

证券研究报告|行业深度报告
电力设备及新能源
行业评级 强于大市（维持评级）
2023年08月17日



机器人主题深度（一）： 人形机器人风再起时，电机零部件充分受益

证券分析师：

邓伟 执业证书编号：S0210522050005

证券分析师：

游宝来 执业证书编号：S0210523030002

请务必阅读报告末页的重要声明

更多免费行业报告

并购家

www.ipopo.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

- **人形机器人：劳动力替代空间广阔。**机器人的发展跟随制造业自动化程度不断提升，从最早的单任务起重机械式臂到机器人，再到能够与人直接交互的协作机器人，再发展到与人工智能结合的人形机器人。特斯拉人形机器人突破40个关节，有望达到人类的灵活水平，人形机器人不断迭代，产业化加速。受全球劳动力缺口持续扩大影响，人形机器人替代带动巨大市场需求，假设按照2030年105万台空间的计算（替代美国210万劳动力缺口的50%），市场规模达210亿美元。人形机器人商业化的解决方案以电机为主，主要是电机控制精度更高、应用更为广泛。
- **特斯拉Optimus核心传动产品解析。**特斯拉人形机器人全身有40个关节以及大量传感器，单纯手指有6个执行器和11个自由度，单侧7个旋转关节执行器和7个线性关节执行器。旋转关节采用无框电机+谐波减速器+力矩传感器方案，线性关节采用无框电机+行星滚珠丝杠+力矩传感器方案，手部以空心杯电机为主。在特斯拉等大主机厂带动下，人形机器人有望复刻电车电池行业快速的降本曲线，硬件中无框电机的单机价值量最高，假设2030年人形机器人需求量达105万台，单台电机价值量按2,800美元计算，创造无框电机约30亿美元需求空间。
- **核心零部件：电机解决方案有望受益。**电机行业结合多门学科，对企业的多平台能力提出高要求，我国电机行业市场规模稳步提升，未来技术向高质量高性能方向升级，智能化、模组化趋势清晰。伺服电机控制精度更高，广泛用于半导体、新能源、机器人等高端领域，在机器人中应用的无框力矩电机是低压伺服电机，满足48V移动电源要求，主要是因为机器人尺寸限制或环境方面的特殊需求，同时能够实现高功率和高转矩密度。
- **中远期充分受益人形机器人放量。**人形机器人的普及将极大拉动伺服驱动、运动控制器、空心杯电机、直线/旋转执行器、传感器等工控产品应用数量。中长期看好人形机器人对工控环节需求的拉动。建议关注执行器总成供应商【三花智控】、【拓普集团】，减速器供应商【双环传动】，电机供应商【步科股份】、【鸣志电器】、【江苏雷利】、【鼎智科技】、【科力尔】、【雷赛智能】、【昊志机电】等。
- **风险提示：**人形机器人技术路线和成本下降不确定的风险、地缘政治摩擦的风险、下游需求不及预期的风险。

目 录

- 人形机器人：劳动力替代空间广阔
- 特斯拉Optimus：核心传动产品解析
- 核心零部件：电机解决方案有望受益
- 产业链重点公司梳理
- 风险提示

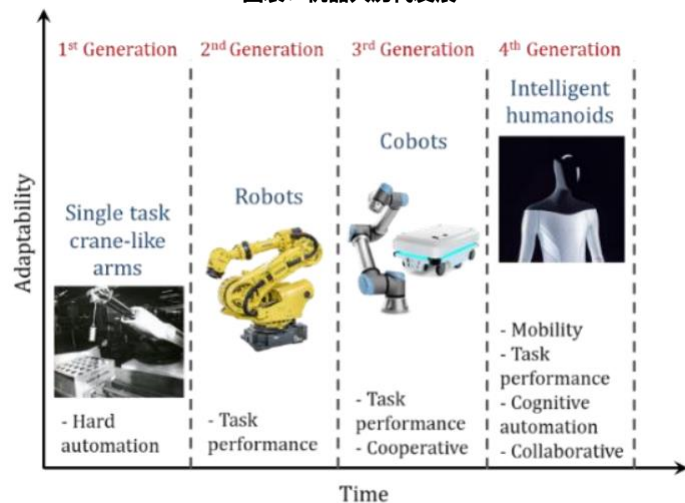
➤ 机器人自动化水平随制造业发展持续提升

- 机器人的发展跟随制造业自动化程度不断提升，从最早的单任务起重机械式臂到机器人，再到能够与人直接交互的协作机器人，再发展到与人工智能结合的人形机器人。在各行各业数字化转型的巨大需求牵引下，机器人在汽车制造、电子制造、仓储运输、医疗康复、应急救援等领域的应用不断深入拓展，推动机器人产业持续蓬勃发展。

➤ 工业类、服务类、特种类机器人同步蓬勃发展

- 机器人广泛应用于我国各行各业中，一般将其分为三类：工业机器人、服务机器人、特种机器人。工业机器人在汽车、电子、金属制品、塑料及化工产品等行业已经得到了广泛的应用；服务机器人在建筑、教育领域需求牵引下，不断拓展应用场景和服务模式；特种机器人在极端环境、危险作业等场景下的操作能力大幅增强，在太空探测、深海探索、应急救援等应用领域有望快速发展。

图表：机器人历代发展



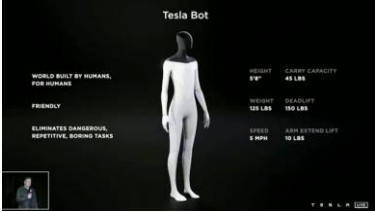
图表：机器人分类

	工业机器人	服务机器人	特种机器人
应用发展	工业机器人在汽车、电子、金属制品、塑料及化工产品等行业已经得到了广泛的应用。	无人配送成为新焦点；随着人口老龄化趋势加快，以及建筑、教育领域持续旺盛的需求牵引，服务机器人应用场景和服务模式正不断拓展。	全球特种机器人整机性能持续提升，在极端环境、危险作业等场景下的操作能力大幅增强，促进太空探测、深海探索、应急救援等应用领域的快速发展。
市场空间	IFR 数据显示，2021 年全球工业机器人市场规模为 175 亿美元，安装量创下历史新高，达到 48.7 万台，同比增长 27%。预计到 2024 年将有望达到 230 亿美元。	预计到 2024 年，全球服务机器人市场规模将有望增长到 290 亿美元。	2017 年以来，全球特种机器人产业规模年均增长率 21.7%，预计到 2024 年全球特种机器人市场规模将有望达到 140 亿美元。
发展趋势	技术持续快速升级： 5G 技术将机器人终端接入工业互联网，结合 AI、云计算、物联网等多种技术，实现机器人数字化、网络化、智能化升级	智能水平显著提升： 通过综合运用视觉、压力等多种传感器，深度融合软硬件，不断优化控制算法，结合人机交互、3D 视觉、激光雷达等技术研发新型产品并投入使用，产生的行业新兴增长点已初具规模	活动范围大幅拓展： 特种机器人的复杂环境适应能力不断提高，胜任定位、导航、避障、跟踪、场景感知识别、行为预测等复杂工作，将在深海探测、空间探索、紧急救援、反恐防暴等诸多领域释放更大价值。

► 工业机器人精度和稳定性要求高，人形机器人有望达到人类的灵活水平

- 当机器人的轴数增加，机器人就有更高的灵活性。四轴SCARA机器人是特别为高速取放作业而设计的，有4个自由度，而六轴机器人有6个自由度，提供了更高的生产灵活性，六轴机器人最初大规模应用在汽车行业，多以负载>20kg型号为主，随着六轴机器人逐渐向3C电子、金属加工、食品饮料、新能源等行业扩展，负载<20kg的小六轴出货量逐渐提升。
- 人形机器人和工业机器人方案类似，传动部分有减速器、伺服电机、齿轮箱，控制部分为机器人的整机控制器，驱动方式主要是电机驱动。特斯拉机器人共有40个关节，包括28个关节驱动单元和12个高灵敏度要求的手部关节。

图表：四轴、六轴、人形机器人参数

	四轴机器人	小六轴机器人	大六轴机器人	人形机器人
示例	KUKA-KR SCARA机器人	海默机器人-六轴协作机器人	KUKA-KR20R1810 六轴机器人	Tesla 擎天柱 Optimus
图片				
概述	基于圆柱型坐标系的工业机器人，有3个旋转副和1个移动副	常见的六轴工业机器人包含旋转，下臂、上臂、手腕旋转、手腕摆动和手腕回转	高性能多功能机器人专门用于搬运应用：搬运大型工件、加工、装配、码垛和保护气体焊接。	身高约5英尺8英寸，重约58公斤，有效载荷能力高达150磅的硬拉
关节数	4	6	6	40
自由度	4	6	6	200+
有效负载	6-12kg	6-16Kg	20kg	20kg
工作半径	500-850mm	900-1508mm	1810mm	移动速度：8km/h

人形机器人入局玩家增多，产业化降本诉求强烈

- 2000年本田公司研发了第一代人形机器人ASIMO，随后丰田、波士顿动力、特斯拉等企业参与进来，国内厂商优必选、小米、傅利叶也纷纷入局，加大研发，不断丰富应用场景。但人形机器人的研发周期较长，需要持续不断的、大量的资源和资金投入，国内走在前列的优必选在其招股书中披露22Q1-Q3亏损7.78亿元，对标电动车发展初期，降本成行业的首要问题。
- 另一方面，人形机器人的难点在于交互能力、通用人工智能的能力，对人体的仿生学和动力学要求高。更擅长加工精度和重负载的传统工业机器人厂商（ABB、Kuka、Fanuc、安川），优势迁移存在一定难度，从人工智能控制算法这一角度，以特斯拉为代表的软件能力强的企业具备相当大的优势，有希望复刻电车电池行业快速的降本曲线，带动人形机器人产业发展。

国内

图表：国内外公司发布的人形机器人产品



身高1.05m，体重1.5kg，全身拥有多个自由度和传感器，具有自然语言对话、家庭安全防护、人脸识别、自主避障、教育等功能，还可以表达喜怒哀乐；装备触摸传感器，可以对人的触摸做出拟人反应。

阿凡达机器人科技有限公司 iA

2017.6



身高1.60m，体重65kg，全身**34个自由度**，配备了30+个先进的智能柔性执行器，拥有人形身体、三轮底盘；利用底盘上的各种激光雷达、超声、气体、温度、跌落等传感器，实时感知周边环境变化；内骨骼和外壳分开，可提供多种外观选择。

达闼科技 Cloud Ginger XR-1

2020



身高1.3m，体重63kg，全身**41个自由度**，采用了大负载7自由度手臂和6自由度手掌，手指自带力传感器；创新升级了四目系统及双RGBD传感器，拥有卓越的**物体识别分拣与操作能力**；内置原生28+机器人**情绪体系**可以进行主动式交互并产生共情。

优必选 Walker X

2021.7



身高1.77m，体重52kg，全身**21个自由度**。显示模块采用2D弯曲OLED屏幕，听觉传感器采用双麦克风识音系统，视觉传感器采用Mi Sense**空间视觉模组**与AI交互；搭载自研Mi-Sense**深度视觉模组**，结合AI算法，头部具有完整的三维空间感知能力。

小米 CyberOne

2022.8



身高1.65m，体重55kg，全身**40个自由度**，最大关节模组峰值扭矩可达30nm，步行速度可达5KM/h，负重50公斤。采用电驱动技术，具备高度的精确性和灵活性。基于自研开发的FSA高性能一体化执行器系列，使得GR-1可以兼具强大的运动能力与灵巧的本体设计。

傅利叶智能 GR-1

2023.7

国外

日本-本田 ASIMO

2000.10

第三代ASIMO身高1.3m，体重48kg，全身57个自由度，精致的髌关节使ASIMO可以平稳地转动，而同期其他机器人必须停下来并重新计算才能做到。



法国-Aldebaran romeo

2012.11

身高1.4m，体重36.7kg，全身37个自由度。运动控制方面致力于实现全身的平衡控制，提出了中心控制架构，可以获得高质量的被动步态模式。除此之外，在复杂行为上进展，比如开门、握手、寻找座椅并成功落座。



日本-软银 Pepper

2014.6

第三代ASIMO身高1.2m，体重29kg，全身57个自由度，精致的髌关节使ASIMO可以平稳地转动，而同期其他机器人必须停下来并重新计算才能做到。



日本-丰田 T-HR3

2017.11

身高1.54m，体重75kg，全身32个自由度，包括十个手指，具有16个轴用于采集控制信息。用户可通过一套可穿戴式控制装置对其进行操控；机器人具有出色的灵活性和平衡性，可以模仿用户的动作。



美国-波士顿动力 Atlas

2018.5

身高近1.5m，体重近75kg，全身28个自由度具有头部、躯干和四肢，“双眼”是两个立体传感器，配备RGB相机和深度传感器。



美国-敏捷机器人公司 DIGIT V2

2020

身高1.55m，体重42.2kg。上身带有集成感应，计算和两个4自由度臂，2自由度支脚可在各种表面上改善平衡性和稳定性。具有全天候户外操作的密封接头。



美国-特斯拉 擎天柱Optimus

2022.9

身高1.72m，体重56.7kg，全身40个自由度，拥有人类活动水平的双手。头部配备了与特斯拉汽车相同的智能驾驶摄像头，基于视觉神经网络预测能力的自动驾驶技术驱动，与汽车共用AI系统。



➤ 人形机器人是通用人工智能“具身化”的载体

- “通用人工智能 (AGI)”指的是在任何人类的专业领域内具备相当于人类智慧程度的AI。2023年5月, 在ITF World 2023半导体大会上, 黄仁勋表示人工智能的下一个浪潮将是具身智能 (embodied AI), 即能理解、推理、并与物理世界互动的智能系统。随着技术和产业发展, 装有AI大模型“大脑”、运动能力很强的人形机器人有望从事多种工作, 包括家政服务、养老陪护、教育、医疗、设施巡检、抢险救灾等。

➤ AI加持下, 机器人训练速度和准确性大幅提高

- 大模型和云端训练大幅地提升了软件设计和模拟的生产力。将智能算法与机器人的感知、行动和环境交互等能力结合, 使机器人以更自然、更智能的方式与周边环境进行交互并完成各种任务。傅利叶智能在WAIC 2023上发布的通用人形机器人GR-1全身40个自由度, 具备敏捷避障、上下坡行走、与人协同等能力, 它们可以理解各种自然语言指令, 与人类很好地沟通; 由于体型接近人类, 它们视野开阔、能用工具, 在很多场景下将成为人的替身。

图表: 傅利叶通用人形机器人GR-1具有敏捷避障能力



图表: 傅利叶通用人形机器人GR-1与人协同完成动作



➤ 政策催化机器人产业发展，各地明确人形机器人的场景定位

- 我国机器人产业2020年营业收入突破1000亿元，《“十四五”机器人产业发展规划》提出产业向中高端迈进，目标到2025年机器人产业营业收入年均增速超过20%。山东、深圳、北京等地陆续发布人形机器人相关行动方案，面向3C电子制造、新能源汽车生产等典型场景，突破复杂运动控制、定位导航、视觉处理和精细操作等技术瓶颈，推动人形机器人工程化和产业化。

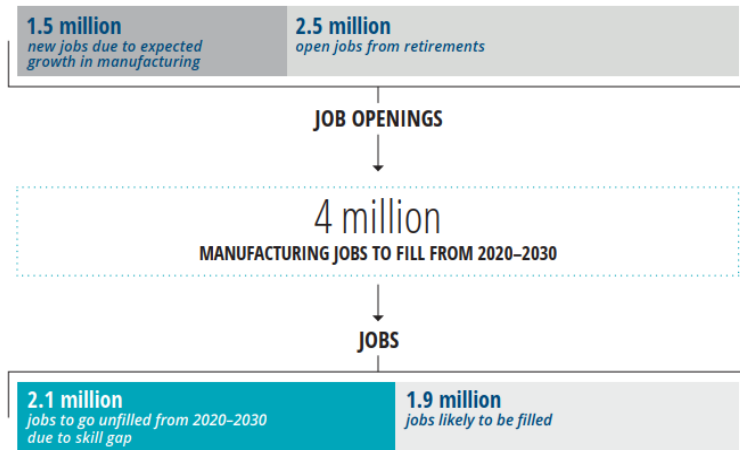
➤ 潜在替代行业空间大，劳动力缺口带动百亿美元空间

- 特斯拉人形机器人的目标是帮助人们完成枯燥重复或危险的任务，集中在仓储运输、采矿伐木、家庭服务、服务业等领域。从**潜在替代行业**的角度看，根据美国劳工局统计的就业和平均薪水数据，针对不同行业在2030年的潜在替代空间，乐观和悲观市场空间预测分别为567/244亿美元，在硬件成本下降后有望加速替代。从**补充劳动力缺口**的角度看，假设按照2030年105万台空间的计算（替代美国210万劳动力缺口的50%），对标特斯拉人形机器人远期价格降至约2万美元，市场规模达210亿美元。

图表：美国人形机器人潜在替代行业的空间测算

应用领域	美国当前就业人数（万人）	年薪（万美元）	替代比例（乐观）	替代比例（悲观）	乐观市场空间（亿美元）	悲观市场空间（亿美元）
运输和仓储	673	2.9	10%	5%	193	97
住宿和餐饮服务	1412	1.4	10%	5%	198	99
采矿和伐木	64	4.5	8%	3%	23	9
建筑建造	180	3.7	8%	3%	53	20
私立教育服务	395	2.9	5%	1%	56	11
个人和家庭服务	301	2.9	5%	1%	43	9
总计					567	244

图表：美国制造业劳动力缺口（百万人）



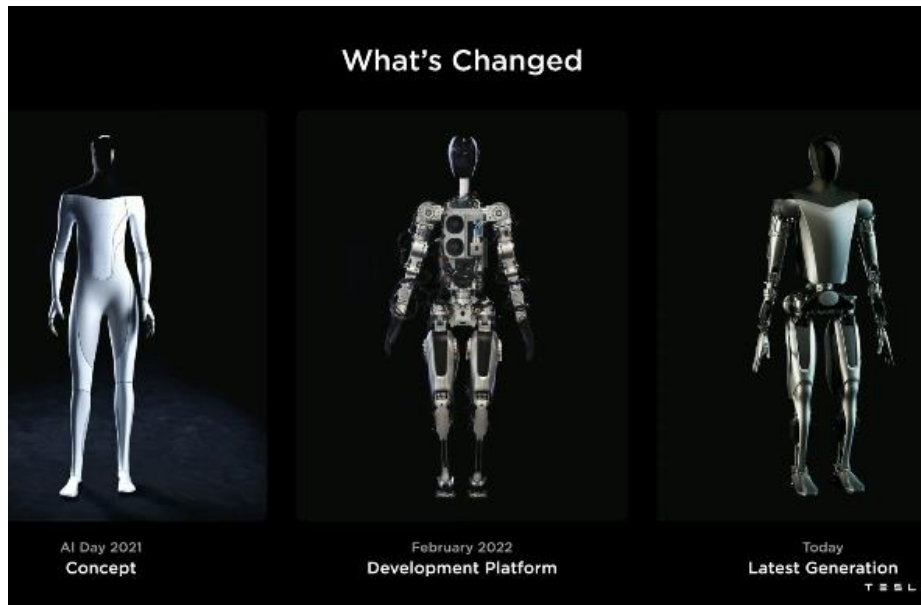
目 录

- 人形机器人：劳动力替代空间广阔
- 特斯拉Optimus：核心传动产品解析
- 核心零部件：电机解决方案有望受益
- 产业链重点公司梳理
- 风险提示

► 特斯拉人形机器人加速迭代

- 2021年8月第一届Tesla AI Day上，特斯拉发布了首款人形机器人“擎天柱”（Optimus）的概念图，该人形机器人身高5英尺8英寸，重125磅，具有45磅的承载能力和150磅的硬拉能力，其控制将通过类似于电动汽车智能算法进行。2022年2月推出原型机，在2022年10月AI Day亮相接近于完整体的新一代人形机器人，2023年7月亮相世界人工智能大会。

图表：Optimus迭代进程



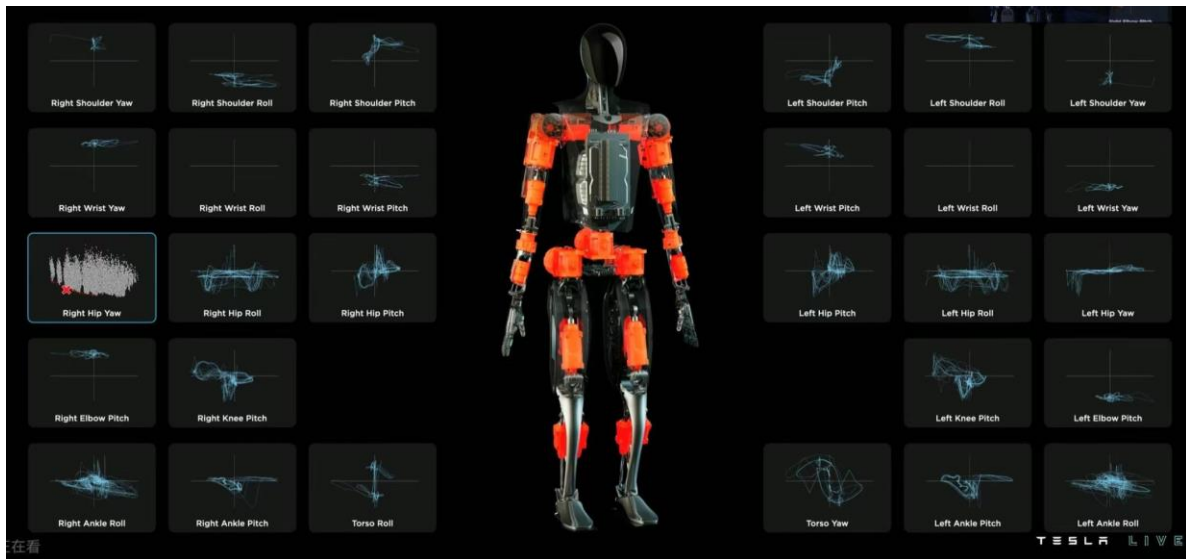
图表：Optimus亮相2023WAIC



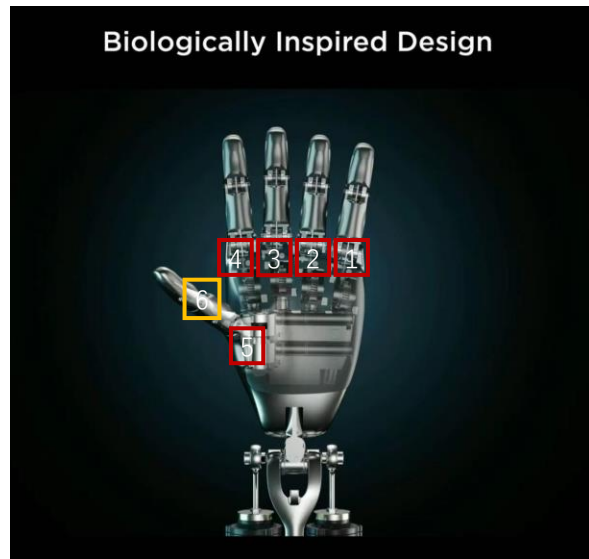
► 新一代Optimus自由度提升，共40个关节

- 特斯拉发布的最新一代Optimus在身体机械部分有28个关节（14个旋转执行器+14个线性执行器），2个灵巧手共有12个关节（6个执行器*2）。
- 特斯拉人形机器人的灵巧手在设计中模仿了人手，拥有自适应抓取能力。手部结构为五指多关节，拇指采用双电机驱动弯曲和侧摆，其它四指各一个电机。共计6个执行器、11个自由度，负荷20磅，能够自适应抓取角度，具备工具使用能力、小物件精准抓握能力。

图表：Optimus身体执行器分布



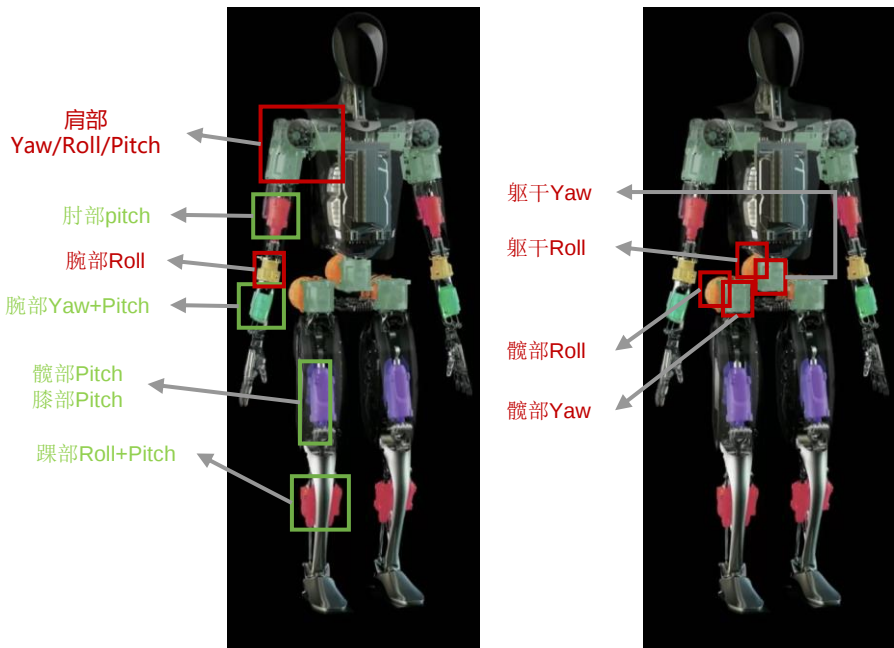
图表：Optimus手部执行器分布



➤ Optimus身体共计28个执行器，包括三种旋转执行器和三种线性执行器

- 根据图示统计，特斯拉人形机器人全身的28个执行器分布在肩部（6个）、肘部（2个）、腕部（6个）、躯干（2个）、髋部（6个）、膝部（2个）、踝部（4个）。旋转执行器和线性执行器各14个。
- 注：Yaw、Roll、Pitch用来区分绕y轴（垂直）、z轴（前后）、x轴（水平）旋转。

图表：Optimus身体执行器构成

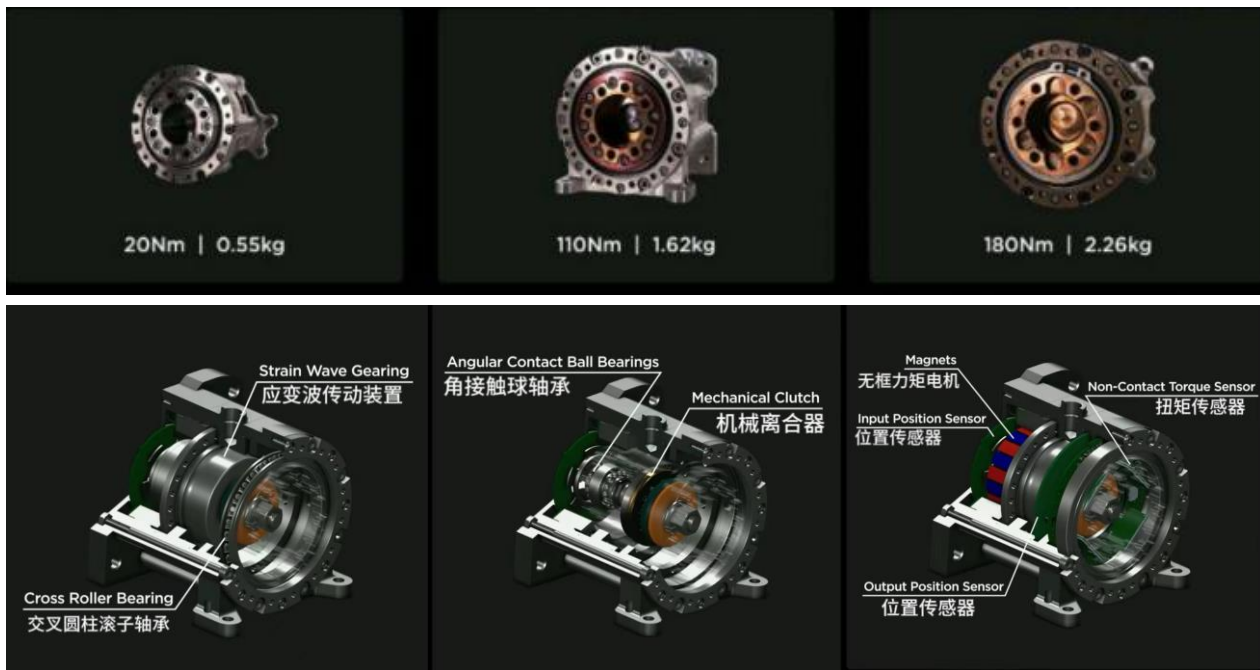


	旋转执行器				线性执行器				合计
	20Nm, 0.55kg	110Nm, 1.62kg	180Nm, 2.26kg	小计	500N, 0.36kg	3900N, 0.93kg	8000N, 2.2kg	小计	
肩部 Shoulder		6		6				0	6
肘部 Elbow				0		2		2	2
腕部 Wrist	2			2	4			4	6
躯干 Torso			2	2				0	2
髋部 Hip			4	4			2	2	6
膝部 Knee				0			2	2	2
踝部 Ankle				0		4		4	4
合计	2	6	6	14	4	6	4	14	28

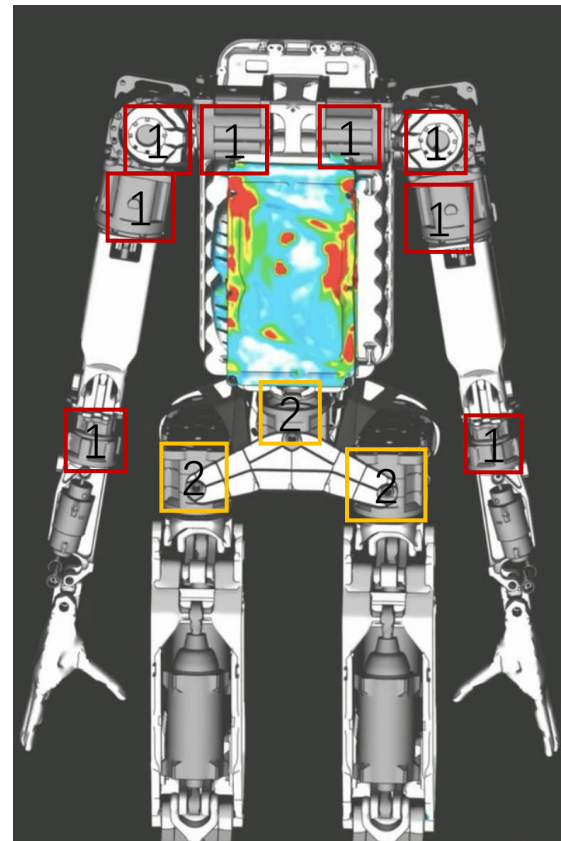
旋转关节执行器：全身14个

- Tesla Optimus的旋转关节方案：**无框电机+谐波减速器+扭矩传感器+位置传感器+轴承（角接触球轴承+交叉圆柱滚子轴承）+编码器**。特斯拉同步展示了其执行器产品组合，包含了3个不同扭矩的旋转减速器，分别为20Nm/110Nm/180Nm。
- **全身分布**：肩部6个，腕部2个，髁部4个，躯干2个。

图表：特斯拉旋转关节执行器示意图



图表：Optimus旋转关节执行器分布（黄色表示背面也有）

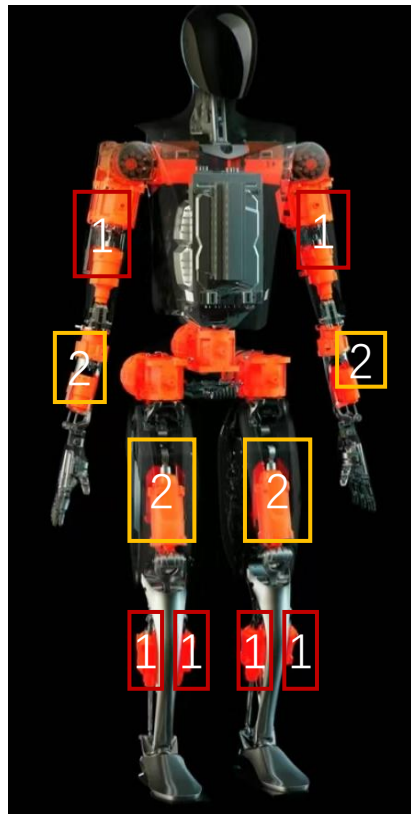


线性关节执行器：全身14个

- Tesla Optimus的线性关节方案：**无框电机+行星滚柱丝杠+力矩传感器+位置传感器+轴承（四点接触球轴承+深沟球轴承）+编码器**。特斯拉同步展示了其执行器产品组合，包含了3个不同力矩的线性执行器，力矩分别为500N/3900N/8000N。
- **全身分布**：肘部2个，腕部4个，髁部2个，膝部2个，踝部4个。

图表：Optimus线性执行器分布（黄色表示背面也有）

图表：特斯拉线性执行器示意图



关节价值量高，无框电机打开需求空间

- 硬件层面，在特斯拉等大主机厂带动下，人形机器人有希望复刻电车电池行业快速的降本曲线。无框电机的单机价值量最高。执行器方面，单台机器人价值量分布集中在无框电机，按单个价值量约214美元假设，单台机器人所需28个无框电机，合计价值量6,000美元，占总执行器价值量的32.8%。
- 未来随着硬件降本程度加大，假设2030年人形机器人需求量达105万台（替代美国210万劳动力缺口的50%），单台人形机器人电机价值量按2,800美元（28个，单价100美元）计算，创造无框电机约30亿美元需求空间。

图表：电机需求空间敏感性测算

		无框电机单台用量（个/台）									
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
无框电机价值量（美元/个）	50	13.7	14.2	14.7	15.2	15.8	16.3	16.8	17.3	17.9	18.4
	80	21.8	22.7	23.5	24.4	25.2	26.0	26.9	27.7	28.6	29.4
	100	27.3	28.4	29.4	30.5	31.5	32.6	33.6	34.7	35.7	36.8
	150	41.0	42.5	44.1	45.7	47.3	48.8	50.4	52.0	53.6	55.1
	200	54.6	56.7	58.8	60.9	63.0	65.1	67.2	69.3	71.4	73.5

图表：关节模组爆炸图和总装图



资料来源：《面向钢轨高速打磨车的开式砂带打磨单元专利》，绿的谐波公告，格隆汇，华福证券研究所

图表：最新一代Optimus部分用量及成本拆分（单位美元，按照1：7汇率测算）

核心环节	数量(个)	零部件	用量(个)	单价	价值量	占比
旋转关节执行器	14 (肩部6+腕部2+躯干2+髋部4)	无框电机	14	214	3,000	16.4%
		谐波减速器	14	214	3,000	16.4%
		扭矩传感器	14	43	600	3.3%
		位置传感器	14	14	200	1.1%
		编码器	14	14	200	1.1%
		角接触球轴承	14	43	600	3.3%
		交叉滚子轴承	14	71	1,000	5.5%
小计					8,600	46.9%
线性关节执行器	14 (肘部2+腕部4+髋部2+膝部2+踝部4)	无框电机	14	214	3,000	16.4%
		梯形丝杠/滚柱丝杠	14	143	2,000	10.9%
		力矩传感器	14	43	600	3.3%
		位置传感器	14	14	200	1.1%
		编码器	14	14	200	1.1%
		轴承	14	71	1,000	5.5%
小计					7,000	38.2%
手部驱动器	12 (两只手6*2)	空心杯电机	12	86	1,029	5.6%
		螺纹丝杠	12	43	514	2.8%
		精密行星齿轮箱	12	43	514	2.8%
		力矩传感器	12	43	514	2.8%
		编码器	12	14	171	0.9%
小计					2,743	15.0%
合计					18,343	100%

目 录

- 人形机器人：劳动力替代空间广阔
- 特斯拉Optimus：核心传动产品解析
- **核心零部件：电机解决方案有望受益**
- 产业链重点公司梳理
- 风险提示

➤ 以电机为驱动的核心动力单元：控制精度更高，具备大规模量产和能耗优势。

- 人形机器人一般采用关节驱动器，而驱动方式主要有电机驱动、液压驱动和气体三种方式。1) 电机驱动：具有简单、驱动控制成熟、技术成熟，比较常见，但由于电机负载能力的限制，其负载能力也较弱；2) 液压驱动：成本略高，但具有很大的功率体积比，从而使机器人具备高动态行走能力且负载能力强；3) 气体驱动：具备压缩性，能够使机器人更柔顺地进行运动，但是其功率体积比最低，负载能力差。目前在全球头部人形机器人厂商中，波士顿动力在Atlas机器人上应用液压来进行驱动，其余厂商大多以电机驱动方式为主。

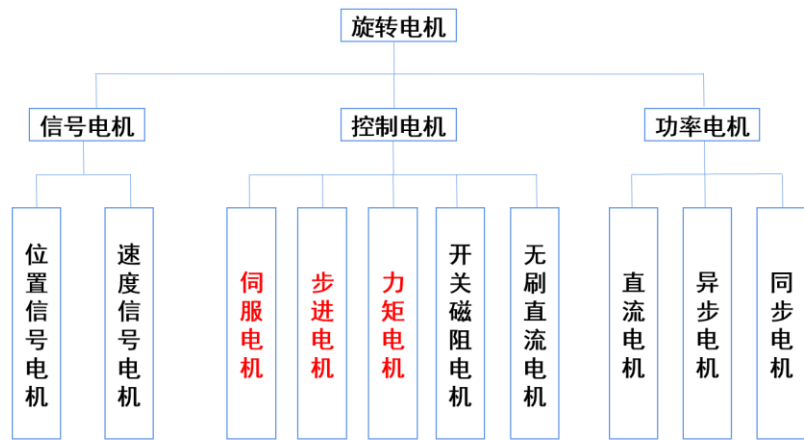
图表：三种驱动方式对比

类别	电机驱动	液压驱动	气体驱动
优势	灵活；轻量化的设计；控制精度高；安全可靠；机构设计相对简单；应用广泛	能满足串联机器人所需要的动态性能的要求，使机器人具有一定的实用性、具备更大的负重能力和爆发力	具有较高的柔顺性、安全性、压缩性
劣势	成本较高；对电网电压稳定性要求高；容易受到电磁干扰和噪声干扰的影响	容易受到环境温度的影响使控制精度下降；液压驱动系统重量占整机重量的比例大，影响机器人的负重及运动性能	具有非常复杂的非线性和时变特性，不利于机器人的高精度控制

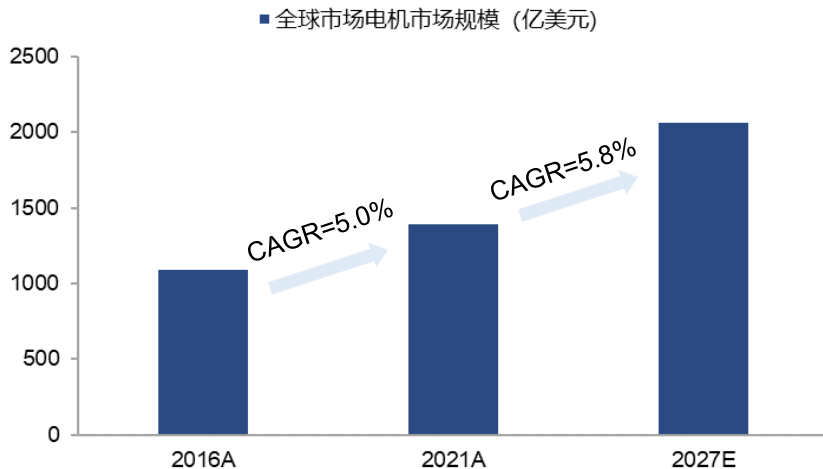
➤ 电机种类多样，应用广泛，带动全球市场规模稳步提升。

- 电机以旋转电机为主，根据电磁感应原理实现电能和机械能相互转换。伺服电机能将输入的电压信号转换为电机轴上的机械输出量，达到拖动控制元件的目的；步进电机能够将电脉冲转化为角位移；力矩电机是一种扁平型多级永磁直流电动机，能够降低转矩脉动和转速脉动。
- 电机产品广泛应用于国民经济的各个领域，大中型电机广泛应用于工业领域，如冶金、电力、石化、煤炭、矿山、建材、造纸等。电机还应用于电子信息领域、轨道交通领域、家电领域以及新能源汽车领域等行业。根据QYResearch数据，2019年我国电机市场规模达到了344亿美元，预计2026年将增长至617亿美元，年复合增长率8.83%。2016年全球电机市场规模为1097亿美元，2021年达到了1313亿美元，过去五年复合增长率为3.66%，预计2027年将达到2072亿美元，年复合增长率6.79%。

图表：电机分类



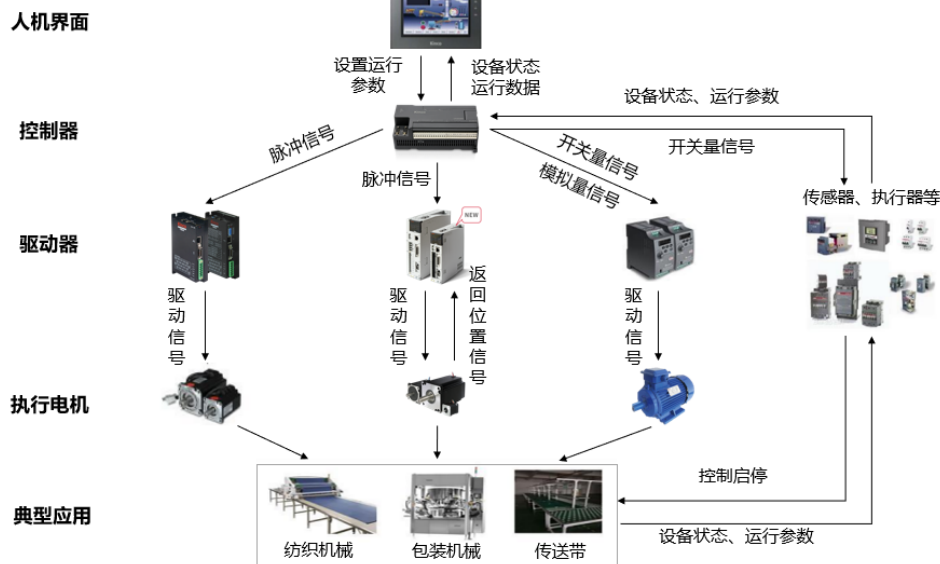
图表：全球市场电机市场规模（亿美元）



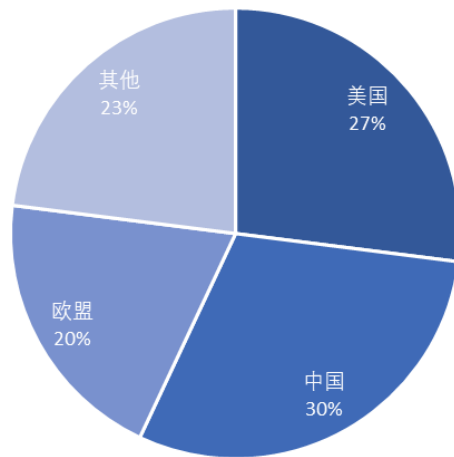
► 电机行业结合多门学科，要求企业具备多平台能力

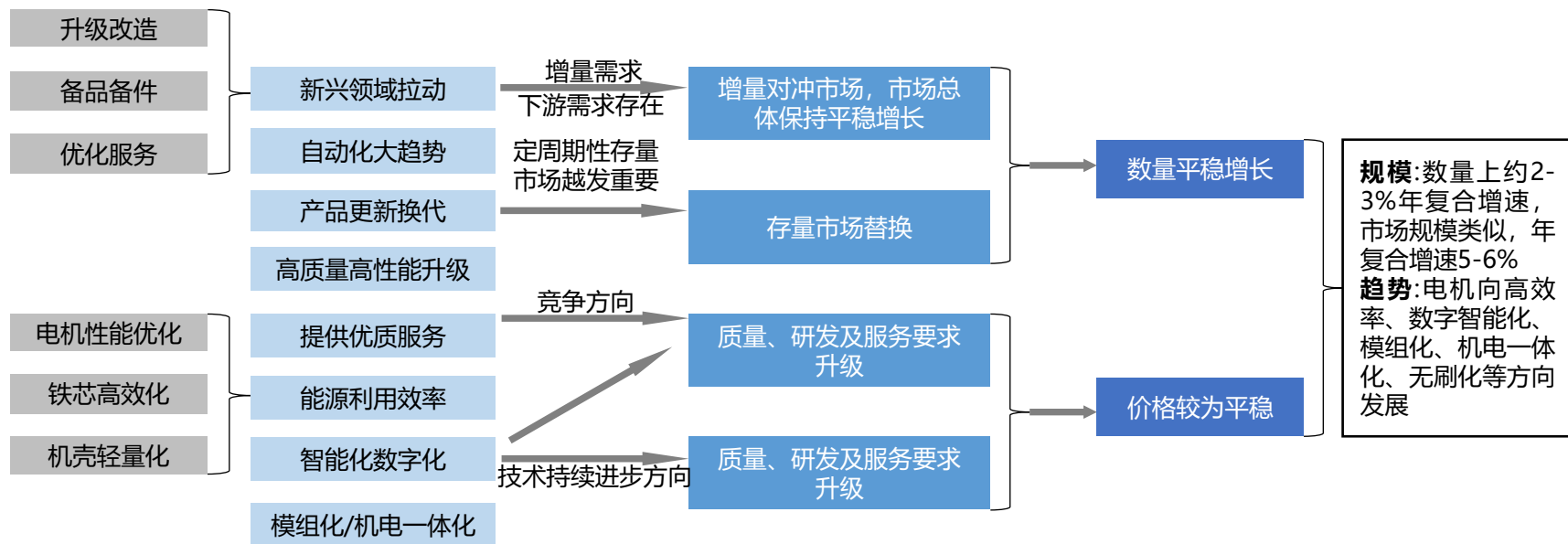
- 1) 电机行业，综合了电机理论、微电子、电力电子、计算机科学、控制工程理论、精密机械和新材料等多门学科，涉及电机技术、材料技术、计算技术、控制技术、微电子技术、电力电子技术、传感技术、网络技术等技术领域，是典型的机电一体化产品。2) 国内电机企业，要真正做好该领域，取决于是否三套团队齐备：电机电磁技术、驱动控制技术、精密机械加工（材料）。但国内目前真正完整具备以上能力的企业较少，与发那科、安川等国际知名企业仍有较大距离。
- 中国是全球第一大电机生产国，日本、德国、美国等是研发主导力量，掌控着全球大部分高档、精密、新型技术。从份额来看，中国电机行业规模占比30%，美国占和欧盟分别占比27%和20%。

图表：自动化控制系统



图表：2020年全球电机市场规模占比



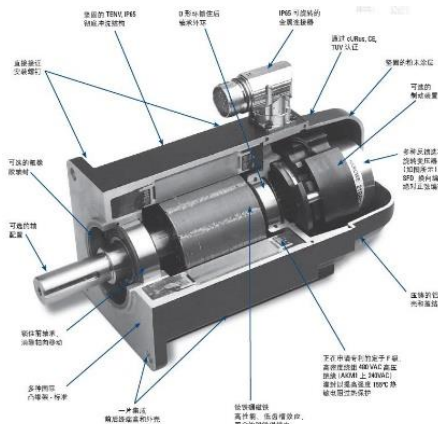


- **新兴领域拉动：** 医疗器械、协作/人形/工业机器人、无人机、可穿戴设备、智能家居、新能源汽车等需求拉动，且这些市场往往更高端
- **高质量高性能升级需求：** 功能密度高、力矩大、体积小、噪音小、温升小、稳定性可靠性好等，低劣低质产品逐步退出市场
- **提供优质服务：** 通过完善的售前定制化方案，售后快速响应提升服务质量，而非简单的价格战获得用户信任
- **智能化：** 通过PLC等高性能控制器实现位置控制数字化，实现转矩、转速、位置等精准控制。
- **模组化趋势：** 电机同编码器、丝杠、变速器、传感器高度集成为一个模组，实现精密运动组件。

伺服电机控制精度更高，广泛用于半导体、新能源、机器人等高端领域

- **伺服系统是运动控制的核心。**自动控制系统中，伺服电机用作执行元件，且具有机电时间常数小、线性度高等特性，主要应用于高精度的定位系统。一般通过位置、速度和力矩三种方式对伺服电机进行控制，实现高精度的传动系统定位。
- 国产伺服系统厂商份额持续提升，国产替代加速。伺服系统市场中，外资品牌厂商凭借品牌与技术优势占据了我国60%-70%的市场份额。随着国内厂商自研能力逐步提升，内资品牌伺服系统的产品质量和技术水平不断提升，并逐渐在国内市场中取得一定的份额，2021年内资品牌的伺服系统市场份额达到35.79%，同比增长6.02pct，汇川技术、禾川科技、信捷电气等厂商近年来市场份额提升明显。

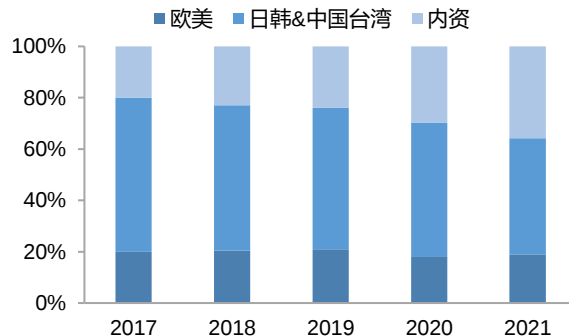
图表：交流伺服电机内部结构图



图表：伺服电机产品



图表：伺服系统市占率



无框力矩电机：也是低压伺服电机，转动惯量更小

- **无框力矩电机是低压伺服电机，低压伺服能够满足人形机器人工作电压的要求，全身使用48v电机系统。**低压伺服相较于高压伺服可以实现更高的性能，很多低压伺服使用mosfet，开关频率更高、驱动性能更好。
- **无框力矩电机体积小、结构紧凑、质量轻、转动惯量小、启动电压低、空载电流小，打造轻量化的机器人关节。**无框电机转动惯量小：高传动比的优势不仅体现在可以提高输出端的可用转矩，还体现在可显著降低电机的折算负载惯量。传动比的平方将会降低传递到电机端的负载惯量值，如果传动比为 100:1，电机的折算惯量是负载惯量的 1/10,000。后期维护方便：无框电机部件更少、维护更少、停机时间更少；性能改善更优：无需惯量匹配即可确保稳定的性能；运行噪声低：在6000rpm或更高转速运行时，噪声可以低至20分贝。

图表：步科股份FMC无框力矩电机产品参数

电机规格	FMC057		FMC085	FMC091		FMC104	
	100	200	565	1257	630	600	1050
额定扭矩/N.m	0.32	0.64	1.8	4	2	2.3	4
额定转速/rpm	3000	3000	3000	3000	3000	2500	2500
额定电流/A	2.55	5.1	19	27	16.2	16.5	22.5
最大电流/A	11	15.6	62	72	43.5	TBD	TBD
电气时间常数/ms	0.48	0.59	1.55	3.31	1.83	2.5	2.86
机械时间常数/ms	1.9	1.47	1.38	1	1.39	1.4	1.17
定子外径(mm)	57.8	57.8	85	91	91.5	104	104
定子铁芯内径(mm)	39.4	39.4	58	61.7	61.7	70.5	70.5
定子铁芯厚度(mm)	7	14	18	30	14	14	29
定子总高度(mm)	17	25	32.3	45	28.5	28	44.1
转子内径(mm)	27	27	25	46.7	46.7	55	43

图表：Elmo伺服电机产品参数

特征	Frame 40				Frame 60				Frame 80	
额定功率/W	50		100		200		400		750	
标准直流母线电压	48	300	48	300	48	300	48	300	48	300
峰值扭矩下额定速度的最小VDC	46	112	44	99	46	179	46	173	46	211
额定扭矩/Nm	0.16		0.32		0.64		1.27		2.39	
额定转速/RPM	3000									
额定电流/A RMS/Amplitude	1.5/2.1	0.7/0.9	3.5/5	1.4/2	6/8.4	1.5/2.1	11 /15.5	2.9/4.1	16.5 /23	3.9/5.5
峰值扭矩/Nm	0.48		0.96		1.92		3.81		7.17	
峰值电流/A RMS/Amplitude	4.5/6.3	2.1/3	10.5 /15	4.2/6	17.7 /25	4.5/6.3	33/47	8.7 /12.3	50/70	11.7 /16.5

- 在机器人中应用无框力矩电机，主要是因为机器人尺寸限制或环境方面的特殊需求，同时能够实现高功率和高转矩密度。相较于有框电机，无框电机配置灵活，安装方便，着眼于目前驱动系统的高度集成化趋势，更贴合工程师的目标期望；工程师无需像传统设计那样考虑电机接口，只需要在系统设计中给予电机相当小的空间位置预留即可，可以最大限度的缩小驱动系统中动力输出单元的空间占用，以此来达到更高的系统集成。
- 关节无框电机是专业为机器人关节设计研发生产。电机既有中空大孔径，能保证关节模组完美融合的组合。通过独特的磁路设计、绕线并线工艺及传感器安装结构设计，减小电机体积；无框设计降低机器人运行的自身负载，特殊转子设计解决了机器人线束走线困难的问题。

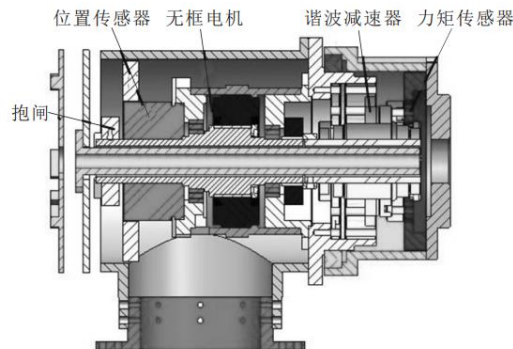
图表：鸣志电器有框伺服电机



图表：步科股份无框伺服电机



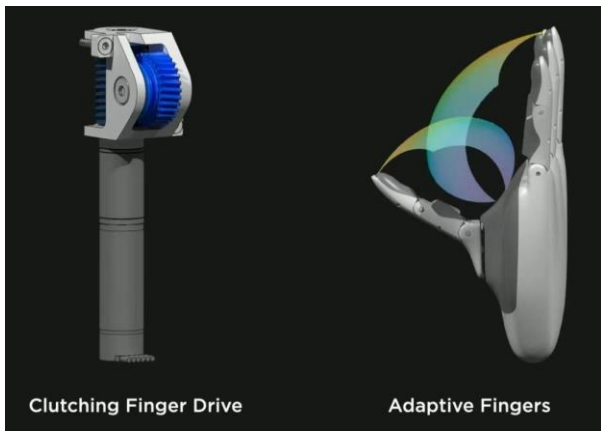
图表：关节设计剖面图



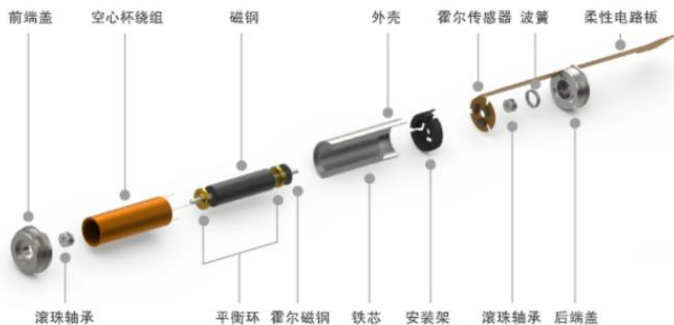
► 高效率能量转换装置，广泛应用于人形机器人手

- 空心杯电机是微特电机的一种，在结构上采用无铁芯转子，彻底消除了由于铁芯形成涡流而造成的电能损耗，同时其重量和转动惯量大幅降低，从而减少了转子自身的机械能损耗。空心杯电动机具有突出的节能特性、灵敏方便的控制特性和稳定的运行特性，技术优势明显。主要应用在需要快速响应的系统。
- 全球竞争格局集中，以海外厂商为主。**无刷空心杯电机技术难点集中于设计和制造环节，尤其难以大批量生产，手工制作方式难以满足客户对生产效率、产品稳定性的要求。国内具备空心杯电机产能的企业不多，主要有鸣志电器、鼎智科技等，海外企业以瑞士Maxon和德国Faulhaber为代表，掌握了大批量生产的核心技术。

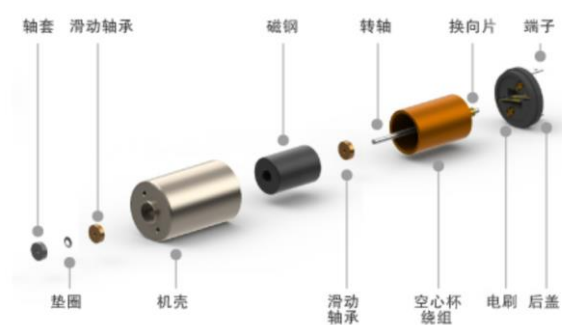
图表：特斯拉Optimus手部和丝杠结构



图表：无刷空心杯电机结构图



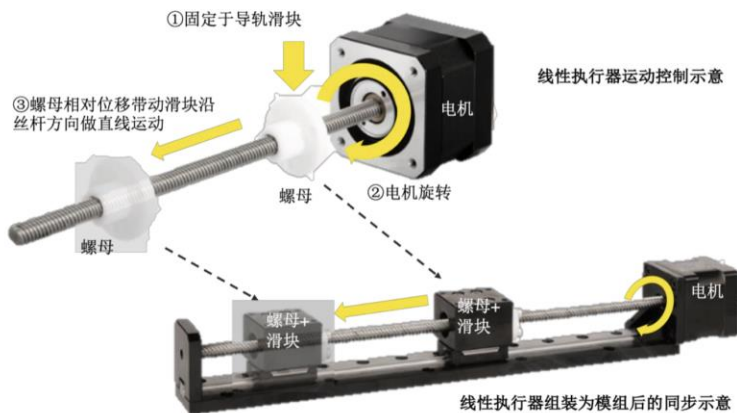
图表：有刷空心杯电机结构图



➤ 行星滚柱丝杠应用为主，能够将旋转运动转换为线性运动

- 线性执行器又称作丝杆电机，通过集成丝杆螺母等传动组件，在电机内部直接把旋转运动转化为线性运动，结构紧凑，使用方便，广泛应用于精密定位平台，阀门控制，流体控制等场合。梯形丝杆组件整套（滑动丝杆）用在机器人小臂上，滚柱丝杆用在大臂、大腿、小腿。
- 鼎智科技线性执行器采用以步进电机为主要构成，通过丝杆与电机转子直接连接，并配备螺母通过与丝杆的相对位移实现电机旋转运动向直线运动的转化，从而使得电机提供简单有效的直线运动。该产品将运动的转换过程在电机本体完成，无需额外配置皮带、齿轮齿条、联轴器等部件来实现旋转运动到直线运动的转换，大幅节省零部件采购成本和系统组装时间，有效解决了因多次转接造成的精度损失，从而提高结构空间的利用率和定位精度。

图表：鼎智科技线性执行器



图表：常见线性执行器结构

类型	特点	应用场景	示意图
滑动丝杆线性执行器	滑动丝杆线性执行器是电机和滑动丝杆的组合，通过丝杆和螺母的相对滑动实现线性运动。	具有噪音低、寿命长等特点，主要用于医疗设备、实验室设备、美容行业、3D打印设备等领域。	
滚珠丝杆线性执行器	滚珠丝杆线性执行器是微特电机和滚珠丝杆副的组合。滚珠丝杆副在具有螺旋滚道的丝杆和螺母间装有滚珠作为中间传动件，在螺母上闭合的回路中循环滚动，使丝杆和螺母间的运动由滑动变为滚动，减小滚珠丝杆线性运动摩擦。	具有高速运行、快速响应等特点，主要用于半导体行业及工业自动化行业；更大接触面积，延长使用寿命。	
永磁电机线性执行器	永磁电机线性执行器采用永磁电机作为驱动方式，包括外部驱动式、贯通轴式和固定轴式三种驱动方式，	主要用于即时检测设备、自动化行业、美容行业、实验室应用、空气进出口及 阀门控制等领域。	

目 录

- 人形机器人：劳动力替代空间广阔
- 特斯拉Optimus：核心传动产品解析
- 核心零部件：电机解决方案有望受益
- 产业链重点公司梳理
- 风险提示

标的梳理：人形机器人关键零部件环节

图表：人形机器人关键零部件环节

关键环节	产品类型	国产供应商	海外企业
执行器	关节总成	三花智控	Auma、Honeywell、BELIMO、Emerson
		拓普集团	
	梯形丝杠/行星滚柱丝杠	鼎智科技	NSK、THK、Ewellix、Hiwin Corporation、TBI Motion
		恒立液压	
		杭州新剑	
		秦川机床	
减速器	谐波减速器	绿的谐波	日本哈默纳科、SPINEA、日本纳博特斯克、住友
		汉宇集团	
		昊志机电	
		横河精密	
	RV减速器	国茂股份	
		丰立智能	
		双环传动	
		中大力德	
	行星减速器	秦川机床	
		上海机电	
		巨轮智能	
		南通振康	
空心杯电机	空心杯电机	中大力德	Maxon、Faulhaber、Portescap
		通力科技	
		国茂股份	
		鸣志电器	
		鼎智科技	
		江苏雷利	
无框力矩电机	无框力矩电机	伟创电气	Kollmorgen
		大洋电机	
		兆威机电	
		昊志机电	
		步科股份	

图表：人形机器人关键零部件环节（续表）

关键环节	产品类型	国产供应商	海外企业
伺服	伺服系统	汇川技术	安川、发那科、ABB
		禾川科技	
		华中数控	
		信捷电气	
		雷赛智能	
		科力尔	
		埃斯顿	
		新时达	
控制器	控制器	英威腾	发那科、安川、ABB
		信捷电气	
		新时代	
		雷赛智能	
		卡诺普	
		固高科技	
		海得控制	
		埃夫特-U	
传感器	力传感器	埃斯顿	MEAS、Honeywell、Emerson、GE、西门子、OMRON
		苏州固锝	
		柯力传感	
		昊志机电	
	视觉传感器	奥比中光-UW	
		凌云光	
		奥普特	
		天准科技	
机器人本体	位置传感器	保隆科技	ABB、FANUC、KUKA
		柔性传感器	
		汉威科技	
		埃斯顿	
		汇川技术	
		埃夫特-U	

资料来源：各公司官网、公告，艾瑞咨询，QY Research，互动易，自

- **行业分布：**公司是全球最大的制冷控制元器件和全球领先的汽车热管理系统控制部件制造商拥有制冷家电热管理、新能源汽车热管理两大领域系列化控制部件和组件类产品，9类主导产品全球占有率第一，超过20类产品全球占有率前三位。在仿生机器人领域，公司聚焦机电执行器，全方面配合客户产品研发、试制、调整并最终实现量产落地。
- **合作版图：**全球众多车企和空调制冷电器厂家的战略合作伙伴，已成为松下、大金、三菱、东芝、格力、美的、海尔等世界著名制冷、空调主机厂的战略供方和合作伙伴。2023年4月14日，绿的谐波和三花智控公告将在墨西哥合资建厂，充分利用绿的谐波的相关产品优势和公司的客户渠道优势，研发、生产和销售谐波减速器，可用于机器人执行器。

图表：三花智控部分产品

产品名称	电子膨胀阀DPF-T/Ts/S系列	四通换向阀SHF系列	电磁阀MDF系列	热力膨胀阀RFGB系列
产品图像				
产品名称	活塞式单向阀YCV系列	球阀SBV系列	压力传感器YCQB系列	双向干燥过滤器STG系列
产品图像				

图表：绿的谐波旋转执行器、谐波减速器产品



- **产能布局：**集团设有动力底盘系统、饰件系统、域想智行和机器人电驱四大事业部。智能驾驶产业园占地2600亩，一到五期已投产。重庆智慧工厂一期180亩、安徽淮南工厂一期200亩正式开工建设。长兴工厂一期、西安工厂一期120亩将陆续开工。波兰工厂一期已投产，墨西哥工厂一期220亩年底安装设备。公司拆分设立机器人事业部，通过整合优势资源实现业务聚焦，公司的执行器包括电机、电控及减速机构等部件，人形机器人相关样品已送样客户，打开远期市场空间。
- **合作版图：**凭借领先的研发技术、制造技术、质量管理和全球供应能力，与国内外多家汽车制造商建立了良好的合作关系，已成为奥迪、宝马、通用、吉利、福特、奔驰、大众、高合、蔚来、小鹏、LUCID等汽车制造商的全球合作伙伴。

图表：拓普集团部分产品

产品系列	汽车NVH减震系统			内外饰系统
产品名称	动力总成悬置	曲轴扭转减震器	减震器	顶棚
产品图像				
产品系列	车身轻量化		底盘系统	
产品名称	减震塔	扭力梁	控制臂	转向节
产品图像				

图表：公司设立机器人事业部



- **鸣志电器**成立于1994年，由设备状态管理系统业务起家，逐步延伸至**步进电机领域**，目前已成为全球步进电机排名前三企业；而后通过内生+外延方式，形成步进电机、无刷电机、伺服电机、空心杯电机、驱动器、控制器等**多产品矩阵**的发展模式。22年公司持续优化自身产品结构，在**信息化、自动化、智能化**应用领域打造具备核心竞争力的产品。公司布局新兴、高附加值应用领域业务取得显著成效包括工业自动化、医疗器械和生化分析、移动服务机器人、光伏/锂电/半导体、智能汽车电子。
- **收购子公司加强协同**：2014年3月，公司以1658.2万美金的价格收购了美国AMP (APPLIED MOTION PRODUCTS,INC) 公司99%的股份，获得先进的步进伺服控制驱动技术，公司在工业自动化、医疗/生命科学领域获得优势，并开拓北美市场；2015年3月以2923.74万元收购了Lin Engineering Inc.公司100%的股份，获得高端步进电机技术，并进一步打开北美市场；2018年12月，公司以3197.71瑞士法郎收购了T Motion(Technosoft Motion AG)公司100%的股份，掌握了**空心杯电机**和无齿槽电机的驱动控制技术，并进一步释放产品的协同效应。

图表：鸣志电器部分子公司及其产品

子公司	AMP	Lin	T Motion	
产品名称	NEMA 11步进伺服电机	G5709L-08 混合步进电机	TSU 13038 无刷电机	TSU 16036 无刷电机
产品图像				

图表：鸣志电器主营产品系列及其主要应用行业情况

产品大类	产品类别	主营产品系列	主要应用行业
控制电机及其驱动系统类	电机类	步进电机	工业自动化设备、自动化医疗器械、生命科学仪器、智能汽车电子、智能泵\阀控制、光伏\锂电\半导体生产自动化装备、移动通信设备、安防、舞台灯光、专业银行设备、纺织机械、3D 打印、航空航天电子等
		直流无刷电机	
		伺服电机	
		空心杯电机	
		减速机模组	
		直线电机模组	
	驱动控制系统类	电动缸/单轴机器人	工业自动化设备、3C 电子、光伏\锂电\半导体生产自动化装备、移动服务机器人、AGV /AMR 自动化仓储设备、自动化医疗器械、生命科学仪器、激光加工设备
		步进驱动系统	
		步进伺服系统	
		直流无刷系统	
		交流伺服系统	
	传感器类	空心杯伺服系统	
		集成式控制系统	
		编码器	

- **发展历程：**步科股份起源于1996年成立的深圳市步进机电有限公司，是一家高度重视自主研发和创新的高新技术企业，1999年开始发展机电一体化系统集成技术，2008年上海步科自动化股份有限公司成立。
- **行业分布：**公司机器人行业2022年实现营业收入1.45亿，同比增长15.58%；医疗影像设备行业营业收入0.44亿，同比增长12.53%；机器人物联网行业营业收入1.69亿，同比下滑7.29%。
- **合作版图：**公司长期保持合作的供应商包括深圳市鼎承进出口有限公司、深圳市平创光电科技有限公司、上海达勤电子科技有限公司等，积累了西门子医疗、联影医疗等行业知名客户。

图表：步科无框电机系列全规格参数

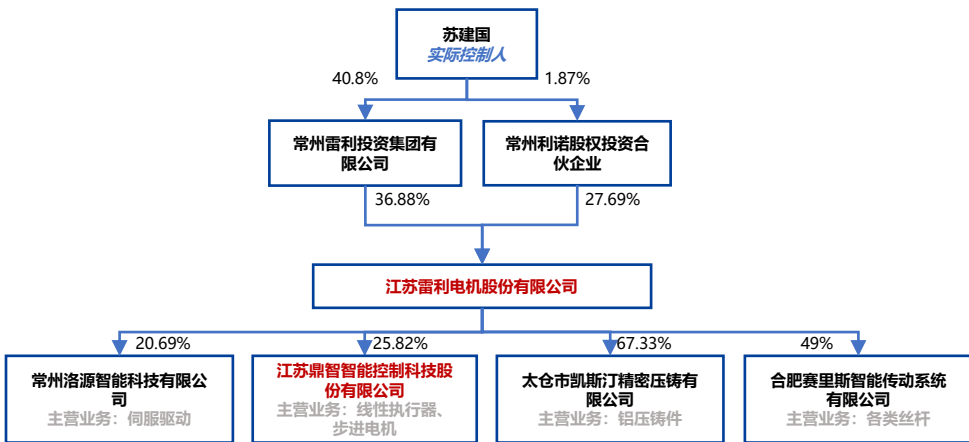
规格	定子外径	转子内径	总高度	定子铁芯高度	额定扭矩	额定速度
	mm	mm	max mm	mm		
5205	52	16.8	15.4	5	0.11	6060
5213			23.9	13.5	0.4	3790
5707	57.8	27	17	7	0.32	3000
5714			25	14	0.64	3000
6013	60	30	23	13.5	0.45	3100
6022		22	32	21.5	0.7	3030
7613	76	36	23	13	0.85	3300
7628		28	42	28.5	1.6	3790
7640		35	53	40.5	2.39	3000
7712	77	33	26	12	1	3000
7730			44	30	2.39	3000
8518	85	43	32.3	18	1.8	3000
9114	91	46.7	28.5	14	2	3000
9130			45	30	4	3000
10414	104	55	28	14	2.3	2500
10429		43	44.1	29	4.4	2500
13228	132	57	44.6	28	3.5	3220

图表：步科股份无框力矩电机（上）和步进电机（下）

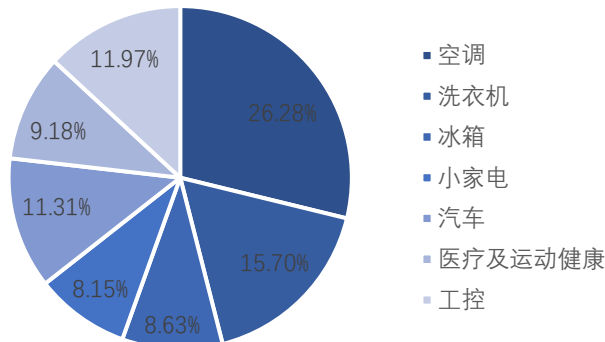


- **江苏雷利**已经形成以微型步进电机、同步电机、直流有刷电机、直流无刷电机、微型水泵等多种电机产品为主导。子公司**鼎智科技**产品包括线性执行器、混合式步进电机、直流电机、音圈电机及其组件等。公司产品技术领先，广泛应用于海内外知名客户。线性执行器在迈瑞医疗、美国 Adaptas、韩国三星等企业产品中得到应用。
- **收购布局**：2019年江苏雷利向鼎智科技原股东出资10,500万元，购买**鼎智科技**70%的股份；2020年公司向**常州洛源智能科技有限公司**投资3000万元，股权占比23.08%；2021年分别投资3,030万元和2,062万元，收购太仓市**凯斯汀精密压铸有限公司**和合肥**赛里斯智能传动系统有限公司**67.33%和49%的股份。
- **下游客户**：拥有稳定的优质客户群，多年来得到了格力、美的、海尔等国内外知名的**家用电器生产商**、全球知名**运动健康设备制造商**爱康的认可；**医疗仪器市场**中进入了著名医疗仪器制造商迈瑞医疗、爱德士、西门子医疗等客户群。在**汽车电机及零部件领域**与宇通、金龙等优质客户合作的基础上增加建立了与海立新能源、图达通、奥托立夫等优秀汽车零部件公司的战略合作关系。

图表：江苏雷利&鼎智科技股权结构



图表：2022年江苏雷利主要电机和组件及收入占比



- **发展历程**：科力尔公司始创于1992年，前身为深圳市科力尔电机有限公司，专注于微特电机与智能驱控技术的开发、生产与销售，迄今已成为中国最大的微特电机研发、制造和出口企业之一，其中罩极电机销量全国第一，2017年8月于深交所挂牌上市。
- **合作版图**：经过多年经营，公司产品性能已经达到国际水平，产品价格富有竞争力，成为伊莱克斯、松下、美的、海信、广电运通等国内外知名家电企业的重要供应商。2019年以来，通过推动产品升级，开拓了苹果、华为、富士康、海康威视等一批优质客户。

图表：科力尔主要产品及应用

产品名称	产品外观	产品应用
单相罩极电机		广泛用于烤箱、暖风机、排风扇、空调器、微波炉、家用水泵、医疗器械等
串激电机		广泛应用于食物搅拌机、碎纸机、吸尘器、电吹风、果汁机、豆浆机、咖啡机、切片机、电钻、电磨等家电及电动工具
直流无刷电机		应用于白色家电行业，如冰箱、空调、洗衣机、换气扇等
步进电机		应用于针式打印机、复印机、扫描仪、舞台灯光、ATM机、监控云台、绣花机、雕刻机等
伺服电机		应用于工业机器人、高端数控机床、自动化生产线、印刷设备、包装设备、纺织设备、激光加工设备等

图表：科力尔主营业务

产品大类	用途
智能家居类	广泛应用于烤箱、冰箱、换气扇、洗衣机、暖风机、微波炉、扫地机器人、吸尘器、空气炸锅机、空气净化器、咖啡机等
健康与护理类	广泛应用于医疗雾化器、电吹风、食物搅拌机、果汁机、豆浆机等
运动控制类	广泛应用于3D打印机、安防监控、机器人、5G基站、高端数控机床、自动化生产线、电子加工设备、锂电池加工设备、医疗器械制造设备、激光加工设备、办公自动化与工业自动化、新能源汽车等领域。

- **雷赛智能**专业从事**智能装备运动控制**核心部件的研发、生产、销售与服务，主要产品为伺服系统、步进系统、控制技术类产品三大类，为下游设备客户提供完整的运动控制系列产品及组合型解决方案，帮助客户构建出快速、精准、稳定、智能的运动控制设备。公司产品以适用面广泛的通用型系列产品为主，广泛应用于**智能制造**和**智能服务**领域的各种精密设备。
- 国家级高新技术企业、专精特新“小巨人”企业及广东省知识产权示范企业，获批建设智能装备运动控制与应用技术工程实验室，拥有博士后创新实践基地等研发平台。
- “深挖老行业，开拓新行业”，产品的应用领域不断拓展，新客户开发及订单获取情况良好，以光伏、锂电、半导体为代表的**细分行业领域**布局横向拓展及纵向延伸，全面拓宽公司产品矩阵。

图表：雷赛智能部分产品及其性能

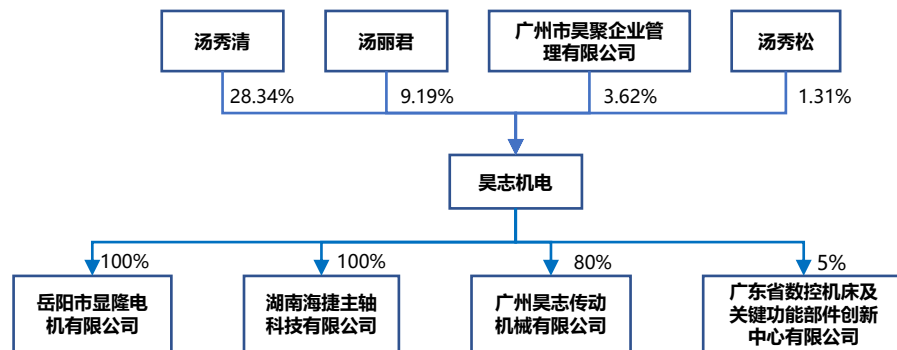
产品大类	产品	性能	图像
伺服系统类	L8系列高端伺服系统	采用最优 PID 算法完成 PWM 控制，3.5kHz速度环带宽，26bit多圈绝对值电机，7000rpm最高转速，标配动态制动与直驱刹车，支持STO (SIL3 等级)，支持龙门同步功能	
步进系统类	CL2C系列闭环步进驱动器	内置单轴控制器，节省上位控制器的脉冲输出点数；可配置16段运动路径，支持回零/限位/急停/JOG等功能；	
控制技术类	运动控制小型PLC	全系包含面包型（MP系列）和薄片型（MS系列）两个系列。产品具有PID、PWM、S/T型加减速、直线/圆弧插补、螺旋线插补、电子凸轮、追剪、飞剪等强大的运动控制功能	

图表：雷赛智能主要业务、主要产品及用途

产品大类	产品类别	主要产品	用途	收入占比 (2022年)
伺服系统类	伺服系统	交流伺服驱动器	高端型、通用型、经济型、交流伺服电机	30.03%
		低压伺服系统	驱控一体型、低压伺服电机	
步进系统类	步进系统	步进系列	高速总线型、驱控一体型、脉冲通用型、步进电机	47.89%
		闭环步进系列	高速总线型、驱控一体型、脉冲通用型、闭环步进电机	
控制技术类	智能一体式电机	智能一体式电机	智能一体式步进电机、智能一体式闭环步进电机、低压伺服一体式电机	13.59%
	可编程运动控制器	运动控制PLC	智能产线控制器、中型PLC、小型PLC	
		远程IO模块	超薄型R3系列、高性能R2系列、经济型R1系列	
		运动控制卡	高端轨迹型、通用点位型、经济点位型	

- **发展历程：**广州市昊志机电股份有限公司成立于2006年，是一家专业从事中高端数控机床、机器人、新能源汽车核心功能部件等的研发设计、生产制造、销售与维修服务的高新技术企业，2016年上市，2017年起向数控机床和工业机器人等高端设备的其他核心功能配件领域横向扩展，2019年推出了世界级精度的谐波减速机。
- **行业布局：**2020年完成收购**瑞诺集团**，进一步扩大产业布局，目前，公司主要产品包括电主轴、转台、减速器、关节模组、末端执行机构、直线电机、运动控制器、伺服电机和伺服驱动等产品，在数控机床和工业机器人领域全面布局。

图表：昊志机电股权结构

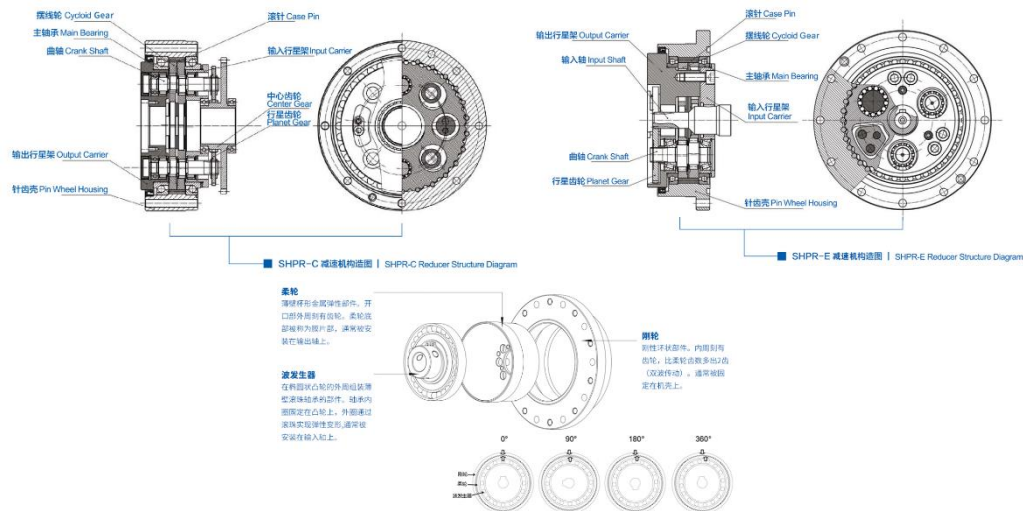


图表：昊志机电产品类别

产品大类	产品类别
主轴	PCB钻孔机和成型机电主轴
	数控雕铣机主轴
	高速加工中心主轴
转台	力矩电机转台
	谐波转台
	直线电机
电机	DD电机
	谐波减速机
	无框力矩电机
减速器、机器人关节模组、末端执行机构	刹车机构
	编码器
	电磁快换模块
	六维度力矩传感器
	控制系统
	关节模组
	RV减速机
	末端执行机构
	伺服电机
	伺服驱动
运动控制产品	运动控制器
	高速风机产品
	燃料电池高速离心式空气压缩机

- ▶ **行业布局：** 专注机械传动核心部件——齿轮及其组件的研发、制造与销售，主要面向车辆的电驱动系统、变速箱、车桥等，此外也涵盖了电动工具、轨道交通、风电以及工业机器人等应用领域。将持续加大在重负载机器人减速机的关键技术攻关与产业化推进方面的研发投入。新业务谐波减速器已形成多个型号产品的批量供货，并在原有的谐波产品基础上开发出3大衍生新型号谐波减速器。
- ▶ **合作版图：** 乘用车领域，公司拥有众多新能源汽车产业链的标杆客户，如全球领先电动车制造企业、比亚迪、广汽集团、丰田等；在商用车领域与采埃孚、康明斯、伊顿、玉柴等核心零部件企业建立了多年稳定且持续提升的合作关系；在工程机械领域，卡特彼勒和约翰迪尔是公司的代表性客户。

图表：子公司环动科技a产品构造图
(SHPR-C减速器、SHPR-E减速器、高精密谐波减速器)



图表：公司部分产品



目 录

- 人形机器人：劳动力替代空间广阔
- 特斯拉Optimus：核心传动产品解析
- 核心零部件：电机解决方案有望受益
- 产业链重点公司梳理
- 风险提示

➤ **风险 1：人形机器人技术路线和成本下降不确定的风险**

- 机器人产业链中核心零部件产品研发周期较长，新产品研发及拓展可能不及预期，且核心技术突破存在不确定性，人形机器人降本路径和周期可能受到影响。

➤ **风险 2：地缘政治摩擦的风险**

- 受地缘政治摩擦等因素影响，若欧美对国内人形机器人的供应链进行制裁限制，国内配套的零部件厂商将受到不利影响，短期内影响行业扩张和企业盈利。

➤ **风险 3：下游需求不及预期的风险**

- 受国际局势和宏观经济环境变化的不确定性影响，特斯拉等厂商的人形机器人未来产销存在不确定性，机器人行业的市场需求可能受到不利影响。

分析师声明

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。

一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。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。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与 5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT幢20层

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

