

人形机器人

专题一：前景广阔，飞轮待启

机器人细分领域丰富，市场发展前景广阔。机器人发展至今技术水平上已具备进行复杂的逻辑推理、判断及决策的能力，能够根据内外环境变化，实时作出决策。智能化程度提升推动机器人快速发展，产品在美欧日韩等发达国家已初具规模。我国机器人市场保持高速增长，2022 年市场规模 174 亿美元，同比增长 22.54%，2017-2022 年 CAGR 22.1%。

工业机器人率先爆发，我国市场稳步增长。工业机器人现已在汽车、电子、金属制品、塑料及化工产品等行业得到广泛应用。随着产业链逐步成熟，工业机器人均价持续下探，推动其在新兴发展中国家的普及。2021 年我国工业机器人市场规模 75 亿美元，同比增长 15.38%；工业机器人密度 322 台/万人，全球排名升至第 5 位。未来在产业持续升级、政策鼓励等因素推动下，我国工业机器人将有望保持稳步增长。

服务机器人细分场景丰富，潜在成长可期。服务机器人可分为个人/家用、公共服务和特种机器人。其中公共服务领域细分场景众多，可以衍生出物流配送、教育服务、医疗诊断等多种类型。近年来，在“无接触”服务推动下，服务机器人发展呈加快趋势，餐饮配送机器人、专业清洁机器人不断进入大众生活。2021 年我国服务机器人市场规模 49 亿美元，同比增长 33.4%，2017-2021 年 CAGR 21.1%。

人形机器人最具潜力，前景广阔。“拟人”优势赋予人形机器人普适性，使其更易融入社会生活，为人类工作、生活、交流提供多样化支持，具备广阔的应用场景，产业蕴含的巨大价值潜力和投资机遇。随着智能化、自主化运动能力提升，成本逐步下探，人形机器人的需求有望在下一个十年出现爆发式增长，率先在制造业率先投入使用，逐步拓展至家用、公共服务领域；建立起研发—生产—销售—产品迭代—进一步刺激需求释放和产业壮大的良性发展循环。

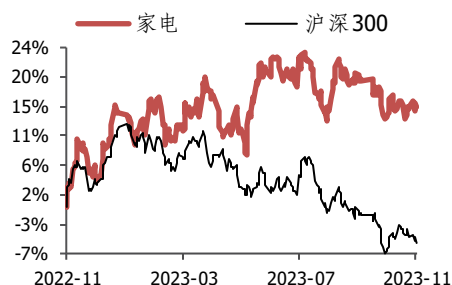
投资建议：短期看工业机器人市场成熟度较高，有望持续增长；服务机器人的市场普及正在加速。中长期看人形机器人凭借形态和功能优势，有望成为机器人领域新的增长驱动力量，并可能替代部分工业和服务机器人需求。

人形机器人产业链部分相关标的：1) 传感器：宇立仪器、奥比中光、柯力传感、Honeywell、Velodyne 等；2) 控制器：固高科技、雷赛智能、Rockwell Automation 等；3) 电机：鼎智科技、鸣志电器、Kollmorgen、MACCON 等；4) 减速器：绿的谐波、双环传动、中大力德、汉宇集团、Harmonic、Nabtesco 等；5) 编码器：奥普光电、TAMAGAWA、Omron、Danaher 等；5) 丝杠：江苏雷利、恒立液压等；6) 总成：三花智控、拓普集团等；7) 整机：小米、优必选、Telsa、SoftBank、Rainbow Robotics 等。

风险提示：技术研发不及预期、降本进程不及预期、产业政策不及预期、商业化落地不及预期。

强于大市（首次评级）

行业走势



作者

分析师 荣泽宇

执业证书编号：S1070523040002

邮箱：rongzeyu@cgws.com

分析师 刘鹏

执业证书编号：S1070520030002

邮箱：liupeng@cgws.com

联系人 陈玥桦

执业证书编号：S1070122080057

邮箱：chenyuehua@cgws.com

相关研究

内容目录

1. 机器人：技术进步推动行业持续成长.....	5
1.1 机器人定义与分类.....	5
1.2 机器人发展历程：智能化和自主化	6
1.3 机器人市场规模持续增长	8
2. 工业机器人：最先爆发的分支，产业升级加快普及.....	10
2.1 工业机器人定义、分类.....	10
2.2 工业机器人产业链：分工明确，成熟度较高	12
2.3 产业升级助推规模增长，国产化替代进行时	13
3. 服务机器人：细分场景丰富，潜在空间巨大	19
3.1 服务机器人定义、分类.....	19
3.2 服务机器人产业链：集成品牌商话语权较大	20
3.3 扫地机器人市场成熟，公共服务机器人增长可期	21
4. 特种机器人：聚焦特殊场景，替代和造福人类.....	24
4.1 特种机器人定义、分类.....	24
4.2 特种机器人市场稳步增长	24
5. 人形机器人：最具潜力，前景广阔	26
5.1 未来应用潜力最大的机器人.....	27
5.2 商业化有望推动产业发展飞轮启动，兑现潜力.....	28
5.3 人形机器人有望率先落地制造业.....	31
6. 投资建议.....	34
风险提示	35

图表目录

图表 1:	特斯拉机器人样机	5
图表 2:	我国机器人分类标准-分应用领域	6
图表 3:	机器人智能化发展历程	7
图表 4:	人形机器人发展历程	8
图表 5:	全球机器人市场规模	8
图表 6:	中国机器人市场规模	8
图表 7:	2022 年全球机器人市场结构—按 IFR 分类标准	9
图表 8:	2021 年全球机器人市场结构—按我国分类标准	9
图表 9:	2021 年中国机器人市场结构—按我国分类标准	9
图表 10:	工业机器人介绍—分机械结构	10
图表 11:	工业机器人介绍—分用途	11
图表 12:	工业机器人介绍—分应用场景	11
图表 13:	工业机器人产业链	12
图表 14:	我国工业机器人产业分布	13
图表 15:	全球工业机器人市场规模	13
图表 16:	全球工业机器人安装量	13
图表 17:	中国工业机器人市场规模	14
图表 18:	中国工业机器人安装量	14
图表 19:	中国工业机器人密度	14
图表 20:	主要国家工业机器人密度	14
图表 21:	中国工业机器人市场销额结构—分机械结构	15
图表 22:	中国工业机器人市场销量结构—分机械结构	15
图表 23:	中国工业机器人市场销额增速—分机械结构	15
图表 24:	中国工业机器人市场销量增速—分机械结构	15
图表 25:	中国多关节机器人销售额	16
图表 26:	中国多关节机器人销量	16
图表 27:	中国平面关节机器人销售额	16
图表 28:	中国平面关节机器人销量	16
图表 29:	中国协作机器人销售额	17
图表 30:	中国协作机器人销量	17
图表 31:	中国并联机器人销售额	17
图表 32:	中国并联机器人销量	17
图表 33:	中国工业机器人销量结构—分用途	18
图表 34:	中国工业机器人销量结构—分应用场景	18
图表 35:	2020 年全球工业机器人市场份额	18
图表 36:	2022 年中国工业机器人市场份额	18
图表 37:	服务机器人介绍—分应用场景	19
图表 38:	中国服务机器人产业链部分企业	20
图表 39:	中国服务机器人产业区域分布	20
图表 40:	全球服务机器人市场规模	21
图表 41:	中国服务机器人市场规模	21
图表 42:	全球服务机器人市场份额—分应用场景	21
图表 43:	全球专业服务机器人市场份额—分应用场景	21
图表 44:	中国扫地机器人市场规模	22
图表 45:	2023H1 中国扫地机器人市场销额和销量份额	22

图表 46:	中国商用清洁机器人市场结构.....	22
图表 47:	中国商用清洁机器人市场格局.....	22
图表 48:	九号送物机器人.....	23
图表 49:	九号送餐机器人.....	23
图表 50:	中国医疗服务机器人市场规模.....	23
图表 51:	中国医疗服务机器人主要戏份赛道渗透率.....	23
图表 52:	可变形搜救机器人.....	24
图表 53:	军用战斗机器人.....	24
图表 54:	中国特种机器人市场规模.....	24
图表 55:	2021 年中国特种机器人市场结构.....	24
图表 56:	中国特种机器人产业区域分布.....	25
图表 57:	人形机器人发展展望.....	26
图表 58:	恐怖谷理论.....	27
图表 59:	集成感知-驱动-反馈功能的人工神经肌肉纤维的概念示意图.....	27
图表 60:	《人形机器人创新发展指导意见》重点关注的人形机器人产业环节.....	28
图表 61:	人形机器人产业链.....	29
图表 62:	人形机器人主要零部件成本结构.....	30
图表 63:	新能源汽车和人形机器人智能水平分级参考.....	31
图表 64:	人形机器人核心零部件.....	32
图表 65:	人形机器人部分代表企业.....	33
图表 66:	人形机器人部分相关标的.....	34

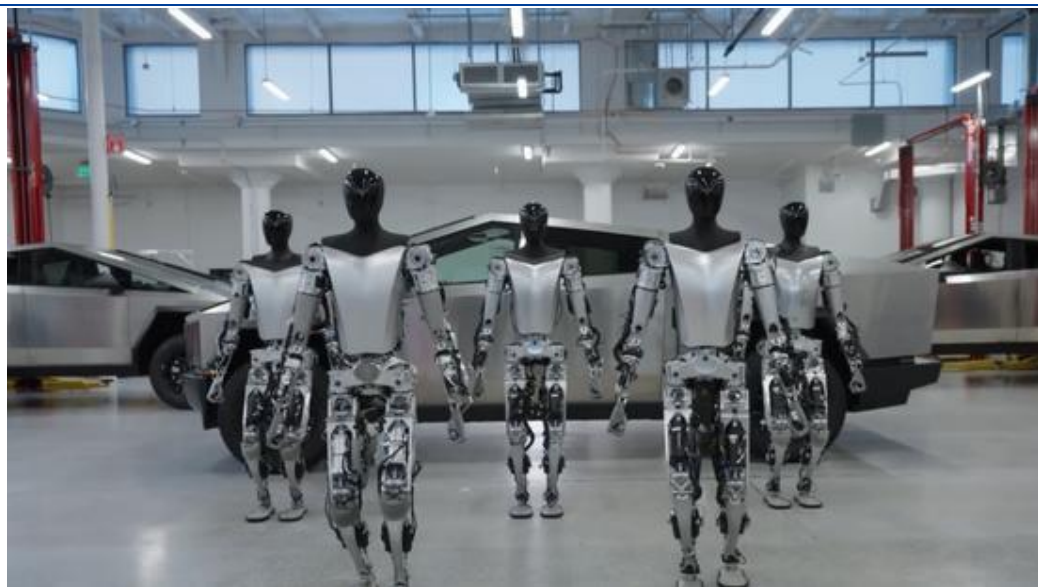
1. 机器人：技术进步推动行业持续成长

1.1 机器人定义与分类

机器人（Robot）是指包括一切模拟人类行为或思想与模拟其他生物的机械（如机器狗、机器猫等），其特点是可编程性、灵活性、自动性。机器人具有感知、决策、执行等基本特征，可以辅助甚至替代人类完成危险、繁重、复杂的工作，提高工作效率与质量，服务人类生活，扩大或延伸人的活动及能力范围。狭义上对机器人的定义还存在很多分类法及争议，主要国家及国际组织对机器人的定义有：

- 国际标准组织（ISO）：机器人是一种能够通过编程和自动控制来执行诸如作业或移动等任务的机器，其机械结构具有一定的自由度，通过控制系统完成移动、操纵或定位。
- 美国机器人协会（RIA）：机器人是一种用于移动各种材料、零件、工具或专用装置，通过可编程动作来执行各种任务，并具有编程能力的多功能操作机。
- 日本机器人协会（JIRA）：机器人是一种带有记忆装置和末端执行器的、能够通过自动化的动作而代替人类劳动的通用机器。
- 《中国大百科全书（第二版）》：机器人具有类似某些生物器官功能、用以完成特定操作或移动任务的应用程序控制的机械电子自动装置。
- 国家标准 GB/T 36530-2018：机器人是具有两个或两个以上可编程的轴，以及一定程度的自主能力，可在其环境内运动以执行预定任务的执行机构。

图表1：特斯拉机器人样机



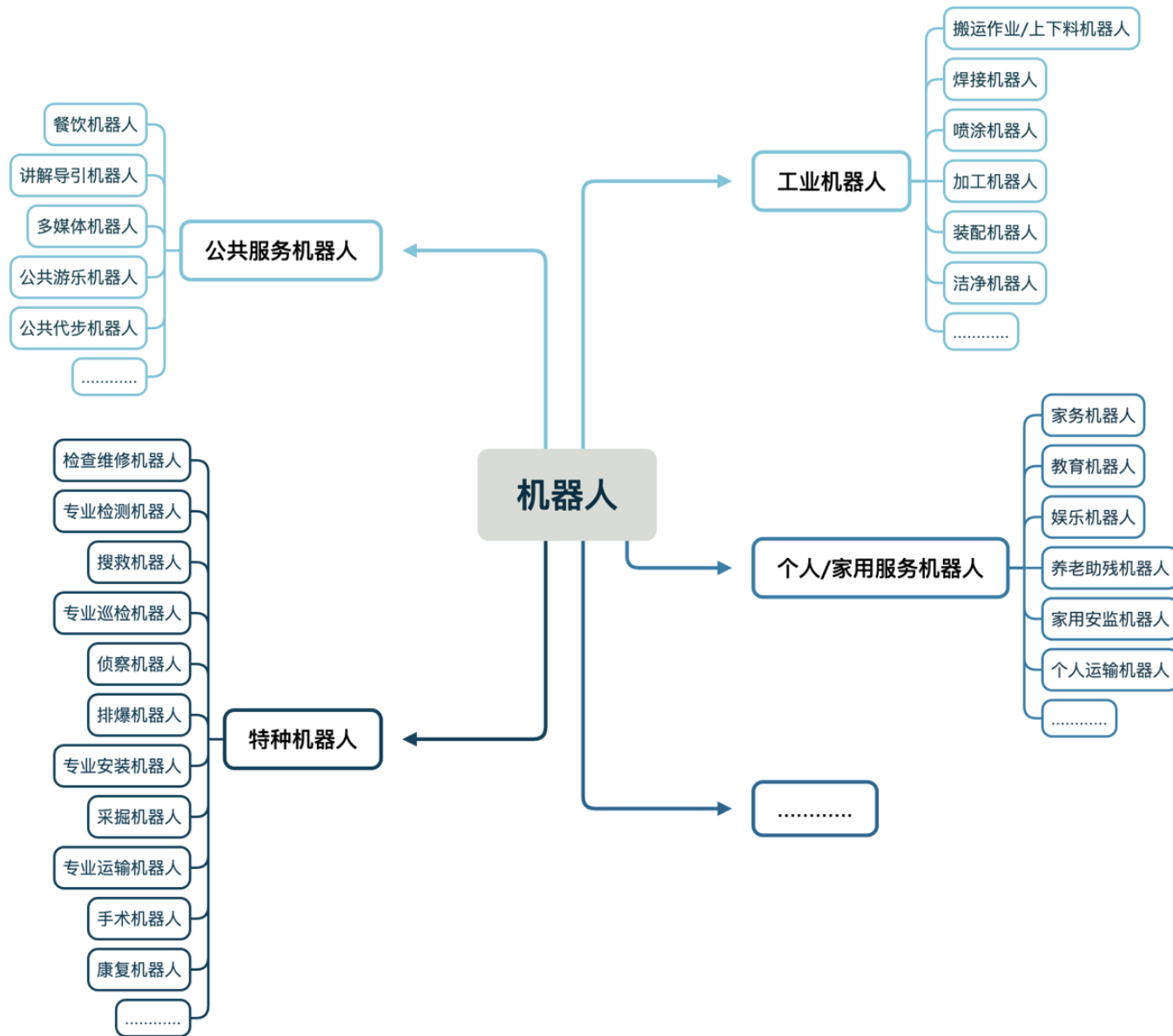
资料来源：特斯拉官网，长城证券产业金融研究院

关于机器人的分类，根据标准和国家、组织的不同，机器人有着不同的分类标准。

- 根据用途的不同，国际标准组织将其分为工业机器人、服务机器人和医疗机器人；国际机器人联合会（IFR）将其分为工业机器人和服务机器人；我国国家标准将其分为工业机器人、个人/家用服务机器人、公共服务机器人、特种机器人和其他应用领域机器人。

- 根据信息输入方式的不同，日本工业机器人协会将其分为手动操作手、定序机器人、变序机器人、复演式机器人、程控机器人和智能机器人。

图表2: 我国机器人分类标准-分应用领域



资料来源: GB/T 39405-2020 国家标准, 长城证券产业金融研究院

1.2 机器人发展历程: 智能化和自主化

初代机器人诞生于 20 世纪 40 年代, 发展至今其理论知识、生产制造、功能形态等均有明显优化。根据智能化程度, 机器人产品可划分为三代: 示教再现机器人、感知反馈机器人、自主决策机器人。

- 1.0 示教再现机器人 (1940-1960): 这一阶段产品具有记忆、存储能力, 能够按照相应程序重复作业, 但是对周围环境基本没有感知与反馈控制能力。产品代表有 1947 年美国橡树岭国家实验室研发的遥控机器人、1962 年美国研发的通用示教再现机器人。
- 2.0 感知反馈机器人 (1970-2010): 随着传感技术、控制技术发展, 机器人智能化

程度明显提升，这一阶段产品能够获得作业环境、对象的部分信息，一部分产品还能完成信息的实时处理。全球多地涌现出多家优质机器人企业，扫地机器人、仿生机器人等逐渐步入商品化阶段。产品代表有 1999 年索尼推出的犬型机器人爱宝、2002 年美国 iRobot 公司推出的扫地机器人 Roomba 系列。

- 3.0 自主决策机器人（2010 至今）：图像识别、自然语言处理、机器视觉等人工智能技术不断赋能，这一阶段产品具有进行复杂的逻辑推理、判断及决策的能力，能够根据内外环境变化，实时作出决策，但是完全理想化的智能机器人还处于研究阶段。

图表3: 机器人智能化发展历程



资料来源：艾瑞咨询，长城证券产业金融研究院

人形机器人作为机器人领域最重要的分支之一，其技术发展起步于 1960 年代后期，以日本的研究成果最为显著。根据产品运动和交互功能成熟度，可大致分为四个阶段：

- 早期发展阶段（2000 年以前）：1973 年早稻田大学研发出的世界第一款人形机器人 WABOT-1 的 WL-5 号两足步行机，1986 年，日本本田开始进行人形机器人 ASIMO 的研究，并成功于 2000 年发布第一代机型。本田第一代 ASIMO 可以实现无线遥感，产品形态足够小型化和轻量化，但运动平衡性较差、智能化程度较低。
- 高度集成发展阶段（2000-2015）：这一阶段参与企业逐渐增加，他们主要攻克特定场景下的人形机器人，例如 2003 年日本丰田发布的“音乐伙伴机器人”，其可以实现吹喇叭、拉小提琴等乐器演奏功能；日本本田推出的第三代 ASIMO，其利用传感器避开障碍物等自动判断并行动的能力，还能用五根手指做手语，或将水壶里的水倒入纸杯。
- 高动态运动发展阶段（2015 年至今）：这一阶段运动能力明显提升，例如 2016 年美国波士顿动力公司发布的双足机器人 Atlas 具有较强的平衡性和越障碍能力，能够承担危险环境搜救任务。优必选发布的 Walker X 采用 U-SLAM 视觉导航技术，实现自主规划路径；基于深度学习的物体检测与识别算法、人脸识别等，可以在复杂环境中识别人脸、手势、物体。但是目前人形机器人仍难实现运动和交互功能的融合，产品实用性较差、成本较高。

- 高度智能化发展阶段（2025 年左右至今后）：特斯拉有望在 2025 年前后落地一款兼具高动态运动性能和高度智能化的人形机器人 Optimus，并且有望小批量应用于汽车工厂。若这一目标能实现，有望较大程度推动人形机器人智能化进程。

图表4：人形机器人发展历程

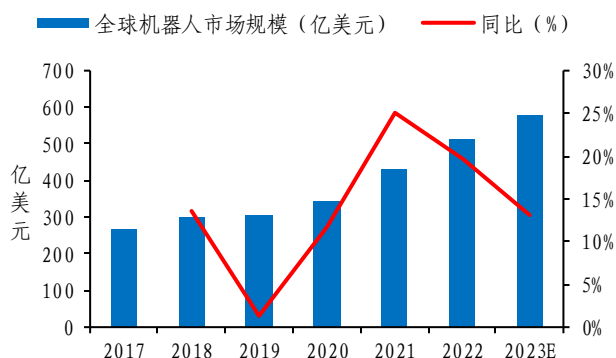
时间阶段	代表产品	主要功能
2000 年以前	本田第一代 ASIMO 等	较早落地的智能双足机器人之一，可以实现无线遥感，产品形态足够小型化和轻量化
2000-2015 年	本田第三代 ASIMO 等	具备利用传感器避开障碍物等自动判断并行动的能力，还能用五根手指做手语，或将水壶里的水倒入纸杯。至此人形机器人已具备初步的行动能力，逐步向特定场景应用发展
2015 年至今	波士顿动力 Atlas、优必选 Walker X 等	参与者快速增多，技术研发侧重于运动能力或者交互能力，使得产品具有更好的平衡性和越障能力，交互能力也有明显提升
2025 年左右	特斯拉 Optimus 等	产品运动和交互性能基本满足独立工作需要，可在工厂等领域小批量应用，AI 技术发展有望加速机器人智能化

资料来源：中国机器人网，长城证券产业金融研究院整理

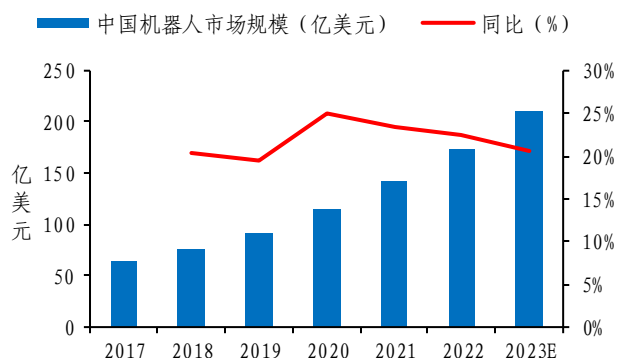
1.3 机器人市场规模持续增长

多品类全球化普及，中国市场快速发展。机器人作为新兴技术的重要载体和现代产业的关键装备，市场渗透逐步从美欧日韩等发达国家拓展至中国等新兴发展中国家；机器人品类也由工业机器人延伸至扫地机器人、手术机器人、军用机器人等多领域。机器人潜在需求不断被挖掘，全球机器人市场销售率创新高，2022 年全球机器人市场规模 513 亿美元，同比增长 19.58%，2017-2022 年 CAGR 为 14.0%；我国机器人市场规模 174 亿美元，同比增长 22.54%，2017-2022 年 CAGR 为 22.1%，增速持续领先全球。

图表5：全球机器人市场规模



图表6：中国机器人市场规模

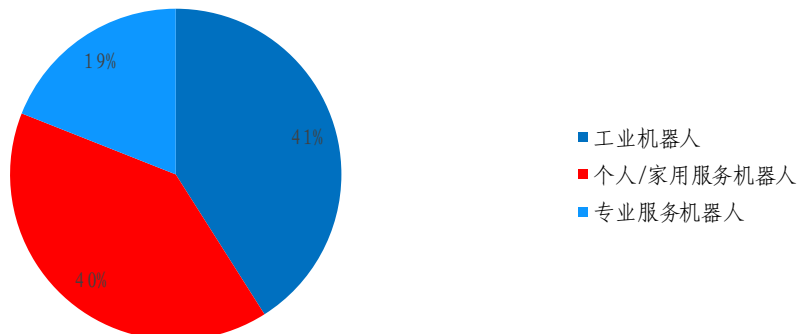


资料来源：中商产业研究院，IFR，长城证券产业金融研究院

资料来源：中商产业研究院，IFR，长城证券产业金融研究院

市场结构方面，工业机器人发展更早、产业更成熟，目前是机器人市场主要分支，2022年全球市场份额为41%；个人/家用服务机器人受益于扫地机器人爆发，市场份额仅次于工业机器人，占比40%；专业服务机器人尚处于探索期，细分领域众多，未来发展前景可期，占比19%。

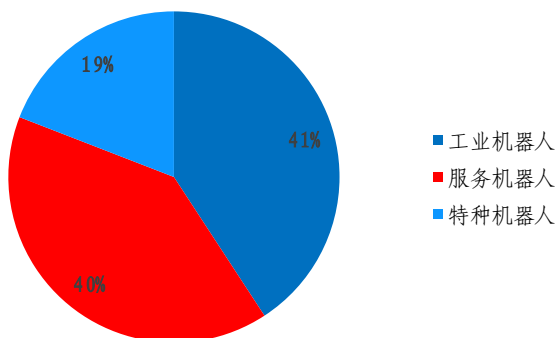
图表7: 2022年全球机器人市场结构—按IFR分类标准



资料来源: 中商产业研究院, IFR, 长城证券产业金融研究院

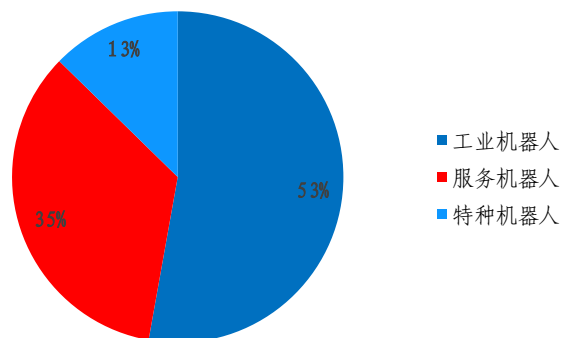
根据我国分类标准，2021年全球工业机器人、服务机器人、特种机器人市场份额分别为41%、40%、19%；我国工业机器人、服务机器人、特种机器人市场份额分别为53%、35%、13%。

图表8: 2021年全球机器人市场结构—按我国分类标准



资料来源: 《2022年中国机器人产业发展报告》，IFR, 长城证券产业金融研究院

图表9: 2021年中国机器人市场结构—按我国分类标准



资料来源: 《2022年中国机器人产业发展报告》，IFR, 长城证券产业金融研究院

2. 工业机器人：最先爆发的分支，产业升级加快普及

2.1 工业机器人定义、分类

根据国际标准组织的定义，工业机器人（Industry Robot）是指面向工业领域的多关节机械手或多自由度的机器人，其特点是能够靠自身动力和控制能力来实现各种功能、可以接受人类指挥也可以按照预先编排的程序运行。根据机械结构、用途、应用场景，工业机器人分类标准如下：

- 根据机械结构不同可分为多关节机器人、SCARA 机器人、协作机器人和并联机器人。多关节机器人运动形态多样、负载相对较高，应用范围最广；协作机器人与 SCARA 机器人的结构相对紧凑，部署更为灵活；并联机器人速度快、精度高，适用于高速分拣场景。

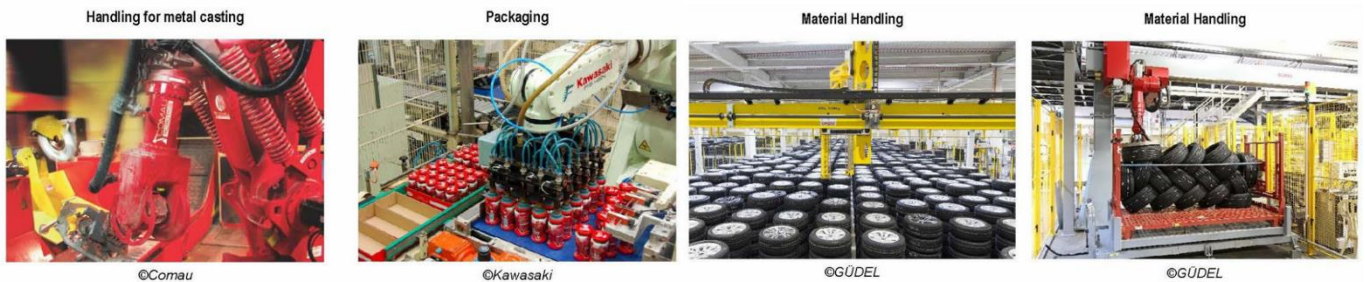
图表10：工业机器人介绍—分机械结构

工业机器人按机型分类	产品形态	定义	适用场景	应用示例	重复定位精度要求	负载	运行速度
多关节机器人		具有固定基座，有4~10轴的关节，并配有多种末端夹具	如搬运、装配、喷涂、切割等	纸箱混拆，机器人识别并抓取尺寸不一、随意堆叠的纸箱放置于指定位置	 <0.05mm	 10-200kg	 运行速度：~5米/秒
SCARA机器人		水平多关节机器人，机器人臂固定在Z轴上，同时在X、Y轴上旋转运动	紧凑型的取放场景如装配、上下料等	笔记本触控板装配，取料后机械手运行至整机框架并进行孔位识别，进行组装	 <0.03mm	 <10kg	 标准循环速度：<0.4秒
协作机器人		结构与多关节机器人类似，且可以在无防护栏的情况下与人近距离协同工作	在人工旁边由机器协同完成的场景如搬运、装配、喷涂、切割等	螺丝锁付，根据锁螺丝产品要求，配置适当的扭力，自动锁螺丝	 <0.05mm	 <5kg	 运行速度：~2米/秒
并联机器人		动平台和定平台通过至少两个独立的运动链相连接，机构具有两个或以上的自由度，以并联方式驱动	寻找针对小型物件，快速取放如分拣、装箱等	食品分拣装箱，根据产品的规格、摆放方式、托盘规格等条件进行自动分拣	 <0.03mm	 <10kg	 分拣速度：100~200次/分钟

资料来源：灼识咨询，长城证券产业金融研究院

- 根据用途的不同可分为搬运机器人、焊接机器人、装配机器人、喷涂机器人、分拣机器人、码垛机器人。搬运、装配机器人对负载要求较高，一般使用多关节机器人；分拣、码垛机器人对灵活性、精准度要求较高，一般使用 SCARA 机器人。

图表 11: 工业机器人介绍—分用途



资料来源：国际机器人联合会，长城证券产业金融研究院

- 根据应用场景不同可分为汽车、电子、金属制品、食品工业、快消零售用机器人。电子、金属制品行业通常需要精密装配，多采用结构紧凑、速度快的 SCARA 机器人；汽车行业焊接、装配、码垛等环境均可应用机器人，通常选择多关节机器人和 SCARA 机器人；食品工业、快消零售行业负载通常较小，通常选择并联机器人和协作机器人。

图表 12: 工业机器人介绍—分应用场景

行业	应用场景					核心考虑因素
	码垛/拆垛	分拣/拣选	装配	焊接/切割等	装盒	
汽车	零配件上下料	零配件深框拣选	轮胎、车灯、仪表 盘等装配	零部件涂胶	/	设备精度、稳定性、 厂家服务
电子	零配件上下料	零配件拣选	电子元器件装配 辅料贴合 螺丝锁付	锂电侧烫、贴胶、 焊接 PCB检测	电子产品自动装盒 (如手机及其配件)	产品价格、投资回 报周期、安全、稳 定性
金属制品	原材料、零配件上 下料	零配件拣选	螺丝锁付	原材料切割 轴承涂胶、注黄油	/	产品价格、投资回 报周期、安全、稳 定性
快消零售	原材料、零配件上 下料	商品拣选	产品装配	产品表面喷胶	产品装盒、装箱 贴标签	产品价格、灵活性、 兼容性

● 多关节机器人可应用场景 ● 协作机器人可应用场景
● SCARA 机器人可应用场景 ● 并联机器人可应用场景

注：工业机器人还可用于化工、医药等领域。

资料来源：灼识咨询，长城证券产业金融研究院

2.2 工业机器人产业链：分工明确，成熟度较高

工业机器人产业上/中游重技术，下游系统集成重品牌。上游零部件主要包括控制器、伺服系统、减速器等，受限于基础材料、生产工艺、专利技术等要素，中高端零部件主要依赖进口，中低端市场可实现自主覆盖。中游本体制造对产品设计能力和生产工艺要求高，国内企业具备一定优势，在 Delta、SCARA、协作机器人等产品上市场份额较高，大负载六轴机器人仍被外资垄断。下游集成商主要根据用途和应用场景提供定制化产品和服务，由于工业机器人尺寸需要根据生产线、工业机床设计方案确定，产品落地周期较长，品牌效益明显。

图表 13：工业机器人产业链



资料来源：艾瑞咨询，长城证券产业金融研究院

我国工业机器人产业布局集中于沿海地区。自 1959 年美国 Unimation 公司设计出世界第一台工业机器人后，工业机器人生产技术及其产品成为柔性制造系统、自动化工厂和计算机集成制造系统等的自动化工具。随后美欧、日本等发达国家逐渐将工业机器人投入到制造业中。20 世纪 90 年代，韩国和中国也逐渐加入其中。在这些国家内部，机器人产业集群普遍集中在机器人领域的特定产业地区、城市或者顶尖大学附近。例如，波士顿、硅谷和匹兹堡常被认为是美国三个最主要的机器人产业聚集区。

在我国，企业用工成本上升、人口老龄化速度加快、政策扶持制造业产业升级等大背景下，机器替人逐渐成为行业转变要素结构、大幅提升生产效率的重要途径之一。目前我国已形成京津冀、长三角、珠三角以及东北部、中部和西部这六个机器人产业聚集区，并且这些聚集区均已建设了一定数量的工业机器人产业园区。

图表 14: 我国工业机器人产业分布

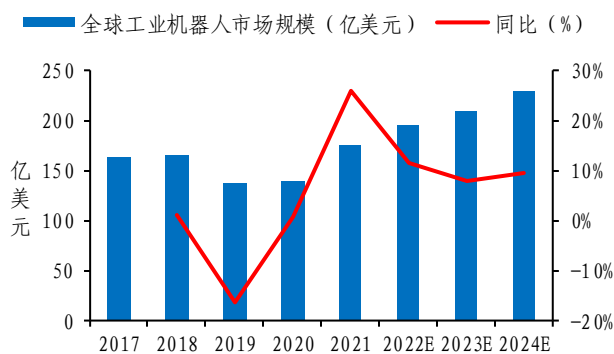


资料来源: 中机院, 长城证券产业金融研究院

2.3 产业升级助推规模增长, 国产化替代进行时

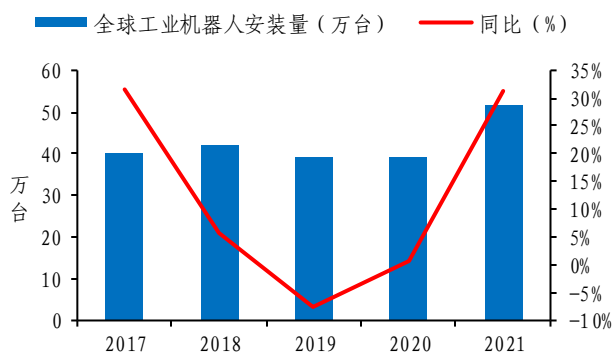
全球产业升级趋势不变, 工业机器人规模稳步增长。近年来, 工业机器人已在汽车、电子、金属制品、塑料及化工产品等行业得到广泛应用。在劳动力成本增加和老龄化趋势加剧下, 各行业加快数字化转型; 同时随着产业链逐步成熟, 工业机器人均价持续下探, 推动其在新兴发展中国家的普及。2021 年全球工业机器人市场规模 175 亿美元, 同比增长 25.90%, 2018-2021 年 CAGR 为 1.98%; 工业机器人安装量 51.7 万台, 同比增长 31.22%, 2018-2021 年 CAGR 为 6.92%。根据《中国机器人产业发展报告(2022)》预测, 到 2024 年全球工业机器人规模有望达到 230 亿美元。

图表 15: 全球工业机器人市场规模



资料来源: 《2022 年中国机器人产业发展报告》, IFR, 长城证券产业金融研究院

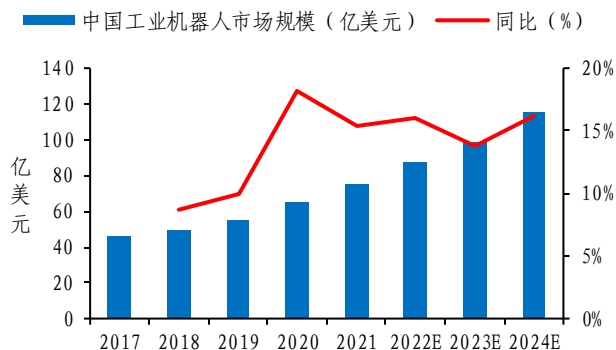
图表 16: 全球工业机器人安装量



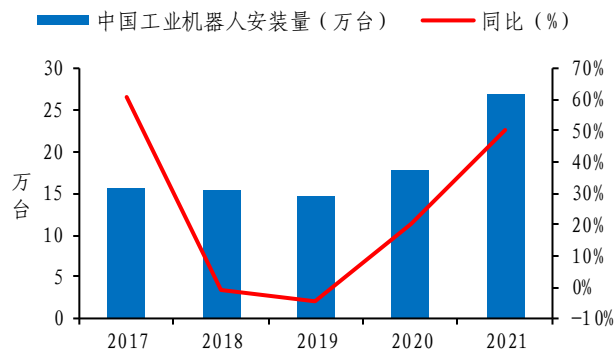
资料来源: 《2022 年中国机器人产业发展报告》, IFR, 长城证券产业金融研究院

需求政策齐发力，中国市场增速有望持续引领全球。在国内需求和政策鼓励驱动下，工业机器人增长迅猛。除汽车、3C 电子两大需求最为旺盛的行业，化工、石油等应用市场逐步打开。2021 年我国工业机器人市场规模 75 亿美元，同比增长 15.38%，2018-2021 年 CAGR 为 14.47%；工业机器人安装量 26.8 万台，同比增长 50.56%，2018-2021 年 CAGR 为 20.02%。根据《中国机器人产业发展报告（2022）》预测，我国市场规模将持续保持增长，预计到 2024 年市场规模将超过 110 亿美元，占全球的比例达到 47.8%。

图表 17: 中国工业机器人市场规模



图表 18: 中国工业机器人安装量

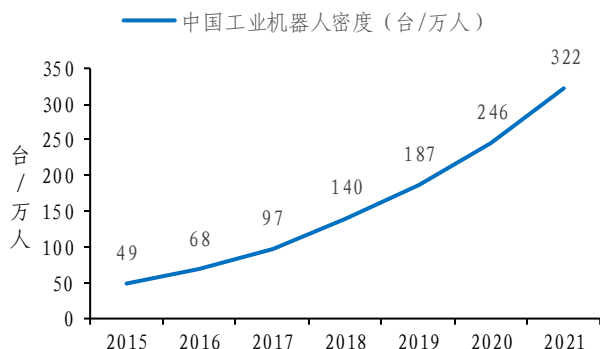


资料来源:《2022 年中国机器人产业发展报告》, IFR, 长城证券产业金融研究院

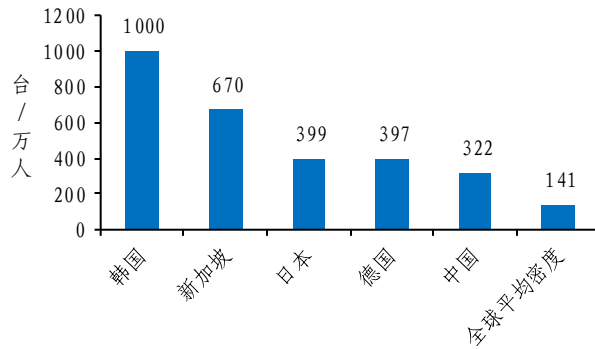
资料来源: IFR, 长城证券产业金融研究院

与发达国家相比，我国工业机器人密度提升空间大。根据 IFR 数据，随着我国工业机器人规模快速增长，工业机器人密度由 2015 年的 49 台/万人提升至 2021 年的 322 台/万人，5 年 CAGR 为 36.48%。2021 年全球工业机器人平均密度为 141 台/万人，中国工业机器人密度是全球平均水平的近 3 倍，全球排名从 2015 年的第 25 位上升至 2021 年的第 5 位，但是与韩国 1000 台/万人、新加坡 670 台/万人的水平相比，中国工业机器人密度仍有较大提升空间。

图表 19: 中国工业机器人密度



图表 20: 主要国家工业机器人密度

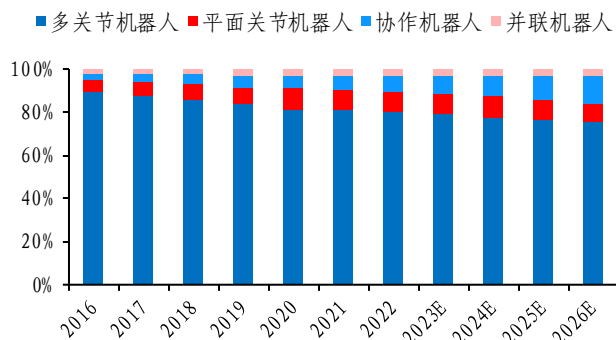


资料来源:《中国工业机器人产业发展报告（2022）》, IFR, 长城证券产业金融研究院

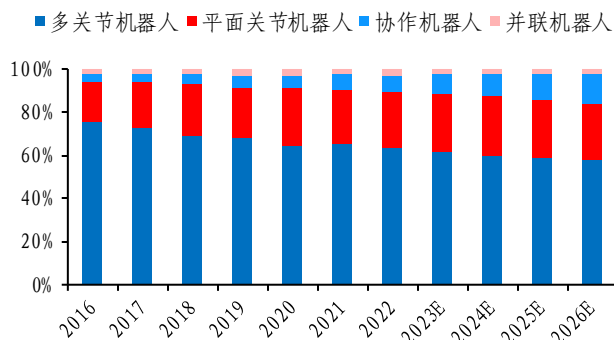
资料来源:《中国工业机器人产业发展报告（2022）》, IFR, 长城证券产业金融研究院

- 根据机械结构分类看，我国四种工业机器人均呈现高速增长趋势，其中多关节、平面型机器人发展较快、渗透领域广阔，销量和销额规模靠前。协作机器人、并联机器人基数小增长快，其中协作机器人国内厂商参与度较高，近几年市场迅猛增长。

图表21：中国工业机器人市场销额结构—分机械结构



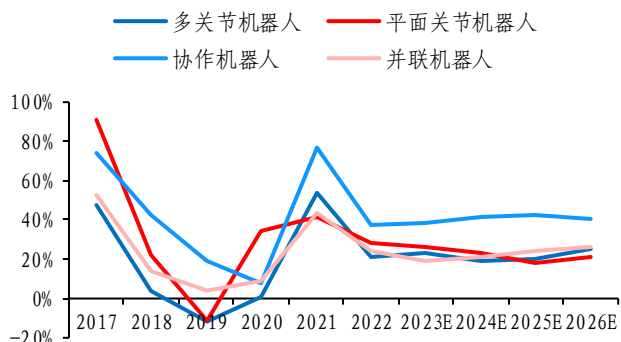
图表22：中国工业机器人市场销量结构—分机械结构



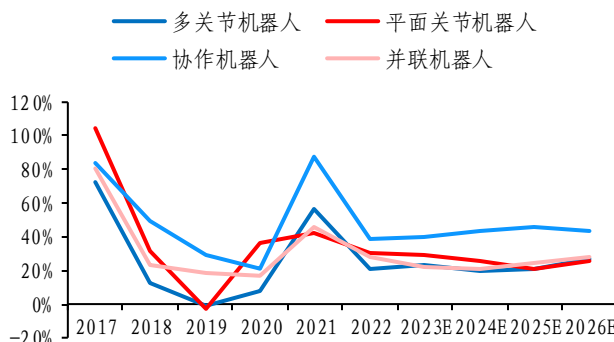
资料来源：《中国工业机器人产业发展报告（2022）》，GGII，长城证券产业金融研究院

资料来源：《中国工业机器人产业发展报告（2022）》，GGII，长城证券产业金融研究院

图表23：中国工业机器人市场销额增速—分机械结构



图表24：中国工业机器人市场销量增速—分机械结构

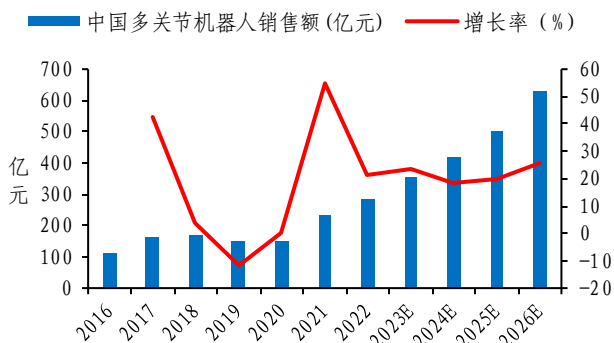


资料来源：《中国工业机器人产业发展报告（2022）》，GGII，长城证券产业金融研究院

资料来源：《中国工业机器人产业发展报告（2022）》，GGII，长城证券产业金融研究院

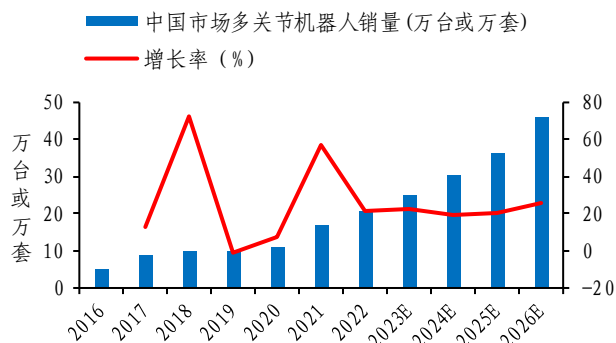
需求持续增长，多关节机器人销售保持高增。2021 年我国多关节机器人市场规模 236.12 亿元，同比增长 54.83%，2016-2021 年 CAGR 为 16.07%；销量 16.98 万台，同比增长 57.09%，2016-2021 年 CAGR 为 26.70%。我国多关节机器人爆发式增长主要得益于轻小负载产品持续拉动以及中大负载产品开始放量，众多厂商聚焦 3C 电子、金属焊接等应用在轻小负载产品发力；新能源汽车、锂电、光伏等行业景气度回升，高负载六轴机器人在焊接、搬运、包装等领域应用实现大幅增长；重型工业的搬运码垛需求增长，也对高负载六轴机器人销量产生积极影响。

图表25: 中国多关节机器人销售额



资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

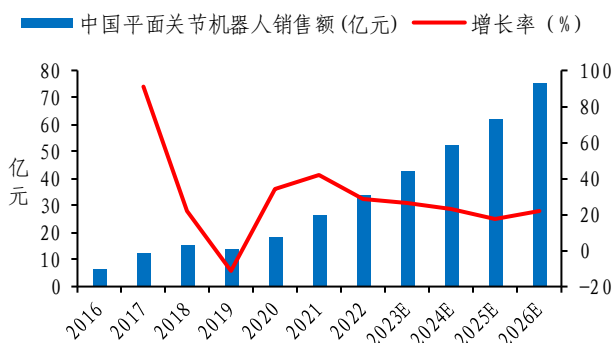
图表26: 中国多关节机器人销量



资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

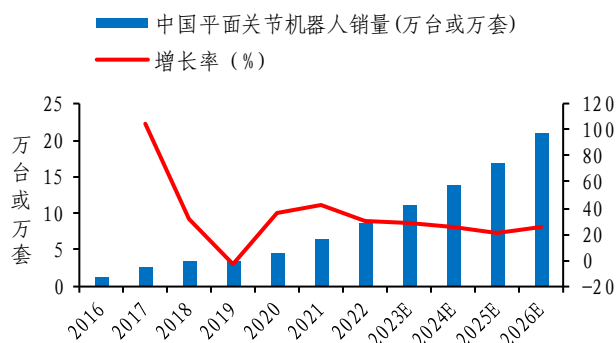
3C 市场高景气赋能, 平面关节机器人稳健增长。2021 年我国平面关节机器人市场规模 26.29 亿元, 同比增长 41.57%, 2016-2021 年 CAGR 为 31.52%; 销量 6.57 万台, 同比增长 41.90%, 2016-2021 年 CAGR 为 38.06%。平面关节机器人主要应用于 3C 制造, 近年来我国 3C 制造产业升级需求高涨, 赋予平面关节机器人较强增长动力。

图表27: 中国平面关节机器人销售额



资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

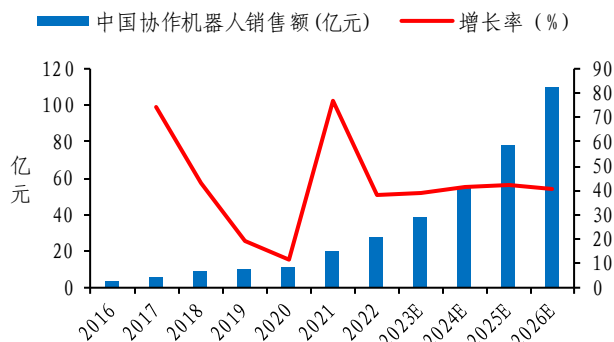
图表28: 中国平面关节机器人销量



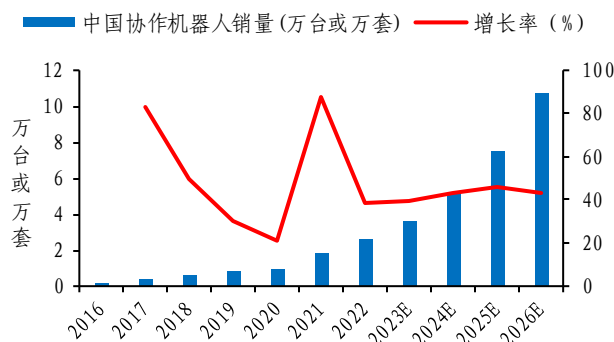
资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

协作机器人应用场景广泛，国产厂商推动产品普及。2021 年我国协作机器人市场规模 20.39 亿元，同比增长 76.84%，2016-2021 年 CAGR 为 41.46%；销量 18623 台，同比增长 87.62%，2016-2021 年 CAGR 为 51.94%。协作机器人多与其他自动化设备配套使用，对人际协同、定制化需求较高，国内厂商充分利用价格、区位、服务等优势拓展协作机器人的应用。目前协作机器人在主要应用于 3C、汽车整车及零部件、科研教育等领域，未来其凭借部署灵活、安全性高、成本相对较低等特点，有望在新能源、医疗器械、商业领上等领域实现加速渗透。

图表29: 中国协作机器人销售额



图表30: 中国协作机器人销量

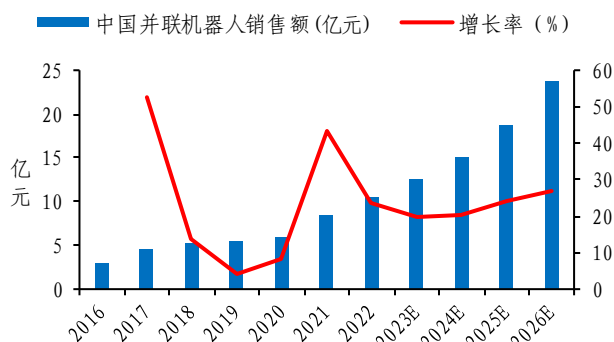


资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

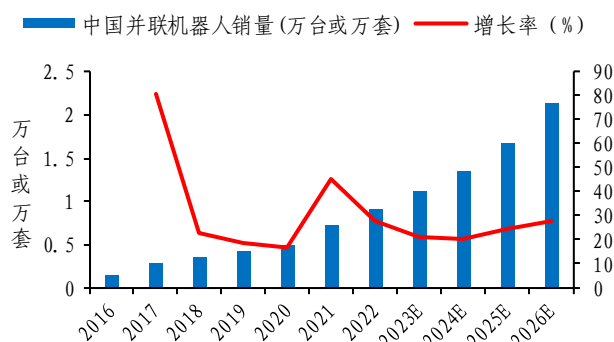
资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

并联机器人起步晚增长快，在食品医药行业快速放量。2021 年我国并联机器人市场规模 8.44 亿元，同比增长 43.54%，2016-2021 年 CAGR 为 22.98%；销量 7176 台，同比增长 45.56%，2016-2021 年 CAGR 为 35.01%。并联机器人在我国市场起步虽晚，市场规模较小但增长迅速，其轻负载、高速、高精度的特点可以满足食品、医药等多场景需求，未来有望保持高速增长。

图表31: 中国并联机器人销售额



图表32: 中国并联机器人销量

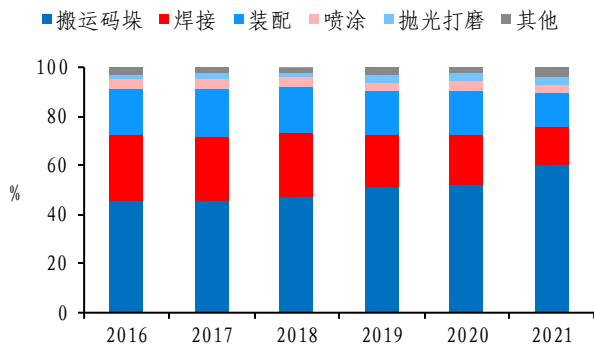


资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》, GGII, 长城证券产业金融研究院

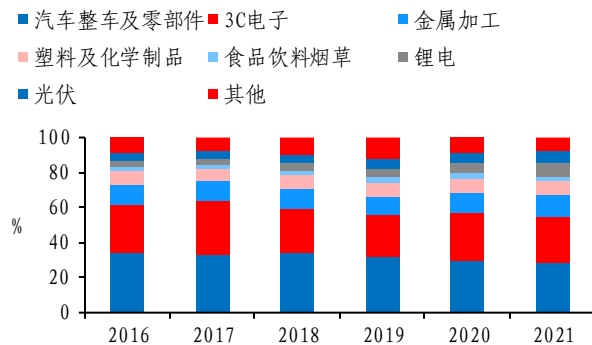
- 根据用途分类看，我国工业机器人主要用于搬运码垛、焊接和装配，2021 年三者销量份额合计 89.85%。搬运码垛机器人在机床上下料及钣金冲压上下料领域表现亮眼，加之广泛应用于各类机床作业场景，近年来增长迅速，销量份额从 2016 年的 45.76%提升至 2021 年的 59.85%。
- 根据应用场景分类看，我国工业机器人主要应用于汽车整车及零部件、3C 电子、金属加工领域，2021 年三者销量份额合计 67.23%。从整体的增量需求看，3C 电子、新能源、金属机械等领域贡献超过 60%份额，新能源行业需求释放有望成为工业机器人新的支柱。

图表33: 中国工业机器人销量结构—分用途



资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》,GGII,长城证券产业金融研究院

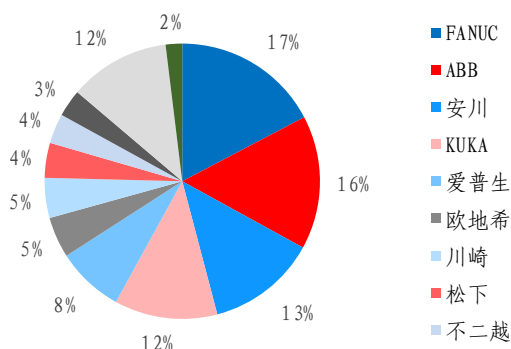
图表34: 中国工业机器人销量结构—分应用场景



资料来源:《中国工业机器人产业发展报告(2022)》,GGII,长城证券产业金融研究院

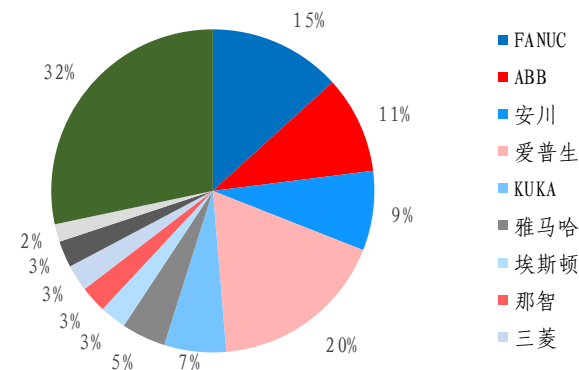
四大家族份额稳定,国产品牌成长空间大。从全球市场看,“四大家族”发那科、ABB、安川和库卡持续引领市场,2020年合计市场份额超过50%,中国品牌仍有一定差距,合计市场份额11.86%。从国内市场看,“四大家族”、爱普生等外资企业占据主导地位,国产龙头品牌如埃斯顿、汇川科技等起步较晚,规模和技术实力有一定差距但在快速追赶。受益于国内市场广阔、产业部门齐全、政策大力扶持等优势,未来本土企业成长空间巨大。

图表35: 2020年全球工业机器人市场份额



资料来源:华经产业研究院,长城证券产业金融研究院

图表36: 2022年中国工业机器人市场份额



资料来源:中商产业研究院,MIR DATABANK,长城证券产业金融研究院

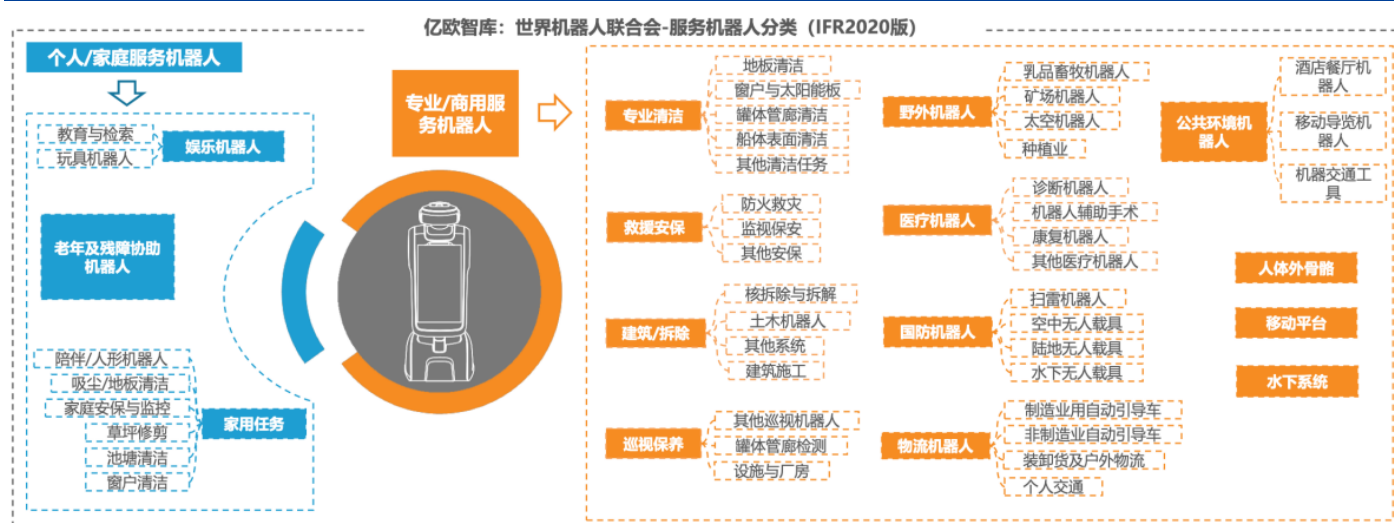
3. 服务机器人：细分场景丰富，潜在空间巨大

3.1 服务机器人定义、分类

根据国际标准组织的定义，服务机器人（Service Robot）是一种半自主或全自主工作的机器人，它能够完成有益于人类健康的服务工作，但不包括从事生产的设备。

根据应用场景的不同，可分为个人/家用服务机器人、公共服务机器人和特种机器人。个人/家庭服务机器人主要包括家用任务型机器人、娱乐机器人、老年及残障协助机器人等。公共服务机器人又可称为专用/商用服务机器人，主要包括专业清洁机器人、配送机器人、医疗机器人、公共教育机器人等。

图表 37：服务机器人介绍—分应用场景



资料来源：亿欧智库，IFR，长城证券产业金融研究院

3.2 服务机器人产业链：集成品牌商话语权较大

与工业机器人相比，服务机器人产品形态和功能可塑性更高。从产业链角度看，服务机器人产业结构与工业机器人类似，上游以核心零部件和软件系统开发为主，中游为本体制造，下游涉及销售及售后服务。与工业机器人相比，服务机器人软硬件融合性更高。例如家用/商用清洁机器人、配送机器人等完成特定工作的同时要实现自主导航和路径规划、人和环境的交互等功能。此外，服务机器人下游应用场景广泛，产品形态设计、智能化需求等可塑性较强，这使得整机设计、功能选配、外观设计等环节变得尤为重要。

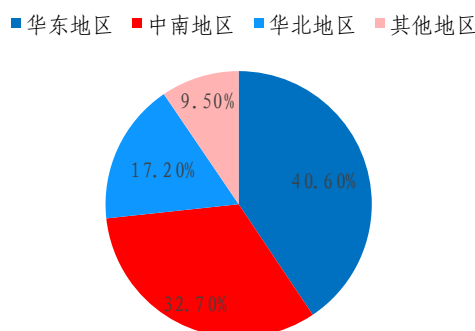
图表38：中国服务机器人产业链部分企业



资料来源：前瞻产业研究院，长城证券产业金融研究院

我国服务机器人产业主要集中于沿海地区。受经济发展、消费水平影响，我国服务机器人产业主要集中在华东地区、中南地区，西南、东北等地区产业规模较小。其中华东地区服务机器人产业规模占比为40.6%，中南地区占比为32.7%，华北地区占比为17.2%。

图表39：中国服务机器人产业区域分布

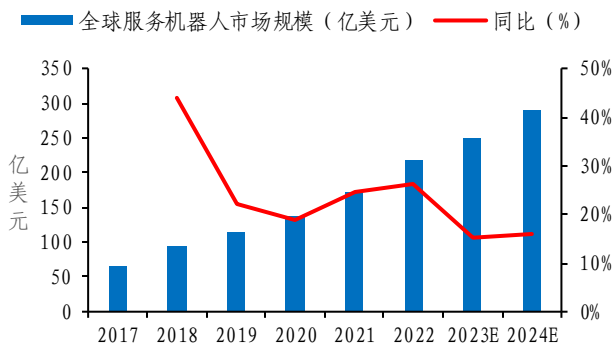


资料来源：《中国服务机器人发展报告（2022）》，赛迪智库，长城证券产业金融研究院注：数据为2021年

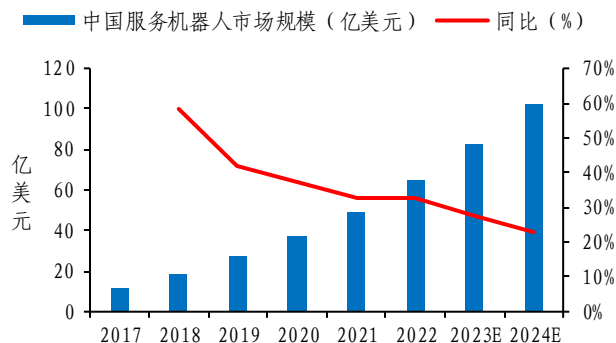
3.3 扫地机器人市场成熟，公共服务机器人增长可期

家政需求引领早期发展，疫情催生专业服务新需求。早期受益于扫地机器人爆发，服务机器人迎来高速增长；疫情以来，“无接触”的无人配送成为新焦点，服务机器人应用场景逐步从家用拓宽至公共领域，服务模式走向多元化发展，推动市场规模持续增长。2021年全球服务机器人市场规模 138 亿美元，同比增长 18.8%，2017-2021 年 CAGR 为 32.50%；我国服务机器人市场规模 49 亿美元，同比增长 33.4%，2017-2021 年 CAGR 为 21.11%。

图表40: 全球服务机器人市场规模



图表41: 中国服务机器人市场规模

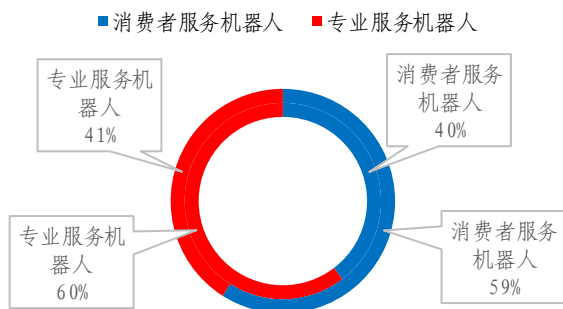


资料来源:《2022 年中国机器人产业发展报告》, IFR, 长城证券产业金融研究院

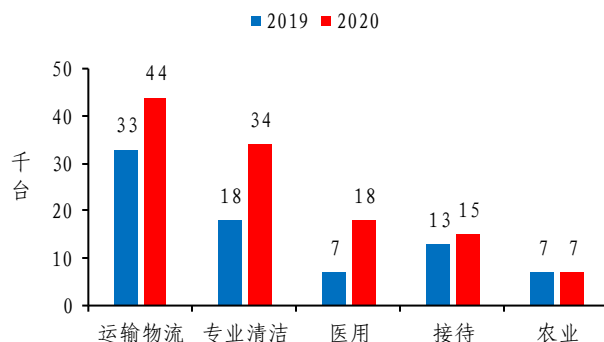
资料来源:《2022 年中国机器人产业发展报告》, IFR, 长城证券产业金融研究院

根据应用场景分类, 2020 年全球消费者、专业服务机器人销额份额分别为 40%、60%; 销量份额分别为 59%、41%。在专业服务市场中, 前五大应用领域为运输物流、专业清洁、医用、接待及农业。

图表42: 全球服务机器人市场份额一分应用场景



图表43: 全球专业服务机器人市场份额一分应用场景



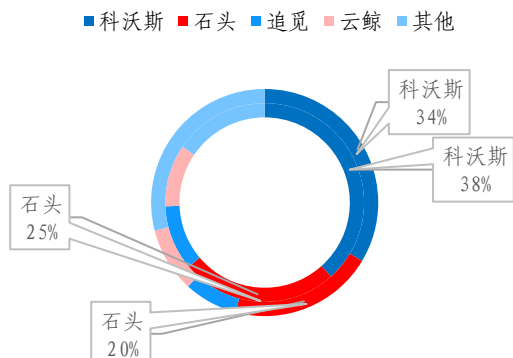
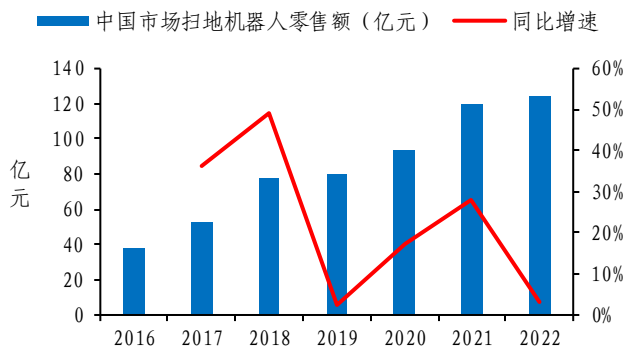
资料来源:《中国服务机器人发展报告(2022)》, IFR, 长城证券产业金融研究院注: 数据为 2020 年, 内圈为销额份额, 外圈为销量份额

资料来源:《中国机器人产业发展报告(2020)》, IFR, 长城证券产业金融研究院

- **扫地机器人稳健成长，支撑我国服务机器人基本盘。**依托于科沃斯、石头、小米等自有品牌持续的技术创新，国产扫地机器人质价比持续提升，推动品类渗透。2022年我国扫地机器人市场规模 124 亿元，同比增长 3.25%，2017-2022 年 CAGR 为 18.85%。目前扫地机器人市场已初具规模，市场逐步向头部集中，科沃斯、石头龙头地位稳固。

图表 44: 中国扫地机器人市场规模

图表 45: 2023H1 中国扫地机器人市场销额和销量份额



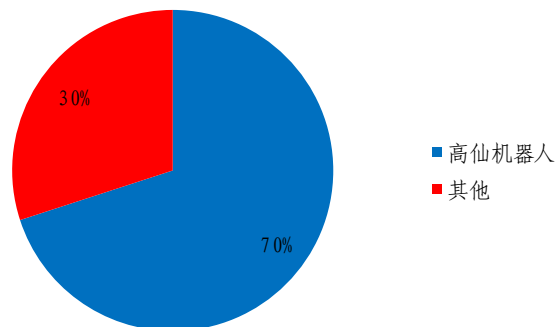
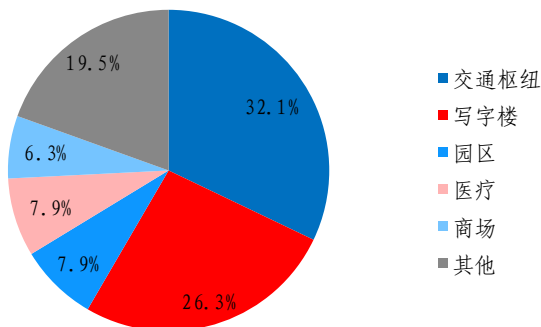
资料来源:《中国服务机器人发展报告(2022)》,奥维云网,长城证券产业金融研究院

资料来源:奥维云网,长城证券产业金融研究院 注:内圈为销额份额,外圈为销量份额

- **商用清洁机器人处于高速增长态势，高仙占据上风。**目前商用机器人功能和性价比逐渐通过了市场验证，应用场景实现从室内到室外、小场景到大场景的不断延伸。根据亿欧智库调研数据，交通枢纽和写字楼是主要使用场景，占比分为 32.1%和 26.3%，其次是园区、医疗、商场。市场格局方面，2021 年高仙机器人市场份额约为 70%，主要原因是高仙具备先发优势，并且专注于商用清洁领域，产品类型丰富。

图表 46: 中国商用清洁机器人市场结构

图表 47: 中国商用清洁机器人市场格局



资料来源:亿欧智库,长城证券产业金融研究院 注:数据为 2021 年

资料来源:亿欧智库,长城证券产业金融研究院 注:数据为 2021 年

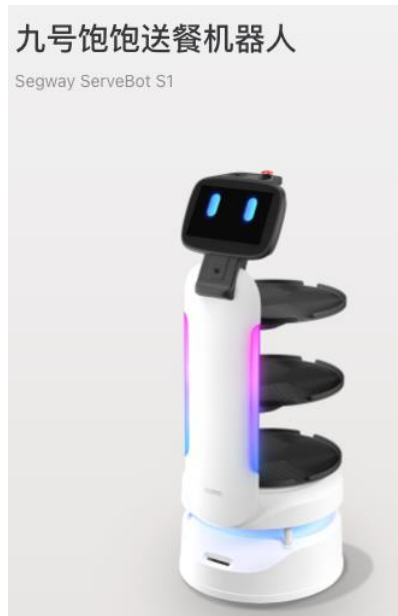
- **配送机器人应用场景拓宽，年出货量突破万台。**配送机器人可分为室内配送机器人和室外配送机器人。目前室内配送机器人已在酒店、楼宇、餐厅等场景通过市场验证，需求逐渐增加；室外配送机器人在封闭、半封闭场景找到了商业落地机会，已实现小批量应用，未来随着政策的逐步放开，需求也有望快速增长。根据亿欧智库数据和预测，2021 年配送机器人出货量已达到万台，预计未来五年出货量 CAGR 约为 34.8%。

图表 48: 九号送物机器人



资料来源: 九号机器人官网, 长城证券产业金融研究院

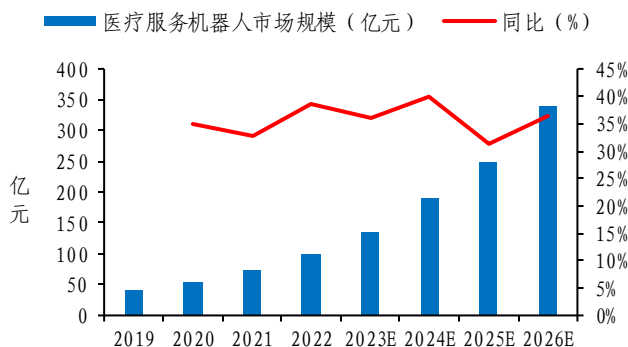
图表 49: 九号送餐机器人



资料来源: 九号机器人官网, 长城证券产业金融研究院

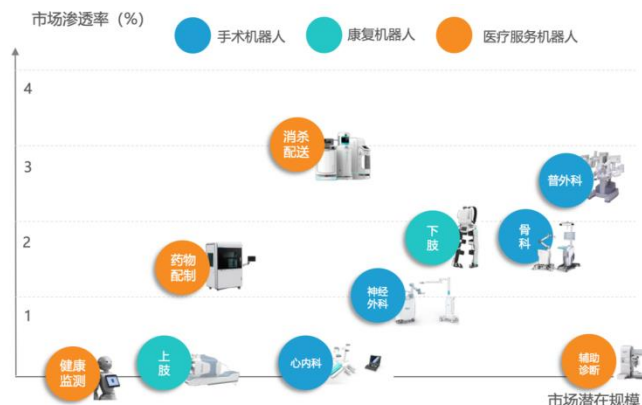
- **医疗服务机器人尚处起步期，发展前景广阔。**我国医疗服务机器人起步较晚，并且单价相对较高，目前一线城市的医疗机构和省会城市的三甲医院采购较多。2022 年我国医疗服务机器人市场规模达到 100 亿元，同比增长 39%。在手术、康复、医疗服务等主要应用领域，机器人渗透率提升空间较大，最高的消杀机器人的市场渗透率也仅为 3% 左右。

图表 50: 中国医疗服务机器人市场规模



资料来源: 亿欧智库, 长城证券产业金融研究院

图表 51: 中国医疗服务机器人主要戏份赛道渗透率



资料来源: 亿欧智库, 长城证券产业金融研究院 注: 数据为 2021 年

4. 特种机器人：聚焦特殊场景，替代和造福人类

4.1 特种机器人定义、分类

在国际标准组织的分类中，特种机器人属于服务机器人的子类，其主要应用于专业领域，一般由经过专门培训的人员操作或使用，辅助和/或替代人执行任务的机器人。根据应用场景的不同，主要可以分为军事应用机器人、极限作业机器人、应急救援机器人。

图表 52: 可变形搜救机器人



资料来源：中科院官网，长城证券产业金融研究院

图表 53: 军用战斗机器人

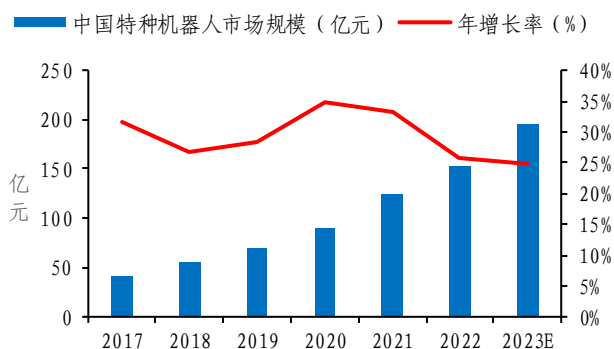


资料来源：全球传感器网，长城证券产业金融研究院

4.2 特种机器人市场稳步增长

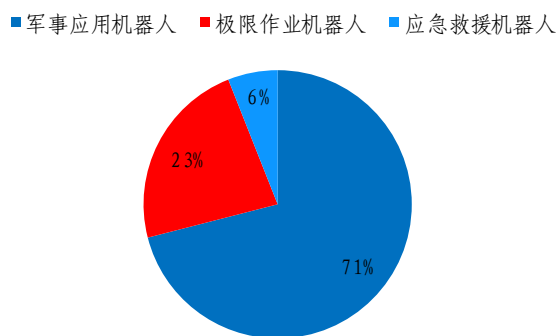
我国特种机器人保持稳步增长，军用需求占比较大。我国在应对地震、洪涝灾害、极端天气，以及矿难、火灾、安防等公共安全事件中，对特种机器人有着突出的需求，这推动市场稳步发展。2022 年我国特种机器人市场规模 153 亿元，同比增长 25.80%，2017-2022 年 CAGR 为 29.51%。根据应用场景分类看，2021 年军事应用机器人、极限作业机器人和应急救援机器人市场份额分别为 71%、23%和 6%。未来随着军工智能化、无人化、信息化的加速推进，军用机器人占比有望持续提升。

图表 54: 中国特种机器人市场规模



资料来源：中商产业研究院，中国电子学会，长城证券产业金融研究院

图表 55: 2021 年中国特种机器人市场结构



资料来源：中商产业研究院，长城证券产业金融研究院

市场格局方面，我国规模较大的特种机器人企业有中信重工、亿嘉和、新松机器人、景业智能、晶品科技等。其中，中信重工拥有国内领先的特种机器人研发及产业化基地，在特种机器人行业中处于领先地位。从地域分布看，长三角、珠三角地区是主要聚集区。

图表 56: 中国特种机器人产业区域分布



制图：中商情报网（WWW.ASKCI.COM）

资料来源：中商产业研究院，长城证券产业金融研究院

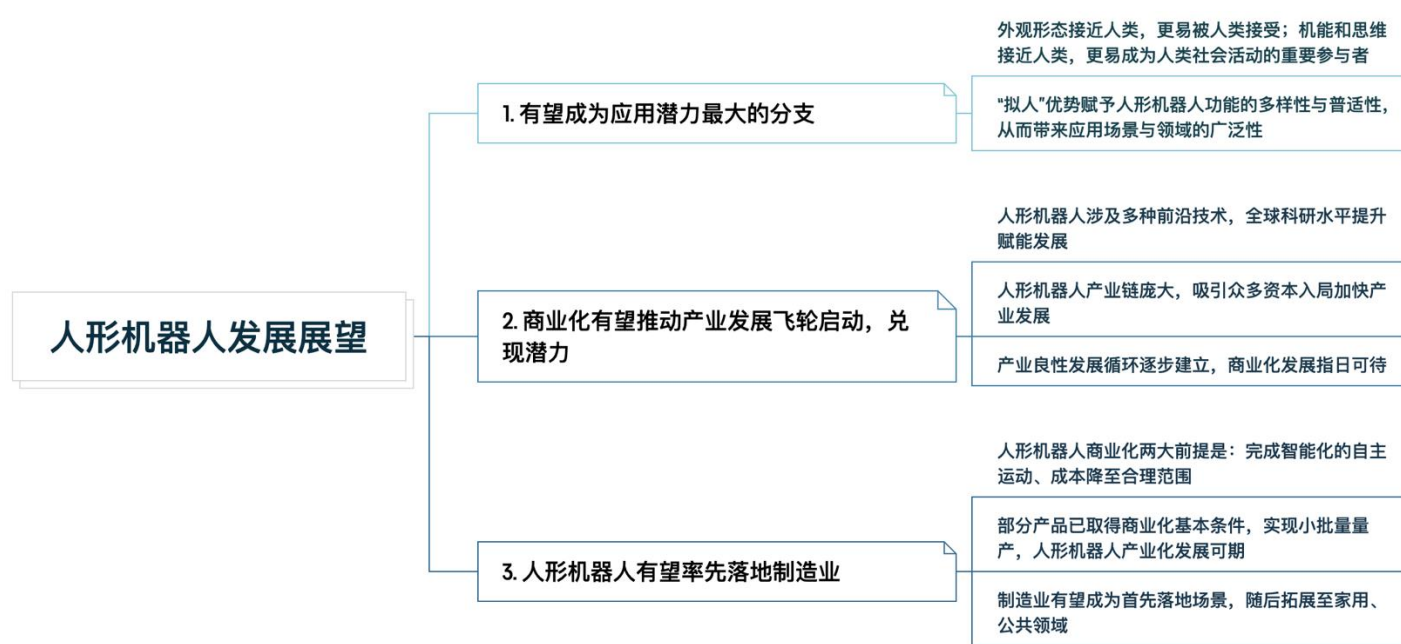
5. 人形机器人：最具潜力，前景广阔

“拟人”优势赋予人形机器人**普适性**，使其更易融入社会生产和生活，为人类工作、生活、交流提供多样化支持，具备广阔的应用场景。人形机器人集成度高，技术复杂，其发展依赖于AI模型与大数据、高端制造、新材料等多种前沿技术和交叉学科，全球科学技术与生产制造工艺的进步推动其逐步向大规模商业化应用前行。

广阔的应用前景、庞大复杂的产业链、巨大的价值潜力，使得人形机器人的研发、制造、投资等领域，吸引和汇聚了全球一流人才、企业、资本，并得到多国政府高度重视与大力扶持。在上述多方参与和共同努力推动下，人形机器人的各项重难点正在被不断突破，产业链构建日趋完善。

随着智能化、自主化运动能力提升，成本逐步下探，人形机器人的需求可能在下一个十年出现爆发式增长，并逐步建立起研发——生产——销售——产品迭代——进一步刺激需求释放和产业壮大的良性发展循环。根据技术发展水平以及主要企业战略规划，我们认为人形机器人有望率先在制造业率先投入使用，随后逐步拓展至家用、公共服务领域。

图表57：人形机器人发展展望

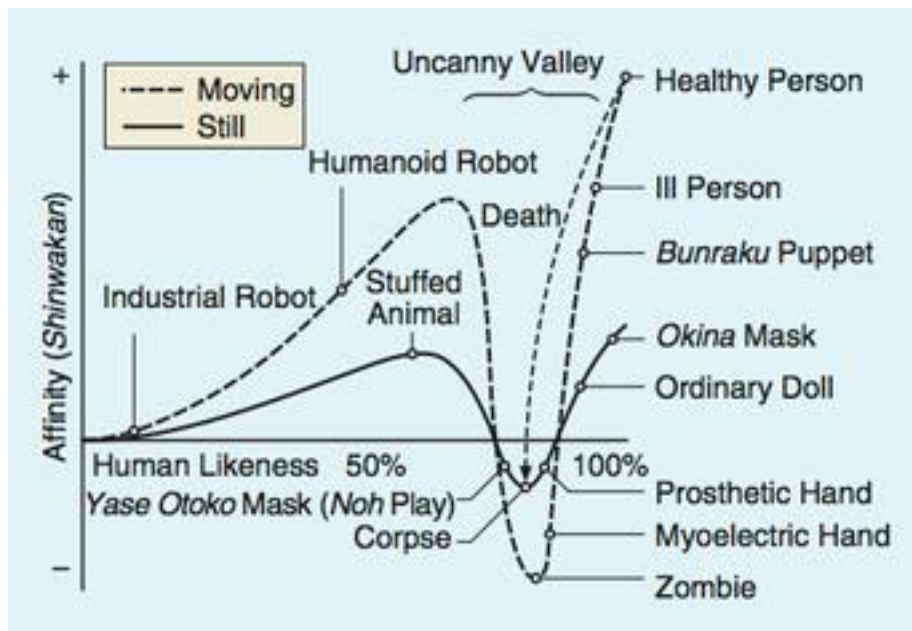


资料来源：长城证券产业金融研究院预测和绘制

5.1 未来应用潜力最大的机器人

外观形态接近人类，更易被人类接受。援引中国科学院深圳先进院创新发展处处长、深圳市机器人协会秘书长毕亚雷的观点，目前我们所处的物理世界，都是按照人的尺寸大小设计。而人形机器人的外观形态是最接近人的一类机器人，根据恐怖谷理论，随着机器人逐步“人形化”，人类社会对其接受度有望逐步提升。

图表58: 恐怖谷理论

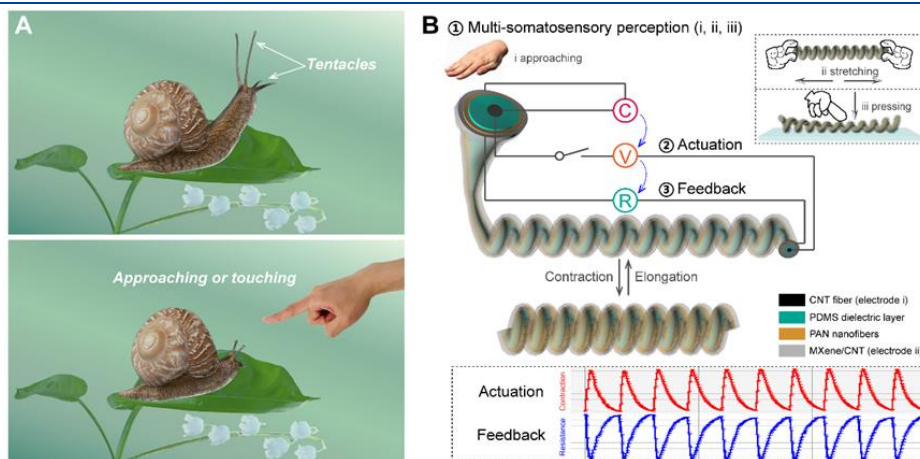


资料来源: IEEE Spectrum, 长城证券产业金融研究院

机能和思维接近人类，更易成为人类社会活动的重要参与者。近似于人的机体和动能设计，意味着人形机器人能够像人一样行动，完成人在制造业、农业、服务业中从事的各种重复、繁琐工作。AI技术赋能下人形机器人可能具备自主学习能力，能够像人一样思考，完成与人一定程度上的沟通交流、情感陪伴。目前最新研究成果显示人形机器人可以通过人造肌肉来模拟人类工作，这意味着人形机器人机能设计有望进一步拟人化。

思维能力上，ChatGPT的应用虽然目前还不能提供复杂情景下的人机互动与情感交流，但已经能使人形机器人熟练地完成与人对话、根据指令写作和绘画等功能。未来随着机能和思维的拟人化进一步发展，人形机器人将有望具备更多功能，更易协助、分担甚至替代完成人的工作，形成对劳动力的有效补充，为社会生产效率提升与价值创造做出更大贡献。

图表59: 集成感知-驱动-反馈功能的人工神经肌肉纤维的概念示意图



资料来源: Science Advances, 长城证券产业金融研究院

“拟人”优势赋予人形机器人功能的**多样性与普适性**,从而带来应用场景与领域的广泛性。功能性上能够像人一样行动和思考,意味着可以像人一样通过学习独立完成技术型工作,这使得人形机器人有望应用于农业耕作、采矿、搬运、装配等领域。形态和思维上能够像人一样完成社群交互、输出情绪价值,意味着可以在社会服务领域扮演更多样的角色,有望应用于养老、医疗、教育、展览讲解、餐饮配送等领域。总结来说人形机器人凭借功能、形态和思维上的优势,成为目前最接近于人的机器人,有望普遍适用于社会中各个工作岗位,带来广阔的应用场景。庞大的需求潜力也有望助推人形机器人产业快速发展。

5.2 商业化有望推动产业发展飞轮启动,兑现潜力

人形机器人涉及多种前沿技术,全球科研水平提升赋能发展。人形机器人集机械、电子、材料、计算机、传感器、控制技术等多门学科于一体,其技术发展依赖于 AI 模型与大数据、高端制造、新材料等多种前沿技术的发展。根据《人形机器人创新发展指导意见》中给出的技术发展指引,涉及“大脑”技术群(即交互系统)发展的通用大模型、边缘计算等;涉及“小脑”技术群(即控制系统)发展的仿真力学、灵巧操作等;涉及四肢技术群的灵巧手设计、仿生传动等;涉及躯体技术群的轻量化材料、拓扑结构优化等多项先进技术的发展将推动人形机器人产品发展和落地。

图表60:《人形机器人创新发展指导意见》重点关注的人形机器人产业环节

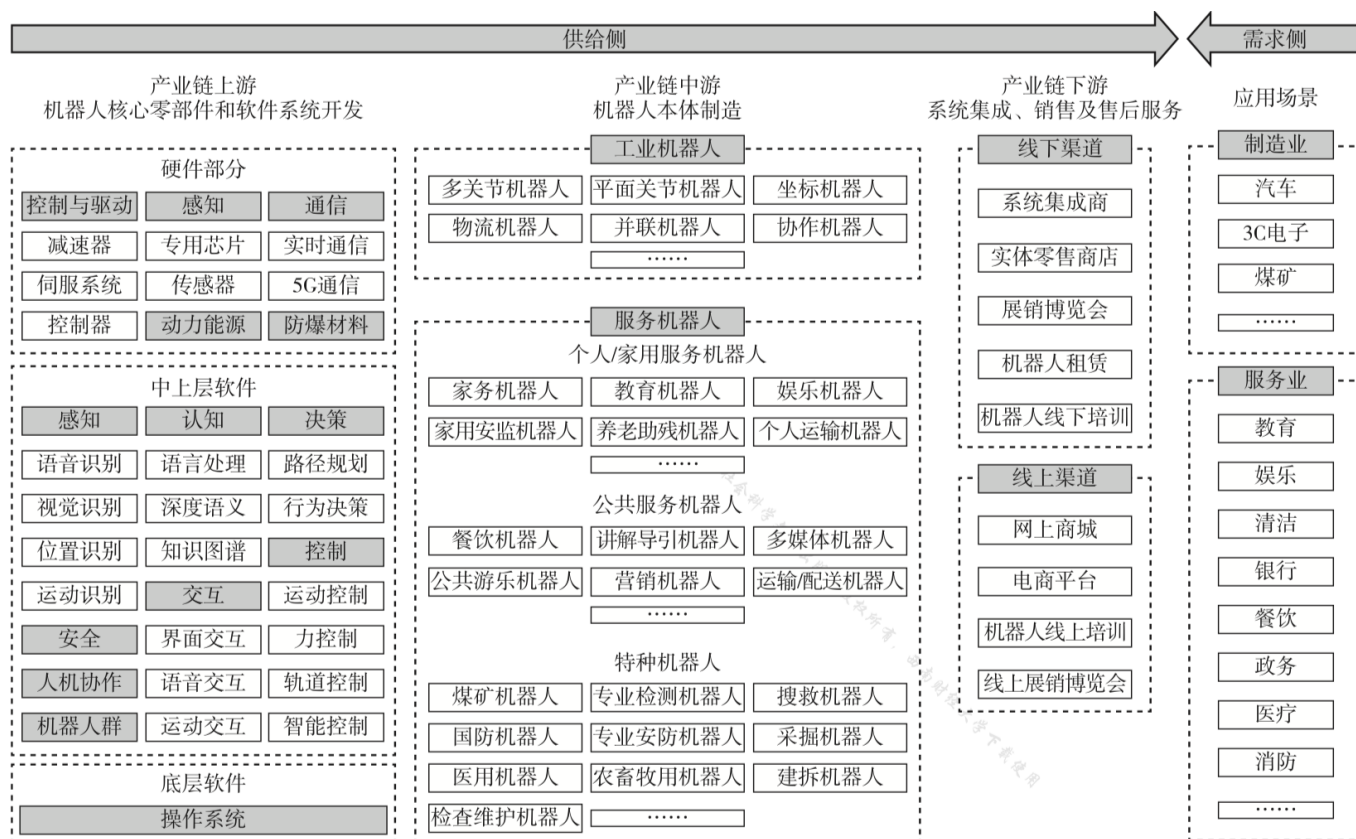
人形机器人关键环节	涉及核心技术
“大脑”关键技术群	通用大模型、边缘计算、多模态建模技术等
“小脑”关键技术群	仿真和多体动力学建模、全身协同运动自主学习和灵巧操作等
四肢关键技术群	灵巧手设计、刚柔耦合仿生传动机构等
躯体关键技术群	轻量化材料、骨架结构拓扑优化等

资料来源:《人形机器人创新发展指导意见》,长城证券产业金融研究院

人形机器人产业链庞大，吸引众多资本入局加快产业发展。参考其他机器人，人形机器人产业链可分为上游零部件和软件系统开发、中游本体制造、下游系统集成和销售。

- 上游：硬件方面，减速器、伺服电机、控制器、传感器是人形机器人四大核心零部件，相关技术发展水平较大程度影响人形机器人的机械性能。软件方面，软件系统开发依赖于仿真软件，其专利壁垒高，技术发展对数据积累要求高，目前国外机器人“四大家族”均有自己私域运营的仿真软件。
- 中游：本体制造商具有较强的总成能力，根据下游集成商需求完成零部件集成。
- 下游：系统集成商一般主导人形机器人技术框架设计，并完成渠道铺设和售后服务等工作。

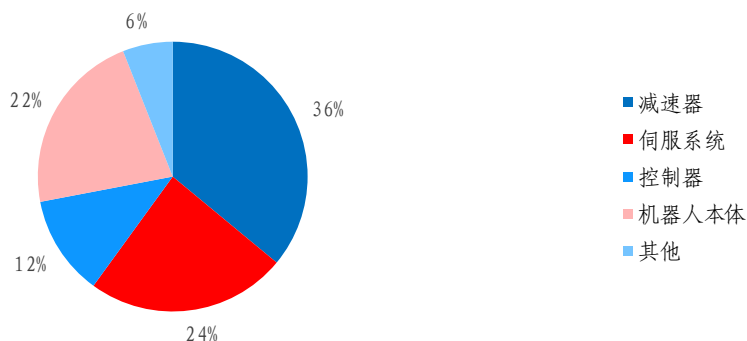
图表 61：人形机器人产业链



资料来源：《2022 年中国机器人产业发展报告》，长城证券产业金融研究院

庞大产业链使得众多领域的大量企业都可以参与其中，为资本市场带来广阔投资机遇，也为各类相关企业带来更多资金支持助力发展。根据价值量看，电机、减速器、力传感器、丝杠等零部件单品价值量较高且用量大，这类参与者有望率先受益，如步科股份、绿的谐波、柯力传感、江苏雷利等。部分企业凭借技术和生产协同优势，尝试整合机械传动系统零部件，以旋转、线性执行器等产品参与其中，有望获取更高的增加值，也可能成为产业链发展的一大趋势。此外人形机器人 SoC 芯片相当于人的“大脑”，虽用量小但技术难度大，目前该领域被微软、英伟达等企业垄断。

图表 62: 人形机器人主要零部件成本结构



资料来源: 中商产业研究院, 长城证券产业金融研究院

产业良性发展循环逐步建立, 商业化发展指日可待。在政策、科研、资本等多方力量推动下, 人形机器人研发和生产基本建立以系统集成商为核心、总成为第一供应商、核心零部件为第二供应商的产业链分工, 产业链横纵向合作逐步加强。

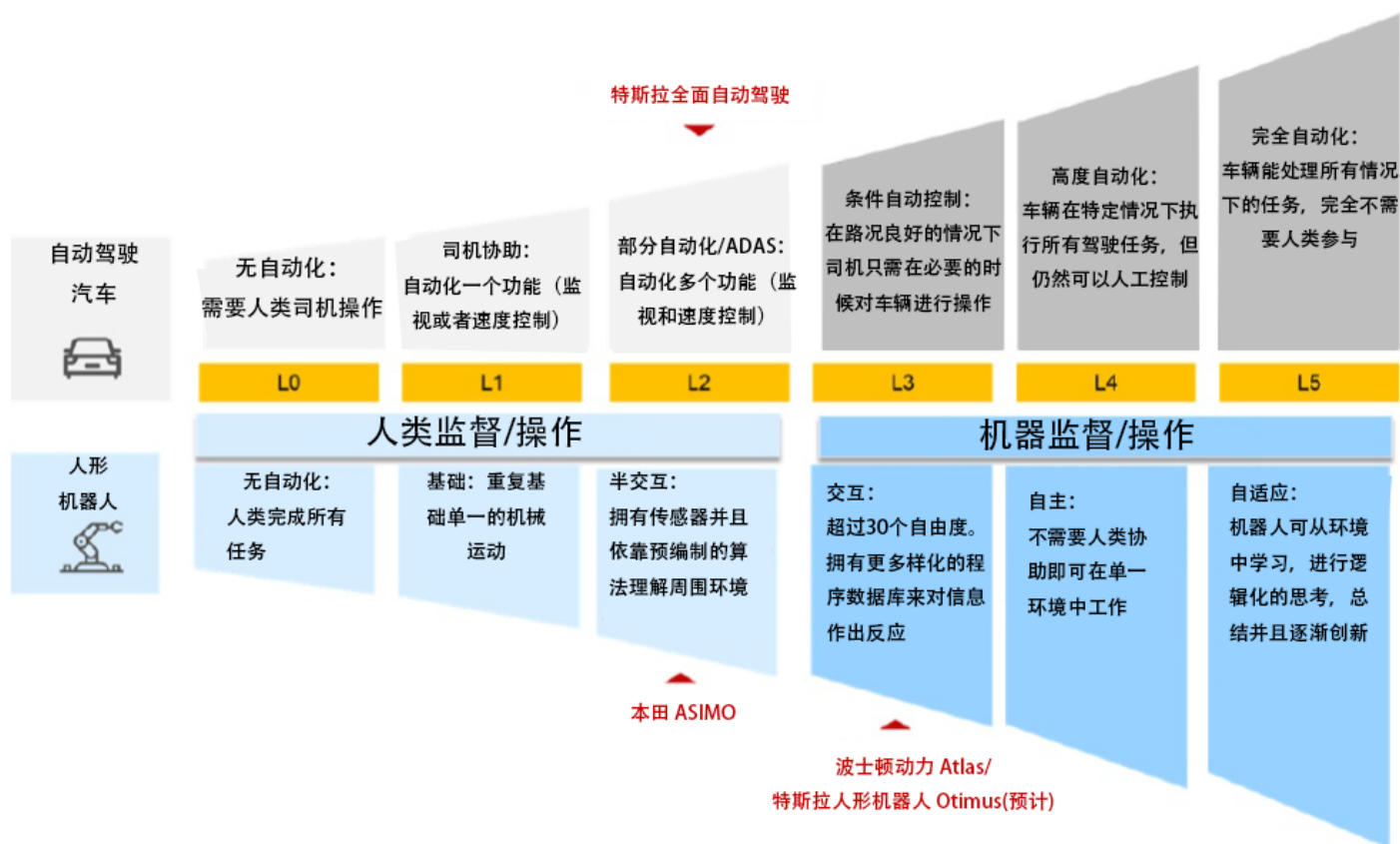
例如在特斯拉人形机器人发展推动下, 三花智控与绿的谐波展开深度合作, 共同致力于关节执行的研发和生产。随着产业链逐步成熟, 人形机器人产业正在逐步建立起研发——生产——销售——产品迭代——进一步刺激需求释放和产业壮大的良性发展循环, 商业化前景可期。

5.3 人形机器人有望率先落地制造业

人形机器人商业化的两大前提是：完成智能化的自主运动、成本降至合理范围。前者需要人形机器人具备灵活的“大小脑”和“机器肢”，后者需要产业链完善度提升、生产工艺进步、规模效益逐步体现。

人形机器人需要实现自主控制。人形机器人的“大脑”，即人工智能交互系统，使得机器人可以实现环境感知、行为控制、人机交互能力。“大脑”是人形机器人完成基础运动的重要系统。参考智能驾驶系统等级分类，人形机器人需要达到 L3 以上水平，才能实现自主控制。目前看能够实现该级别的实验产品有美国波士顿动力公司 Atlas、特斯拉 Optimus 等，尚未实现大规模量产。

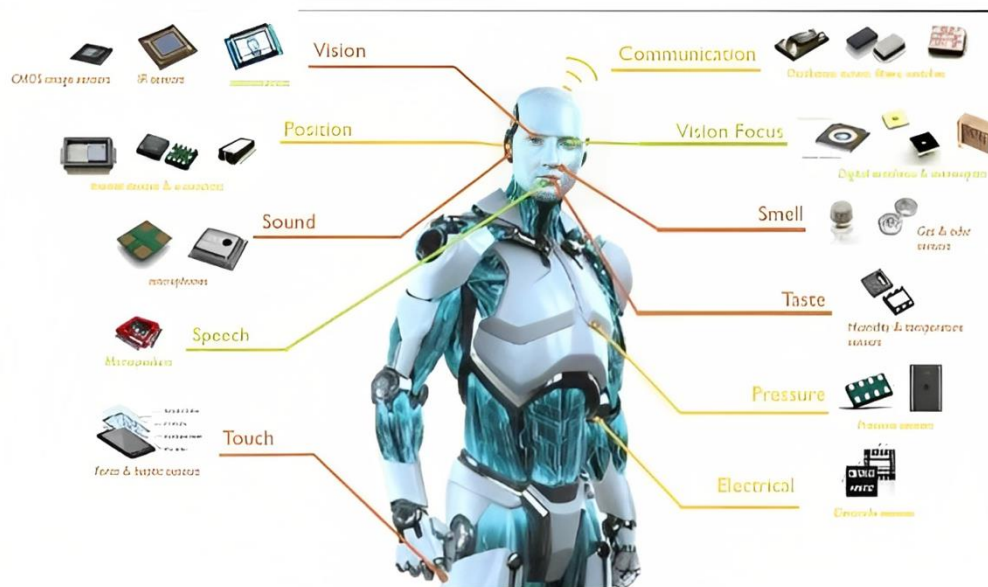
图表 63: 新能源汽车和人形机器人智能水平分级参考



资料来源：高盛，长城证券产业金融研究院

人形机器人需要完成基础运动。关节和躯干，可称为人形机器人的“机械肢”，是实现运动的关键。目前人形机器人使用的主要零部件与工业机器人等其他自动化设备有一定通用性，但由于其运动强度更高、集成度更高、功能更广，对零部件性能提出更高要求；而这类零部件产业规模有限、成本较高，目前尚无法满足大规模量产需要。

图表64: 人形机器人核心零部件



资料来源:《Robotics:FiveSensesplusOne—AnOverview》, 长城证券产业金融研究院

人形机器人成本需持续下降降至合理范围。援引《人形机器人亟待突破的四大难题》中的观点，解决成本问题的关键在于不断推进人形机器人技术的发展。随着材料科学、计算机技术、人工智能和机器学习等领域的进步，以及大批量生产销售带来的规模效益，人形机器人有望在智能化和自主性不断提高的同时实现生产制造成本的持续下降，在其商业化过程中吻合工业产品的基本规律。

部分产品已量产，产业化发展可期。目前人形机器人软硬件技术研发均取得显著成果，硬件发展稍快于软件，优必选、Agility Robotics 等企业已实现小批量应用。大部分已发布的产品聚焦于机械结构上的“仿人形”，这类产品具备比较优异的运动性能。例如波士顿动力公司机器人运动速度可达 9 千米/小时，Agility Robotics 公司机器人能够小批量应用于亚马逊仓库，完成物流派送工作。Engineered Arts 聚焦于外观形态和沟通交流能力上的“仿人形”，其 2022 年推出的 Ameca 机器人脸部神态与人相似度较高，并且能够一边与人类工程师自如地交谈，一边在白板上画出一只猫并在右下角签名。

图表 65: 人形机器人部分代表企业

公司名称	特斯拉	优必选	小米	Boston Dynamics	Rainbow Robotics	Engineered Arts	Agility Robotics
主营业务	新能源汽车	机器人	消费电子	机器人	机器人	机器人	机器人
人形机器人首次发布时间	2022 年	2018 年	2022 年	2013 年	2009 年	2022 年	2002 年
人形机器人产品	其将由该公司为其汽车使用先进的驾驶辅助系统开发同一人工智能系统控制	是一款双足真人尺寸人形机器人	是一款基于人工智能交互算法的人体模型机器人	其初步设计是用于各类搜寻救援任务，拥有世界上最紧凑的移动式液压系统之一	是一款全规模的人形机器人	是一款创造娱乐用的人形机器人，外观神态逼真	其拥有装有传感器的灵活四肢及躯干，这将使其能够在复杂的环境中导航并执行包裹派送等任务
产品示意图							
速度	8 千米/小时	3 千米/小时	3.6 千米/小时	9 千米/小时	3.6 千米/小时	-	5.4 千米/小时
自由度	28+11	41	21	28	40	-	16
是否销售	否	是	否	否	是	是	是

资料来源：优必选招股书，各公司官网，长城证券产业金融研究院

人形机器人有望率先在制造业落地。根据技术发展水平以及主要企业战略规划，我们认为短期内人形机器人有望先在制造业普及，随后拓展至家用、公共领域。

- **特斯拉：**计划先在工厂自产自用，再拓展至通用服务机器人。在 2022 年特斯拉 AI Day，马斯克表示，首批量产的 Optimus 将应用在特斯拉工厂做移动搬运、零部件装配等工业级操作，随后可能会让其全程接管汽车生产领域，实现真正无人生产，再之后可能扩展至家庭等更复杂环境中，成为通用服务机器人。
- **优必选：**中短期内完善制造业场景布局。根据财联社获取信息，优必选在制造业场景中的规模分为三个阶段：1) 2023-2024 年：以新能源汽车制造场景作为人形机器人在工业场景的切入点，实现人形机器人在搬运、涂料等工业场景中的测试；2) 2025-2027 年：逐步拓展至中等难度任务，重点打造 3-5 个专用场景下的应用，逐渐实现规模商业化，横向拓展至消费电子制造业等其它行业及应用场景；3) 2028-2033 年：将进一步拓展到较为复杂的任务场景，具备超过 10+ 种技能，成为多任务通用型工业人形机器人。
- **小米：**积极推进人形机器人在自有制造系统中落地，产业布局将分为三个阶段：1) 短期将扎根某一个场景，实现多个功能做产品技术的验证，进行原型机的开发；2)

中期将融入小米制造、智能制造多个场景来做产业验证，进行规模化的验证，实现仿人机器人在制造场景当中的数据积累和模型迭代；3）长期拓展至 3C 和汽车制造场景之外更多场景中的应用和价值实现，形成 7:2:1 的“黄金法则”，即在未来的智能制造体系中，70%的工作由自动化设备完成，20%由仿人机器人完成，剩下的 10%由人类完成。

6. 投资建议

短期看工业机器人市场成熟度较高，在产业升级和政策鼓励共同推动下有望维持增长；服务机器人的市场拓展正加速展开，有望逐步成为增量的主要来源。中长期看随着基数增大，工业机器人增速可能放缓；人形机器人凭借形态和功能优势，有望成为机器人领域中最具发展潜力的主要分支，甚至可能逐渐替代部分工业和服务机器人需求。

目前人形机器人软硬件系统初具雏形，产品在工厂内已实现小批量应用。我们认为人形机器人有望先在工商业普及，逐步拓展至家用、公共领域。随着前沿技术不断取得进展带动产品性能不断提升、资本入场助力产业链各环节快速发展壮大，人形机器人有望实现技术研发——产品升级——规模化量产——刺激需求持续释放——推动产业发展壮大的良性循环，带来长周期、多领域的重大投资机遇。

我们整理了人形机器人产业链相关标的：1）传感器：宇立仪器、奥比中光、柯力传感、Honeywell、Velodyne 等；2）控制器：固高科技、雷赛智能、Rockwell Automation 等；3）电机：鼎智科技、鸣志电器、Kollmorgen、MACCON 等；4）减速器：绿的谐波、双环传动、中大力德、汉宇集团、Harmonic、Nabtesco 等；5）编码器：奥普光电、TAMAGAWA、Omron、Danaher 等；6）丝杠：江苏雷利、恒立液压等；7）总成：三花智控、拓普集团等；8）整机：小米、优必选、Tesla、SoftBank、Rainbow Robotics 等。

图表 66：人形机器人部分相关标的

产业链环节	公司名称	股票代码	交易货币	收盘价	总市值 (亿元)	P/E			EPS		
						2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
整机	小米集团-W	1810.HK	HKD	15.00	3,748	25.36	27.19	24.10	0.59	0.55	0.62
	Tesla	TSLA.O	USD	235.45	7,485	79.46	55.96	43.35	2.96	4.21	5.43
	SoftBank	9984.T	JPY	6,228	91,551	-	-	-	-	-	-
	Rainbow Robotics	277810.KS	KRW	164,300	27,576	-	-	-	-	-	-
总成	三花智控	002050.SZ	CNY	28.16	1,051	33.23	26.73	21.74	0.85	1.05	1.30
	拓普集团	601689.SH	CNY	72.60	800	34.88	25.46	19.01	2.08	2.85	3.82
传感器	柯力传感	603662.SH	CNY	33.06	93	29.64	23.70	19.23	1.12	1.39	1.72
	奥比中光	688322.SH	CNY	33.45	134	-61.30	-188.13	256.13	-0.55	-0.18	0.13
	Honeywell	HON.O	USD	193.41	1,275	-	-	-	-	-	-
控制器	固高科技	301510.SZ	CNY	42.07	168	-	-	-	-	-	-
	雷赛智能	002979.SZ	CNY	18.70	58	-	-	-	0.57	0.78	1.00
	Rockwell Automation	ROK.N	USD	273.00	313	-	-	-	-	-	-
电机	鼎智科技	873593.BJ	CNY	44.26	43	35.74	26.42	20.73	1.24	1.68	2.14
	鸣志电器	603728.SH	CNY	71.80	302	130.90	82.57	56.04	0.55	0.87	1.28
编码器	奥普光电	002338.SZ	CNY	34.13	82	50.75	35.37	25.20	0.67	0.97	1.35
	TAMAGAWA	6838.T	JPY	693.00	44	-	-	-	-	-	-
	Omron	6645.T	JPY	6,314.00	13,022	-	-	-	-	-	-
	Danaher	DHR.N	USD	221.41	1,636	-	-	-	-	-	-
丝杠	江苏雷利	300660.SZ	CNY	31.67	100	29.08	22.54	18.02	1.09	1.40	1.76
	恒立液压	601100.SH	CNY	56.95	764	30.02	25.20	20.51	1.90	2.26	2.78

资料来源：Wind，长城证券产业金融研究院 注：数据截至 2023 年 11 月 24 日，单位为本币，盈利预测均来自 wind 一致预期

风险提示

1. 技术研发不及预期：

人形机器人的研发涉及机械工程、电子工程、计算机科学等多个学科，技术难度大、研发的周期与效果不确定性较大，这可能影响技术成果落地的时间、商业化推广的成效，导致我们的测算与产业发展实际情况不符。

2. 降本进程不及预期：

人形机器人尚未出现可大规模推向市场的成熟产品，其结构部件与材料仍有不确定性，整个产业链仍在发展早期。若未来人形机器人产品的生产生产工艺、产业链发展完善速度不及预期，可能导致生产制造成本下降速度不及预期，从而影响其大规模量产与销售的速度和规模，导致我们的测算与实际情况不符。

3. 产业政策不及预期：

人形机器人早期的产业培育、发展和壮大均需要国家和地方政府的鼓励扶持。若产业政策的落地速度、力度、实际效果不及预期，可能影响产业发展的速度与质量，导致我们的测算与实际情况不符。

4. 商业化落地不及预期：

人形机器人潜在应用场景涵盖社会生活诸多领域，商业化推广可能对国家与社会产生多方面的综合影响，存在复杂性和不确定性。若大规模商业化应用受到全球或具体国家法律、道德、社会接受度、准入机制、国际贸易关系等方面限制，可能导致我们的测算与实际情况不符。

免责声明

长城证券股份有限公司（以下简称长城证券）具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格。

本报告由长城证券向专业投资者客户及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者客户（以下统称客户）提供，除非另有说明，所有本报告的版权属于长城证券。未经长城证券事先书面授权许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布，亦不得作为诉讼、仲裁、传媒及任何单位或个人引用的证明或依据，不得用于未经允许的其它任何用途。如引用、刊发，需注明出处为长城证券研究院，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向他人作出邀请。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

长城证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。长城证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

长城证券版权所有并保留一切权利。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于 2017 年 7 月 1 日起正式实施。因本研究报告涉及股票相关内容，仅面向长城证券客户中的专业投资者及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者。若您并非上述类型的投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研究报告中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，在执业过程中恪守独立诚信、勤勉尽职、谨慎客观、公平公正的原则，独立、客观地出具本报告。本报告反映了本人的研究观点，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接收到任何形式的报酬。

投资评级说明

公司评级		行业评级	
买入	预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅 15% 以上	强于大市	预期未来 6 个月内行业整体表现战胜市场
增持	预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于 5%~15% 之间	中性	预期未来 6 个月内行业整体表现与市场同步
持有	预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于 -5%~5% 之间	弱于大市	预期未来 6 个月内行业整体表现弱于市场
卖出	预期未来 6 个月内股价相对行业指数跌幅 5% 以上		
	行业指中信一级行业，市场指沪深 300 指数		

长城证券产业金融研究院

深圳

地址：深圳市福田区福田街道金田路 2026 号能源大厦南塔楼 16 层
 邮编：518033

传真：86-755-83516207

上海

地址：上海市浦东新区世博馆路 200 号 A 座 8 层
 邮编：200126

传真：021-31829681

网址：<http://www.cgws.com>

北京

地址：北京市西城区西直门外大街 112 号阳光大厦 8 层
 邮编：100044

传真：86-10-88366686