

行业报告：通用自动化

2022年7月15日



中航证券有限公司

AVIC SECURITIES CO., LTD.

人形机器人或开启智能应用新时代，国内产业链迎重要发展机遇

行业评级：增持

分析师：邹润芳
证券执业证书号：S0640521040001

分析师：卢正羽
证券执业证书号：S0640521060001

研究助理：唐保威
证券执业证书号：S0640121040023

股市有风险 入市需谨慎

- **特斯拉或于年内发布人形机器人，机器代人是未来大趋势。** 马斯克表示特斯拉今年最重要的产品就是机器人，人形机器人的推出或开启智能应用新时代。“机器人+应用”将赋能千行百业，自动化生产线、智能化机器人等有望代替大量从事重复性、机械性工作的劳动者，或将人类从大量传统劳动密集型职业岗位上解放出来。人形机器人代表人类对机器人制造技术和应用的终局幻想，机器代人是未来大趋势，未来结合产业+场景应用具有广阔的发展前景。
- **国内机器人市场持续快速增长，“AI+机器人”打开市场应用新空间。** 据中国电子学会，2021年我国机器人市场规模预计达到839亿元，2016-2023年CAGR达18.3%。工业4.0推动协作机器人、人工智能机器人等新技术发展，其中，应用于生产过程与环境的工业机器人较早得到大规模应用，是实现智能制造最重要的基础设备，占据半数以上市场份额。德勤预测未来2025年世界人工智能市场将超过6万亿美元，2017-2025年复合增长率达30%。制造业是人工智能应用场景最具潜力的领域，全球人工智能及相关技术的制造业应用市场有望从2016年的1200亿美元增长至2025年的7200亿美元，预计CAGR可超过25%。机器人技术和人工智能是在制造环境内部和周围实现任务自动化的有效组合，“AI+机器人”打开市场应用新空间。
- **国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节。** 在新能源车降本趋势带动下我国拥有了全球最全的新能源汽车产业链布局，考虑到“擎天柱”有严格的成本控制要求，降本需求下人形机器人有望复制国内新能源汽的发展路径，国内供应商有望凭借成本优势快速切入特斯拉机器人零部件+本体制造的环节，加速关键技术国产替代进程，完善相关产业链布局。上游三大核心部件成本占工业机器人总体成本的60%，毛利率较高，国产替代空间广阔，目前仅部分国产品牌具有一定的竞争力。中下游方面，“核心零部件生产+本体生产+系统集成”的全产业链模式的厂商将会获得优势竞争地位。
- **机器代人大趋势下，关注自动化领域相关投资机会。** 1) 关注在上游核心零部件领域取得技术突破、实现国产替代的厂商：绿的谐波、双环传动、汇川技术、中大力德。2) 中、下游，“核心零部件生产+本体生产+系统集成”的全产业链模式的厂商将会获得优势竞争地位，建议关注：埃斯顿。3) 为工业设备装上“眼睛”的专注视觉核心技术的奥普特、天准科技。

1. 特斯拉或于年内发布人形机器人， 机器代人是未来大趋势

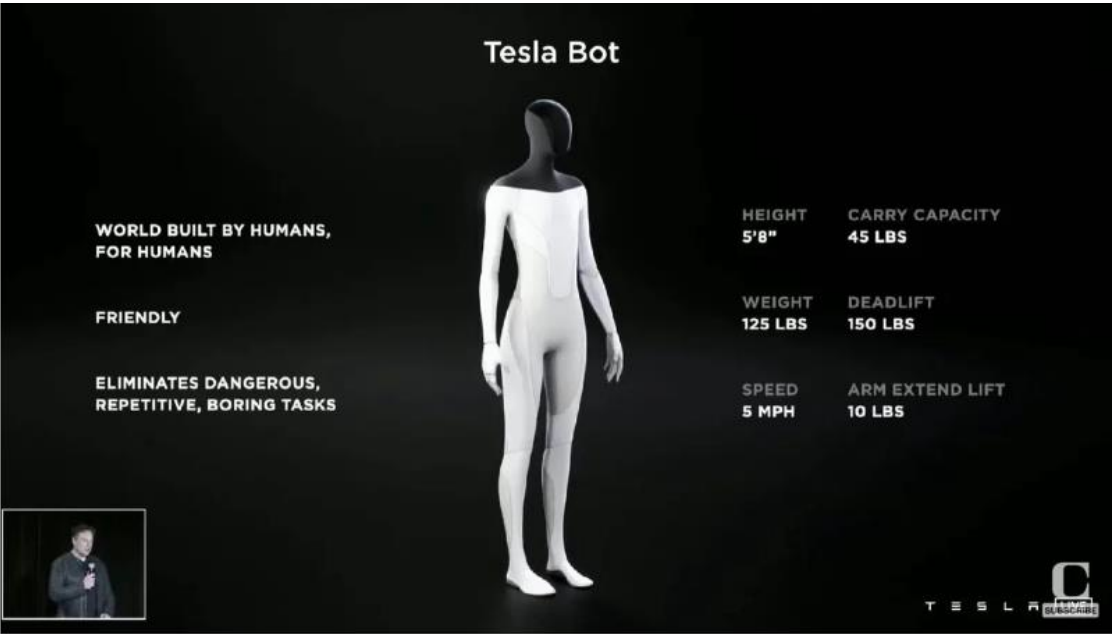
2. 国内机器人市场持续快速增长， “AI+机器人” 打开市场应用新空间

3. 国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

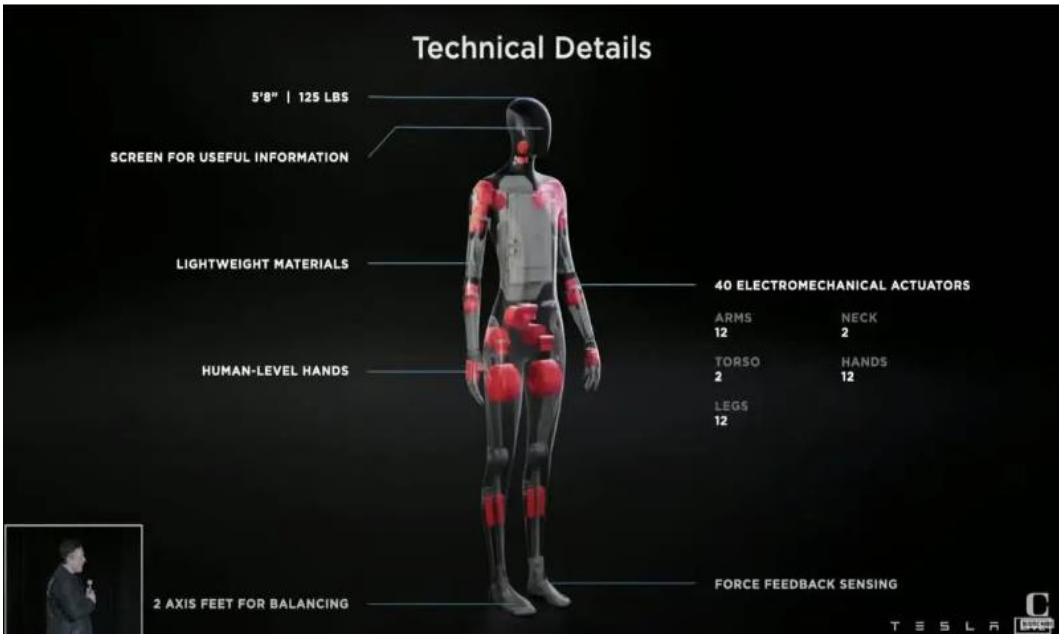
4. 相关公司梳理

■ **特斯拉将于年内发布人形机器人。**去年马斯克在人工智能大会上宣布将于2022年发布特斯拉机器人的原型产品，近日马斯克再度重申将在9月底推出人形机器人。这款机器人的身高大约为1.73米，重57公斤，负载20kg(手臂附加5kg)，行动速度最高可达8公里/小时。它将使用40个电子机械传动器来控制四肢，还能通过力反馈来实现平衡性和灵活性。特斯拉可以把新能源汽车的一些人工智能设备使用于机器人本体，这款机器人将使用多摄像头视觉神经网络。Autopilot摄像头将会为这台机器人提供视觉能力，而Full Self-Driving电脑则扮演了内部器官组织的角色，帮助机器人成为家庭生产力好帮手。马斯克表示，若未来两年内“擎天柱”能够量产，在规模效应下，其成本比汽车还要低，售价或许为2.5万美元（约合人民币16.74万元）。**马斯克表示特斯拉今年最重要的产品就是机器人，人形机器人的推出或打开机器人智能应用新时代。**

图表：特斯拉人形机器人

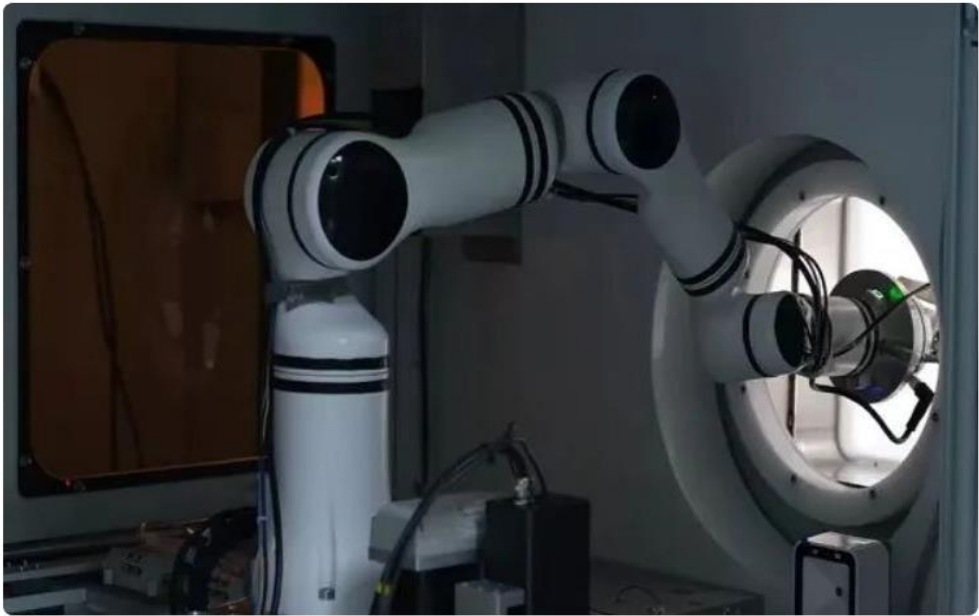


图表：特斯拉人形机器人技术细节



■ “机器人+应用”可以赋能千行百业。Tesla Bot旨在“消除危险、重复、枯燥的任务”。中国国际发展知识中心6月20日发布的《全球发展报告》指出，自动化生产线、智能化机器人等将代替大量从事重复性、机械性工作的劳动者，或引发大量传统劳动密集型职业岗位消失。据估计，2020-2025年全球约8500万工作岗位将被机器替代。根据IEEE发布的《IEEE全球调研：科技在2022年及未来的影响》，超八成受访者相信未来5年内，全世界1/4的工作将由机器人替代完成。中国受访者对“人机协作”抱以更高期望：70%受访者认为未来10年内，机器人将协助人类完成一半以上的工作。受访者认为机器人应用能够在**制造和组装产业（33%）、医院和病人护理（26%）、地球和太空探索（13%）**为人类提供更多帮助。国内工业机器人已在 47个行业大类、129 个行业中广泛应用。服务机器人、特种机器人的新产品、新技术、新模式、新业态加速涌现，在医疗手术、教育服务、安防巡检、灾后救援等场景应用持续深化。

图表：口咽采样机器人30秒完成采样，日采样量可达1600管

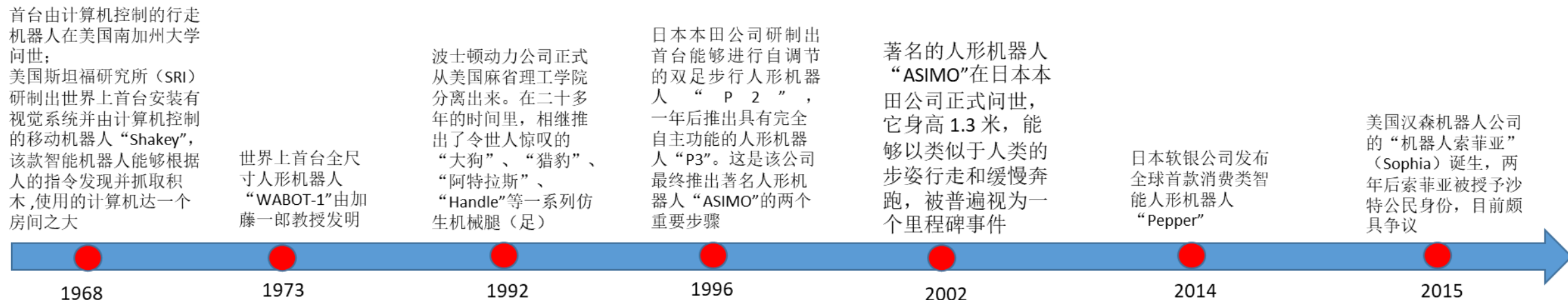


图表：“机器人+应用”赋能千行百业

十四五“机器人+”应用发力方向	着力点
深耕行业应用	在已形成较大规模应用的领域，比如汽车、电子、机械、仓储物流、智能家居等，着力开发和推广机器人新产品，开拓高端应用市场，深入推进智能制造、智慧生活
拓展新兴应用	在初步应用和潜在需求比较旺盛的领域，比如矿山、农业、电力、应急救援、医疗康复等，结合具体场景，开发机器人产品和解决方案，开展试点示范，拓展应用空间
做强特色应用	在特定细分场景、环节及领域，比如卫浴、陶瓷、五金、家具等细分领域，喷釉、抛光、打磨、码垛等关键环节，形成专业化、定制化解决方案并复制推广，打造特色服务品牌，形成竞争新优势

- **人形机器人代表人类对机器人制造技术和应用的终局幻想，机器代人是未来大趋势。**人形机器人的研究起步于 1960 年代后期，不少公司和机构在该领域的研究和开发上展开了积极探索。Atlas、Asimo、Pepper、Sophia 等知名人形机器人并未实现商业化量产及应用，其中本田已在几年前停止 Asimo 开发，软银公司的 Pepper 已于去年停产。人形机器人需要融合控制技术、传感器技术、人工智能、仿生学、材料学等等，目前很多技术处于初期探索阶段，离商业化尚有不小的距离；未来或将经历三个发展阶段：人工躯体仿真，具有躯干、头部、两条手臂、两条腿，外形上仿人，甚至可能仅对身体的一部分建模；外观与人相似，拥有与人相似的功能，如双足直立行走；不仅外观像人，拥有与人相似的功能，还能像人一样思考，获得更多的感知与决策认知能力。**人形机器人代表人类对机器人制造技术和应用的终局幻想，机器代人是未来大趋势。人形机器人作为人工智能的实体化，目前已完成了初步的探索和技术积累，未来结合产业应用具有广阔的发展前景，有望成为继 PC、手机、智能电动车之后的新一代移动智能设备。**

图表：人形机器人发展简史



1. 特斯拉或于年内发布人形机器人，机器代人是未来大趋势

2. 国内机器人市场持续快速增长，“AI+机器人”打开市场应用新空间

3. 国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

4. 相关公司梳理

- **机器人定义及基本分类。** 国际标准化组织（ISO）对机器人的定义如下：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期任务的执行机构。根据国际机器人联合会（IFR）的分类，机器人可分为工业机器人和服务机器人。
- **国内机器人市场持续快速增长。** 据《中国机器人产业发展报告（2021年）》，2016-2023年市场规模CAGR预计达18.3%。2021年我国机器人市场规模预计为839亿元，其中，工业机器人市场规模约为445.7亿元，占比53.1%；服务机器人市场规模约为393.3亿元，占比46.9%，具体来看，公共服务机器人及个人/家用服务机器人的市场规模约302.6亿元，占总市场规模的36.1%，特种机器人市场规模约90.7亿元，占总规模的10.8%。

图表：机器人分类

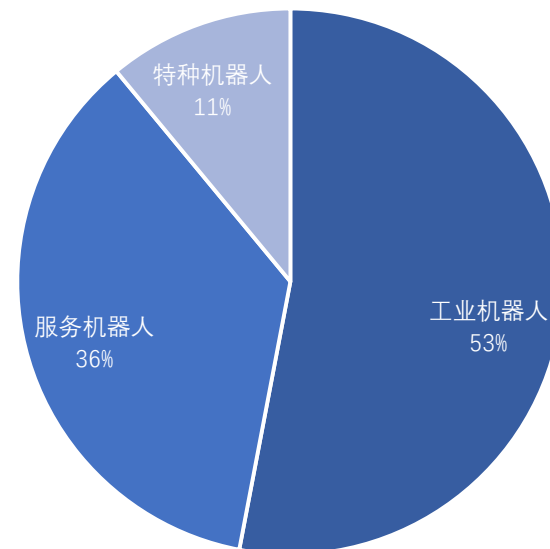


工业机器人：自动控制的、可重复编程、多用途的操作机，可对三个或三个以上轴进行编程，它可以是固定式或移动式，在工业自动化中使用。



服务机器人：除工业自动化应用外，能为人类或设备完成有用任务的机器人。可进一步划分为特种机器人，公共服务机器人，个人/家用服务机器人三类。

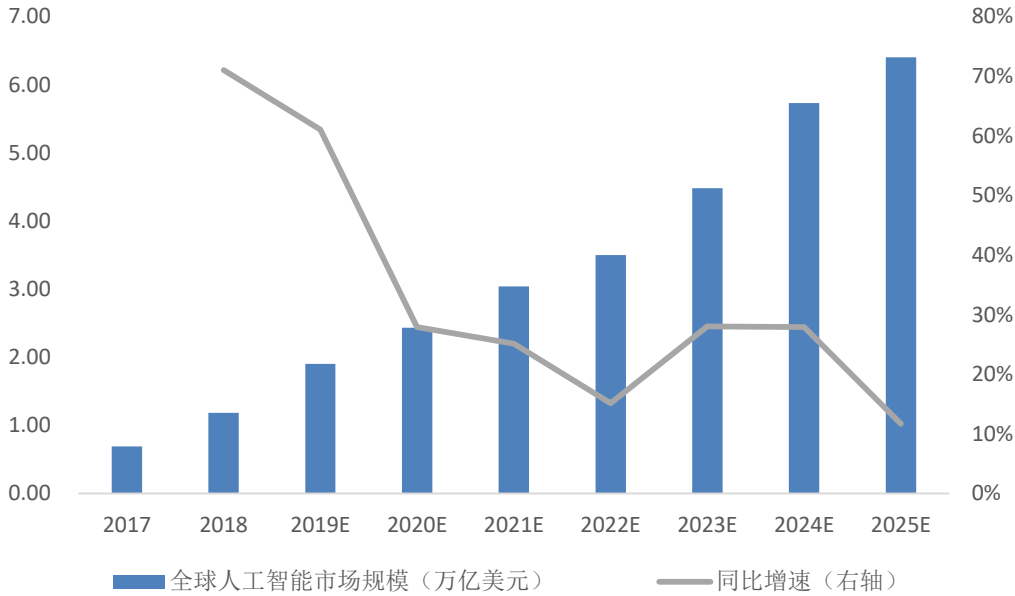
图表：2021年我国机器人市场结构





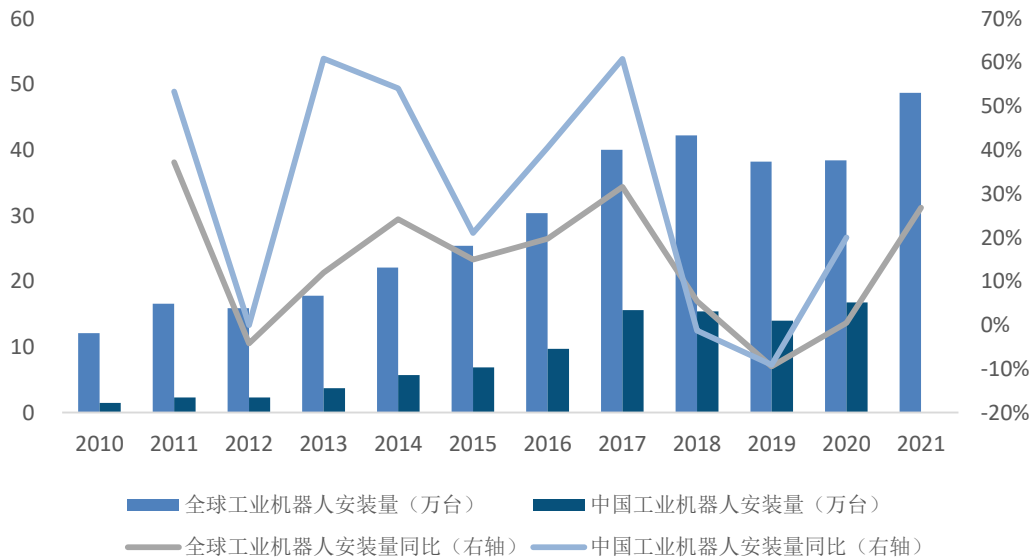
■ **“AI+机器人” 打开市场应用新空间。**工业4.0刺激了协作机器人、人工智能机器人等机器人新技术的发展，传统行业能够使用机器人来简化各种流程，提高生产力并减少差错。德勤预测未来2025年世界人工智能市场将超过6万亿美元，2017-2025年复合增长率达30%。制造业是人工智能应用场景最具潜力的领域，全球人工智能及相关技术的制造业应用市场2016年约为1200亿美元，2025年有望超过7200亿美元，复合年均增长率预计可超过25%。机器人技术和人工智能是在制造环境内部和周围实现任务自动化的有效组合，“AI+机器人” 打开市场应用新空间。

图表：全球人工智能市场规模及同比增速

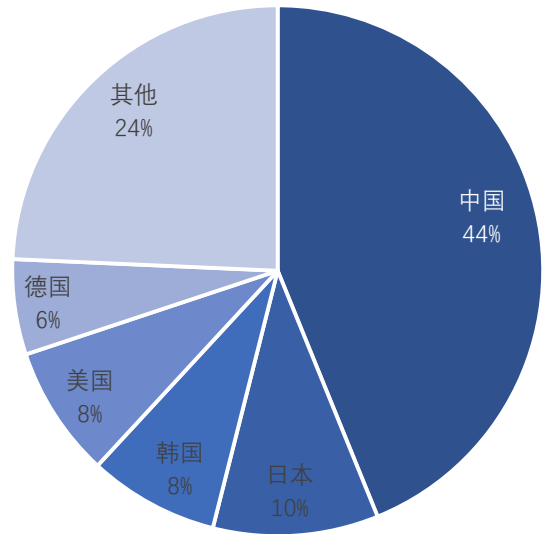


- **工业机器人是实现智能制造的重要基础设施。**感知、计算和控制等技术的迭代升级和图像识别、自然语音处理、深度认知学习等数字技术在机器人领域的深入应用，对机器人行业产生了深远影响，加速了机器人行业智能化的发展。在各式机器人中，应用于生产过程与环境的工业机器人较早得到大规模应用，是实现智能制造最重要的基础设施，占据半数以上市场份额。
- **中国是全球工业机器人最大消费市场。**根据IFR，2021年全球工业机器人装机量达到 48.68万台，同比增长 26.77%。2013年以来，工业机器人装机量除2018-2020年外，其余年份均保持两位数增长。全球工业机器人 76%的销量集中在五个国家，中国自2013年以来一直是世界最大的工业机器人消费市场，2020年中国市场销量占全球的44%。

图表：全球与中国工业机器人安装量及其增速

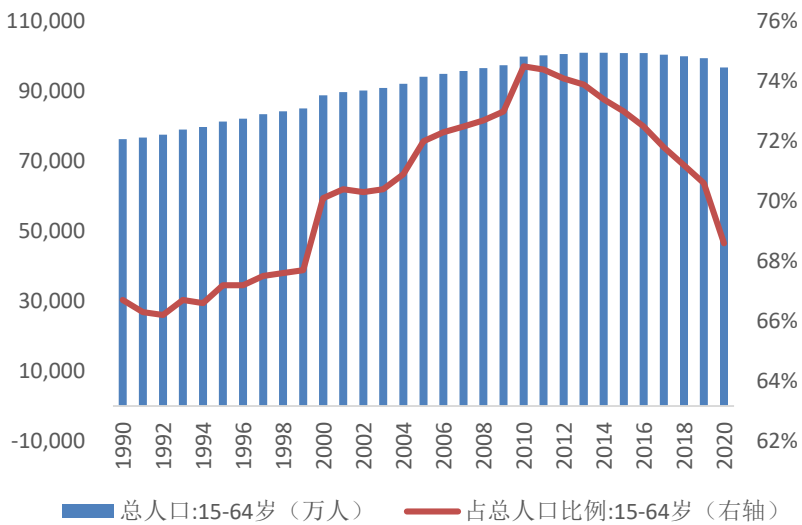


图表：2020年各国工业机器人安装量占比

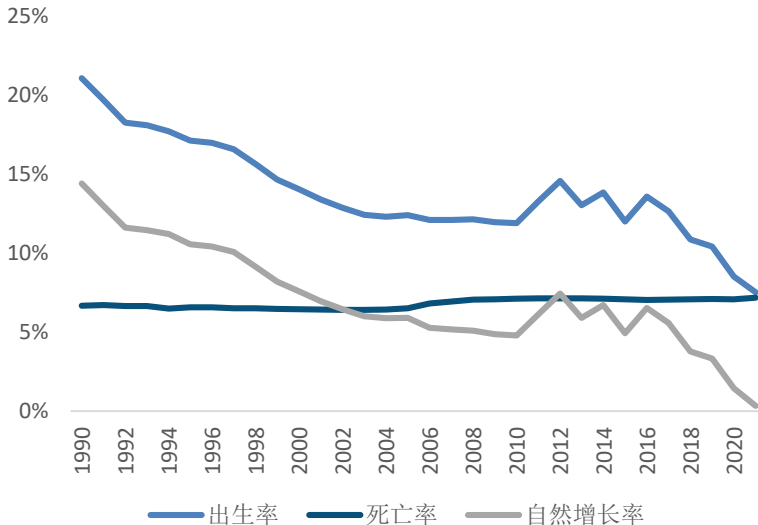


- **中国依靠廉价劳动力获得经济快速发展已成过去式，迫切需要找到新的经济增长点，制造业智能化转型已是大势所趋。**我国人口自然增长率从2016 年至今呈现加速下滑趋势，随着人口总量停止增长、老龄化加速，我国劳动力人口占比从 2010 年的 74.50%下滑到 2020年的 68.60%。对比东南亚地区，我国已经明显丧失了人力成本优势。随着我国人口老龄化及劳动力成本不断上涨，制造业向智能化转型趋势较为确定，作为智能制造领域中具有代表性的设备，我国工业机器人发展空间较大。
- **自动化生产带来的安全、稳定与效率提升是企业实现机器换人的主要动力。**与人力相比，工业机器人具有低成本、高效率以及24小时工作的特点。**从安全、稳定性角度看**，机器换人既能适应有毒、有害、高温等恶劣环境，也不会带任何情绪工作，稳定可靠性极高。**从工作效率与经济效益提升角度看**，工业机器人能大幅提高生产效率，改善企业经营效益。机器人可以随时、无限量加班，高强度工作，不需要承担额外加班工资。

图表：我国劳动力总人口及其占比



图表：我国出生率、死亡率、自然增长率



图表：中国和周边主要国家小时劳动力成本(美元 /小时)

	2006	2011	2016
中国	0.612	1.658	3.282
泰国	0.876	1.36	1.976
印度尼西亚	0.497	0.697	0.836
马来西亚	2.051	2.532	2.674
越南	——	0.733	1.311

- **国家政策引导，地方政策跟进。**近年来国家出台了一系列相关政策对高端智能产品、高新技术企业、先进装备制造业等进行规划与扶持，**从产品、企业和行业三个层面来鼓励工业机器人及其相关行业发展。**响应国家号召，各省市积极推动工业机器人行业发展，在战略新兴产业发展规划、科技创新规划、新兴产业发展规划、高端装备发展规划等规划中提及“机器人”，鼓励向智能制造转型升级。我国产业政策将长期支持相关行业，并推动产业技术变革及升级，从而促进我国机器人及智能制造行业迈上新的台阶。

图表：工业机器人相关政策

时间	政策文件	内容
2021	“十四五” 机器人产业发展规划	到2025年，我国成为全球机器人技术创新策源地、高端制造集聚地和集成应用新高地。一批机器人核心技术和高端产品取得突破，整机综合指标达到国际先进水平，关键零部件性能和可靠性达到国际同类产品水平。机器人产业营业收入年均增速超过20%。
2020	关于扩大战略性新兴产业投资 培育壮大新增长点增长极的指导意见	重点支持工业机器人、建筑、医疗等特种机器人、高端仪器仪表、轨道 交通装备、高档五轴数控机床、节能异步牵引电动机、高端医疗装备和制药装备、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船 舶等高端装备生产，实施智能制造、智能建造试点示范。
2019	粤港澳大湾区发展规划纲要	以珠海、佛山为龙头建设珠江西岸先进装备制造产业带，支持佛山深入开展制造业转型升级综合改革试点。要推动制造业智能化发展，以机器人及其关键零部件、高速高精加工装备和智能成套装备为重点，大力发展智能制造装备和产品，培育一批具有系统集成能力、智能装备开发能力和关键部件研发生产能力的智能制造骨干企业。
2019	产业结构调整指导目录	重点鼓励发展人机协作机器人、双臂机器人、弧焊机器人、重载AGV、专用检测与装配机器人集成系统等产品，以满足我国量大面广制造业转型升级的需求。

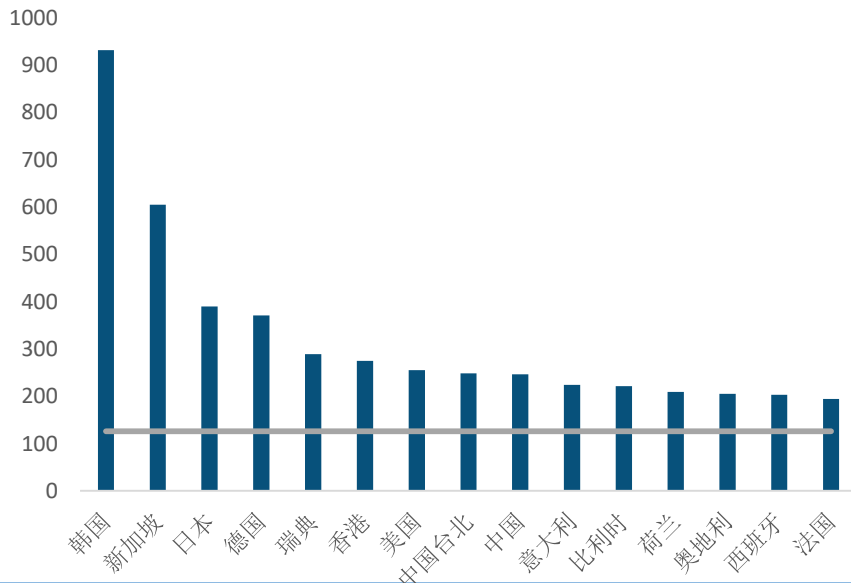
图表：工业机器人相关地方政策

时间	省市	政策文件
2022	浙江省	关于加快工业和信息化领域生产性服务业和服务型制造发展的行动方案
2022	吉林省	吉林省人民政府关于实施“专精特新” 中小企业高质量发展梯度培育工程的意见
2022	重庆市	重庆市战略性新兴产业发展“十四五” 规划（2021—2025年）的通知
2022	辽宁省	辽宁省推进“一圈一带两区” 区域协调发展三年行动方案的通知
2021	陕西省	陕西省“十四五” 制造业高质量发展规划
2021	江苏省	江苏省“十四五” 高质量就业促进规划

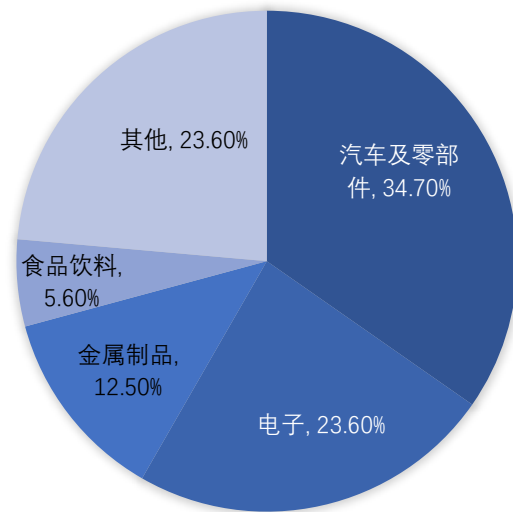
从工业机器人的装机密度看，我国仍有较大提升空间

- **从机器人的装机密度看，仍有提升较大空间。** 根据IFR，2020年全球工业机器人装机密度为126台/万人，同比增12%。新加坡和韩国是装机密度最高，每万人机器人装机数量分别达到932台和605台，而在需求量最大的**中国市场这个数字仅246台，远落后于发达国家，仍有较大提升空间。**
- **汽车制造是我国主要应用市场，电子占比或提高至第一大行业。** 工业机器人应用行业已达37个国民经济行业大类，102个行业中类。从中国应用行业看，汽车制造业是国内产机器人的主要市场，随后是3C电子、金属制造、塑料及化学制品、食品烟草饮料。根据中国电子协会，2020年，汽车及零部件在中国工业机器人市场的行业应用占比为34.7%（汽车零部件17.2%，汽车整车11.7%，汽车电子5.8%）；电子占比为23.6%；金属制品占比12.5%；食品饮料占比5.6%。其他领域占比均相对较低。未来几年，汽车及零部件占比或将不断降低，电子占比将逐步提高到第一大行业。另外随着制造业转型升级进程的不断加速，金属加工、食品医药、锂电光伏、仓储物流、日化等应用行业占比将不断提高，**长尾行业加速渗透，工业机器人和自动化行业的成长空间值得期待。**

图表：2020年制造业中的机器人密度（台/万人）



图表：中国工业机器人市场应用占比



1. 特斯拉或于年内发布人形机器人， 机器代人是未来大趋势

2. 国内机器人市场持续快速增长， “AI+机器人” 打开市场应用新空间

3. 国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

4. 相关公司梳理

3.国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

3.1 国内产业链有望快速切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

3.2 上游三大核心零部件占工业机器人总体成本的60%，国产替代空间广阔

3.3 全产业链模式将是未来工业机器人厂商的重要发展趋势

■ **国内供应商有望快速切入特斯拉机器人零部件+本体制造的环节。** 机器人综合了机械、电子、计算机、传感器、自动控制、人工智能等领域的最新成果。特斯拉之前透露，“擎天柱”头部将配备与特斯拉汽车相同的智能驾驶摄像头，并与汽车共用AI系统——特斯拉Dojo超级计算机系统；运动系统包括能量管理系统和运动执行系统(传动器、控制器、减速器、防震器等)等。目前Tesla Bot产业供应链虽然格局未定，从披露的信息来看，AI芯片和底层算法或自研，考虑到“擎天柱”有严格的成本控制要求，**国内供应商有望凭借成本优势切入机器人零部件+本体制造的环节，或有望复制国内新能源汽车的发展路径**（根据人民网资讯，2021年底特斯拉上海超级工厂国产化率90%左右。除核心的芯片、集成电路部分，车身及零部件均可采用国产制造，在不断降本的趋势带动下我国具有了全球最全的新能源汽车产业链布局），加速关键技术国产替代进程，完善相关产业链布局。

图表：融合人工智能的机器人产业链



图表：特斯拉汽车除核心的芯片、集成电路部分，车身及零部件均可采用国产制造

动力总成系统	锂电池组	
	电控、电机	自产
	动力电池	宁德时代、LG
	电池结构件	旭升股份、科达利
	IGBT	意法半导体
	电池管理系统	
	BMS	自产
	集成电路	意法半导体
	功能性器件	均胜电子、安洁科技
	热管理系统	
	三花智控、银轮股份	
中控系统	系统总成	特斯拉
	视觉运算处理器	NVIDIA
	中控屏	长信科技
	镜头	联创电子
	高精度地图	四维图新
	自动驾驶系统	
	Autopilot	自产
	摄像头	Mobileye
	毫米波雷达	法雷奥
	电驱动系统	
	电机	福田机电、中科三环（提供钕铁硼磁体原料）
电机驱动	电机控制器	自产
	微型变速箱	旭升股份
车身件	中控台	新泉股份
	遮阳板	岱美股份
	座椅、保险杠	华域汽车
	金属及塑料覆盖件	仅为股份
	底盘	拓普集团

- **人形机器人产业或依托较为成熟的工业机器人产业链。**两足机器人行走过程中，通常只有单腿支撑身体，在技术上需要高精密执行结构、传感器以及高精度建模与控制等软硬件方面的支撑，以维持机身稳定。此外，机器人往往还要结合上肢手臂运动实现各类仿人运动和操作。人形机器人的双足平衡技术相对于履带式、轮式机器人更加复杂，现在机器人市场上占主流的是工业机器人。**工业机器人可以看做是人形机器人发展过程中的雏形阶段，工业机器人具有类似人体上肢动作技能及结构，是能完成特定的动作的自动机械，人形机器人结构构成或参考较为成熟的工业机器人。**未来人形机器人在实现形似和简单功能的基础上，基于生物机制进行结构设计、研发高智能和可解释性算法，实现机器人与人类或其他生物的“神似”，能通过感知机能决定行动。

图表：融合人工智能的机器人产业链中与工业机器人重合的机机械制造零部件



3.国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

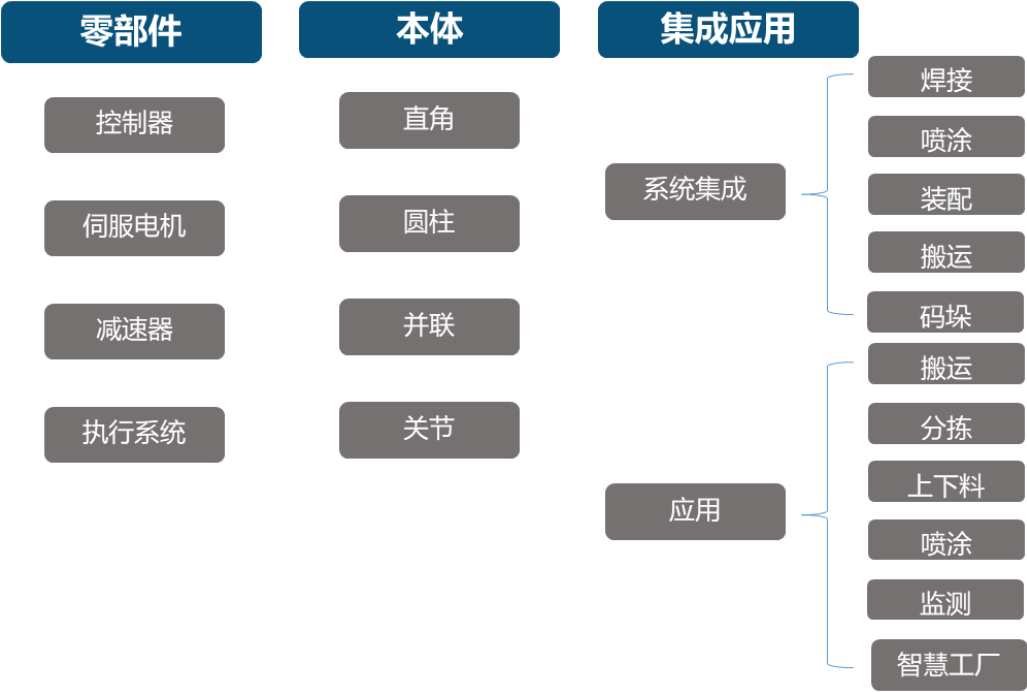
3.1 国内产业链有望快速切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

3.2 上游三大核心零部件占工业机器人总体成本的60%，国产替代空间广阔

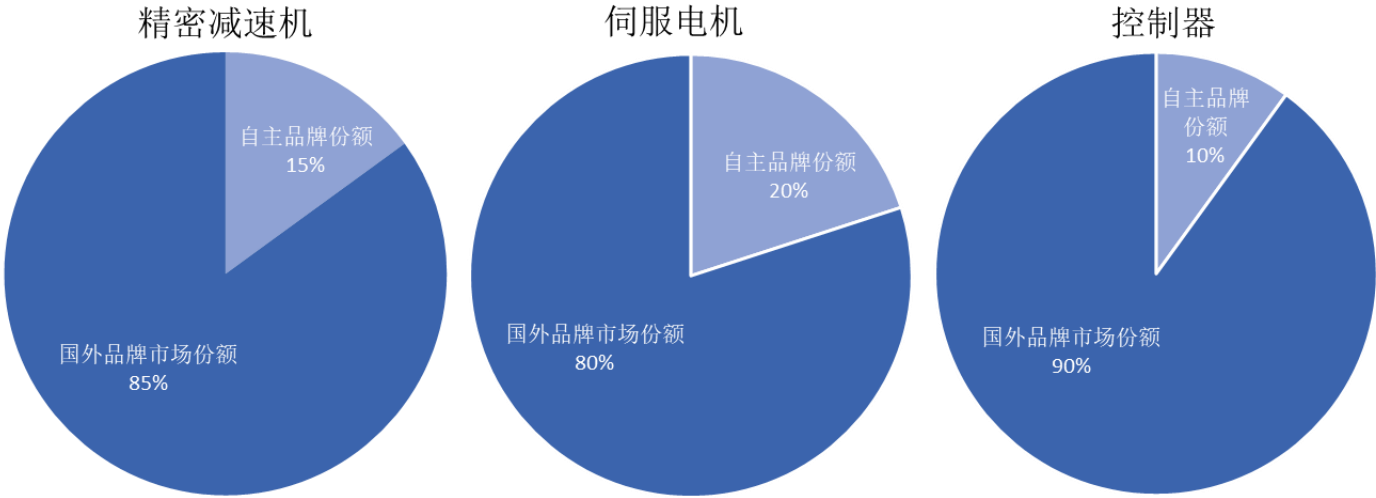
3.3 全产业链模式将是未来工业机器人厂商的重要发展趋势

■ **工业机器人行业上游三大核心零部件的成本占工业机器人总体成本的60%，国产替代空间广阔。**控制器、伺服电机和减速机是生产工业机器人的关键零部件，其中减速机开发难度最高。**三大核心零部件自主品牌国内市场份额偏低，国产替代空间广阔，目前仅部分企业具有一定的竞争力。**本体（中游）环节主要负责工业机器人的支柱、手臂、底座等部件与减速机等零部件的加工和组装，关节型工业机器人的功能最强大，用量也最多（根据埃夫特招股说明书，多关节型机器人在全球市场和中国市场均占 66%左右）。系统集成（下游）环节，主要负责工业机器人应用系统的开发和集成，即在各类工业机器人（本体）上安置不同的执行机构从而实现不同的应用功能。

图表：工业机器人产业链

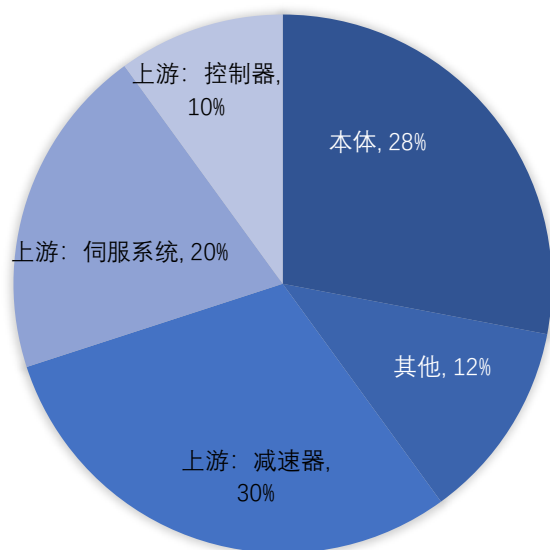


图表：自主品牌工业机器人三大核心部件国内市场份额

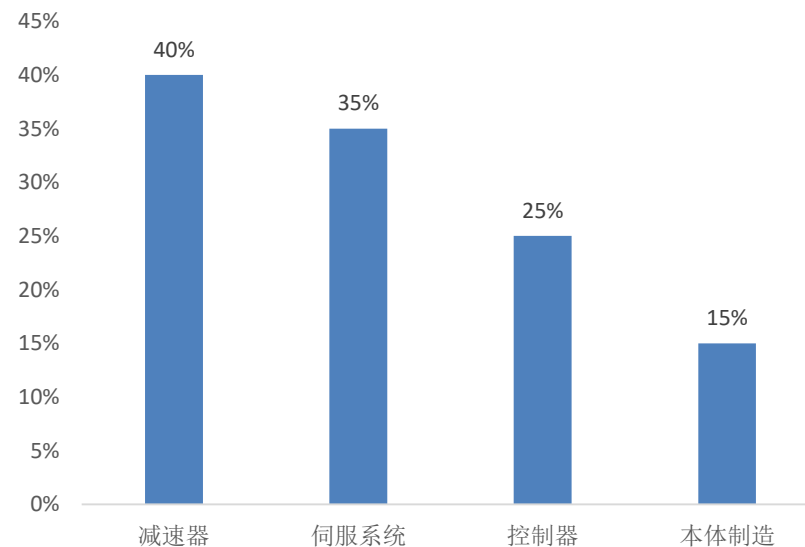


- **上游核心零部件的毛利率更高。**成本占比最高的减速器的毛利率也最高，达40%，其次是伺服系统（35%）和控制器（25%）。

图表：工业机器人平均成本占比



图表：工业机器人产业链毛利率

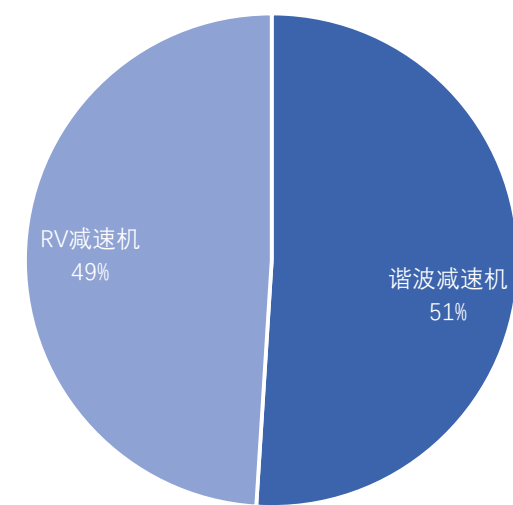


■ **谐波减速器与RV减速器是精密传动领域广泛使用的精密设备：**减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，具有匹配转速和传递转矩的作用。谐波减速器与RV减速器是精密传动领域广泛使用的精密减速器。由于传动原理和结构等技术特点差异，二者在下游产品及应用领域各有所侧重、相辅相成。根据前瞻产业研究院，截至2020年，日本机器人减速器企业占据了全球80%以上的市场份额，其中纳博特斯克在全球的市占率高达60%。**我国谐波减速器已实现技术突破，绿的谐波、来福谐波等已实现规模化量产，可实现进口替代；但RV减速器由于传动精度、扭转刚度等性能差距仍然依赖进口。**根据前瞻产业研究院测算，2020年全球机器人减速机需求量为223.2万台，较上年同期小幅回升，其中谐波减速机需求量为110.2万台；RV减速机需求量为113万台。2017年以来全球机器人减速机市场规模维持在100亿元以上水平，其中2018年受机器人减速机需求大增的影响，市场规模更是突破120亿元。2020年，全球机器人减速机市场规模为106.5亿元，其中我国谐波减速机需求量为50.40万台、RV减速机需求量为47.50万台，对应市场规模分别为12.60亿元、28.50亿元。

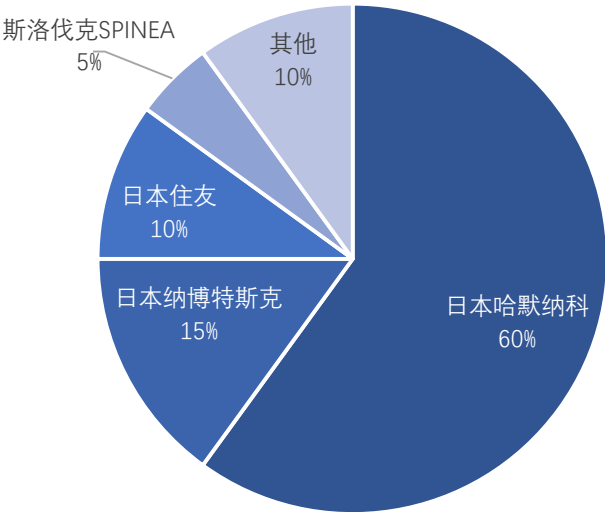
图表：RV减速器与谐波减速器对比

项目	RV减速器	谐波减速器
技术特点	通过多级减速实现传动，一般由行星齿轮减速器的前级和摆线针轮减速器的后级组成，组成的零部件较多	通过柔轮的弹性变形传递运动，主要由柔轮、刚轮、波发生器三个核心零部件组成。与RV及其他精密减速器相比，谐波减速器使用的材料体积及重量大幅度下降
产品性能	大体积、高负载能力和高刚度	体积小、传动比高、精密度高
应用场景	汽车、运输、港口码头等行业中通常使用配有RV减速器的重负载机器人	3C、半导体、食品、注塑、模具、医疗等行业中通常使用由谐波减速器组成的30kg负载以下的机器人
价格区间	5,000-8,000 元/台	1,000-5,000 元/台

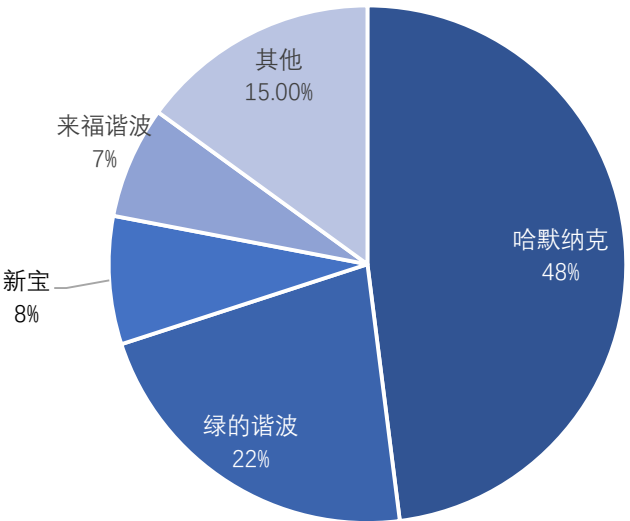
图表：2020年中国机器人减速器市场细分结构



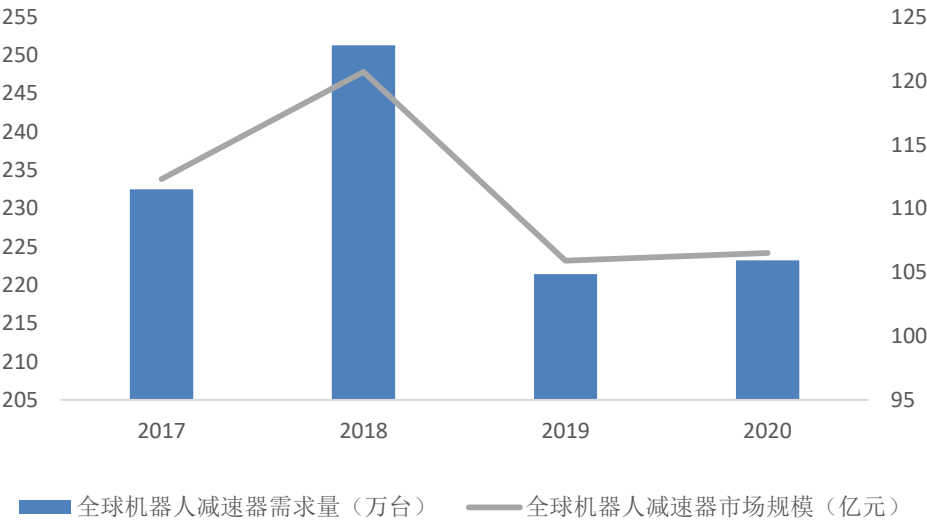
图表：2020年全球机器人减速机行业格局



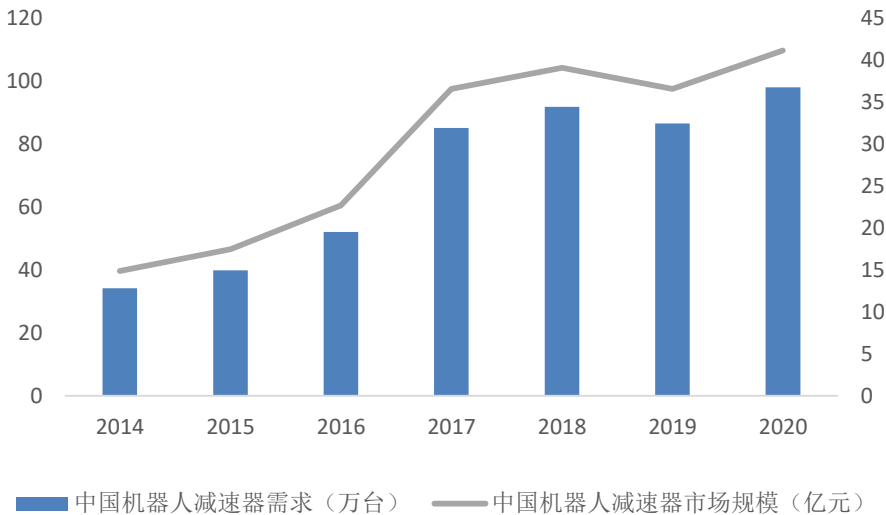
图表：2020年中国谐波减速器市场份额



图表：全球机器人减速器需求



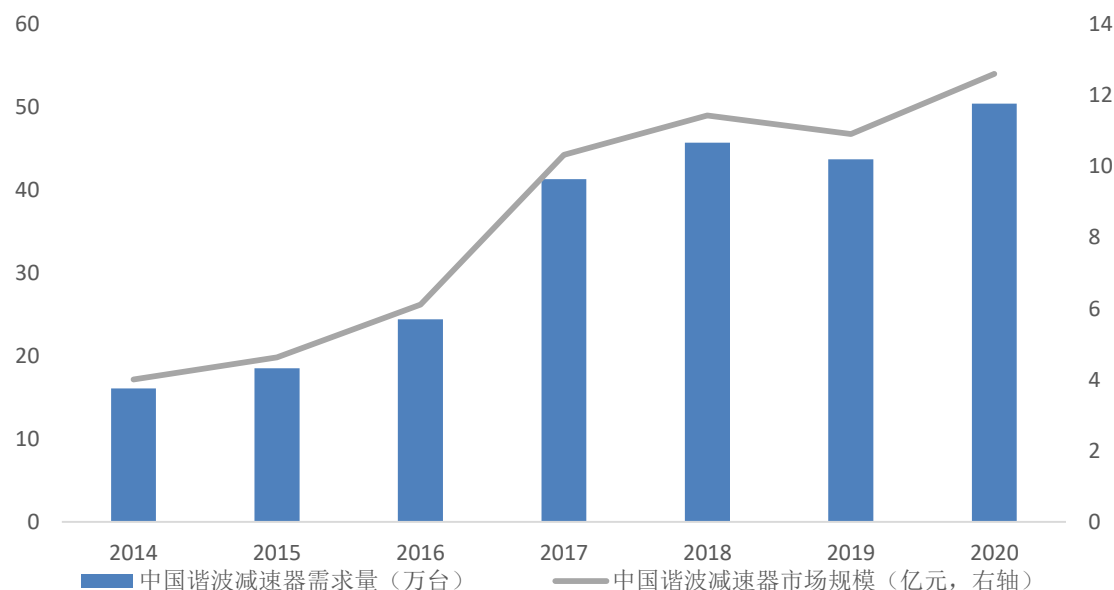
图表：中国机器人减速器需求



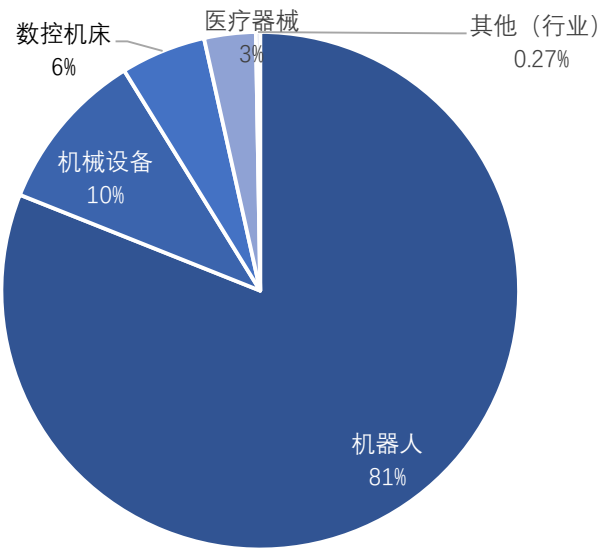
资料来源：前瞻产业研究院、头豹研究院，中航证券研究所

- **谐波减速器主要应用在多关节机器人和协作机器人，市场拓展潜力较大：**目前谐波减速器主要应用在工业机器人行业，特别是多关节机器人和协作机器人。根据前瞻产业研究院的测算，2020年谐波减速器需求为50.4万台。每台六轴多关节机器人需要搭配 6 台精密减速器，其中负载 10kg 以下机器人主要使用谐波减速器，协作机器人全部关节使用谐波减速器，一般使用 6-7 个谐波减速器。协作机器人与传统工业机器人相比，具有低成本、轻量化、安全性能高等突出优势，高度契合制造业企业对于人机协同、柔性化制造的转型需求，市场拓展潜力较大。协作机器人目前主要用在工业机器人领域，未来跳出工业应用场景，在商业服务领域的多元化应用或将打开协作机器人新的成长空间。

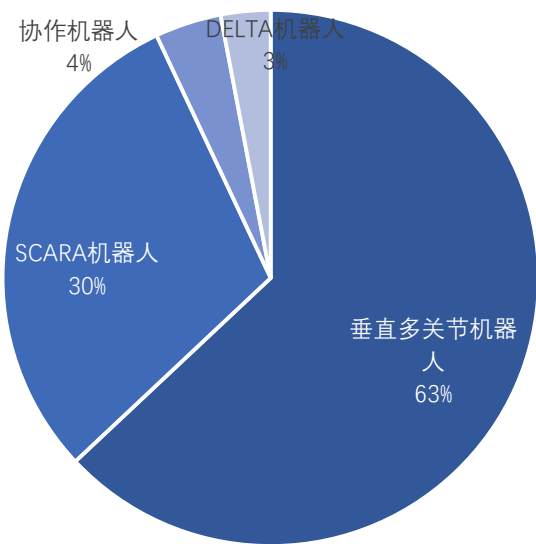
图表：中国谐波减速器需求与市场规模



图表：绿的谐波2021年下游应用结构



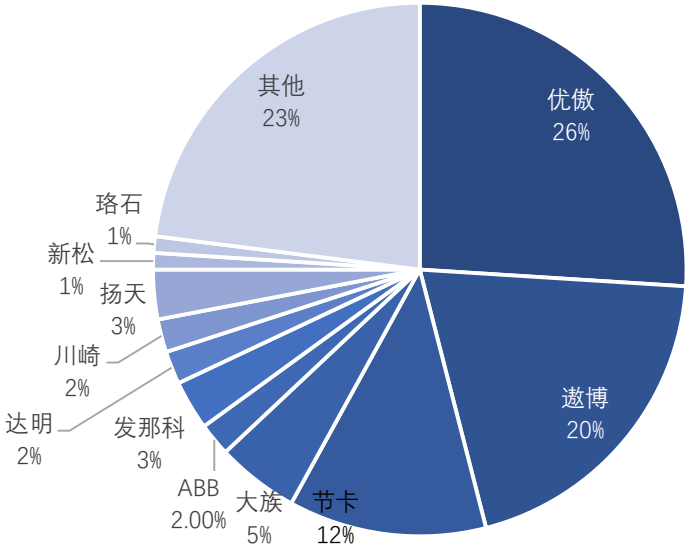
图表：2020年中国工业机器人谐波减速器细分应用



图表：各类机器人生产所需谐波减速器数量（台）

机器人分类	谐波减速机平均需求量
多关节机器人	3.5
坐标机器人	1
DELTA机器人	3
SCARA机器人	2-4
其他（圆柱型/其他）	0.5
协作机器人	6-7

图表：2019年中国协作机器人国产品牌份额较高





- 预计2025年全球工业机器人谐波减速器市场规模达50.32亿元。假设我国工业机器人未来安装增速在15%-20%之间，未来多关节机器人占比下降、SCARA机器人占比略有提升、协作机器人占比逐年提升、DELTA机器人占比平稳，我国安装量占全球的50%，测算得出2025年全球工业机器人谐波减速器市场规模达50.32亿元。随着谐波减速器技术向高精度高刚度方向发展，其应用领域将拓展到更多领域。

图表：工业机器人谐波减速器市场需求测算（单台多关节机器人、SCARA机器人、协作机器人、DELTA机器人分别需要3.5、3、6、3个谐波减速器）

	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
我国工业机器人保有量（万台）	78.3	94.3	113.5	139.2	168.9	204.1	245.5
我国安装量（万台）	14.00	16.80	25.66	29.77	35.12	41.45	48.91
我国工业机器人安装量增速	-9.09%	20.00%	52.74%	16.00%	18.00%	18.00%	18.00%
垂直多关节机器人安装量（万台）	9.69	10.58	15.40	16.97	19.32	21.97	24.94
SCARA机器人安装量（万台）	3.25	5.04	7.95	9.52	11.24	13.26	15.65
协作机器人安装量（万台）	0.59	0.67	1.54	2.38	3.51	4.97	6.85
DELTA机器人安装量（万台）	0.48	0.50	0.77	0.89	1.05	1.24	1.47
垂直多关节机器人安装量占比	69.20%	63.00%	60.00%	57.00%	55.00%	53.00%	51.00%
SCARA机器人安装量占比	23.20%	30.00%	31.00%	32.00%	32.00%	32.00%	32.00%
协作机器人安装量占比	4.20%	4.00%	6.00%	8.00%	10.00%	12.00%	14.00%
DELTA机器人安装量占比	3.40%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
垂直多关节机器人谐波减速器需求量（万台）	33.91	37.04	53.89	59.38	67.61	76.88	87.30
SCARA机器人谐波减速器需求量（万台）	9.74	15.12	23.86	28.57	33.72	39.79	46.95
协作机器人谐波减速器需求量（万台）	3.53	4.03	9.24	14.29	21.07	29.84	41.08
DELTA机器人谐波减速器需求量（万台）	1.43	1.51	2.31	2.68	3.16	3.73	4.40
国内工业机器人所需谐波减速器（万台）	48.61	57.71	89.30	104.92	125.57	150.24	179.73
国内工业机器人谐波减速器市场规模（亿元）	10.69	11.54	16.07	17.84	18.83	21.78	25.16
国内工业机器人安装量占全球比重	36.65%	43.75%	52.71%	50%	50%	50%	50%
全球工业机器人安装量（万台）	38.20	38.40	48.68	59.53	70.25	82.89	97.81
全球工业机器人所需谐波减速器（万台）	132.63	131.90	169.41	209.85	251.13	300.48	359.46
全球工业机器人谐波减速器市场规模（亿元）	29.18	26.38	30.49	35.67	37.67	43.57	50.32

若“擎天柱”采用谐波减速器，长期或带来80亿的增量空间

■ 谐波减速器因其体积小、重量轻的特点，有较高的集成性，且运动精度更高，或适用于人形机器人的大部分关节。根据中国科学报，“擎天柱”内部或将放置 40 个电动马达提供动力。若其中50%需要配备减速器，其中80%采用谐波减速器，则单台人形机器人或需要16个谐波减速器，是单台协作机器人所需谐波减速器的2倍以上。保守估计，参考特斯拉汽车2013-2020年的交付量，若“擎天柱”采用谐波减速器，长期或带来80亿的增量空间。国产品牌绿的谐波、来福谐波等国产品牌已实现技术突破，国产替代正在进行时。截止 2021 年底绿的谐波产能达到了年产 30 万台谐波减速器的水平，随着公司IPO募投的年产 50 万台精密谐波减速器项目逐步达产，看好公司市占率的提升。根据高工机器人网，2017年来福谐波的减速器发货量近10000套，来自机器人行业的订单占比约40%；大族激光下属子公司大族精密传动2017年实现批量生产，根据2019年5月31日公司表示谐波减速器目前已实现小规模量产，该业务暂未实现盈利。中技美克2021年收入2788.29万元，归母净利润200.65万元。

图表：特斯拉汽车2013-2020年交付量

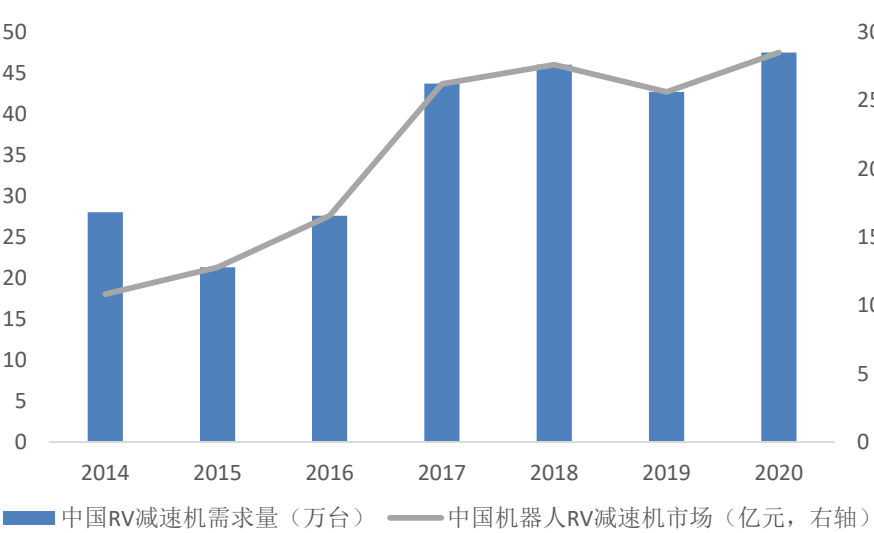


图表：“擎天柱”若采用谐波减速器或将带来的市场空间预测

	2023E	2024E	2025E	2030E
“擎天柱”销量（台）	2600	31000	50000	500000
单台“擎天柱”所需谐波减速器	16	16	16	16
“擎天柱”谐波减速器总需求量（台）	41600	496000	800000	8000000
“擎天柱”谐波减速器市场空间（亿元）	0.62	7.19	11.20	80.00

■ **RV减速器与国外差距较大，2020年全国市场规模为28.50亿元：**相比于谐波减速器，RV 减速器技术很大程度上落后于国际水平。RV 减速器具有刚度较高、传动平稳、工作效率高等特点，一般安装于机器人的肩部、大臂、机座等重负载的位置。日本纳博特斯克是全球最大的机器人精密减速器制造商，RV 减速器占国际市场的60%以上，特别是中/重负荷机器人上的RV减速器市场占有率高达90%。我国对工业机器人用精密减速器的研究开始较晚，已完成减速机领域相关技术储备，目前包括秦川机床、双环传动、中大力德、南通振康等数家企业都在大力发展国产RV减速机产品，但在转动精度和传动效率上距离国外产品尚有一定差距。**我国机器人行业对RV减速机的需求量呈现持续增长的发展态势**，根据前瞻产业研究院测算，2020年全国RV减速机需求量为47.5万台，同比增长11.2%，对应市场规模为28.50亿元。

图表：中国RV减速机需求量及市场规模



图表：各类机器人所需RV减速机数量（台）

机器人分类	RV减速器平均需求量
多关节机器人	4
坐标机器人	3
DELTA机器人	0
SCARA机器人	0
其他（圆柱型/其他）	1

图表：工业机器人减速器国内外对比

	哈默纳科CSG系列	绿的谐波LCS系列	纳博特斯克RV-E 系列	南通振康RV 系列
减速比	50~160	30~160	30~191	81~171
输出转速 (r/min)	20	20	25	15
转动精度	0.5' ~2'	—	<23"	<1'
空程	1' ~3'	<40"	<1.5'	—
背隙	3" ~60"	<20"	—	<1'
传动效率 (%)	65~85	—	85~90	>80
平均寿命 (h)	50000	15000	—	>5500
差距	谐波减速器：传动精度、扭矩刚度、寿命、精度有差距；RV减速器：国产承载能力弱， 噪声大，产品系列不全。			

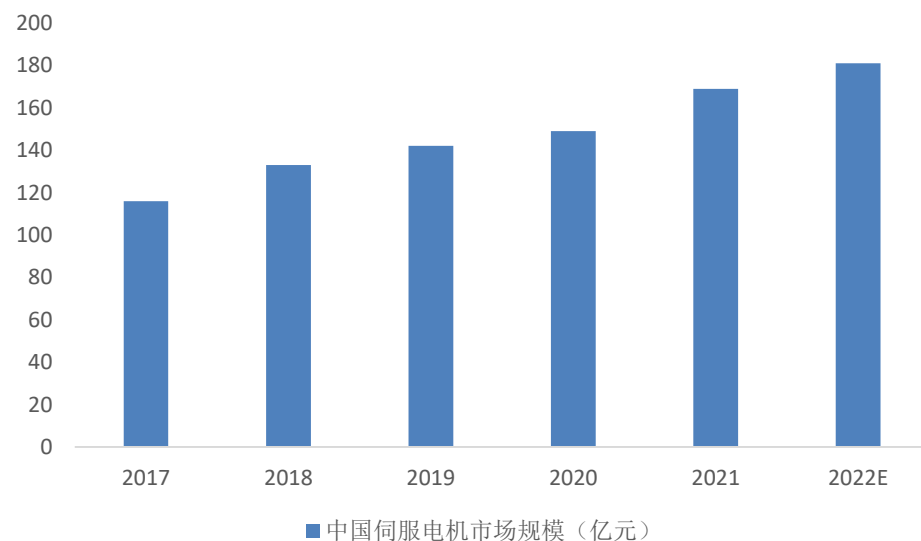
■ **2025年全球工业机器人RV减速器市场或接近100亿，国内部分厂商已具备批量生产能力。**秦川机床是国内唯一提供全系列产品（5Kg-800Kg）的厂商。2021年公司的RV减速器产销量超过3万台，约占到国产RV品牌市场份额的20%-25%。2021年RV减速器具备年产6-9万套的生产能力，2022年计划产销不低于5万台。中大力德的减速器产品包含行星减速器、RV减速器和谐波减速器，其中RV减速器2018年开始批量供货，谐波减速器2020年开始批量供货。双环传动2013年开始研制RV减速器，2015年募集3亿元用于RV减速器项目建设，预计产能6万套/年，计划在2020年建成10万套/年的产能，目前已逐步实现6-1000KG工业机器人所需精密减速器的全覆盖。中大力德减速器包含行星减速器、RV减速器和谐波减速器，其中RV减速器2018年开始批量供货，谐波减速器2020年开始小批量生产。

图表：工业机器人RV减速器市场需求测算（单台多关节机器人需要4台谐波减速器，其他假设条件同P26）

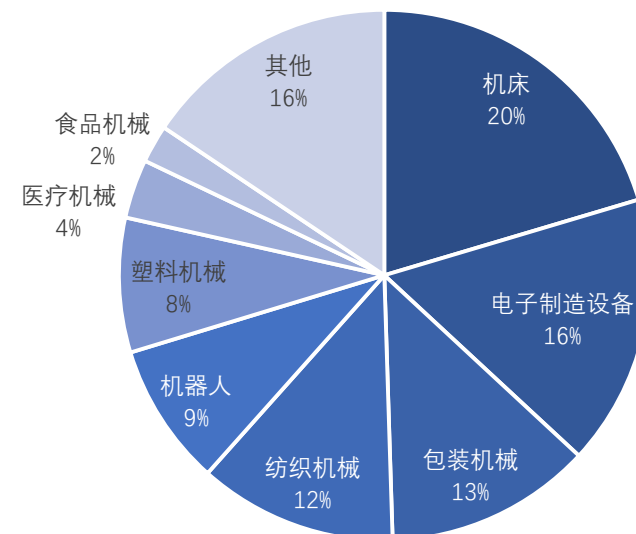
	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
我国工业机器人保有量（万台）	78.3	94.3	113.5	139.2	168.9	204.1	245.5
我国安装量（万台）	14.00	16.80	25.66	29.77	35.12	41.45	48.91
我国工业机器人安装量增速	-9.09%	20.00%	52.74%	16.00%	18.00%	18.00%	18.00%
垂直多关节机器人安装量（万台）	9.69	10.58	15.40	16.97	19.32	21.97	24.94
垂直多关节机器人安装量占比	69.20%	63.00%	60.00%	57.00%	55.00%	53.00%	51.00%
垂直多关节机器人RV减速器需求量（万台）	38.75	42.34	61.58	67.87	77.27	87.86	99.77
国内工业机器人所需RV减速器（万台）	38.75	42.34	61.58	67.87	77.27	87.86	99.77
国内工业机器人RV减速器市场规模（亿元）	23.25	25.40	36.95	39.36	43.27	46.57	49.88
国内工业机器人安装量占全球比重	36.65%	43.75%	52.71%	50%	50%	50%	50%
全球工业机器人安装量（万台）	38.20	38.40	48.68	59.53	70.25	82.89	97.81
全球工业机器人所需RV减速器（万台）	105.74	96.77	116.84	135.73	154.54	175.73	199.54
全球工业机器人RV减速器市场规模（亿元）	63.44	58.06	70.10	78.72	86.54	93.14	99.77

■ **2021年国产品牌汇川技术在通用伺服系统中国市场中首次占比排名第一：** 伺服系统是指以位置、速度、转矩为控制量，能够动态跟踪目标变化从而实现自动化控制的系统，主要由伺服驱动器、伺服电机、编码器三部分组成。伺服电机是关键技术，是用于驱动机器人关节运动的电机设备。我国伺服电机发展起步较晚，市场份额仍被外资占据半壁江山，但国产替代率逐年走高。2021年国产品牌汇川技术首次占比排名第一，通用伺服系统中国市场份额达到16.3%。受到下游工业机器人、电子制造设备等产业扩张的影响，伺服电机在新兴产业应用规模也不断增长。根据中商产业研究院，2019年中国伺服电机市场规模达142亿元，同比增长6.77%，中商产业研究院预计2022年市场规模将增长至181亿元。

图表：中国伺服电机市场规模

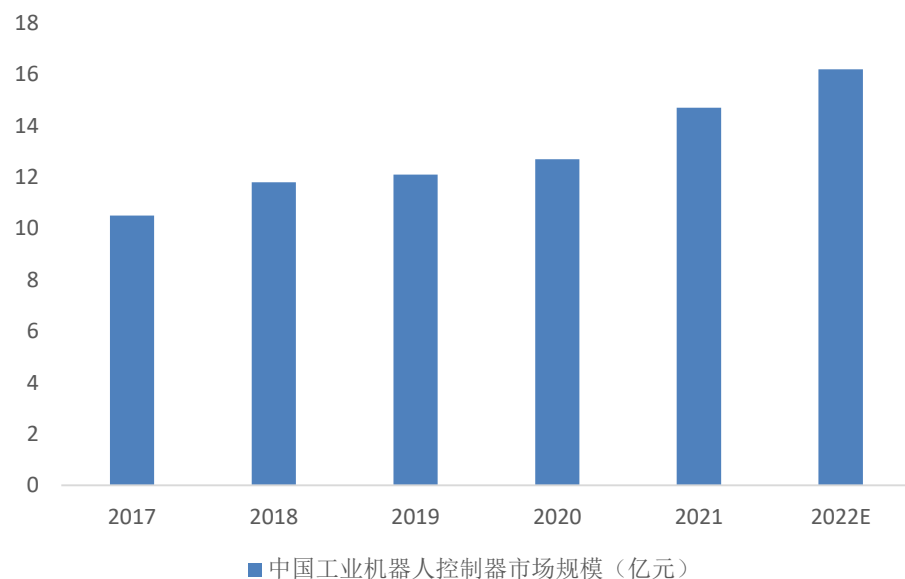


图表：中国伺服电机下游应用

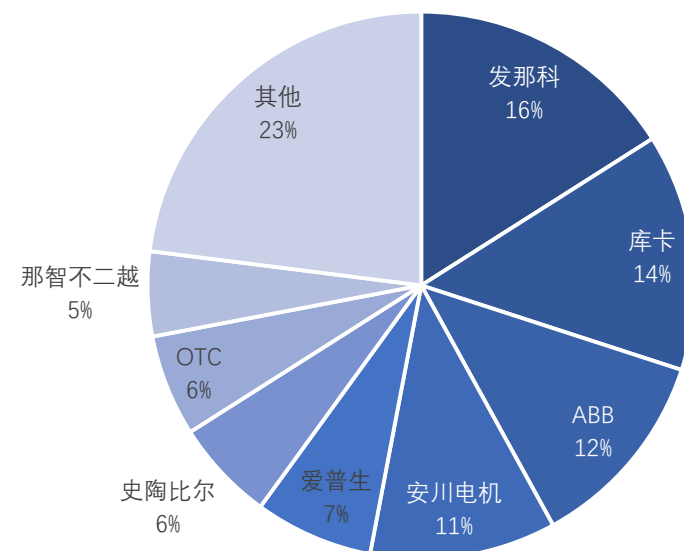


- **控制器主要由各主流机器人厂商自主研发：**机器人的“大脑”，它能够接收机器人各个部分发出的指令，再通过控制系统中的编程进行处理，向各部分发出指令，从而达到控制机器人运动的目的。控制器与本体一样，一般由机器人厂家自主设计研发。目前国外主流机器人厂商的控制器均为在通用的多轴运动控制器平台基础上进行自主研发，各品牌机器人均有自己的控制系统与之匹配，国内企业控制器尚未形成市场竞争优势。国内机器人控制器与国外产品存在的差距主要在软件部分，即控制算法和二次开发平台的易用性。根据中商产业研究院，工业机器人控制器国产率不足20%，外资厂商中日厂商发那科占国内市场份额18%。根据中商产业研究院，预计到2022年，中国工业机器人用控制器市场规模有望达到16.2亿元。

图表：中国工业机器人控制器市场规模



图表：中国工业机器人控制器市场



3.国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

3.1 国内产业链有望快速切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

3.2 上游三大核心零部件占工业机器人总体成本的60%，国产替代空间广阔

3.3 全产业链模式将是未来工业机器人厂商的重要发展趋势

■ **全产业链模式将是未来工业机器人厂商的重要发展趋势。**纵观国际工业机器人“四大家族”和国内的优质制造商埃斯顿，都采用了“重要零部件生产+本体生产+系统集成”的全产业链模式，或是正在向上下游逐步渗透，实现全产业链模式的转型。我们预测，未来全产业链企业和本体+集成厂商将获得市场优势竞争地位，品牌溢价能力较强，在行业产业链中拥有更多话语权。

图表：工业机器人四大家族主要业务布局 and 优势

公司名称	主要业务	公司优势
ABB（瑞士）	控制系统，电力产品，电力系统，离散自动化与运动控制以及过程控制和过程自动化，系统集成业务	运动控制和自动化的整合。运动控制是 ABB 的核心技术
FANUC（日本）	工业自动化、机床、机器人	全球第一数控系统生厂商，产品精度非常高
KUKA（德国）	系统集成+本体、焊接设备、机器人本体、系统集成、物流自动化	全球唯一可以提供汽车生产全部四大工艺（冲压、白车身、涂装、总装）的工业机器人解决方案供应商
安川电机（日本）	伺服+运动控制器、电力电机设备、运动控制、伺服电机、机器人本体	除去减速器外购，其他诸如控制器、伺服系统和机械设计都是自己完成

1. 特斯拉或于年内发布人形机器人， 机器代人是未来大趋势

2. 国内机器人市场持续快速增长， “AI+机器人” 打开市场应用新空间

3. 国内供应商有望切入特斯拉机器人零部件+本体制造环节

4. 相关公司梳理



- **机器代人大趋势下，关注自动化领域相关投资机会。** 强化工业基础是支撑机器人创新的最重要保障，国内传统工业机器人产业链有望持续受益。
1) 关注在上游核心零部件领域取得技术突破、实现国产替代的厂商：绿的谐波、双环传动、汇川技术、中大力德。2) 中、下游，“核心零部件生产+本体生产+系统集成”的全产业链模式的厂商将会获得优势竞争地位，建议关注：埃斯顿。3) 为工业设备上“眼睛”的专注视觉核心技术的奥普特、天准科技。

图表14：机器人自动化行业相关标的（截止2022年7月13日收盘，取Wind一致预期）

简称	代码	收盘价(元)	总市值(亿元)	净利润(亿元)			市盈率(倍)		
				2021A	2022E	2023E	2020A	2022E	2023E
绿的谐波	688017.SH	130.89	220.66	1.89	2.6899	3.73	116.64	82.03	59.16
双环传动	002472.SZ	29.05	225.92	3.26	5.29	7.57	69.23	42.72	29.83
汇川技术	300124.SZ	61.79	1628.96	35.73	41.50	53.59	45.59	39.25	30.40
中大力德	002896.SZ	18.95	25.62	0.81	——	——	31.49	——	——
埃斯顿	002747.SZ	22.40	194.72	1.22	2.35	3.40	159.57	82.76	57.21
奥普特	688686.SH	232.65	191.88	3.03	3.94	5.17	63.35	48.69	37.13
天准科技	688003.SH	32.79	63.84	1.34	1.96	2.59	47.60	32.54	24.65

- 绿的谐波：**在国内率先实现了谐波减速器的工业化生产和规模化应用，打破了国际品牌在国内机器人谐波减速器领域的垄断，近年来毛利率与净利率稳步提升。公司生产的谐波减速器2018年全球市占率为6.16%，占国产自主品牌机器人使用市场的62.55%。随着IPO募投的年产 50 万台精密谐波减速器项目逐步达产，看好公司市占率的提升，截止 2021 年底公司产能达到了年产 30 万台谐波减速器的水平。2021年营收与归母净利润增速均实现翻倍式增长。产品营收主要来自机器人行业和一般工业，2021年机器人行业营收占比超过81.04%。随着公司科研技术的日益成熟，谐波减速器应用领域将从工业机器人更多拓展到数控机床、医疗器械、新能源等多个领域。
- 双环传动：**专注齿轮及其组件的研发、制造与销售，产品涵盖传统汽车、新能源汽车、轨道交通、非道路机械、工业机器人等多个领域，成为包括采埃孚、康明斯、卡特彼勒以及上汽、一汽等国内外知名企业的供应商。过往乘用车应用领域呈现出“自给自足”的业态，随着电动化趋势，整车及部件企业竞争格局发生变化。齿轮生产环节往往采用外包模式，独立第三方齿轮厂商迎来新的机遇。2021年公司汽车齿轮销量共计503.14万件（包含电动汽车齿轮和混合动力汽车齿轮），2021年末建成年化170万台套电动汽车齿轮的产能。2022年拟在4季度末形成年化350万台套电动汽车齿轮的产能。减速器方面，目前已逐步实现6-1000KG工业机器人所需精密减速器的全覆盖，产品谱系得到进一步完善。2021年年报中公司指出将积极开展谐波减速器、差速器总成、民生领域齿轮及其执行机构，以及通用、高速、重载的高端齿轮传动设备及系统的研发与生产。
- 汇川技术：**围绕电机驱动与控制技术、电力电子、工业控制与通信等几个核心技术，沿着自动化、数字化、智能化解决方案，不断拓宽产品线和行业线。未来将围绕三大平台：①以 PLC为基础的控制层产品；②以 FA 为基础的整线解决方案和数字孪生平台，今年年底推出；③数字化平台，基于这三个平台来打造汇川的产品生态。公司于 2016 年从 SCARA 机器人切入工业机器人领域，2021 年 SCARA 机器人份额位于中国品牌第一名、中国市场第三名；2020年开始切入六关节机器人，今年推出了适用于锂电行业的中大负载六关节机器人，核心部件除了减速机外，全部实现自制。公司今年整体收入目标为同比增长25%-50%。

- **中大力德**：主要产品包括精密减速器、传动行星减速器、各类小型及微型减速电机等，公司上市之初减速器销售产品主要为精密行星减速器和传动行星减速器，2018年开始小批量销售RV减速器，2020年谐波减速器开始推向市场。近年来减速器产品生产销售结构处于不断变化中，持续加大对精密减速器的投入，积极提升精密减速器的产销量。2021年精密减速器收入2.54亿元。
- **埃斯顿**：2021年公司机器人销量首次突破万台，根据MIR统计，公司连续三年进入全球工业机器人品牌中国市场出货量排名TOP10，在国内机器人厂商出货量排名中再次成为国产工业机器人出货量最高的国产机器人企业。坚持“通用+细分”的发展战略，充分调动核心技术、成本和定制化的竞争优势。开发了锂电和光伏行业专用机器人、运动控制及智能控制单元等系列化产品，满足了新能源行业高速、高精、高稳定性、高性价比等要求，抓住国产替代进口的机会，实现了全线产品进入新能源行业头部客户合格供方名录的战略目标。目前公司机器人产能经过柔性化改造之后可达 20,000台套/年。此外，埃斯顿机器人智能产业园二期工程正在加紧建设中，2023年可以投入使用，最终实现5万台套产能。根据公司投资者关系记录，2022 年机器人出货目标为16,000-18,000台。
- **奥普特**：从事机器视觉核心软硬件产品的研发、生产和销售。自主产品线已覆盖光源、光源控制器、镜头、工业相机、视觉系统等机器视觉核心软硬件产品，在工业读码器、3D 激光传感器及深度学习产品方面完成布局并取得了初步的销售突破。下游客户主要包括：3C 电子行业、新能源行业，得到苹果、欧姆龙、安费诺、大族激光等世界500强、中国500强和行业龙头企业的认可。此外正在积极拓展半导体、汽车行业海外市场。
- **天准科技**：专注于机器视觉核心技术并商业化应用于工业领域，同时面向智能网联领域提供智能化解决方案。公司继续加大天准工业AI能力平台建设力度，围绕软硬件技术平台、运营管理平台和组织能力建设平台等方面，持续完善、优化，支撑多行业、多产品线的业务快速发展。各项新业务在2021年的快速成长，展现出公司工业AI能力平台强大的业务支撑能力。工业视觉装备产品已经获得国际知名企业的认可，未来可能在国产替代及推进行业技术进步方面发挥更大的积极作用。消费电子以外行业的多点开花，2021年消费电子领域占比下降为50.22%，整体营收结构更加均衡、健康。光伏半导体、汽车、PCB、智能网联等新行业、新领域领域均取得了重大突破，未来或可实现持续、稳定、快速发展。

- 人形机器人目前处于大规模应用前期，未来应用领域有较大不确定性，下游接受度不及预期的风险；
- 目前人形机器人技术虽已完成早起探索和积累，未来仍存在关键技术研发推进低于预期导致人形机器人落地应用推迟的风险；
- 人形机器人的设计等技术路线选择的不确定性导致部分技术及零部件未被采纳的风险；
- 不同国家对人工智能等法律监管制度导致人形机器人推广受阻；
- 众多相关产业链供应商切入赛道引发竞争加剧的风险



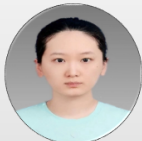
邹润芳

中航证券总经理助理兼研究所所长
先后在光大、中国银河、安信证券负责机械军工行业研究，在天风证券负责整个先进制造业多个行业小组的研究。作为核心成员五次获得新财富最佳分析师机械（军工）第一名、上证报和金牛奖等多次第一。在先进制造业和科技行业有较深的理解和产业资源积淀，并曾受聘为多家国有大型金融机构和上市公司的顾问与外部专家。团队擅长自上而下的产业链研究和资源整合。
SAC:S0640521040001



唐保威

先进制造行业 研究员（手机/微信：18017096787）
浙江大学工学硕士，CPA，2021年4月加入中航证券研究所，覆盖光伏设备、自动化行业。
SAC:S0640121040023



卢正羽：

先进制造 研究员(手机/微信:15517207789)
香港科技大学理学硕士，2020年初加入中航证券研究所。覆盖通用设备、军民融合和计算机板块。
SAC: S0640521060001

我们设定的上市公司投资评级如下：

买入 持有 卖出

- ：未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅10%以上。
- ：未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅-10%-10%之间
- ：未来六个月的投资收益相对沪深300指数跌幅10%以上。

我们设定的行业投资评级如下：

增持 中性 减持

- ：未来六个月行业增长水平高于同期沪深300指数。
- ：未来六个月行业增长水平与同期沪深300指数相若。
- ：未来六个月行业增长水平低于同期沪深300指数。

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。风险提示：投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

免责声明

本报告并非针对意图送发或为任何就送发、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示，否则此报告中的材料的版权属于中航证券。未经中航证券事先书面授权，不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复印本给予任何其他人。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用，并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议，而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠，但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任，除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代行使独立判断。在不同时期，中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑，本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易，向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意，及或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律容许下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。