏产品生产的各个环节。
光伏	硅片外观缺陷检测、电池片外观检测、汇流带引线焊接质量检测、接线盒定位及焊接检测、电池片 EL 检测、铭牌及字符检测	

资料来源：常州钟楼金隆控股集团公众号，维视制造股份公众号，亿欧智库，矩视智能公众号，赛迪智库，发现报告网，天风证券研究所

2.2.1. 电子行业仍是机器视觉应用最广阔的下游领域

据常州钟楼金隆控股集团，电子信息制造行业自动化+标准化程度高，是机器视觉技术应用较早、应用最广的下游市场。根据 GGII 数据，我国 3C 电子行业机器视觉市场规模在 2021 年达到 40.62 亿元，同比增长 29.61%，2020-2025 年均复合增长率为 14.8%，该增长得益于 3C 电子产品规模的良好增长态势。2022 年以来，消费电子行业进入下行期，相对应机器视觉市场规模增速大幅放慢，但基于发展基础悠久，中短期内仍有望成为市场规模最大的下游市场。

图 13：2016-2025 年 3C 电子行业机器视觉市场规模（亿元）



资料来源：高工机器人公众号，天风证券研究所

3C 行业是工业视觉行业的应用标杆。全球机器视觉的崛起很大程度上得益于消费类电子行业的发展，一方面系元器件尺寸较小、检测要求高，适合使用机器视觉系统进行检测；另一方面该行业更新迭代快，生产设备的更新对上游机器视觉行业也产生了较大的需求。整体来看，在 3C 电子行业，元器件、部件和成品的制作各环节都需要机器视觉的协助，其中 70%的机器视觉产品用于检测环节，由于技术工艺的高要求，3C 电子行业设备制造对机器视觉技术存在刚性需求。

表 7：机器视觉在电子制造生产线应用情况

类型	环节	机器视觉需求
元器件	部件模组—显示触控—成品组装	视觉检测、引导
显示屏	外观检测、点灯检测、分辨率检测	视觉检测
线路板检测	底片质检（内层版-外层板）	视觉检测系统

资料来源：亿欧智库，发现报告网，天风证券研究所

伴随 3C 产品不断升级，未来对机器视觉效率和精度有更高的要求。从消费电子行业趋势来看，目前机器视觉技术已经覆盖多个制造环节，同时消费者对消费电子的质量需求推动了消费电子产品需要通过更高效、更精细的机器视觉检测技术以提升产能和质量，机器视觉在电子行业的渗透率有望进一步提升。

表 8：应用于消费电子的机器视觉企业

公司	经营范围
康耐视	据 CINNO Research 调研，消费电子制造领域从事视觉检测业务市场份额前五企业之一。
基恩士	全球传感器和测量仪器的主要供应商，产品覆盖面极其广泛，客户遍及各行业。
Young Woo DSP	主营业务为平板显示制造设备。主要产品 AMOLED Cell 自动点灯检测设备在行业内处于领先地位，在三星显示、京东方等主流面板制造商中拥有较高的占有率。
凌云光	在消费电子领域，公司主要提供对应不同检测需求的通用型可配置视觉系统
海康机器人	面向全球的机器视觉和移动机器人产品及解决方案提供商，应用领域包括消费电子
奥普特	公司提供的机器视觉产品已广泛应用于各类高端装备中，服务于 3C 电子、新能源、半导体、汽车、医药及食品加工等多个行业
博众精工	博众精工整合了运动控制、影像处理、镭射量测、机械手、精密贴装密压台等技术，并配合软件系统开发，可为客户提供较为全面的产品和服务。
科瑞技术	产品主要包括自动化检测设备和自动化装配设备、自动化设备配件、精密零部件，公司产品主要应用于移动终端、新能源、汽车、硬盘、医疗健康和物流等行业。

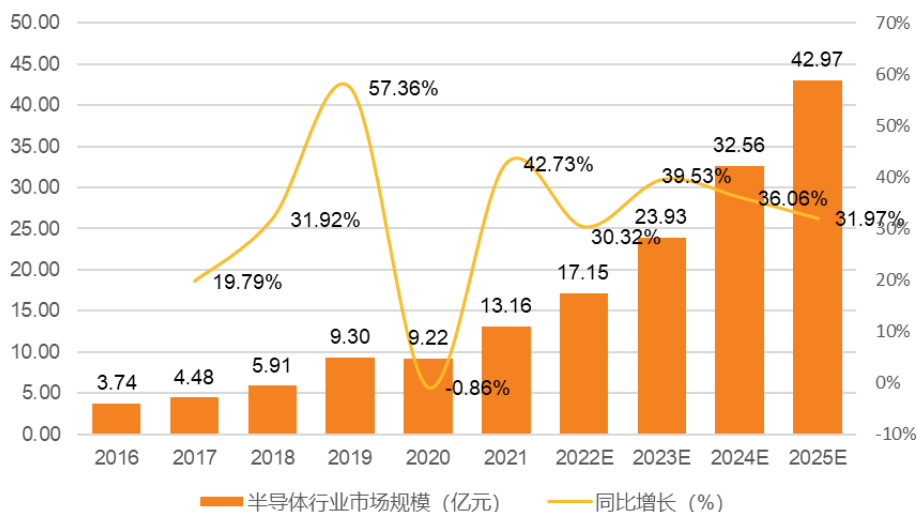
矩子科技	机器设备的上市企业，是苹果、华为、小米、OPPO、VIVO 等知名企业或其代工厂商的重要机器视觉设备供应商。
华兴源创	国内知名工业自动测试设备与整线系统解决方案提供商，主要服务平板显示、半导体、新能源和通讯等行业。是苹果面板检测设备的合格供应商。
精测电子	主营业务为平板显示检测系统的研发、生产与销售，主营产品包括模组检测系统、面板检测系统、OLED 检测系统、AOI 光学检测系统和平板显示自动化设备。主要客户包括京东方、华星光电等。
阿丘科技	专注于工业 AI 视觉及智能分析服务，产品应用于消费电子、汽车、电路半导体等行业场景。

资料来源：凌云光招股书，天准科技招股书，矩子科技定向增发书，联想控股微空间公众号，Wind，天风证券研究所

2.2.2. 机器视觉为半导体的刚性需求有望受益于高景气赛道的需求扩张

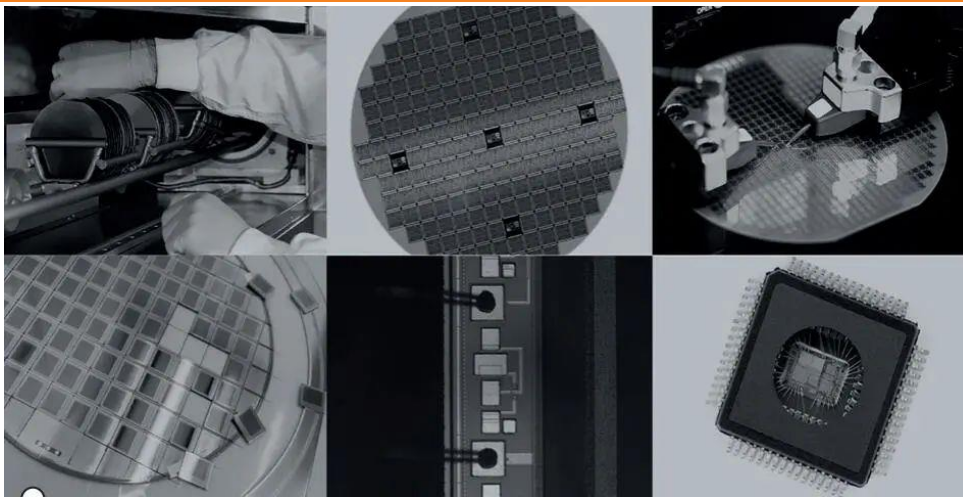
半导体产业以其集成度高、精细度高的特点成为机器视觉技术大规模应用最早的领域之一。半导体行业机器视觉应用占比在 2020-2021 年间有所扩大。同时，根据 GGII 数据显示，2021 年半导体行业机器视觉市场规模为 13.16 亿元，同比增长 42.73%，该增长主要系受益于 2021 年起我国各大半导体公司的扩产计划，直接影响了机器视觉在晶圆检测中的扩大应用，本轮缺芯推动了扩产潮开始陆续达产，随着各地新建晶圆产线陆续达产，短期内仍将利好机器视觉行业。根据 GGII 预测，2025 年半导体行业机器视觉市场规模将超过 40 亿元，2020-2025 年均复合增长率约为 36%。

图 14：2016-2025 年半导体行业机器视觉市场规模（亿元）



资料来源：高工机器人公众号，天风证券研究所

机器视觉在半导体制造过程中的速度和精确性优势明显。目前已涵盖半导体的外观缺陷、尺寸、数量、平整度、距离、定位、校准、焊点质量、弯曲度等的检测，同时覆盖晶圆制作中的检测、定位、切割、封装过程全程。相别与传统芯片检测与激光测量技术测量，基于机器视觉的芯片缺陷检测技术以更灵活、实时、非接触式、高能高精度的检测技术，在半导体行得到了更为广泛的应用。



资料来源：MVTec 公众号，天风证券研究所

未来,伴随车规级 IC 需求持续旺盛+消费级 IC 去库存到位+ChatGPT 带动的 AI 芯片需求,机器视觉行业作为半导体行业的刚性需求,将继续迎来行业规模的扩张。首先,车规级 IC 的景气度颇高,市场规模增长客观,据中国汽车工业协会统计,2022 年中国新能源汽车出货量达到 688.7 万辆,渗透率已超过 20%,汽车芯片在新能源汽车高速增长下,需求将持续扩大,以 MCU 为例,相比于传统汽车的 70 颗/辆的配置,智能汽车可达到 300 颗/辆。其次,景气下行的消费级 IC 有望在 2023 年恢复正常库存与价格水平,同时在消费电子行业 2023 进入业绩修复期的背景下,需求向上波动或将带来半导体供给端补库存,迎来景气上行拐点。再者,2023 年引起关注的 ChatGPT 有望成为半导体产业发展新动能,以 ChatGPT 为代表的相关 AI 应用涌现带来庞大算力缺口, GPU 等 AI 芯片作为算力承载主体有望迎接放量预期。我们认为,机器视觉作为芯片制造的刚性需求,将有望受益于芯片市场的高景气发展。

表 9：应用于半导体的机器视觉企业

公司	经营范围
ISRA (瑞典)	拥有领先的表面检测技术和 3D 视觉技术,用于机器人引导、质量检查以及通过工业自动化和表面视觉两条业务来进行计量,业务遍及全球 25 个国家和地区。
Hennecke (德国)	生产的硅片检测系统在全球光伏产业链的硅片检测中占有主导份额。
矩子科技	机器设备设备的拟上市企业,产品 Wafer AOI、DieAttach&WireBond AOI 用于半导体行业。
华兴源创	国内知名工业自动测试设备与整线系统解决方案提供商,主要服务平板显示、半导体、新能源和通讯等行业。是苹果面板检测设备的合格供应商。
阿丘科技	专注于工业 AI 视觉及智能分析服务,产品应用于消费电子、汽车、电路半导体等行业场景,获得数十家行业标杆客户的认可。

资料来源：联想控股微空间公众号，机器视觉产业联盟公众号，天准科技招股书，矩子科技定增说明书，凌云光招股书，Wind，天风证券研究所

2.2.3. 机器视觉的汽车检测市场稳固，搭载 AI 助力突破自动驾驶

汽车领域在机器视觉应用中为长期高位发展的个中翘楚。根据 GGII 的数据,2021 年汽车行业机器视觉市场规模为 14.21 亿元,同比增长 38.1%。比较同期全国乘用车销量与新能源车销量的情况,2021 年全国乘用车销量同比增长 3.8%,新能源汽车销量同比增长 157.5%,可见汽车机器视觉的增长速度(38.1%)落后于新能源汽车的增长速度(157.5%),主要系因为传统汽车领域仍为机器视觉的主要应用领域。未来,随着新能源汽车领域机器视觉需求的持续探索,有望成为机器视觉的成长新动力,根据 GGII 的预测,2025 年机器视觉汽车行业将接近 40 亿元,2020-2025 年均复合增长率达到 30%。

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/136044210040011012>