

# 人形机器人：聚焦“具身智能”，产业化提速

## ——人形机器人行业深度PPT

行业评级：看好

2023年7月1日

|      |                           |      |                          |      |                        |      |                        |
|------|---------------------------|------|--------------------------|------|------------------------|------|------------------------|
| 分析师  | 邱世梁                       | 分析师  | 王华君                      | 分析师  | 林子尧                    | 研究助理 | 姬新悦                    |
| 邮箱   | qiushiliang@stocke.com.cn | 邮箱   | wanghuajun@stocke.com.cn | 邮箱   | linziyao@stocke.com.cn | 邮箱   | jixinyue@stocke.com.cn |
| 电话   | 18516256639               | 电话   | 18610723118              | 电话   | 18815201877            | 电话   | 18863879909            |
| 证书编号 | S1230520050001            | 证书编号 | S1230520080005           | 证书编号 | S1230522080004         |      |                        |

## 1、具身智能浪潮推进，人形机器人是迈向具身智能道路上的一大步，特斯拉入局产业化加速

- 具身智能可能将是AI的终极形态，人形机器人是实现具身智能的最佳形态之一。特斯拉Optimus采用纯电机驱动，身体部分28个自由度，每只手6个自由度，配备2.3kWh、52V电池包，截至2023年5月的视频，已在车间灵活行走、抓取物体。

## 2、控制与执行系统：核心部件价值量占比约62%，关注行星滚柱丝杠、无框力矩电机、空心杯电机、谐波减速器等

- 伺服控制系统**：驱动系统+电机+检测反馈元件。空心杯电机用于手部，价值量占比约4%，国产化程度较低，大批量生产为核心难点；无框力矩电机用于身体关节，价值量占比约21%，转矩密度、温升、额定和最高转速、成本控制是核心。
- 丝杠**：人形机器人中可能会用到梯形螺纹丝杠、滚珠丝杠、行星滚柱丝杠，价值量占比约14%。其中行星滚柱丝杠可适应高速重载工作，生产制造难度最大，目前主要依赖进口，国产厂商在原材料、加工工艺、试验与检测等方面有待提升。
- 减速器**：人形机器人中主要用到行星减速器、RV减速器、谐波减速器，价值量占比约17%。目前减速器行业日系厂商占主导，国内厂商关键技术已攻克，在工艺经验积累方面仍有提升空间。

## 3、感知系统：核心部件价值量占比约18%，关注力矩传感器、惯导等

- 人形机器人的感知系统目前有特斯拉的纯视觉方案和其他公司的多器件融合方案。包括力矩传感器、惯导、摄像头、激光雷达、毫米波雷达等传感器。其中力传感器（包括力矩传感器、拉压力传感器等）、惯导价值量占比分别约16%、1%。

## 4、市场空间：2030年人形机器人全球市场空间预计达475亿元，2022-2030年CAGR达19%

- 可能将分为两个阶段：1) 2022-2030年：类似Roadster——小众、高端，2030年全球潜在市场空间约475亿元人民币；2) 2030-2040年：类似从Model S到Model Y——走向大众，马斯克畅想人形机器人和人类比例不止1比1，远期空间巨大。

## 5、核心标的：重点关注价值量占比高、国产化空间大、毛利率高的行星滚柱丝杠、空心杯电机等环节

- 电机**：关注鸣志电器、汇川技术、江苏雷利、伟创电气、拓邦股份；**丝杠**：推荐恒立液压，关注鼎智科技、贝斯特、新剑传动、秦川机床；**减速器**：推荐双环传动、绿的谐波，关注中大力德、上海机电、汉宇集团、国茂股份、南方精工、兆威机电、丰立智能、大族激光、昊志机电；**传感器**：推荐华依科技，关注柯力传感、汉威科技、芯动联科；**控制器**：推荐华中数控，关注新时达、埃夫特、英威腾；**集成**：关注三花智控、拓普集团；**工业机器人**：推荐埃斯顿，关注新松机器人；**特种机器人**：推荐晶品特装。

## 6、风险提示：中美贸易冲突超预期

# 目录

C O N T E N T S

01

## 具身智能浪潮推进，特斯拉入局产业化加速

具身智能：人工智能的下一个浪潮，人形机器人是一大进步  
特斯拉入局，人形机器人产业化发展有望提速

02

## 具身执行：核心部件价值量占比约62%

包括控制器、驱动器、伺服系统、各类电机、丝杠、减速器、轴承等

03

## 具身感知：核心部件价值量占比约18%

包括摄像头、激光雷达、毫米波雷达、力矩传感器、惯导等

04

## 市场空间有望接近汽车行业，2030年约475亿

2022-2030：类似Roadster——高端、小众；  
2030-2040：从Model S到Model Y——走向大众

05

## 核心零部件对比：价值占比、国产化、毛利率

关注价值量占比高、国产化空间大、毛利率高的行星滚柱丝杠、空心杯电机等

06

## 核心标的、风险提示

# 01

## 具身智能浪潮推进， 特斯拉入局产业化加速

具身智能或将是AI的终极形态，人形机器人是实现具身智能的最佳形态之一。由于结构设计接近人体，人形机器人的活动场景可覆盖人类活动的方方面面，可应用于家庭、商用、工业等场景。人形机器人可参照人体进行仿生学设计，结构设计过程难度降低。

### ① 工业、服务等应用场景广泛

#### 家庭场景



家务机器人



娱乐机器人



教育机器人 等

#### 商用场景



医疗机器人



物流机器人



农业机器人



特种机器人 等

#### 工业场景



垂直多关节机器人

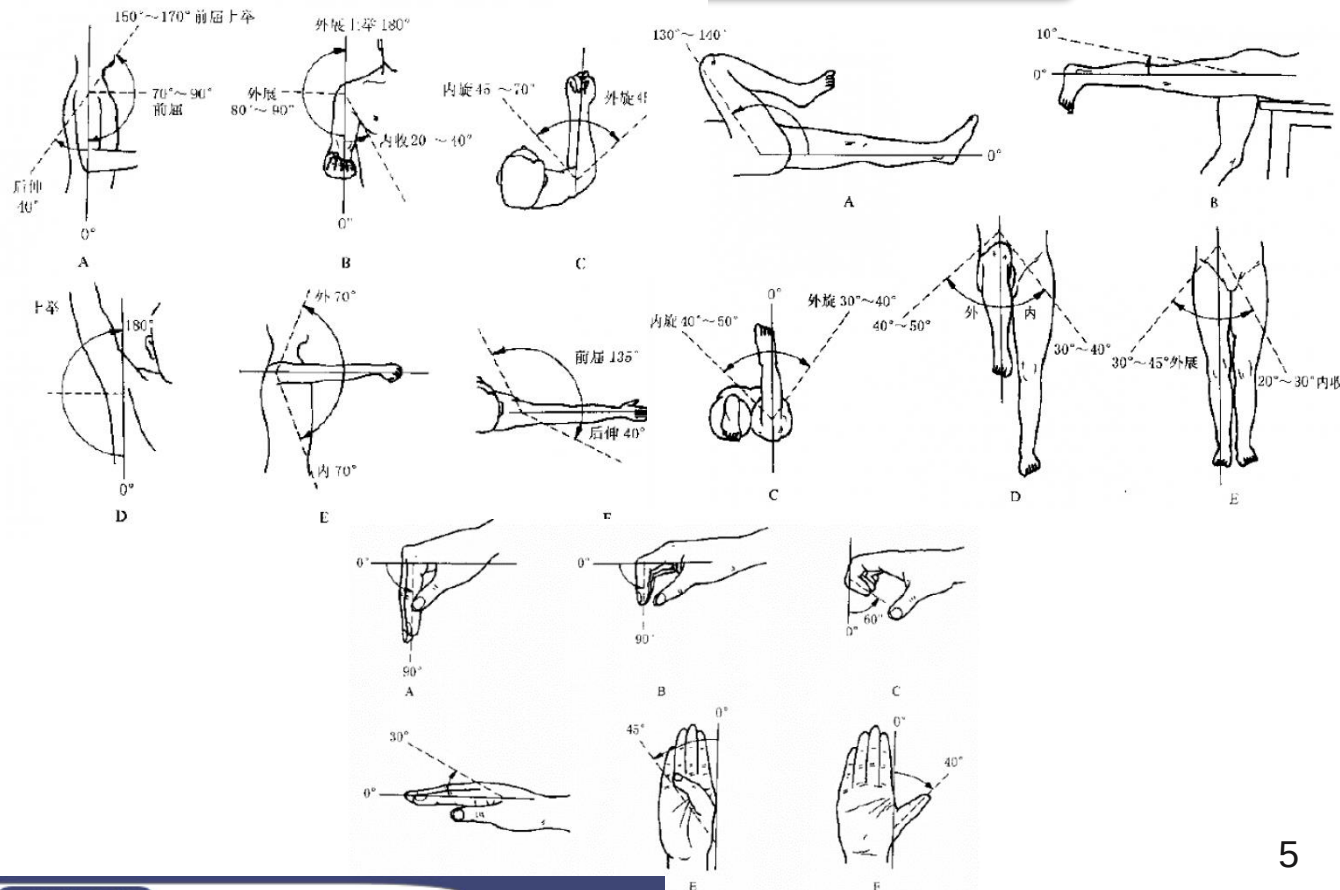


scara机器人



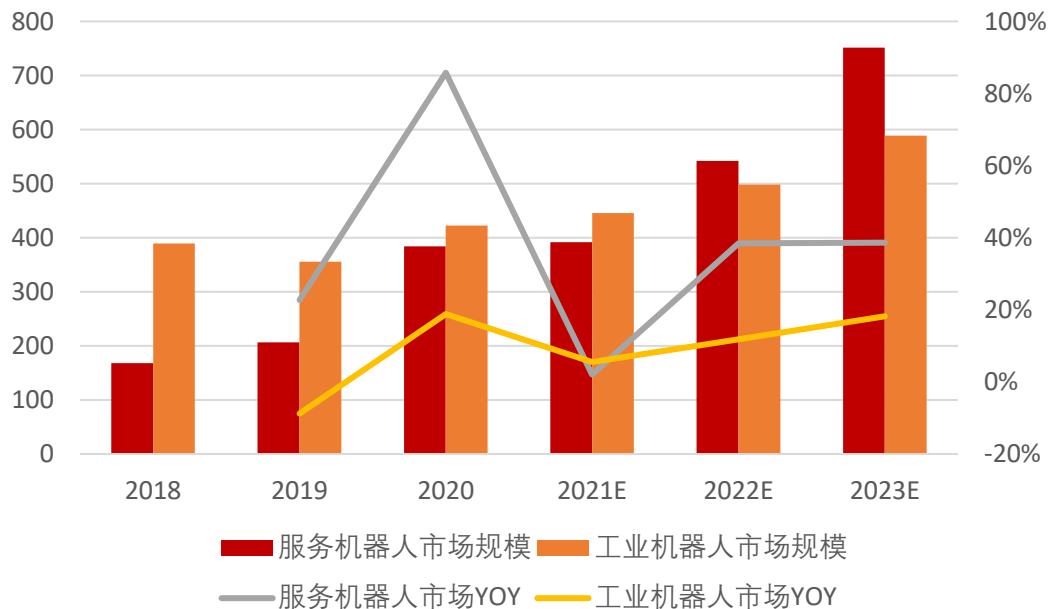
协作机器人 等

### ② 可应用仿生学结构设计

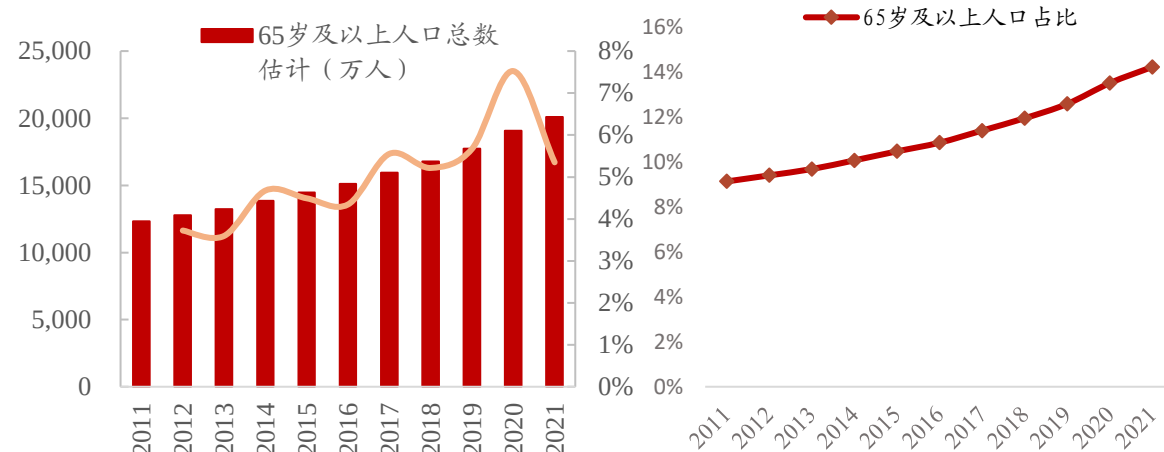


**服务型机器人市场潜力大，近年来增速高于工业机器人市场。**陪伴是未被解决的刚需，随着人口老龄化程度加深、成年单身人口数量持续增长，由人们情感需求催生了广阔的陪伴机器人市场。不同于AI虚拟网络的单向情感传递，陪伴机器人被赋予了情感识别、情感表达的能力，机器人不再只是一个冰冷的“玩具”，而是聚焦于情感陪伴，成为家庭的一份子。

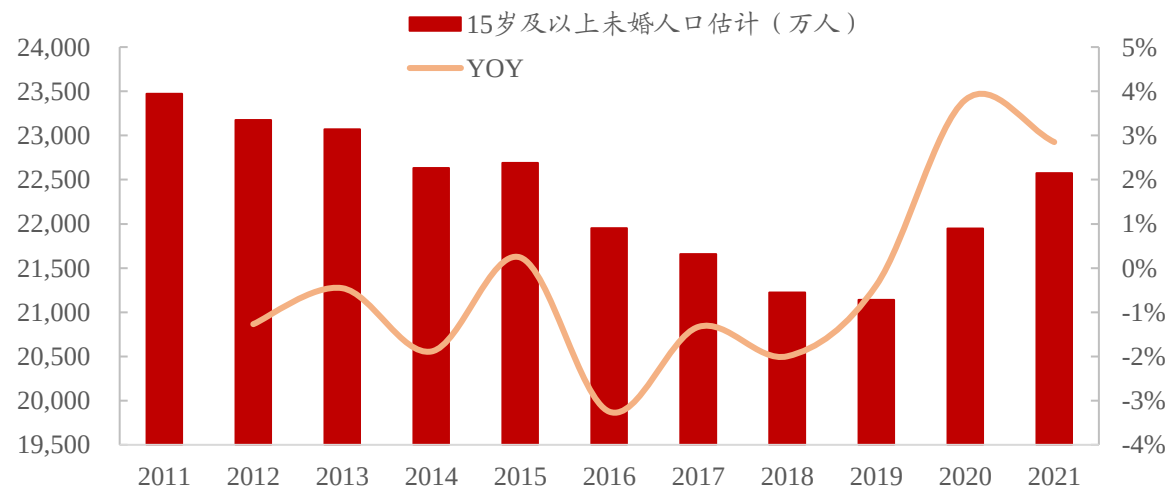
我国服务型机器人市场潜力大（单位：亿元，人民币）



近年来，我国人口老龄化程度持续加深

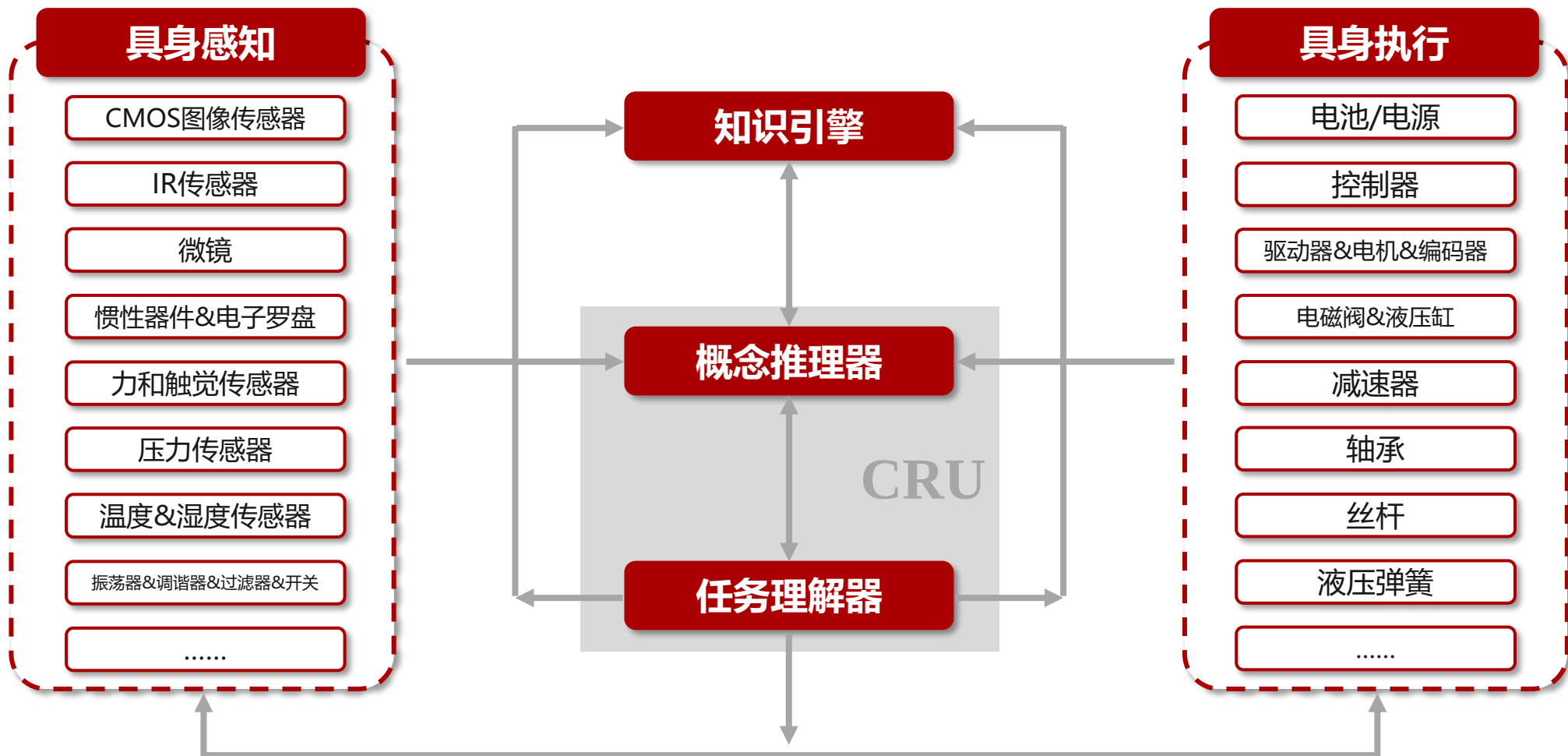


我国成年单身人口数量持续增长，孤独催生广阔市场





**具身智能：**指的就是能够感知并理解周边环境，通过自主学习完成任务的智能体。其中的“智能”一词，指的就是与环境交互，同时环境中行动的功能。**人工智能大模型和人形机器人的出现，是迈向具身智能道路上的一大步。**



特斯拉Optimus 采用纯电机驱动，采用FSD纯视觉路线，身高173cm，体重73kg，身体部分28个自由度，每只手6个自由度，配备2.3kWh、52V电池包，可实现持续待机20个小时。

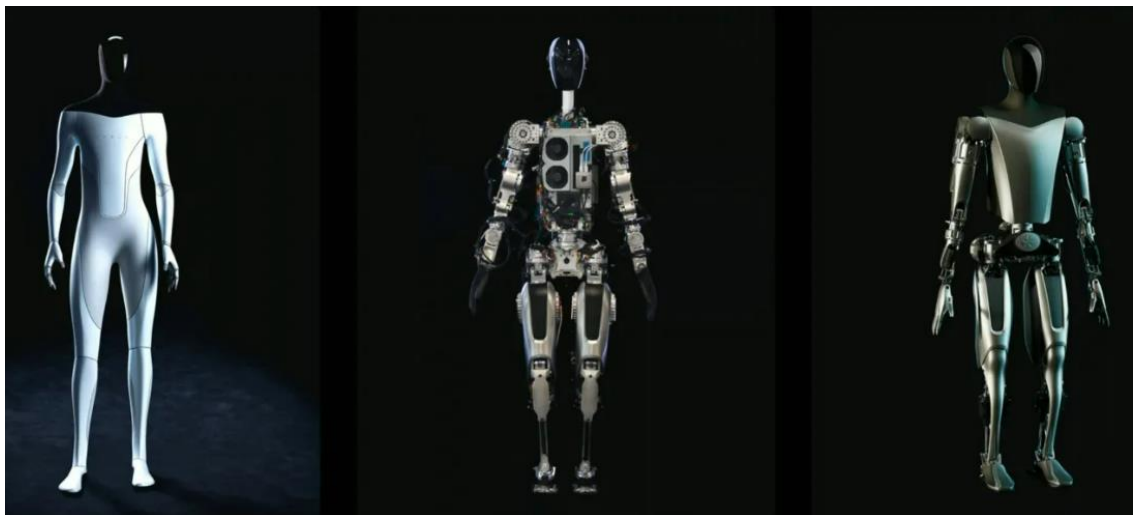
#### 特斯拉人形机器人开发进展迅速：

2022年10月：特斯拉人形机器人首次亮相，需要人搀扶，无法正常工作；

2023年3月：视频中显示人形机器人可实现直立行走，且能实现装配任务，手指关节可抓取电动工具、螺丝等；

2023年5月：视频中显示人形机器人在车间灵活行走、抓取物体，并展示了电机扭矩控制技术（不打碎鸡蛋）。

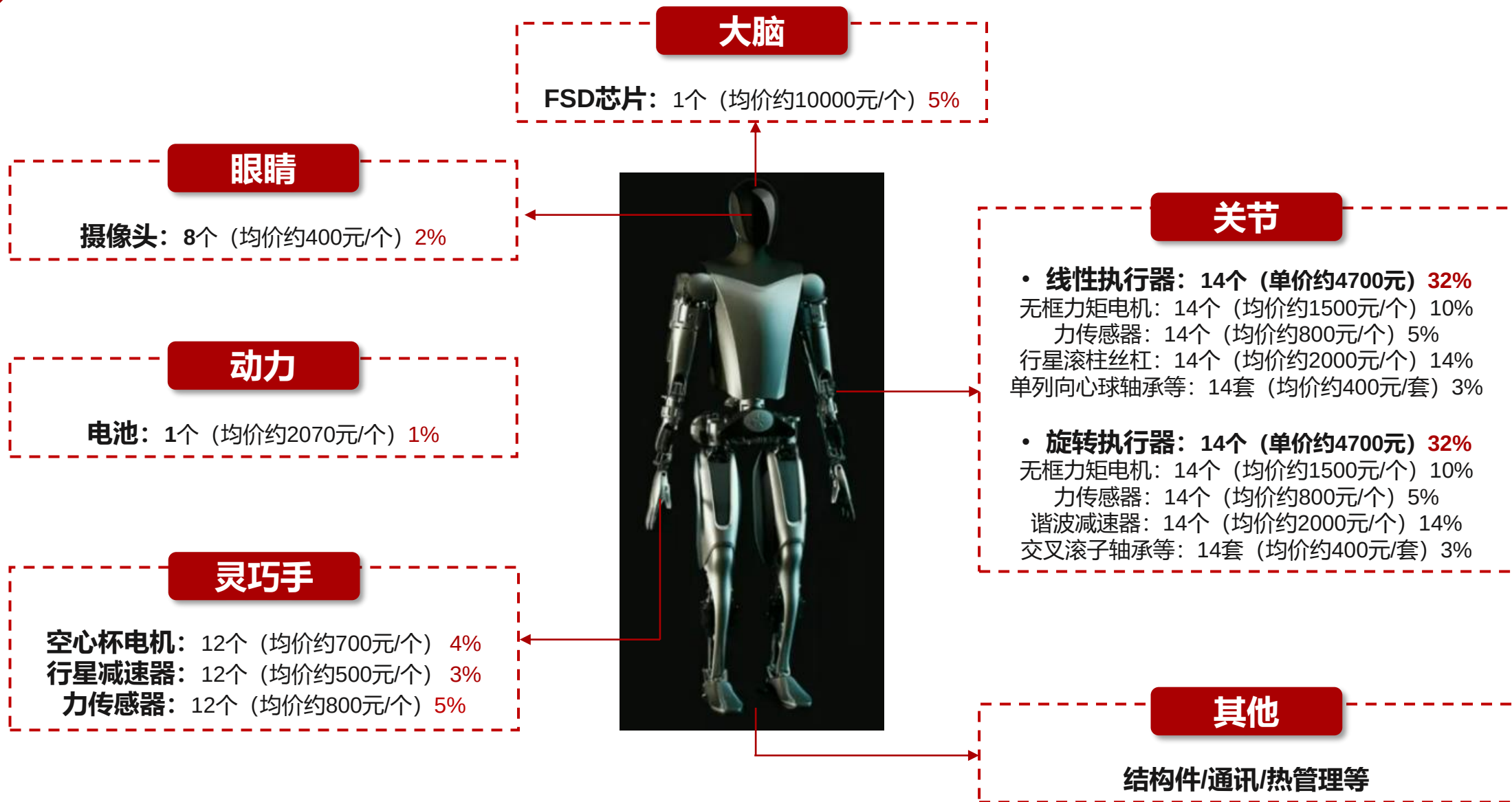
特斯拉人形机器人：从概念到原型机落地



特斯拉机器人展示了行走、挥手、摇摆等动作



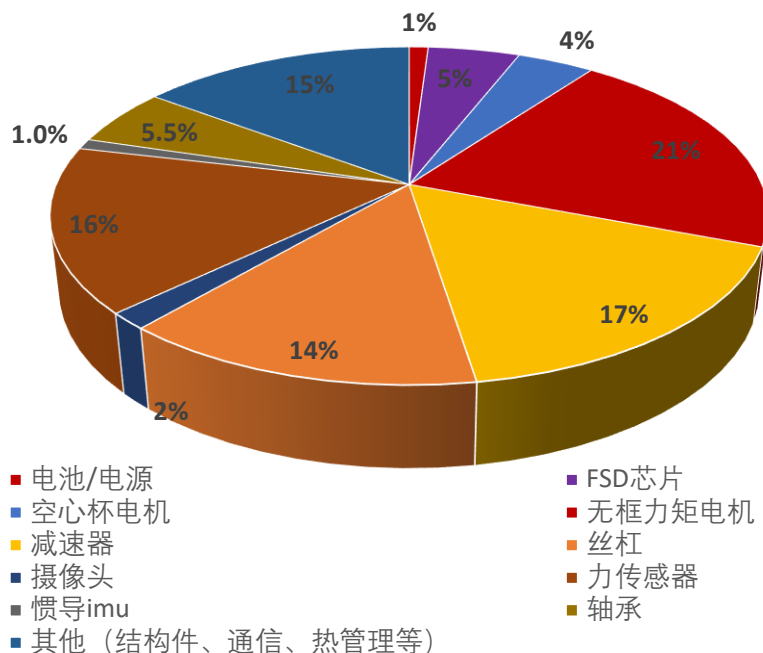




以特斯拉Optimus为例，2023年人形机器人核心零部件价值量分布：

- 1) 具身执行：主要部件价值量占比约62%，主要由无框力矩电机、减速器、丝杠、空心杯电机、轴承等构成。
- 2) 具身感知：主要部件价值量占比约18%，主要由摄像头、力传感器、惯导imu等构成。

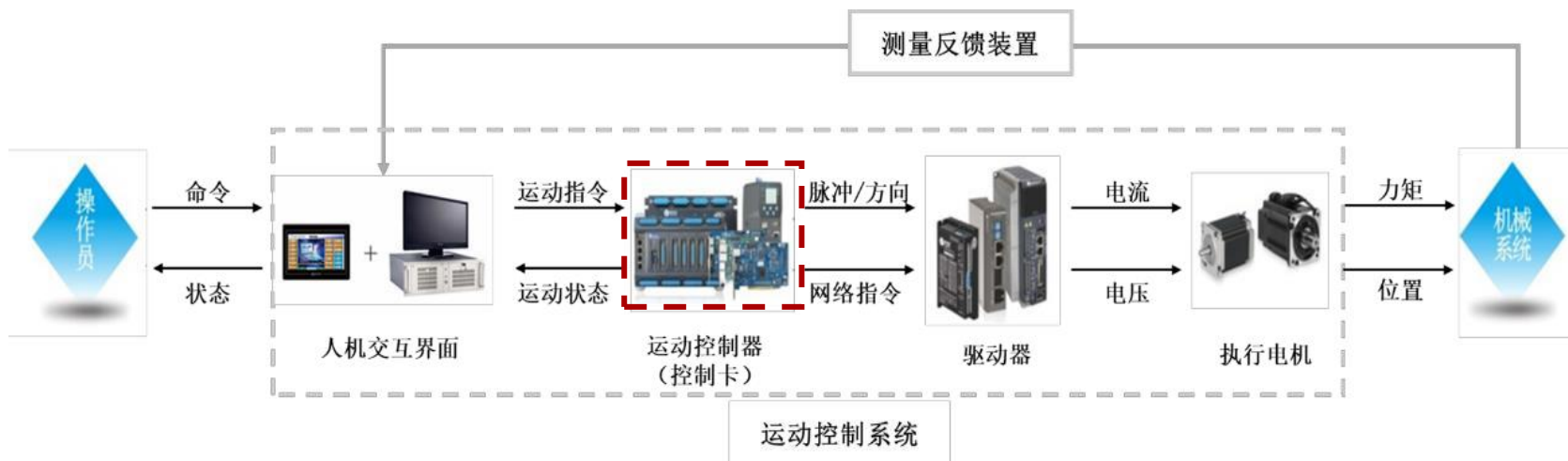
2023年人形机器人核心零部件价值量分布



# 02

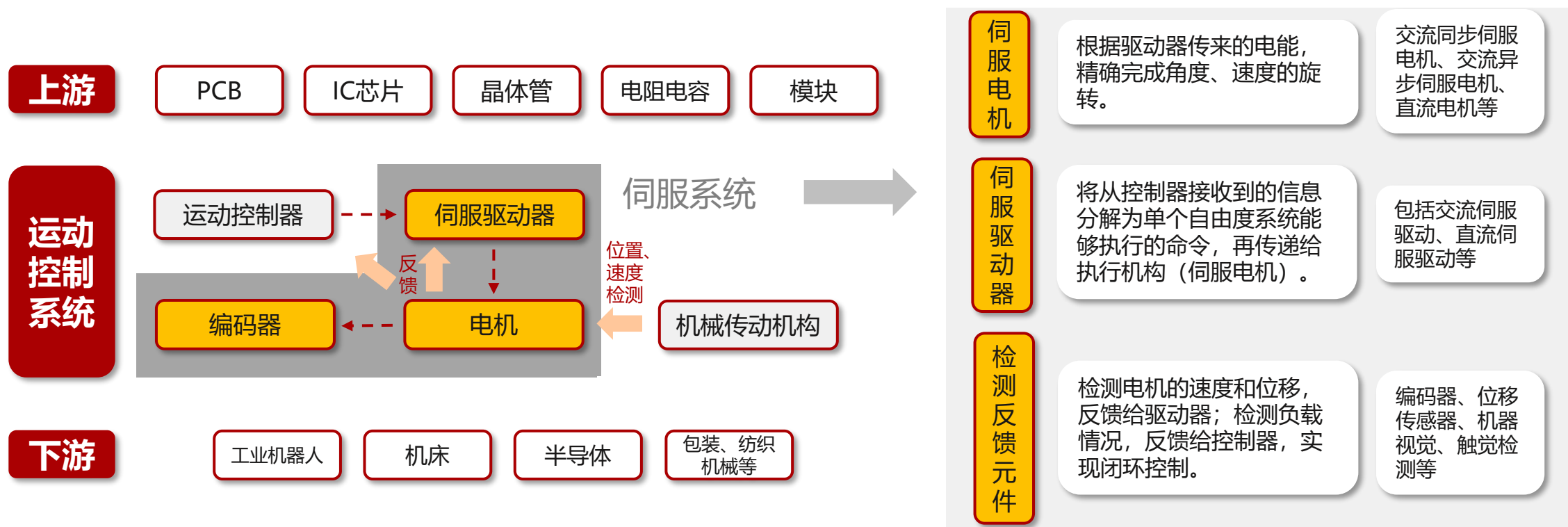
**控制与执行系统：  
具身智能的执行系统，  
核心部件价值量占比约62%**

**运动控制器：**是指以中央逻辑控制单元为核心，以传感器为信号敏感元件，以电机或动力装置和执行单元为控制对象的一种控制装置，其主要任务是**根据运动控制的要求和传感器件的信号进行必要的逻辑、数学运算，为电机或其它动力和执行装置提供正确的控制信号。**



| 分类           | 特点                                                | 应用领域                                                  |
|--------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| PLC控制器       | 系统简单，体积小，可靠性高，但不支持复杂算法                            | 可以用于圆周运动或直线运动的控制，广泛应用于各种机械、机床、机器人和电梯等行业               |
| 嵌入式控制器       | 涵盖从简单到复杂的各种运用，具有应用灵活、稳定性高、定制性强、价格便宜、操作和维护方便的特点    | 在针织机械、激光、切割、点胶机等设备制造行业有广泛的应用                          |
| PC-Based 控制卡 | 系统通用性强、可拓展性强，能够满足复杂运动的算法要求、抗干扰能力强，可供用户根据不同的需求     | 主要应用于电子、半导体、工业机器人、包装等领域                               |
| 网络式控制器       | 形态可以是插卡式，也可以是嵌入式，或者是独立运行模式，其与伺服驱动系统的链接是采用各类工业总线形式 | 半导体加工、激光加工设备、PCB钻铣设备、机器人、数控机床、木工机械、印刷机械、电子加工设备和自动化生产线 |

**伺服系统：**伺服系统是工业机器人实现工业自动化的重要组成部分，是自动化制造过程中实现精确定位、精准运动的必要机构。在结构组成方面，工业机器人的伺服控制系统由伺服驱动控制器、伺服电机、减速机、反馈装置（编码器和传感器）四大部分构成。





每台人形机器人需要一套伺服系统：

我国工业机器人伺服系统市场可分为三个梯队：

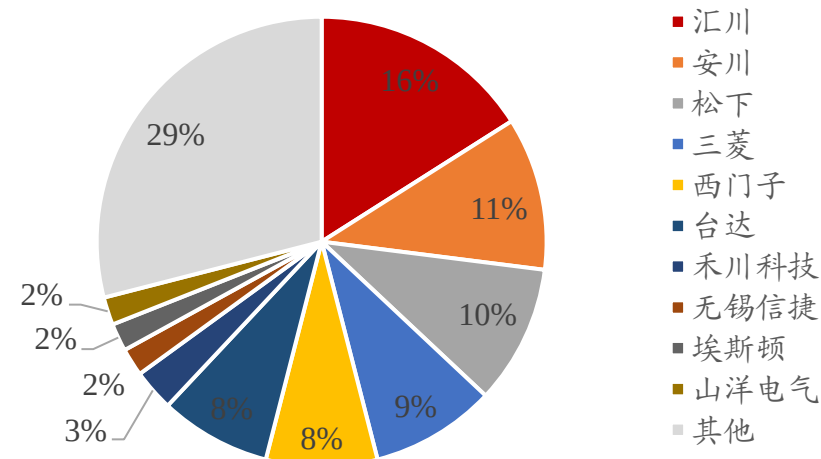
日系：市占率32%以上，主要为安川、松下、三菱、山洋等；

欧系：市占率8%以上，主要为西门子等；

国产：汇川、台达、禾川、埃斯顿等；

台达集团、汇川技术等公司作为我国伺服系统国产替代龙头，在编码器分辨率、过载能力、最高转速、频率响应速度等方面已具备与外资龙头同等参数水平。

2021年中国工业机器人伺服系统市场竞争格局



|        | Panasonic<br>松下<br>(MINAS A6) | YASKAWA<br>安川<br>(西格玛-7) | DELTA<br>台达<br>(ASDA-A3) | INOVANCE<br>汇川技术<br>(SV660) | MITSUBISHI MOTORS<br>三菱<br>(MELSERVO-J4) | SIEMENS<br>西门子<br>(S210) | invtr 英威腾<br>英威腾<br>(DA300) | XINDE<br>信捷<br>(MS6-80) |
|--------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 编码器分辨率 | 23bit                         | 24bit                    | 24bit                    | 23bit                       | 22bit                                    | 20bit                    | 23bit                       | 17bit                   |
| 过载能力   | 350%                          | 350%                     | 350%                     | 350%                        | 300%                                     | 350%                     | 300%                        | 300%                    |
| 最高转速   | 6500r/min                     | 6000r/min                | 6000r/min                | 6000r/min                   | 6000r/min                                | 6000r/min                | 5000r/min                   | 6000r/min               |
| 频率响应速度 | 3.2kHz                        | 3.1kHz                   | 3.1kHz                   | 3.0kHz                      | 2.5kHz                                   | 3.0kHz                   | 3.0kHz                      | -                       |

## 微电机

## 普通伺服电机

交流

直流

励磁方式

有无电刷

永磁

他励

自励

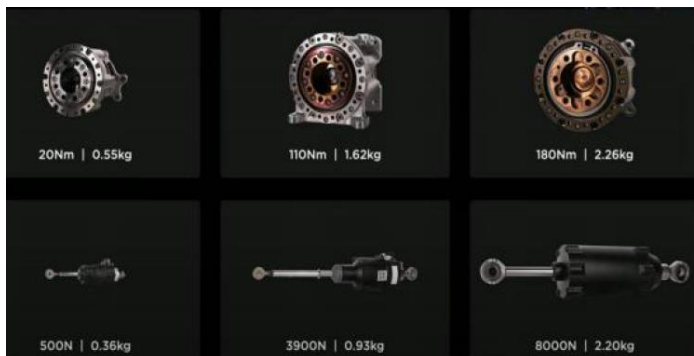
有刷

无刷

**有刷：**成本低，结构简单，控制容易，需要维护

**无刷：**低干扰、噪音低、运转顺畅、寿命长，低维护成本

## 舵机



## ➤ 可应用于机器人手以外的部分

如：特斯拉Optimus全身除手部以外，使用6种舵机，可实现28个自由度。

其中，可能包含：

14个线性执行器：无框力矩电机+行星滚柱丝杠+力传感器/IMU+单列向心球轴承等

14个旋转执行器：无框力矩电机+谐波减速器+力传感器/IMU+交叉辊子轴承+双编码器

## 空心杯电机



## ➤ 可应用于机器人手部

如：特斯拉Optimus单手6个执行器（6个主动自由度，5个被动自由度）。

每个执行器中，可能采用空心杯电机+行星减速器+力传感器方案。

➤ 目前人形机器人的机械手主要有两种模式：

**内置驱动：**将驱动器、传感器等集成于人形机器人手掌内部。

**外置驱动：**将驱动器外置于手臂，采用腱绳驱动方式远端控制关节运动。特斯拉 Optimus 即可能采用外置驱动方式。

➤ 人形机器人的最后末端的操作包括力反馈等，用的基本都是**空心杯的有刷电机或者空心杯的无刷直流电机**。目前空心杯电机的主流供应商主要是瑞士的 maxon，德国 FAULHABER。

**有刷空心杯电机：**采用空心转子设计方案，具有高加速度、低转动惯量、无齿槽效应、无铁损小巧轻便等特点、非常适合频繁启停、对舒适度和便捷性有要求的手持应用

**无刷空心杯电机：**难点在于产品设计与制造工艺，其中大批量生产为核心难点，手工制作方式在生产效率、产品稳定性方面无法满足客户需求。瑞士 Maxon 和德国 Faulhaber 掌握了大批量生产的核心工艺，国内大多数厂商主要受制于此项工艺。

有刷空心杯电机



无刷空心杯电机



特斯拉  
Optimus  
机械手



空心杯电机优势

①

可靠的运行稳定性

④

启动和制动迅速

⑦

无转矩滞后

②

能量转换效率高

⑤

更少的电磁干扰

⑧

降温效果好

③

高能量密度

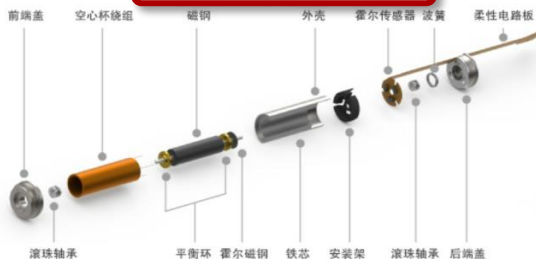
⑥

转动波动小

⑨

峰值扭矩高

无刷空心杯电机



## 空心杯电机：

目前行业龙头企业有瑞士Maxon、德国Faulhaber，两家企业生产无刷空心杯电机+“控制器、编码器、精密齿轮箱”等组件。

国内无刷空心杯技术与外资龙头存在差距，且无法自动化量产导致成本高，应用较少。

难点主要在于产品是否能实现大批量产、产品寿命及性能是否能达到客户要求。

## 海外龙头

maxon

瑞士Maxon



FAULHABER

德国Faulhaber

## 国产品牌

MOONS'  
moving in better ways

鸣志电器

DINGS'  
Precision Motion Specialist

鼎智科技

雷利  
江苏雷利

|             | 主营业务                                         | 空心杯电机进展                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 瑞士Maxon     | 公司成立于1961年，致力于研发并生产性能强大的电动驱动器。               | 公司产品包含有刷DC电机、无刷DC电机等。电机的“心脏”是享有全球专利的空芯杯转子。这项最先进的技术带给驱动器的优势是紧凑的结构、高性能和低惯性。由于惯量较小，DC电机可达到很高的加速度。 |
| 德国Faulhaber | 公司成立于1947年，目前在各种设计领域拥有先进的小型 and 微型电机技术。      | 公司生产的微型电动机应用于家用电器领域、汽车的发展、医疗服务设备和保健器材领域和各种工程机械生产设备、机器人、武器装备研究领域等其他相关领域，具备小型化，低噪声，运行平稳，可靠性强的特点。 |
| 鸣志电器        | 公司专注于发展系统级的驱动控制系统，以及精密直线传动系统等解决方案类业务。        | 公司的空心杯电机等产品被国内、外客户广泛使用，并主要服务于移动服务机器人（AMR+AGV）等自动化应用领域。                                         |
| 鼎智科技        | 江苏雷利子公司，立足于精密运动控制组件的设计、生产与销售等一站式服务业务。        | 目前公司多个产品即将进入量产阶段，具体时间还需要配合下游客户进展。                                                              |
| 江苏雷利        | 公司主要从事家用电器、汽车微特电机、医疗仪器用智能化组件及相关零部件的研发、生产与销售。 | 公司的空心杯电机已具备批量生产能力，预计2023年二季度开始大批量生产。公司自研的空心杯电机等产品在工控、军工、机器人等领域小批量验证中。                          |



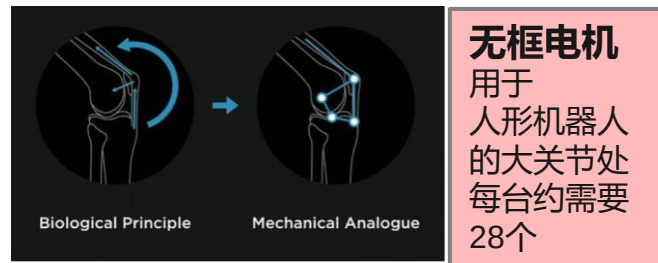
**无框力矩电机：**是一种以输出扭矩为衡量指标的无框架式永磁电机。它的基本操作就像传统的永磁电机一样。无框力矩电机由驱动器供电，驱动器控制U/V/W三相电形成电磁场，永磁体的转子在此磁场的作用下转动。目前无框力矩电机主要用于协作机器人。

### 无框力矩电机优势：

- ✓ **提升机器性能：**直接耦合（无背隙）、更高的系统带宽、提高机器效率。
- ✓ **结构更紧凑：**机器占用空间更小、单位体积扭矩最高。
- ✓ **减少维护：**更少的机械部件、无易磨损或需维护的组件。

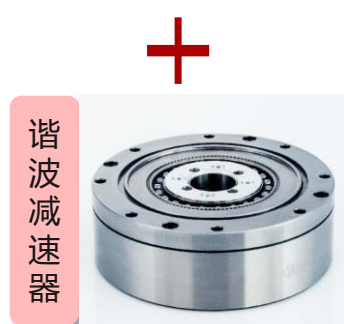
### 无框力矩电机难点：

- ✓ **转矩密度：**近年来，关节需求朝着扭矩不变尺寸更小的方向发展。因此要求关节电机不断提高功率密度。
- ✓ **温升：**基于较小的尺寸，达到很高功率密度之外，另一个重要指标是看达到热稳态之后的电机温升。
- ✓ **额定和最高转速：**机器人在某些场景中有不断提速的需求，理论上对于电机系统来说，转矩需求固定，额定速度上限附近将损失转矩。因此意味着更高的电磁设计要求。
- ✓ **成本：**作为关键部件，电机的成本备受关注。核心零部件国产化是必经之路。



### ➤ 线性执行器方案

每个人形机器人约  
使用14个线性执行  
器。



### ➤ 旋转执行器方案

每个人形机器人约  
使用14个旋转执行  
器。

|                                                                                                   | 主营业务                                                                                                       | 无框力矩电机进展                                                                                                      | 产品优势                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>美国科尔摩根</b><br> | 公司提供业界高性能、高可靠性的电机、驱动器、直线执行器、AGV 控制解决方案和自动化平台，拥有逾百万款标准和定制产品，可满足各种运动控制挑战。                                    | 公司可为客户提供17种标准框架尺寸（直径60mm到850mm，扭矩最高13,000Nm）的无框电机解决方案，每种尺寸都有多种堆叠长度和绕组选项。这些标准设计可以为客户的机器提供已针对应用进行优化的理想无框电机解决方案。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>采用标准尺寸，优化后可与常用谐波减速机配对，无需昂贵的定制成本，同时尽量对整体关节尺寸进行优化；</li> <li>电机的电磁封装经过优化，长度更短、重量更轻，可以满足3~15公斤级协作机器人的速度和转矩要求；</li> <li>电机轴向长度短、外径小且通孔尺寸大，简化了下一代机器人的复杂设计；</li> <li>先进的材料和创新的绕组工艺可以在广泛的速度和负载要求下，提供一致的性能；</li> <li>可选集成霍尔传感器，能够提供换相反馈而不增加电机总长度；</li> <li>多标准的热敏传感器选项，能够与机器人市场上最流行的驱动器协同工作；</li> <li>经过专门设计，可在线圈温度不超过85°C 的情况下，提供卓越的性能，确保润滑脂、电子元件和其他机器人关节部件达到最大寿命。</li> </ul> |
| <b>步科股份</b><br>  | 公司专注于工业自动化设备控制核心部件与工业物联网/互联网软硬件的研发、生产、销售以及相关技术服务，并为客户提供设备自动化控制、数字化工厂及工业互联网解决方案，是中国为数不多的机器自动化与工厂智能化解决方案供应商。 | 公司是国内最早做无框电机的厂家之一，协作机器人无框电机解决方案具有稳定高效、高功率密度、低齿槽力矩、高空间利用率的特点，助力客户制造出有竞争力的、适配性强的产品，同时帮助客户降低生产成本。                | <ul style="list-style-type: none"> <li>专业化：通过深入优化电磁方案，获得更高的转矩密度；</li> <li>精细化：目前有52mm-132mm10种框架尺寸，覆盖3-25kg 负载需求，相同转矩下，尺寸更小，温升更低；</li> <li>特色化：首创无框灌封工艺，轻量化设计、更薄机身，运动速度更快，更平稳，与市场产品相比，铜损下降率高达20%；</li> <li>新颖化：与市场主流的谐波减速机尺寸匹配，更大的中空内径满足客户多样化的穿线需求。</li> </ul>                                                                                                                                               |
| <b>昊志机电</b><br> | 公司主要产品包括主轴、转台、直线电机、数控系统、谐波减速机、伺服电机、驱动器、传感器、氢能源汽车燃料电池压缩机、曝气鼓风机、直驱类高速风机等高端装备核心功能部件。                          | 公司的无框力矩电机产品主要应用于协作机器人和轻型机器人。                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>转矩波动≤1%，更利于机器人力矩控制；</li> <li>3.5倍过载能力，使得机器人负载能力大大加强。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



## 丝杠

## 梯形螺纹丝杠



## ➤ 螺旋形式：

螺旋形式是一种普通的等腰梯形。

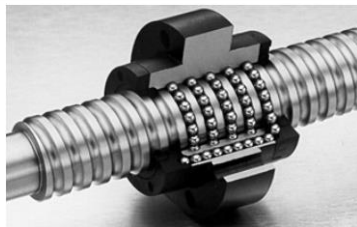
## ➤ 应用：

适用于大负载但工作转度和工作制要求很低的应用场合。

## ➤ 特点：

传动时存在表面滑动摩擦，连续工作发热严重。此外，传动效率也较低。

## 滚珠丝杠



## ➤ 螺旋形式：

利用滚珠链在丝杠轴与螺母之间做滚动运动，将旋转运动转换成直线运动。

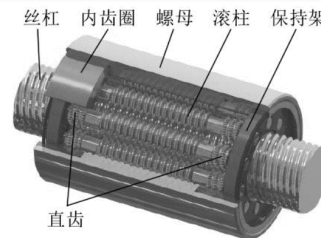
## ➤ 应用：

适用于中等性能要求的应用场合。

## ➤ 特点：

由于滚珠不断在两个负载承载面之间循环，存在相互碰撞及末端急剧转向，导致高转速条件下丝杠传动效率降低、噪声大。

## 行星滚柱丝杠



## ➤ 螺旋形式：

以丝杠旋转作为驱动，通过丝杠与滚柱之间的螺旋运动，由滚柱带动螺母做直线运动。

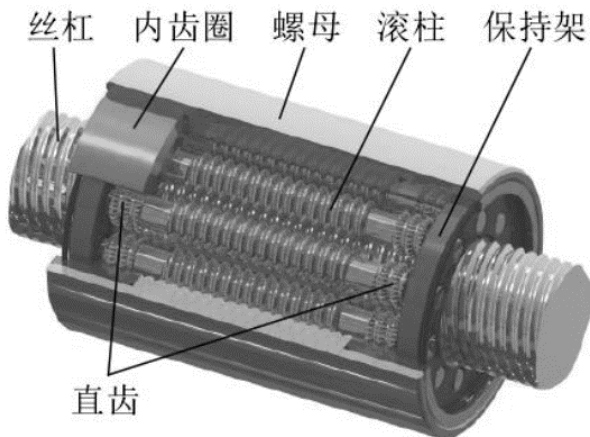
## ➤ 应用：

适合用于高速重载工作的应用场合。

## ➤ 特点：

主要由丝杠、螺母和滚柱组成，丝杠和螺母为多头螺纹，行星滚柱一般为单头螺纹，滚柱两端设置了螺纹齿，与内齿圈螺纹齿啮合。

## 行星滚柱丝杠



**行星滚柱丝杠：**传动原理与行星轮系相似，丝杠类似太阳轮，滚柱作为行星轮，螺母作为齿圈，当丝杠旋转时，滚柱围绕丝杠作行星运动，同时通过螺旋传动原理将丝杠旋转运动转化为螺母直线往复运动。

**以往行星滚柱丝杠产能主要集中于欧洲、美国等，国内企业较少布局。国内企业目前市占率较小，目前还是主要依靠海外进口。**

**海外龙头：**瑞士GSA、德国Rexroth、瑞典斯凯孚、美国Moog、美国Nook等；

**国内企业：**鼎智科技、博特精工、汉江机床、新剑传动等，具备小规模研发生产能力。

**行星滚柱丝杠难点：**

- 1) 原材料：海外龙头多以合金结构调质钢为主；国内厂商多采用马氏体不锈钢。
- 2) 加工工艺：海外龙头多以磨削与滚轧成形为主；国内厂商切削或非精密磨削为主。
- 3) 试验与检测：海外龙头针对精度保持性、可靠性开发了一系列试验与检测设备，国内一般依赖经验。

## 行星滚柱丝杠优势

- |                |             |               |
|----------------|-------------|---------------|
| ① 高承载：线接触      | ④ 高速度：加/卸载少 | ⑦ 长寿命：滚珠类的15倍 |
| ② 耐冲击：接触面大     | ⑤ 噪声低：声音频率高 | ⑧ 易安装维护       |
| ③ 体积小：比滚珠类小1/3 | ⑥ 高精度：导程精度高 | ⑨ 恶劣环境适应能力强   |

## 减速器

## 行星减速器



## ➤ 应用：

一般用于直角坐标机器人。

## ➤ 特点：

高刚性、高精度、耐磨性强；  
减速比低，精度较差。

## ➤ 代表公司：



## RV减速器



## ➤ 应用：

适用于大臂、肩部、腿部等重负载部位。

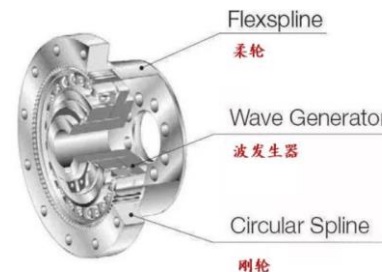
## ➤ 特点：

刚性好、抗冲击能力强、传动平稳、精度高；制造难度大，价格较贵。

## ➤ 代表公司：



## 谐波减速器



## ➤ 应用：

小臂、腕部或手部等轻负载位置。

## ➤ 特点：

体积小、重量轻、结构简单紧凑；  
材料易疲劳损坏。

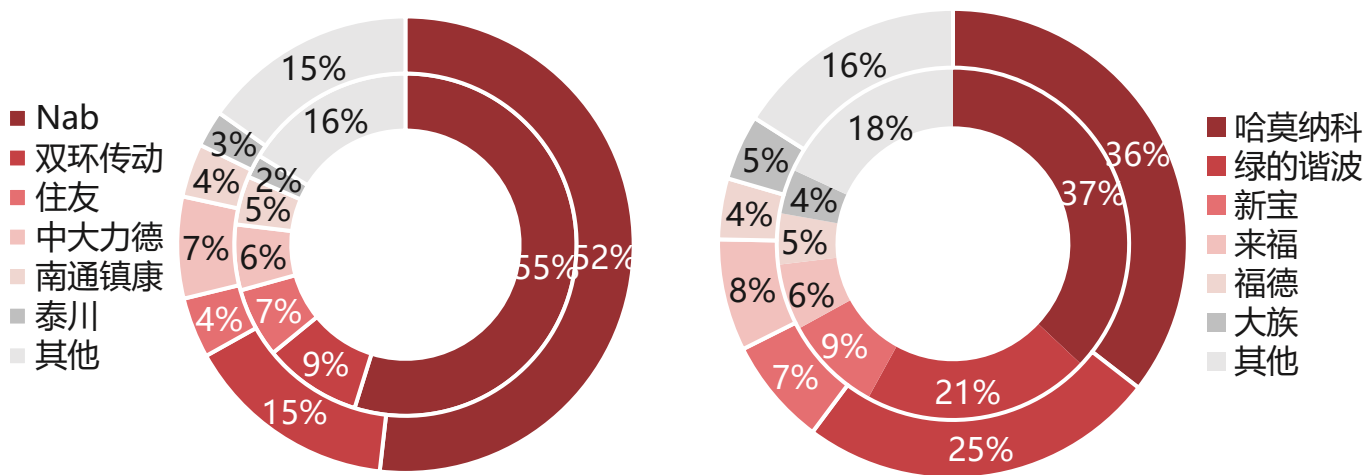
## ➤ 代表公司：



**RV减速器：**日系厂商占据主导地位。据华经产业研究院数据，2021年纳博特斯克（Nab）市场占有率约52%，位居第一。国内厂商双环传动市场占有率从2020年的9%增长至2021年的15%，提升明显。

**谐波减速器：**日系厂商为谐波减速器主要玩家。2021哈默纳科市场占有率达36%。伴随关键技术的攻克，国内厂商竞争力显著增加，2021年绿的谐波市场占有率达25%，位居第二。

20/21年我国RV减速器竞争格局 20/21年我国谐波减速器竞争格局



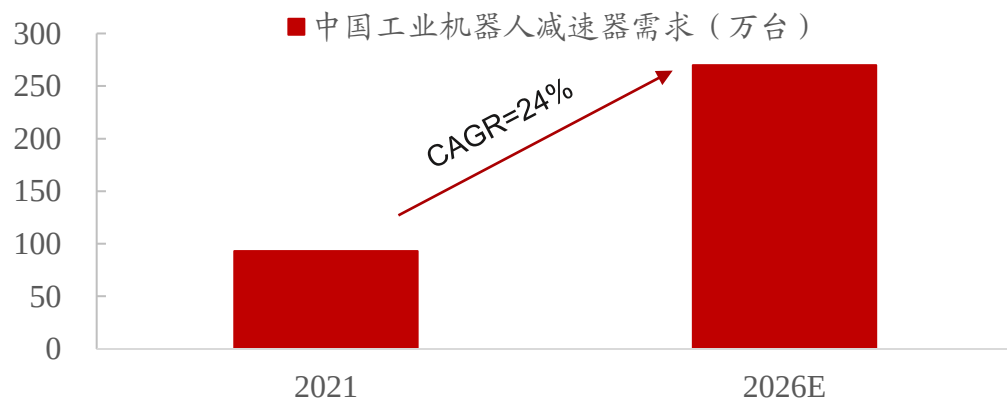
注：内圈为2020年，外圈为2021年

资料来源：华经产业研究院，前瞻产业研究院

RV减速器对比谐波减速器

|      | 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 | 一般应用于多关节机器人中机座、大臂、肩部等重负载的位置。                    | 主要应用于机器人小臂、腕部或手部。                                                         |
| 终端领域 | 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 | 5000-8000元人民币/台                                 | 1000-5000元人民币/台                                                           |

2021-2026年中国工业机器人减速器需求



# 03

**感知系统：  
具身执行的感知系统，  
主要部件价值量占比约18%**



机器人传感器可以根据检测对象不同分为**内部传感器**和**外部传感器**。

### • 内部传感器：

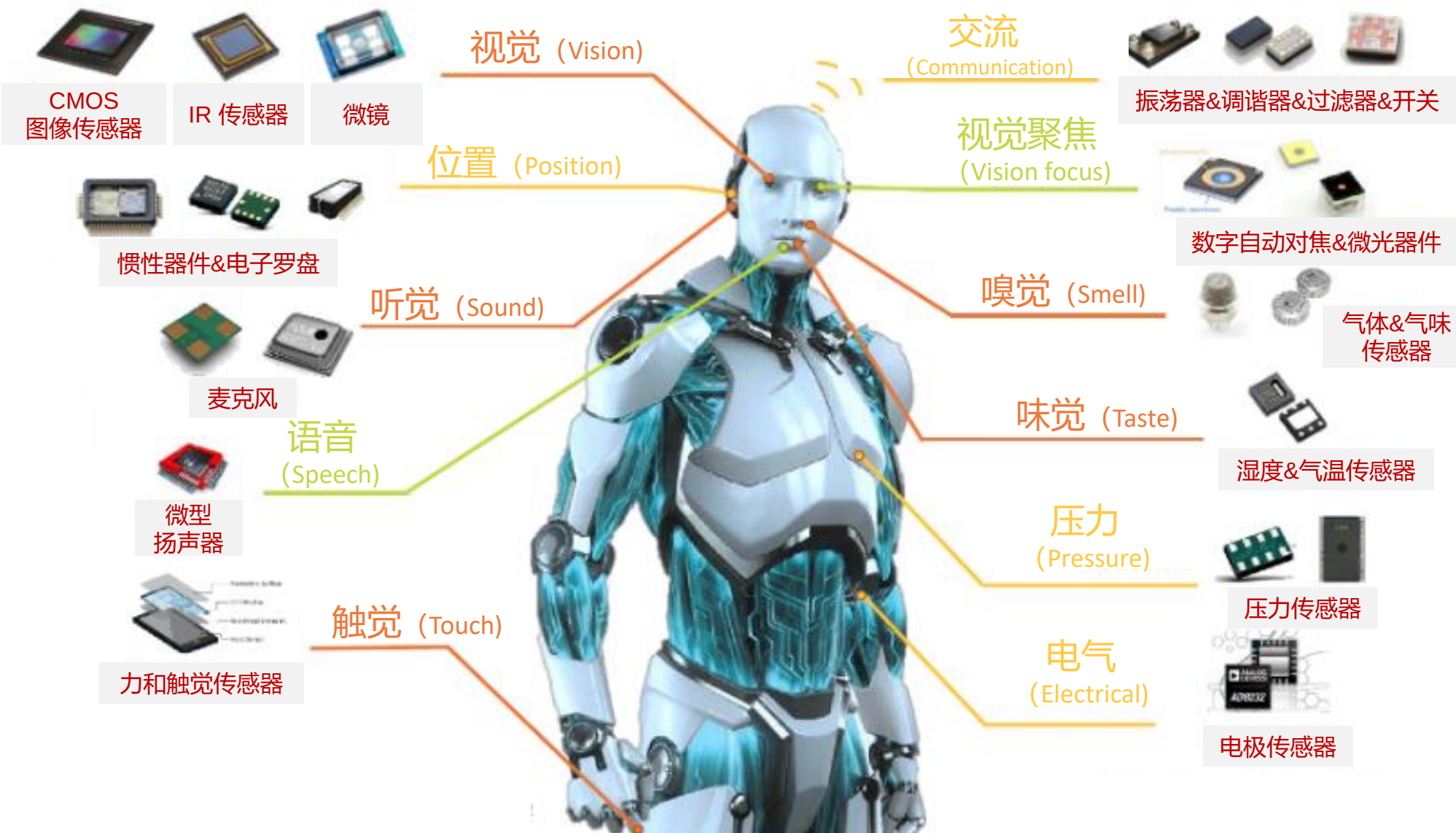
用来感知机器人的自身状态的传感器

位置、速度、加速度

### • 外部传感器

用以感受机器人周围环境、目标物的状态信息的传感器

视觉、触觉、听觉、嗅觉、温度、力觉



## 感知

## 视觉传感器

## 摄像头

- 单价：  
约400元
- 需求量：  
约2-8个
- 单台价值量：  
约800-3200元
- 代表公司：



## 激光雷达

- 单价：  
5000-8000元
- 需求量：  
约2个
- 单台价值量：  
约10000-16000元
- 代表公司：



## 毫米波雷达

- 单价：  
1000-1500元
- 需求量：  
约4个
- 单台价值量：  
约4000-6000元
- 代表公司：



## 感知

## 其他传感器

## 力矩传感器

- 单价：  
约800-1000元
- 需求量：  
约40个
- 单台价值量：  
约40000元
- 代表公司：



## 惯导

- 单价：  
约2000元
- 需求量：  
约1个
- 单台价值量：  
约2000元
- 代表公司：



## 摄像头

**优势：**图像识别分辨率高，技术成熟度高、成本低

**劣势：**算法要求高、容易受到恶劣天气影响、复杂环境下抗干扰能力弱

**成本：**<10美元

## 激光雷达

**优势：**抗干扰能力强；测量精度极高，可以实时建立3D模型；探测距离远、速度快

**劣势：**成本较高、受雾霾天气影响

**成本：**>1000美元

## 毫米波雷达

**优势：**不受天气影响，探测距离远。能同时探测目标物体的距离和速度。

**劣势：**精度低，识别行人、道路指示能力弱

**成本：**200~300美元

## 红外线传感器

**优势：**夜视功能应用极佳

**劣势：**径向运动辨别能力差、没有角度测量能力

**成本：**100美元左右

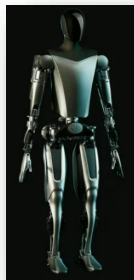
## 超声波雷达

**优势：**价格低、体积小，近距离停车应用极佳

**劣势：**传播慢、测距短，高速行驶中测量和远距离测量都存在较大误差

**成本：**10美元左右

## 纯视觉路线



如：特斯拉Optimus

## 多器件融合路线



如：优必选 WALKER X、  
波士顿动力 ATLAS等大部分人形机器人



## 特斯拉FSD算法可复用：

特斯拉FSD的框架以真实道路数据+虚拟仿真数据作为基础，Optimus 已经可以使用 FSD最新一代神经网络算法模型 Occupancy Network。

**数据层面：**特斯拉基于以16万FSD用户14.4亿帧的道路数据，通过自动标注、虚拟仿真、数据引擎进行优化。

**模型层面：**特斯拉的占用网络模型，只需分析物体占用空间的情况，无需准确“认识”物体，展示了特斯拉的模型算法已经深入到了解决不常见的场景、判断“不认识”的物体的层面。



**图像传感器：**车载摄像头基本采用CMOS传感器，约占摄像头成本的50%。

**CMOS图像传感器难点：**

1) **设计工程：**需要具备全方面的技术储备及快选设计能力，这对设计公司的技术积累和行业经验提出了较高要求；

2) **可靠性：**对寿命、稳定性要求高，需要经过多年的积累，储备大量的修正数据，确保产品可靠性。

第一梯队：安森美、韦尔股份（收购豪威科技）；

第二梯队：索尼、斯特威等。

**镜头：**约占摄像头成本的20%。

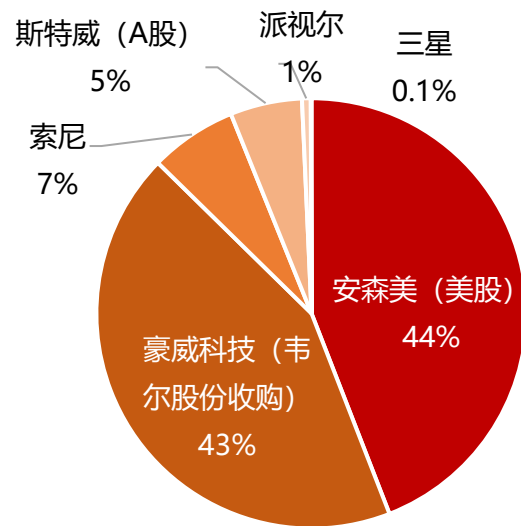
**目前车载摄像头镜头供应商形成一超多强的格局：**

一超指国产的舜宇光学，其市占率常年稳定在30%以上，多强指日立、三协、世高、桑来斯等美日韩厂商。近年国内的联创电子、欧菲光发展迅猛，积极发展技术并抢占市场，跻身多强行列。

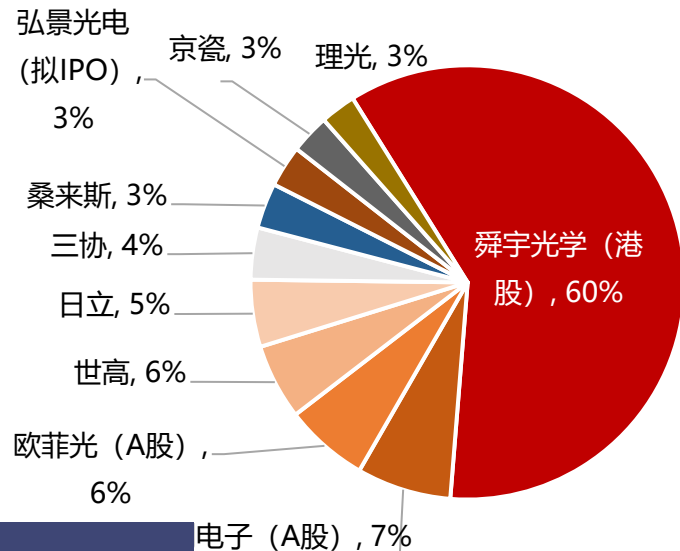
第一梯队：舜宇光学；

第二梯队：联创电子、欧菲光、日立、三协、世高、桑来斯等。

2023年1-2月车载摄像头CMOS图像传感器出货量占比



2023年1-2月车载摄像头镜头出货量占比





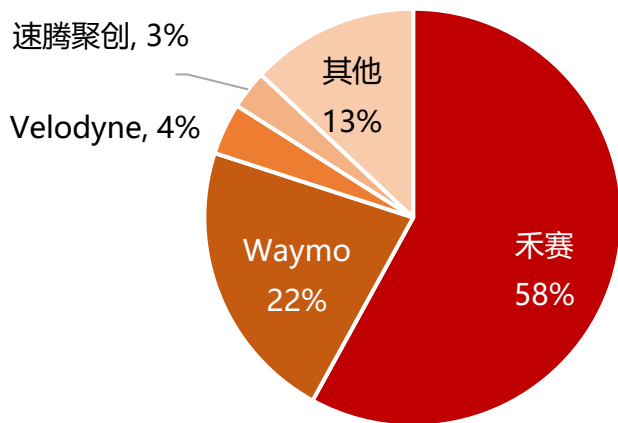
目前机械旋转多线激光雷达的主要供应商有Velodyne、Ouster、禾赛科技、速腾聚创，产品主要面向无人驾驶和服务型机器人市场。

第一梯队：美国Velodyne、中国禾赛科技；第二梯队：速腾聚创、ouster、Luminar、Aeva、Innoviz。

激光雷达难点主要在于：

- 1) **芯片**：激光雷达专用芯片，目前国产尚未有完全成熟的自研芯片，处于研发阶段；
- 2) **算法**：算法需要经过不断的实验进行更新完善，时间越长，优势越大，国内厂商起步晚。

2021年自动驾驶汽车激光雷达市场份额



| 公司          | 技术路线                                    | 产品成熟度                | 市场地位及应用场景落地                            | 生产规划                          |
|-------------|-----------------------------------------|----------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| 禾赛科技 中国     | 在售产品包括不同架构的机械旋转方案的多线激光雷达                | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 产品广泛用于全球头部无人驾驶项目，同时也服务于机器人及车联网领域       | 拥有自主产线，同时制定了自动化生产线及智能化工厂的发展路线 |
| Velodyne 美国 | 在售产品主要为机械旋转方案的多线激光雷达；已发布（半）固态产品         | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 从2006年到2017年一度是多线数旋转激光雷达市场的最主要提供方。     | 拥有自主产线，但逐渐转向第三方代工的模式          |
| Ouster 美国   | 在售产品为机械旋转式，已布局纯固态方案                     | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 中、近距离激光雷达的主要供应商之一。产品主要应用于服务机器人、无人驾驶等领域 | 无公开资料                         |
| 速腾聚创 中国     | 在售产品主要为机械旋转方案和微振镜方案，同时销售激光雷达的环境感知算法解决方案 | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 主攻机器人市场，是多线机械旋转雷达产品在国内机器人市场的主要供应商之一    | 无公开资料                         |

资料来源：禾赛科技招股书，Yole，浙商证券研究所

目前美国、欧洲和日本在毫米波雷达技术和研究方面处于领先地位，博世、大陆前装量产的毫米波雷达产品已经发展到第五代，保持2-3年1代的更新速度，改进低分辨率和提升探测距离。

中国24GHz雷达市场：主要由法雷奥（Valeo）、海拉（Hella）和博世（Bosch）主导，市场占比60%以上；

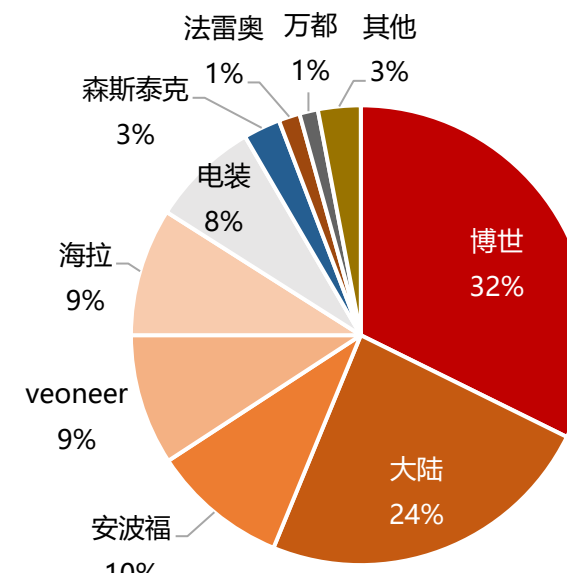
中国77GHz雷达市场：主要由大陆集团（Continental）、博世（Bosch）和德尔福（Delphi）主导，占比约80%。

**毫米波雷达难点：**1) **设计：**天线设计决定了方位角和俯仰角性能。2) **软件算法：**信号处理算法、数据处理算法。

中国企业大多数在2014-2016年成立，起步较晚，但正在异军突起。24GHz国产化比较高，而77GHz仅少部分中国企业实现了量产。

|    | 公司   | 24GHz | 77GHz | 79GHz |
|----|------|-------|-------|-------|
| 1  | 森斯泰克 | √     | √     |       |
| 2  | 德赛西威 | √     | √     |       |
| 3  | 华域汽车 | √     | √     | √     |
| 4  | 纳瓦电子 |       | √     |       |
| 5  | 智波科技 | √     | √     |       |
| 6  | 华为   | 不详    |       |       |
| 7  | 隼眼科技 |       | √     |       |
| 8  | 安智汽车 |       | √     |       |
| 9  | 行易到  |       | √     | √     |
| 10 | 福瑞泰克 | √     | √     |       |

2021年国产乘用车毫米波雷达供应商市场份额



我国力矩传感器行业仍处在初期阶段，竞争格局较为分散。相比于单轴压力传感器，六轴力矩传感器可以感受六维的力和力矩，可测量在任何方向、任何轴上的应用负载，并能承受额定测量范围5到20倍的负载，同时六维力矩传感器生产技术和流程较为复杂，具备较高的技术壁垒，目前我国参与企业主要有昊志机电、宇力仪器（未上市，ABB、安川、KUKA等的合作供应商）、以及坤维科技（未上市，与节卡、遨博、睿尔曼、越疆、思灵、大族、法奥等国内协作机器人著名厂商开展深度合作）、柯力传感、汉威科技、八方股份等。

我国主要力矩传感器企业

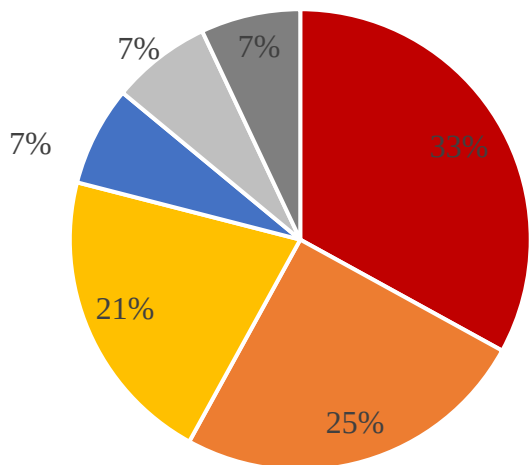
|   | 公司            | 主营产品                                             | 代表性传感器                                                                         | 产品图片                                                                                  | 产品特点                                                                                                                  | 2022年营收<br>(亿元) |
|---|---------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 4 | 柯力传感          | 研制、生产和销售应变式传感器、仪表等元器件，电子称重系统、工业物联网系统成套设备等        | 柯力已有测重测力、静态扭矩、二维力、三维力、六维力等传感器                                                  |                                                                                       |                                                                                                                       | 10.61           |
| 1 | 昊志机电          | 产品涵盖高端主轴，转台、直线电机、数控系统、谐波减速器、伺服电机等功能部件            | 2022年报中披露六维度力矩传感器                                                              |    | (1) 力控精度 $\leq 0.1\text{Nm}$ ；(2) 温度自补偿，蠕变小，结构解耦；(3) 18 或 24 位 A/D 转换，采样率高达 1KHz；(4) 通信协议：Ethercat、以太网、CAN、R485 等多种选择 | 9.87            |
| 2 | 宇力仪器<br>(未上市) | 多轴力传感器，包括六维力传感器、三维力传感器、一维力传感器和关节扭矩传感器            | M37XX系列：机器人&通用测试                                                               |    | M37XX系列产品直径15至135mm，50至6400N，0.5至320Nm，是矩阵解耦型6轴力传感器                                                                   | /               |
| 3 | 坤维科技<br>(未上市) | 主营智能力觉传感器的研发、制造、销售及技术推广，开发面向机器人及其他智能装备行业的力觉传感器产品 | KWR36系列六轴力传感器                                                                  |  | 微型高精度力觉传感器，可实时测量正交三方向的力和力矩，传感器基于应变电测原理设计，采用六轴联合标定技术提升精准度                                                              | /               |
| 5 | 汉威科技          | 主要业务包括传感器、仪器仪表的研发、生产、销售以及物联网综合服务                 | 4R红外系列气体传感器                                                                    |  | 红外气体分析技术的微型化应用，适用于多种气体检测，可燃气体为主，使用寿命长、稳定性好，价格偏高                                                                       | 23.95           |
| 6 | 八方股份          | 主要从事电踏车电机及配套电气系统的研发、生产、销售和技术服务                   | 公司是全球少数掌握力矩传感器核心技术的企业之一，产品技术指标达到国际先进水平，公司具备“一种力矩速度传感器总成”专利，包括：力矩速度传感器、五通管和出线护套 |                                                                                       |                                                                                                                       | 28.50           |

**MEMS IMU市场份额分布相对集中，国际厂商占据垄断地位。**前三名国际厂商共占据近80%市场份额，前五名国际厂商共占据超90%市场份额。其中BOSCH以33%的市场份额排名第一，ST和TDK分别以25%和21%的市场份额紧随其后。

**相较于前五名国际厂商，本土厂商市场份额比较小，面临的市场竞争压力也较大。**由于MEMS IMU产品生产工艺难度大，只有头部企业才有足够的资金、技术和资源来应对市场竞争，因此准入门槛不断提高，国内参与竞争的厂商较少。在国内布局汽车惯导的企业有华依科技、华测导航、导远电子等公司。

中国MEMS IMU市场竞争格局

■ BOSCH ■ ST ■ TDK ■ Analog ■ Honeywell ■ 其他



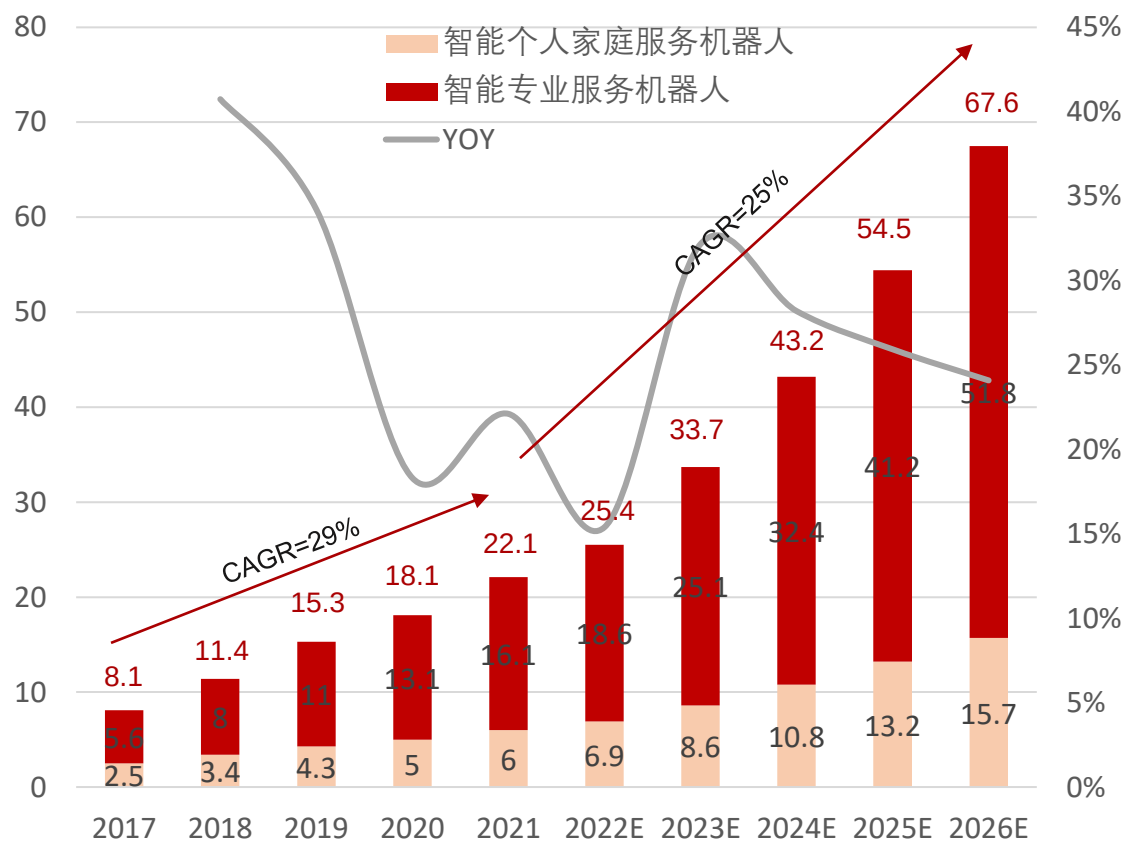
|   | 公司   | 产品           | 陀螺仪                                                            | 加速度计                                                     |
|---|------|--------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | 华依科技 | INS/IMU 4050 | 量程：250°/s<br>零偏稳定性：≤5°/h<br>全温零偏：≤0.35°/h<br>角度随机游走ARW：0.3°/√h | 量程：±8g<br>零偏稳定性：0.04mg<br>角度随机游走ARW：≤200ppm<br>全温零偏：18mg |
| 2 | 华测导航 | CGI-220      | 量程：±500°/s<br>零偏稳定性：2.5°/h                                     | 量程：±8g<br>零偏稳定性：3.6ug                                    |
| 3 | 导远电子 | INS570D      | 量程：250°/s<br>全温零偏：< 0.07°/h                                    | 量程：4g<br>全温零偏：≤2mg                                       |

# 04

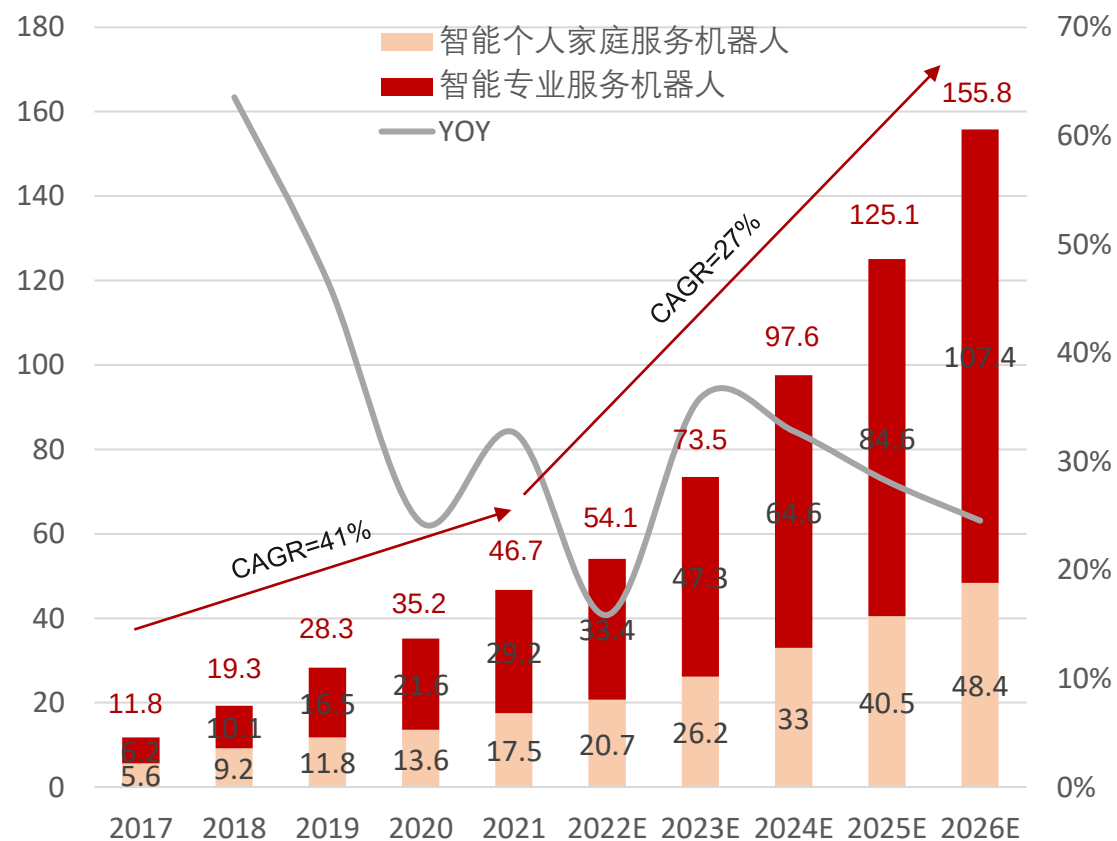
**市场空间：  
2030年全球市场有望达475亿，  
远期市场空间巨大**



2017-2026年全球智能服务机器人及解决方案市场规模  
(亿美元)



2017-2026年中国智能服务机器人及解决方案市场规模  
(亿元人民币)



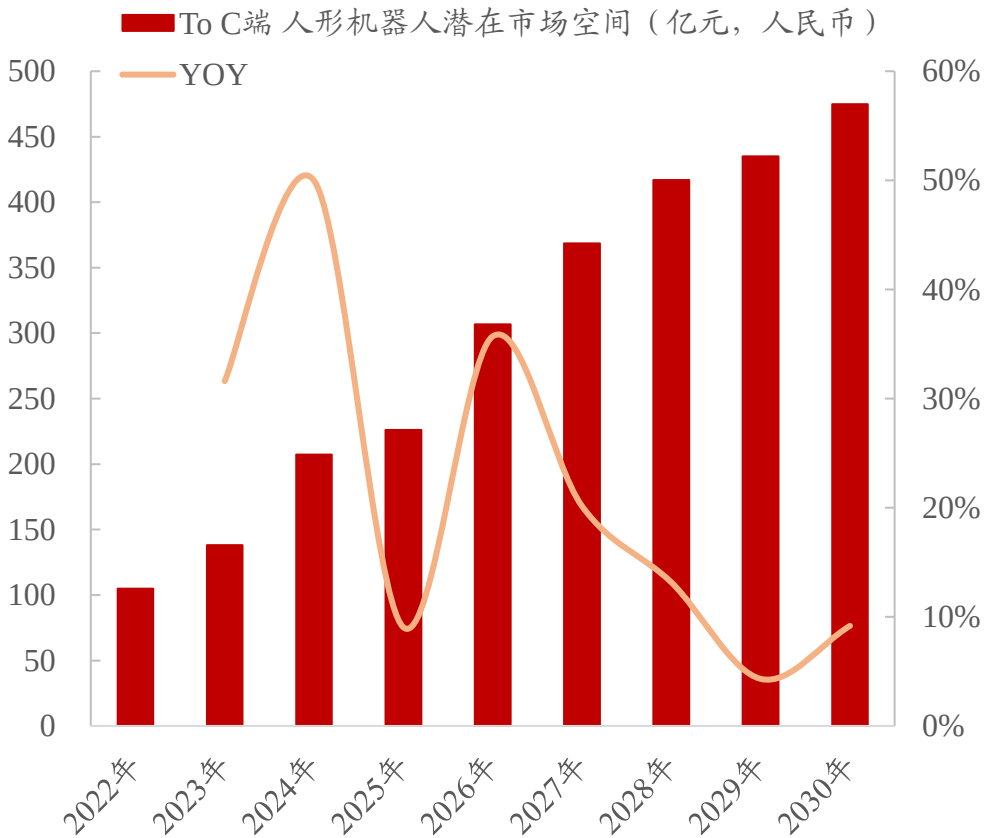
4.1 人形机器人：从小众高端走向大众化，2030年市场有望达475亿元

浙商证券股份有限公司  
ZHESHANG SECURITIES CO.LTD

2022-2030：类似Roadster——高端、小众

全球潜在市场空间：2030年约475亿元人民币，2022-2030年CAGR=19%

|                             | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年 | 2026年 | 2027年 | 2028年 | 2029年 | 2030年 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 世界总人口（亿人）                   | 80    | 80    | 81    | 82    | 83    | 83    | 84    | 85    | 85    |
| YOY                         | 1.0%  | 1.0%  | 1.0%  | 0.9%  | 0.9%  | 0.9%  | 0.9%  | 0.9%  | 0.8%  |
| 0-14岁人口占比                   | 25%   | 25%   | 25%   | 25%   | 25%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   |
| 65岁以上人口占比                   | 10%   | 10%   | 10%   | 10%   | 11%   | 11%   | 11%   | 11%   | 12%   |
| 15-64岁人口占比                  | 65%   | 65%   | 65%   | 65%   | 64%   | 64%   | 64%   | 64%   | 64%   |
| 目标收入群体：前百分比                 | 1.1%  | 1.3%  | 1.7%  | 2.3%  | 3.1%  | 4.1%  | 5.0%  | 5.9%  | 6.8%  |
| 目标市场渗透率                     | 0.1%  | 0.2%  | 0.2%  | 0.3%  | 0.4%  | 0.5%  | 0.6%  | 0.8%  | 0.9%  |
| To C端 人形机器人需求量（万台/年）        | 1.7   | 2.8   | 5.3   | 9.5   | 15.7  | 25.8  | 34.1  | 43.9  | 54.8  |
| 人形机器人均价（万元，人民币）             | 70    | 60    | 50    | 38    | 30    | 24    | 20    | 17    | 14    |
| To C端 人形机器人潜在累计市场空间（亿元，人民币） | 216   | 354   | 561   | 787   | 1094  | 1462  | 1879  | 2314  | 2789  |
| To C端 人形机器人潜在新增市场空间（亿元，人民币） | 105   | 138   | 207   | 226   | 307   | 368   | 417   | 435   | 475   |
| YOY                         |       | 32%   | 50%   | 9%    | 36%   | 20%   | 13%   | 4%    | 9%    |



2030-2040：从Model S到Model Y——走向大众

资料来源：， 浙商证券研究所

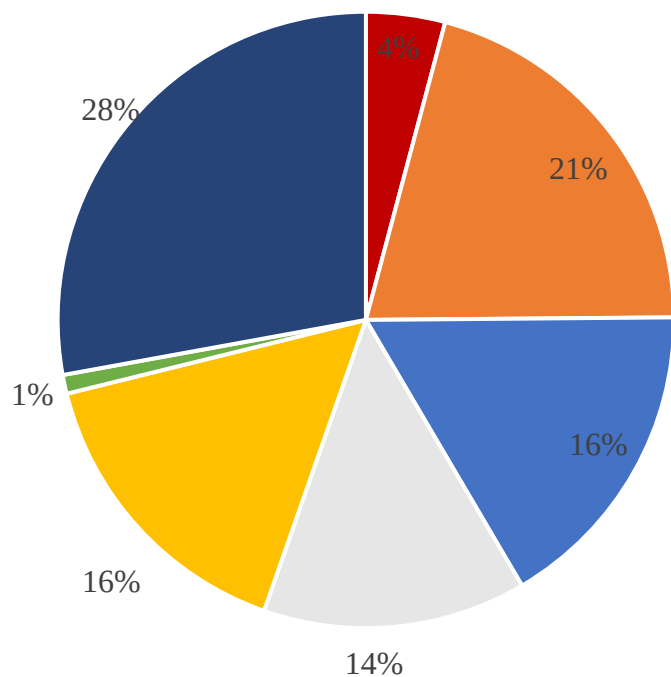
|               | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年 | 2026年 | 2027年 | 2028年 | 2029年 | 2030年 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>空心杯电机</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 单机用量（台）       | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    |
| 单价（元/台）       | 700   | 700   | 700   | 650   | 585   | 526.5 | 479   | 441   | 410   |
| 需求量（万台/年）     | 20    | 34    | 64    | 114   | 189   | 309   | 410   | 527   | 657   |
| 市场空间（亿元，人民币）  | 1.4   | 2.4   | 4.5   | 7.4   | 11.1  | 16.3  | 19.6  | 23.2  | 27.0  |
| <b>无框力矩电机</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 单机用量（台）       | 28    | 28    | 28    | 28    | 34    | 36    | 38    | 40    | 41    |
| 单价（元/台）       | 1500  | 1500  | 1500  | 1400  | 1260  | 1134  | 1021  | 919   | 827   |
| 需求量（万台/年）     | 48    | 79    | 149   | 266   | 660   | 1000  | 1422  | 1948  | 2387  |
| 市场空间（亿元，人民币）  | 7.1   | 11.8  | 22.4  | 37.2  | 83.1  | 113.4 | 145.1 | 178.9 | 197.3 |
| <b>减速器</b>    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 单机用量（台）       | 26    | 26    | 26    | 26    | 29    | 30    | 31    | 32    | 33    |
| 单价（元/台）       | 1300  | 1250  | 1200  | 1164  | 1129  | 1095  | 1062  | 1030  | 1000  |
| 需求量（万台/年）     | 44    | 73    | 138   | 247   | 519   | 809   | 1121  | 1501  | 1851  |
| 市场空间（亿元，人民币）  | 5.7   | 9.2   | 16.6  | 28.7  | 58.6  | 88.6  | 119.1 | 154.6 | 185.0 |
| <b>丝杠</b>     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 单机用量（个）       | 14    | 14    | 14    | 14    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    |
| 单价（元/个）       | 2000  | 2000  | 2000  | 1900  | 1805  | 1715  | 1629  | 1548  | 1470  |
| 需求量（万个/年）     | 24    | 39    | 75    | 133   | 330   | 500   | 711   | 974   | 1193  |
| 市场空间（亿元，人民币）  | 4.8   | 7.9   | 14.9  | 25.2  | 59.5  | 85.8  | 115.8 | 150.7 | 175.4 |
| <b>力传感器</b>   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 单机用量（个）       | 40    | 40    | 40    | 40    | 46    | 48    | 50    | 52    | 53    |
| 单价（元/个）       | 800   | 800   | 800   | 776   | 753   | 730   | 708   | 687   | 666   |
| 需求量（万个/年）     | 68    | 113   | 213   | 380   | 849   | 1309  | 1832  | 2475  | 3044  |
| 市场空间（亿元，人民币）  | 5.4   | 9.0   | 17.0  | 29.5  | 63.9  | 95.6  | 129.7 | 170.0 | 202.8 |
| <b>惯导imu</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 单机用量（个）       | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| 单价（元/个）       | 2000  | 2000  | 2000  | 1900  | 1805  | 1715  | 1629  | 1548  | 1470  |
| 需求量（万个/年）     | 1.7   | 2.8   | 5.3   | 9.5   | 15.7  | 25.8  | 34.1  | 43.9  | 54.8  |
| 市场空间（亿元，人民币）  | 0.3   | 0.6   | 1.1   | 1.8   | 2.8   | 4.4   | 5.6   | 6.8   | 8.1   |

# 05

**核心零部件：  
关注价值量占比高、国产化空  
间大、毛利率水平高的环节**

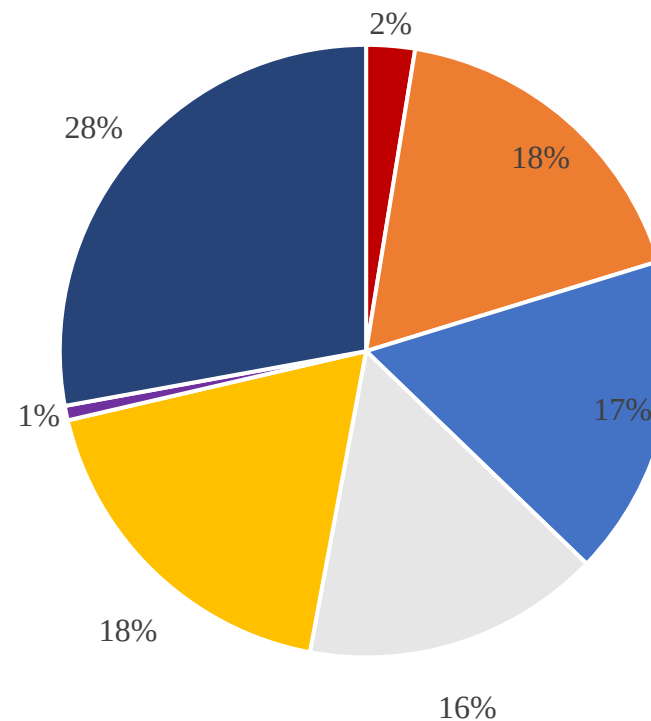
2023年核心零部件价值量占比

- 空心杯电机
- 丝杠
- 其他
- 无框力矩电机
- 力传感器
- 减速器
- 惯导imu



2030年核心零部件价值量占比

- 空心杯电机
- 丝杠
- 其他
- 无框力矩电机
- 力传感器
- 减速器
- 惯导imu





## 三个维度对比人形机器人核心零部件投资价值：

- 1) **单机价值量占比**：无框力矩电机>减速器>力传感器>行星滚柱丝杠>空心杯电机>惯导>其他，空心杯电机、无框力矩电机等降本空间较大。
- 2) **国产化率**：行星滚柱丝杠、空心杯电机、惯导等国产化率较低，国产替代空间大。
- 3) **毛利率**：行星滚柱丝杠、空心杯电机、惯导等毛利率较高。

核心零部件对比

|        | 单机价值量占比 |       | 国产化率 | 毛利率  |
|--------|---------|-------|------|------|
|        | 2023年   | 2030年 |      |      |
| 空心杯电机  | 6%      | 3%    | 低    | 约45% |
| 无框力矩电机 | 20%     | 18%   | 中    | 约40% |
| 减速器    | 16%     | 17%   | 较高   | 约35% |
| 丝杠     | 14%     | 16%   | 低    | 约60% |
| 力传感器   | 16%     | 18%   | 中    | 约35% |
| 惯导imu  | 1%      | 1%    | 低    | 约45% |
| 其他     | 28%     | 28%   | -    | -    |

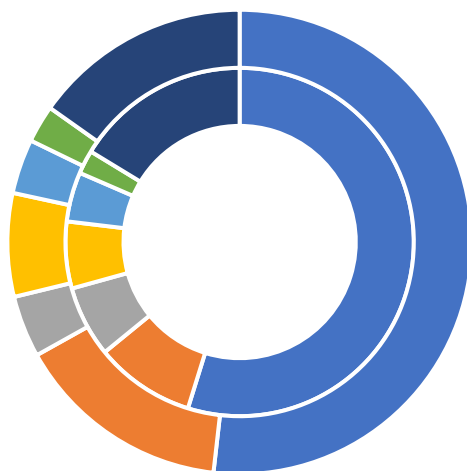
# 06 核心标的、风险提示

| 日期：   | 2023/6/29 |       |        |          | EPS   |       |       |       | PE    |       |       |       | PB (2022) | ROE (2022) |
|-------|-----------|-------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------------|
|       | 代码        | 公司名称  | 股价 (元) | 总市值 (亿元) | 2022A | 2023E | 2024E | 2025E | 2022A | 2023E | 2024E | 2025E |           |            |
| 电机    | 603728    | 鸣志电器  | 80.3   | 337.3    | 0.6   | 1.0   | 1.4   | 2.0   | 135   | 84    | 55    | 40    | 5.3       | 9.6        |
|       | 300124    | 汇川技术  | 64.2   | 1,708.7  | 1.6   | 2.0   | 2.6   | 3.2   | 39    | 32    | 24    | 20    | 10.1      | 24.2       |
|       | 300660    | 江苏雷利  | 38.2   | 121.1    | 1.0   | 1.1   | 1.5   | 1.8   | 38    | 34    | 26    | 22    | 2.1       | 9.1        |
|       | 002139    | 拓邦股份  | 13.1   | 165.7    | 0.5   | 0.6   | 0.9   | 1.1   | 28    | 20    | 15    | 12    | 2.4       | 10.8       |
|       | 688698    | 伟创电气  | 40.0   | 72.3     | 0.8   | 1.1   | 1.5   | 2.0   | 51    | 36    | 26    | 20    | 3.9       | 15.1       |
| 丝杠    | 601100    | 恒立液压  | 64.3   | 862.6    | 1.8   | 2.0   | 2.4   | 2.9   | 36    | 32    | 27    | 22    | 8.2       | 21.5       |
|       | 873593    | 鼎智科技  | 133.4  | 64.1     | 3.1   | 2.7   | 3.7   | 5.0   | 44    | 49    | 36    | 27    | 27.5      | 53.1       |
|       | 300580    | 贝斯特   | 24.3   | 72.9     | 1.1   | 0.9   | 1.1   | 1.4   | 21    | 27    | 21    | 17    | 1.9       | 11.2       |
|       | 871312    | 新剑传动  | 0.0    | 0.0      | 0.3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -         | 16.2       |
|       | 000837    | 秦川机床  | 16.3   | 146.4    | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 53    | 43    | 33    | 25    | 2.5       | 8.2        |
| 减速器   | 688017    | 绿的谐波  | 162.4  | 273.9    | 0.9   | 1.5   | 2.0   | 2.7   | 176   | 111   | 80    | 60    | 8.6       | 8.2        |
|       | 002472    | 双环传动  | 36.3   | 308.7    | 0.7   | 0.9   | 1.2   | 1.6   | 50    | 38    | 29    | 23    | 3.0       | 9.5        |
|       | 002896    | 中大力德  | 46.2   | 69.8     | 0.5   | 0.7   | 1.0   | 1.2   | 98    | 70    | 47    | 37    | 3.3       | 7.3        |
|       | 600835    | 上海机电  | 17.2   | 175.7    | 1.0   | 1.2   | 1.3   | 1.3   | 18    | 15    | 14    | 13    | 0.9       | 7.8        |
|       | 603915    | 国茂股份  | 21.2   | 140.3    | 0.6   | 0.8   | 1.0   | 1.2   | 34    | 27    | 21    | 17    | 4.4       | 13.3       |
|       | 300403    | 汉宇集团  | 11.0   | 66.3     | 0.3   | 0.4   | 0.4   | 0.5   | 32    | 28    | 25    | 21    | 2.0       | 11.6       |
|       | 301368    | 丰立智能  | 69.2   | 83.1     | 0.5   | -     | -     | -     | 138   | -     | -     | -     | 6.5       | 7.0        |
|       | 002008    | 大族激光  | 26.2   | 275.7    | 1.2   | 1.6   | 2.0   | 2.4   | 23    | 17    | 13    | 11    | 1.9       | 9.4        |
| 传感器   | 300503    | 昊志机电  | 19.9   | 60.8     | 0.1   | -     | -     | -     | 284   | -     | -     | -     | 1.9       | 1.7        |
|       | 688071    | 华依科技  | 61.2   | 51.8     | 0.5   | 1.5   | 2.4   | 3.4   | 122   | 42    | 26    | 18    | 8.4       | 7.5        |
|       | 603662    | 柯力传感  | 36.8   | 104.1    | 0.9   | 1.3   | 1.6   | 1.9   | 40    | 29    | 23    | 19    | 2.1       | 11.9       |
|       | 300007    | 汉威科技  | 21.2   | 69.0     | 0.9   | 1.2   | 1.1   | 1.5   | 25    | 18    | 19    | 14    | 2.1       | 10.7       |
|       | 300627    | 华测导航  | 32.5   | 175.0    | 0.7   | 0.9   | 1.1   | 1.5   | 48    | 37    | 28    | 22    | 6.3       | 15.3       |
| 控制器   | 300161    | 华中数控  | 53.5   | 106.3    | 0.1   | 0.5   | 0.9   | 1.3   | 633   | 104   | 61    | 40    | 2.9       | 1.0        |
|       | 002527    | 新时达   | 13.6   | 90.2     | -1.6  | -     | -     | -     | -8    | -     | -     | -     | 1.3       | -42.6      |
|       | 688165    | 埃夫特-U | 12.6   | 65.9     | -0.3  | -     | -     | -     | -38   | -     | -     | -     | 2.2       | -9.5       |
|       | 002334    | 英威腾   | 12.7   | 101.3    | 0.4   | 0.5   | 0.7   | 1.0   | 35    | 23    | 17    | 13    | 2.9       | 13.1       |
| 集成    | 002050    | 三花智控  | 30.3   | 1,086.6  | 0.7   | 0.9   | 1.1   | 1.3   | 42    | 35    | 28    | 23    | 6.6       | 21.4       |
|       | 601689    | 拓普集团  | 80.7   | 889.4    | 1.5   | 2.1   | 3.0   | 4.0   | 52    | 38    | 27    | 20    | 5.6       | 15.0       |
| 工业机器人 | 002747    | 埃斯顿   | 28.0   | 243.5    | 0.2   | 0.3   | 0.6   | 0.9   | 147   | 81    | 50    | 33    | 7.1       | 6.2        |
|       | 300024    | 机器人   | 16.7   | 258.4    | 0.0   | 0.1   | 0.2   | 0.2   | 579   | 144   | 88    | 69    | 3.5       | 1.1        |
| 特种机器人 | 688084    | 晶     |        |          |       |       |       |       |       |       |       | 27    | 10.4      | 4.0        |

## 6.1 重点推荐：双环传动

- 公司机器人关节领域技术储备深厚，产品涉及RV减速器、谐波减速器和行星减速器等产品。2021年公司RV减速器市占率15%，仅次于日本纳博（约52%），牢牢占据RV减速器国产龙头的位置。
- 公司目前是特斯拉国产电动车齿轮独家供应商，客户粘性强，后续在RV领域进一步合作空间广阔。

图：公司占据RV减速器龙头国产龙头的位置  
(2021为外圈)



■ Nab ■ 双环传动 ■ 住友 ■ 中大力德 ■ 南通镇康 ■ 泰川 ■ 其他

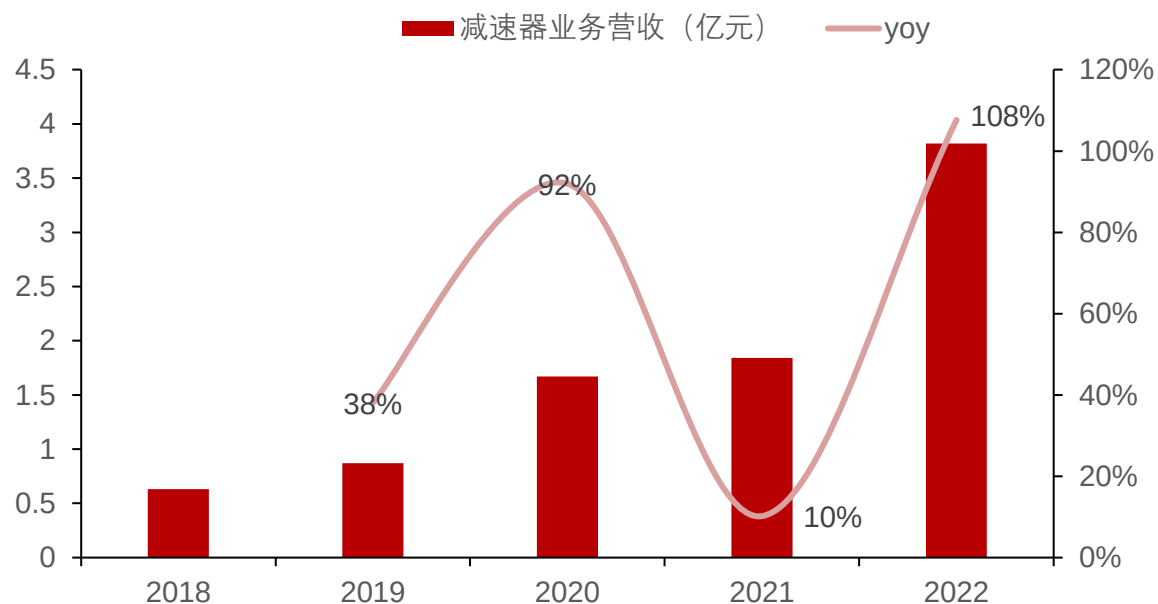
图：公司拥有大量优质合作客户



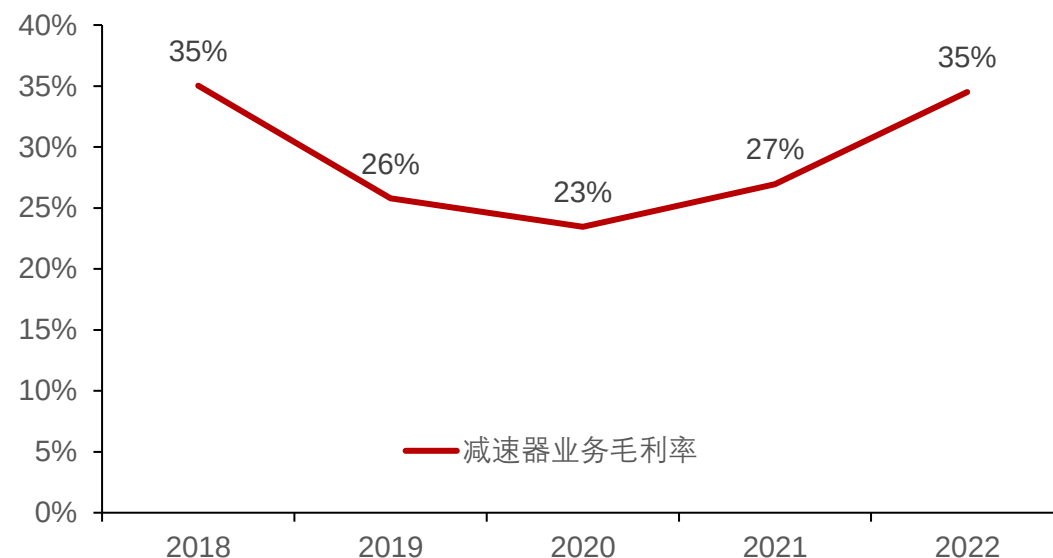
## 6.1 重点推荐：双环传动

□ RV减速器打开国内齿轮龙头第二增长曲线。2018年公司减速器实现营收0.63亿元。2022年减速器业务营收3.82亿元，2018-2022年复合增速高达57%。

图：2018-2022环动减速器业务营收CAGR约57%



图：2018年来环动减速器业务毛利率稳定在23%以上





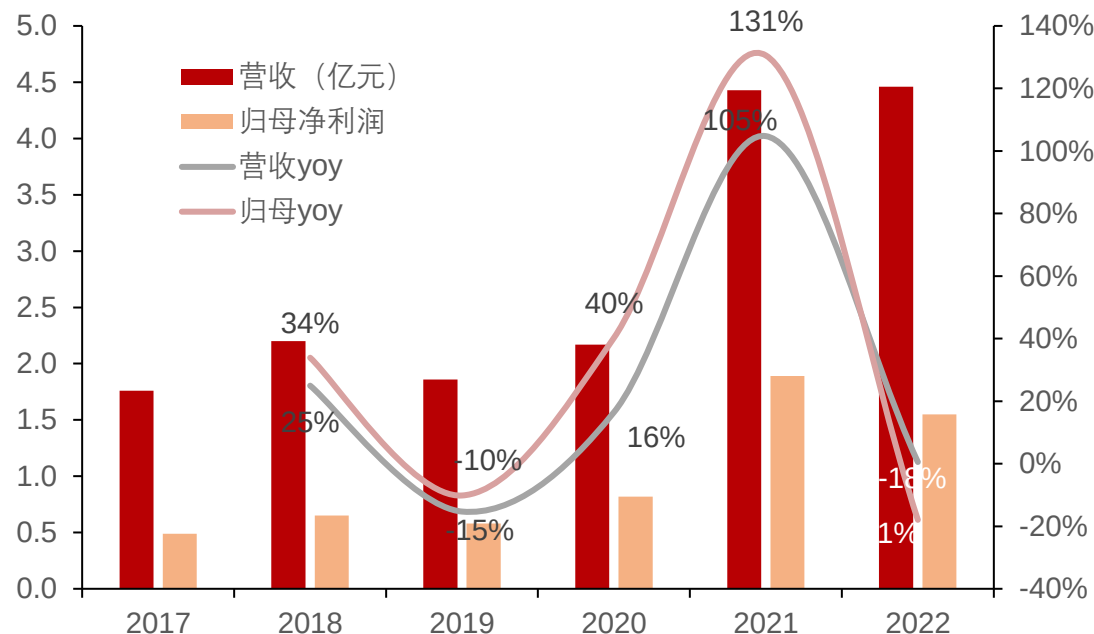
## 6.1 重点推荐：绿的谐波

- 绿的谐波与国内外大客户形成了稳定的合作关系。
- 谐波减速器国产化突破者，盈利能力行业领先。2017-2022年公司营收、归母净利润CAGR分别为20%、26%；毛利率稳定在47%以上，明显优于海内外同行。

图：绿的谐波与国内外大客户形成了稳定的合作关系



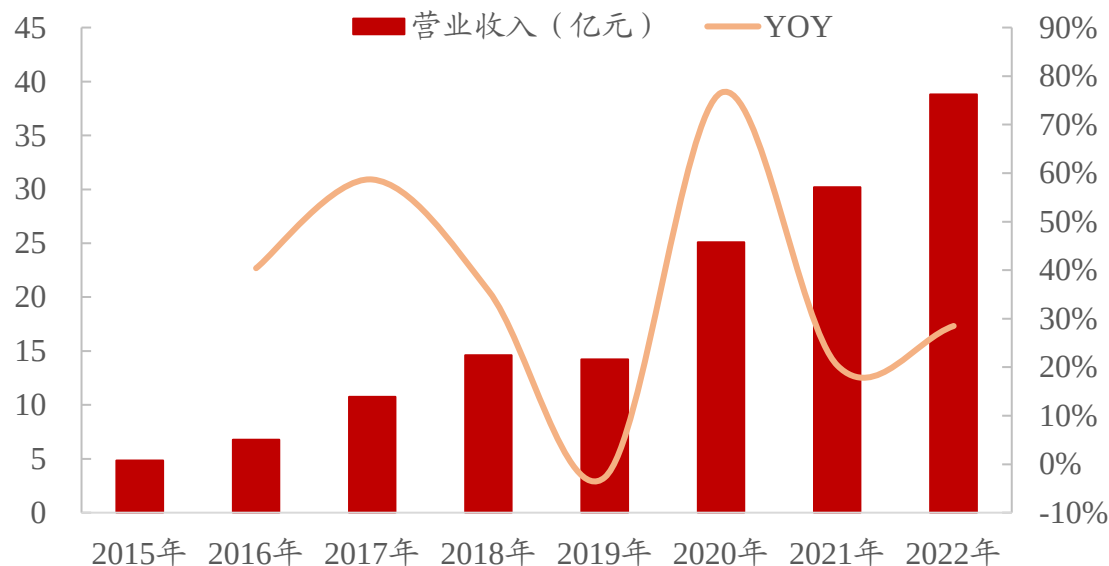
图：2017-2022绿的谐波营收/归母净利润CAGR约20%/26%



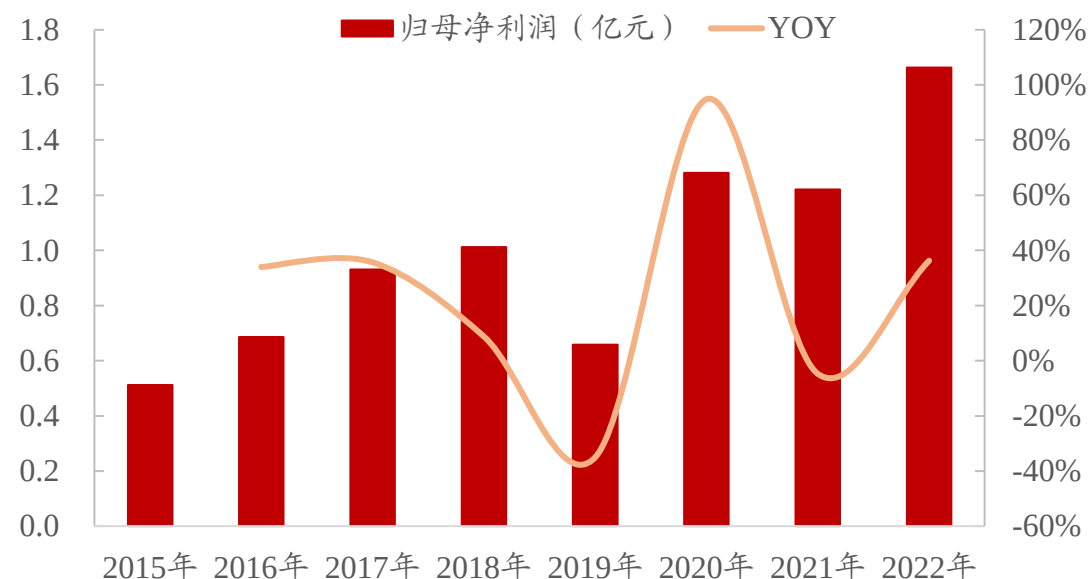
## 6.1 重点推荐：埃斯顿

- ❑ 公司为国产机器人行业龙头，通过内生+外延发展模式，通过收购TRIO、M.A.I、CLOOS 完成从数控机床系统到工业机器人业务转型，核心技术自主可控。目前主营业务已形成控制系统与工业机器人及成套设备两大板块。
- ❑ 公司在自动化核心部件及运动控制系统方面积累深厚。广泛应用于金属成形数控机床、机器人、纺织机械、3C电子、锂电池设备、光伏设备、包装机械、印刷机械、木工机械、医药机械及半导体制造设备等智能装备的自动化控制领域。

图：2015-2022埃斯顿营收CAGR约35%



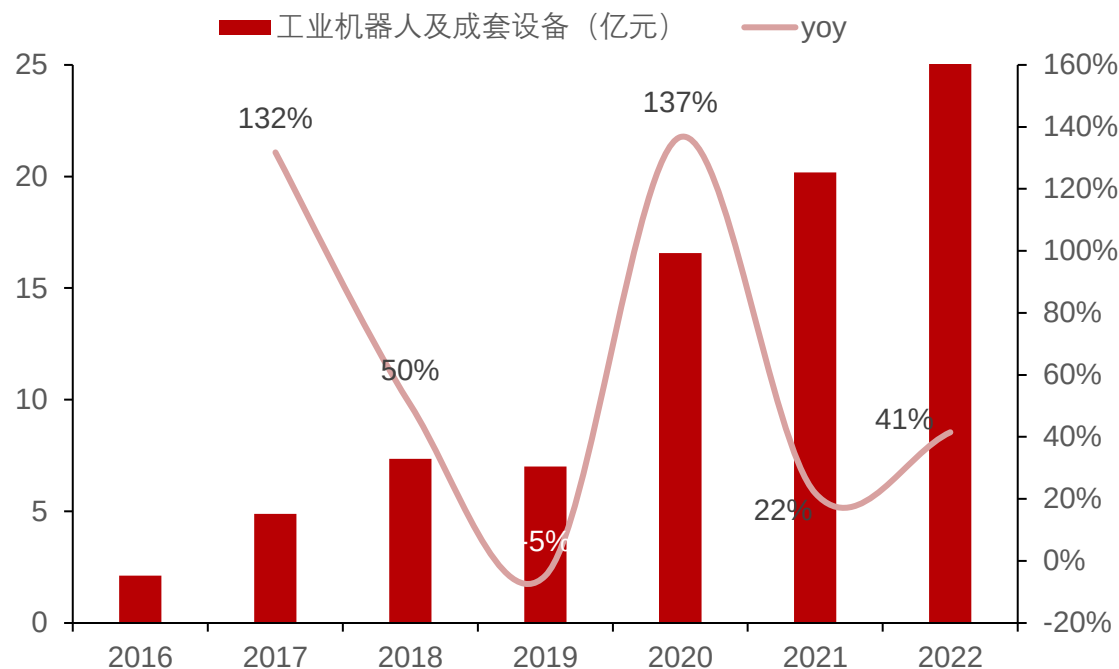
图：2015-2022埃斯顿归母净利润CAGR约18%



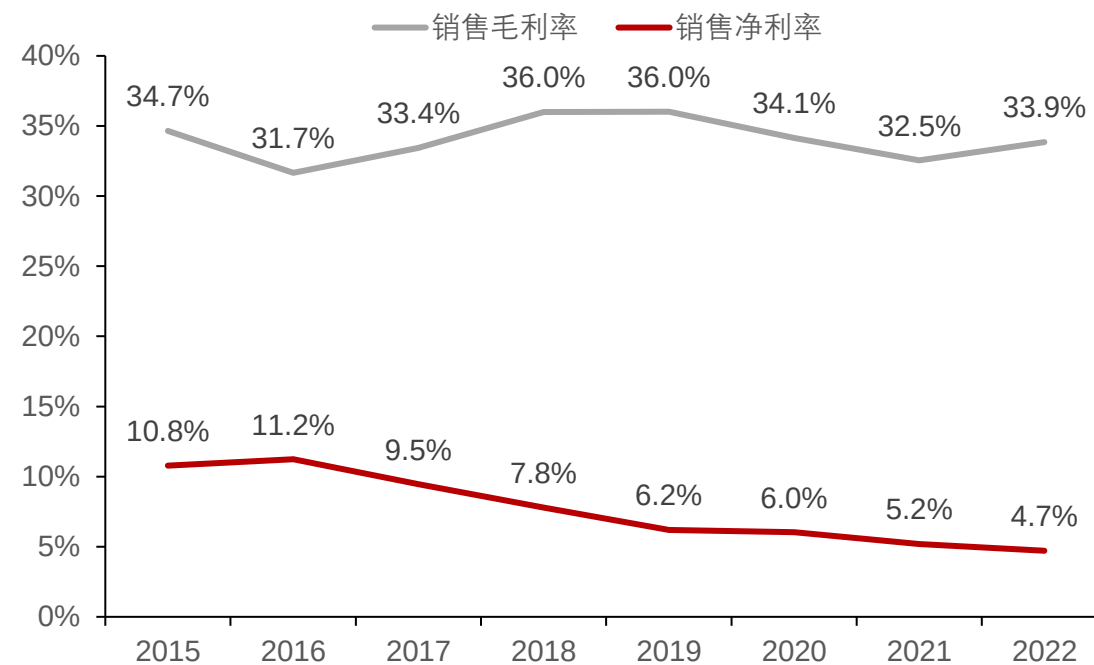
## 6.1 重点推荐：埃斯顿

□ **2017年收购TRIO 100%股权，转型高端运控解决方案提供商。**公司充分发挥TRIO全球运动控制专家的产品和技术优势，协同自身交流伺服系统形成通用运动控制解决方案、行业专用及客户定制运动控制解决方案，目前已具备为客户提供复杂运动控制解决方案及高附加值产品的能力。

图：2016-2022埃斯顿机器人板块营收CAGR约54%



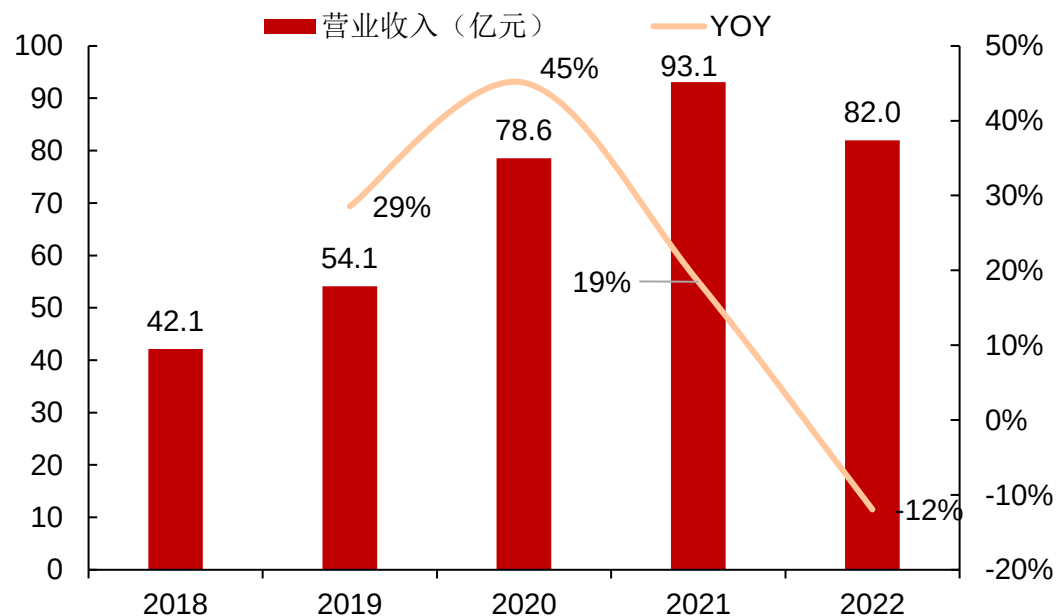
图：2015-2022埃斯顿毛利率、净利率中枢分别为34%、8%



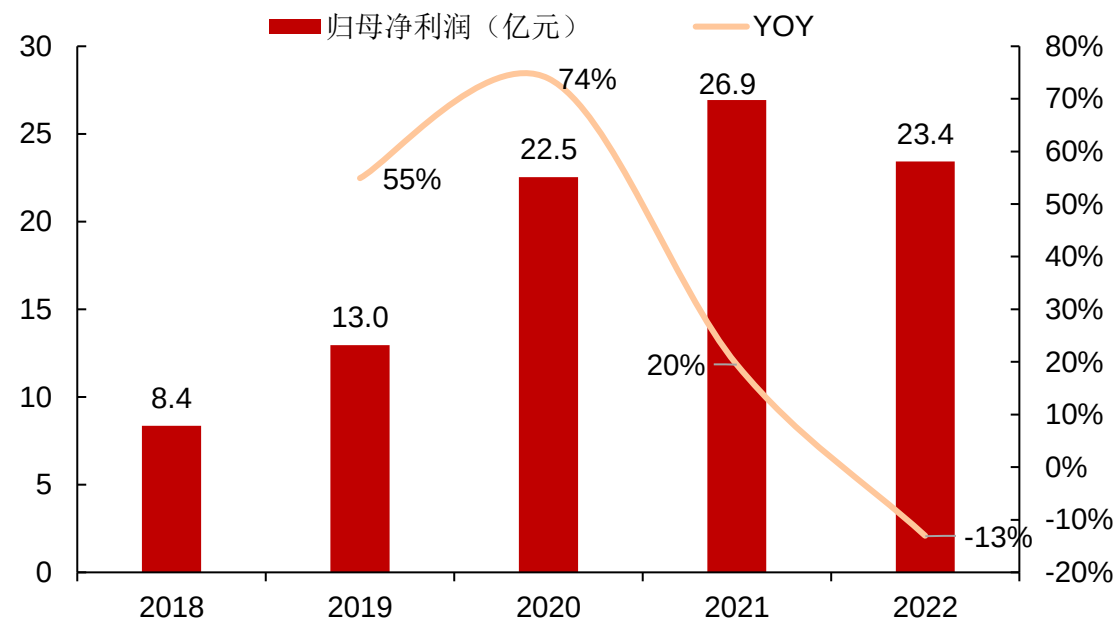
## 6.1 重点推荐：恒立液压

- **公司是国内液压行业的领军企业并逐步具备全球竞争力。**公司目前已成为涵盖高压油缸、高压柱塞泵、液压多路阀、工业阀、液压系统、液压测试台及高精密液压铸件等产品研发和制造的大型综合性企业，为客户提供高效的液压技术解决方案和产品。
- **公司布局线性驱动器产线，有望应用于机器人领域。**在2021年公司非公开发行股票拟募集资金 50 亿元，用于5个项目及补充流动资金。其中，15亿元用于线性驱动器项目，达产后将形成年产 104,000 根标准滚珠丝杆电动缸、4,500根重载滚珠丝杆电动缸、750 根行星滚柱丝杆电动缸、100,000 米标准滚珠丝杆和 100,000米重载滚珠丝杆的生产能力。

图：2018-2022年恒立液压营业收入CAGR约为18%



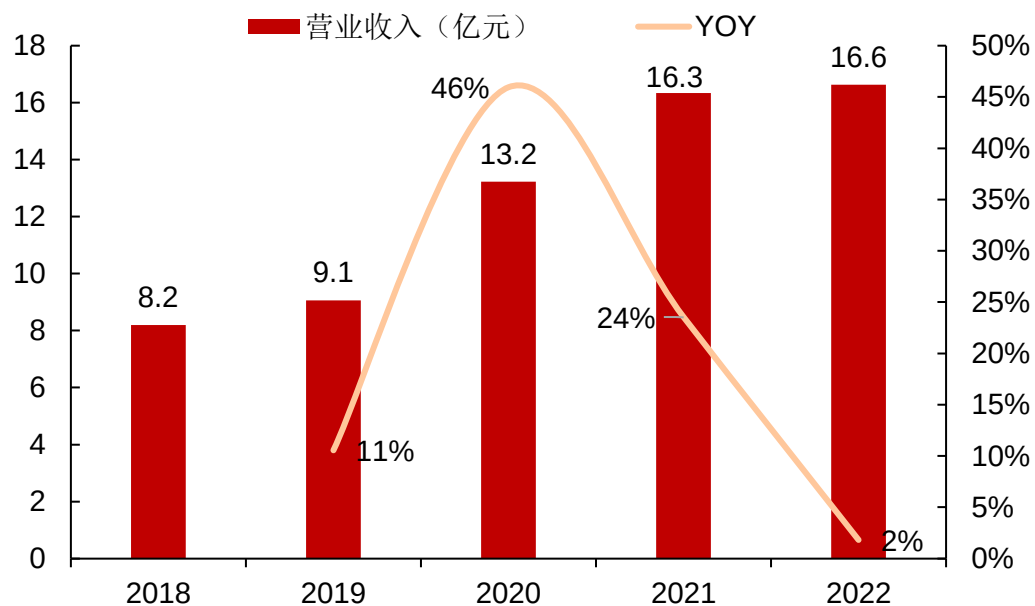
图：2018-2022年恒立液压归母净利润CAGR约为29%



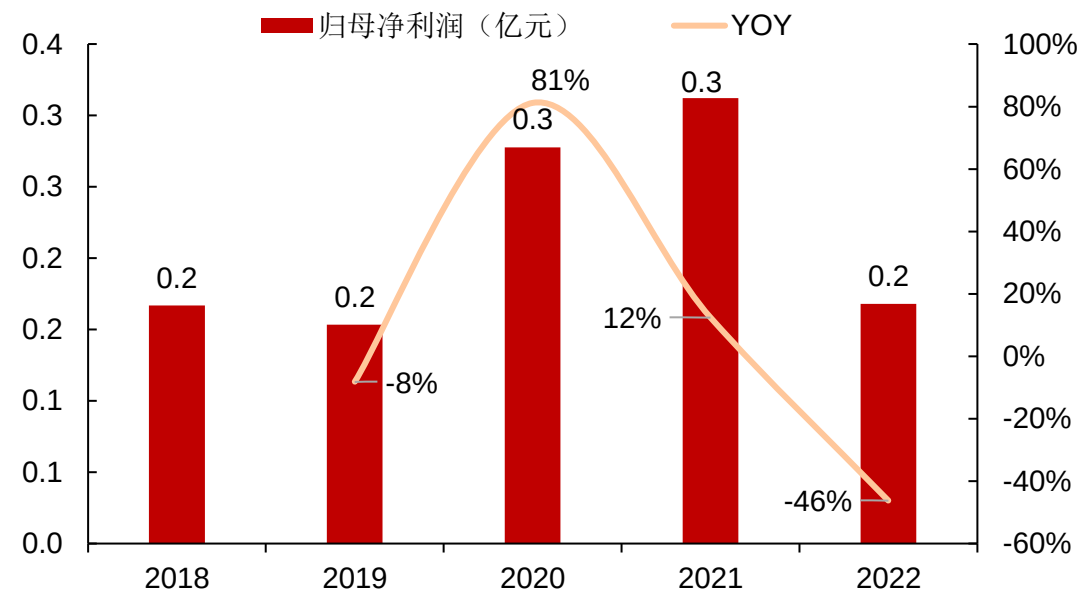
## 6.1 重点推荐：华中数控

- **公司是国产数控系统行业龙头。**主营业务包括数控系统配套、工业机器人及智能制造、工程职业教育、新能源汽车配套、红外人体测温设备等。公司以数控系统技术为核心，以机床数控系统和工业机器人、电动汽车为三个业务主体。
- **公司具有自主知识产权的数控装置、伺服驱动和电机性能指标达到国际先进水平。**自主研发的5轴联动高档数控系统已有数千台在机床、汽车、能源、3C等重点领域成功应用。

图：2018-2022年华中数控营业收入CAGR约为19%



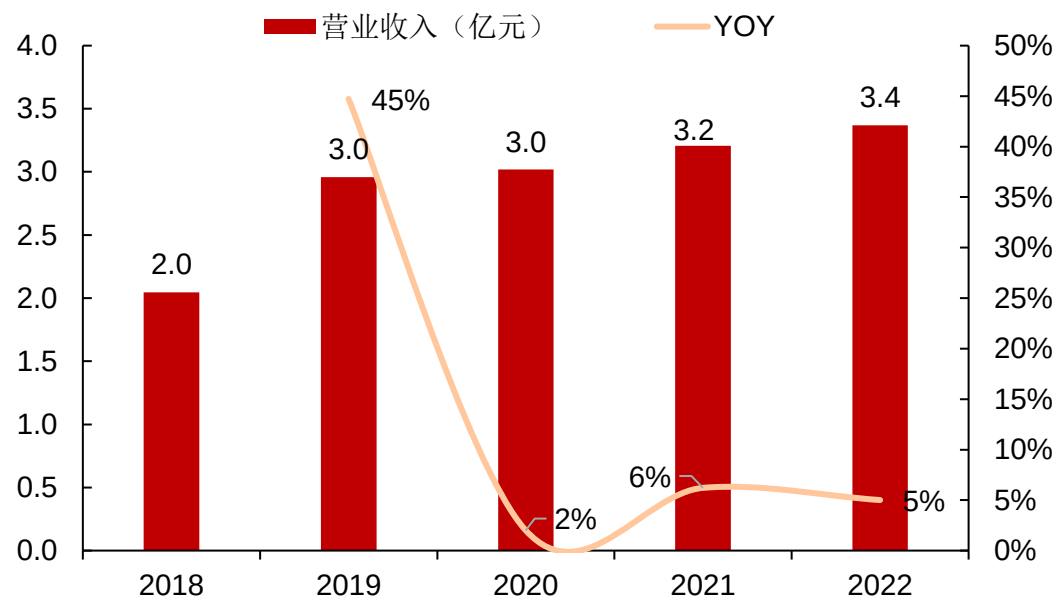
图：2018-2022年华中数控归母净利润CAGR约为0.2%



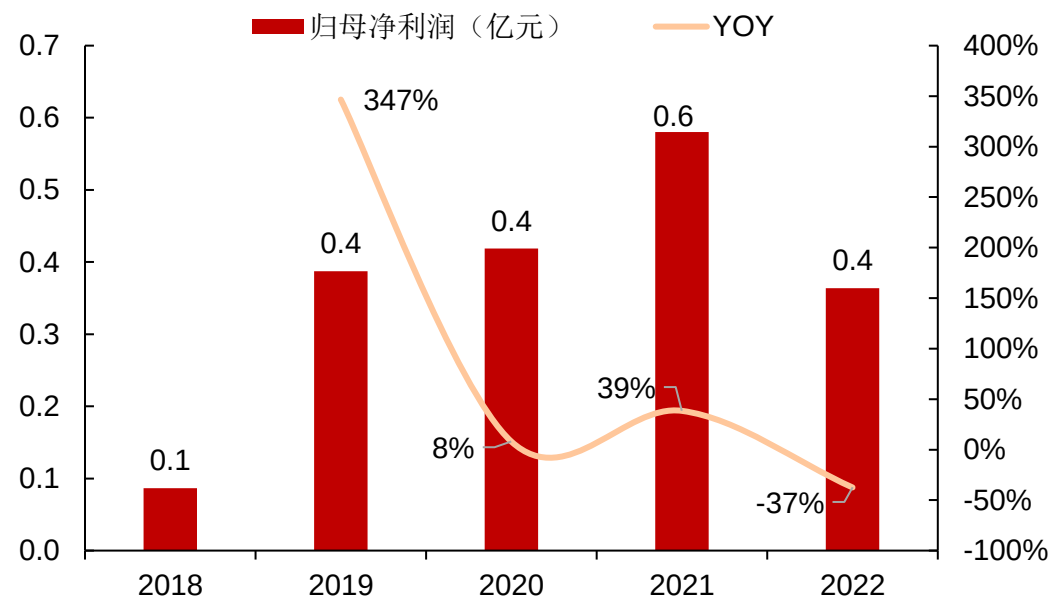
## 6.1 重点推荐：华依科技

- 公司为国产冷试龙头，前瞻布局车载惯导技术，有望通过打开成长天花板。测试服务占比持续提升，21年提升至27%。公司从生产向服务型的转变，同时布局IMU惯性导航。
- 惯导产品是人形机器人常用的传感器。公司与上汽合作，前瞻布局IMU，围绕运输姿态系统惯性测量单元（TARS-IMU）研发，对核心研发人员股权激励。

图：2018-2022年华依科技营业收入CAGR约为13%



图：2018-2022年华依科技归母净利润CAGR约为43%

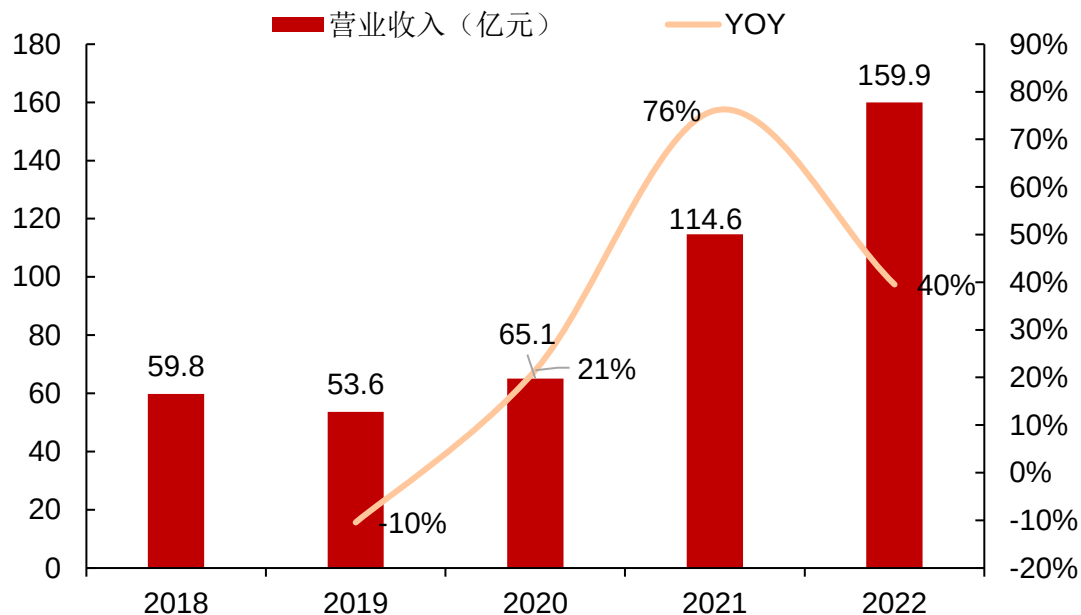




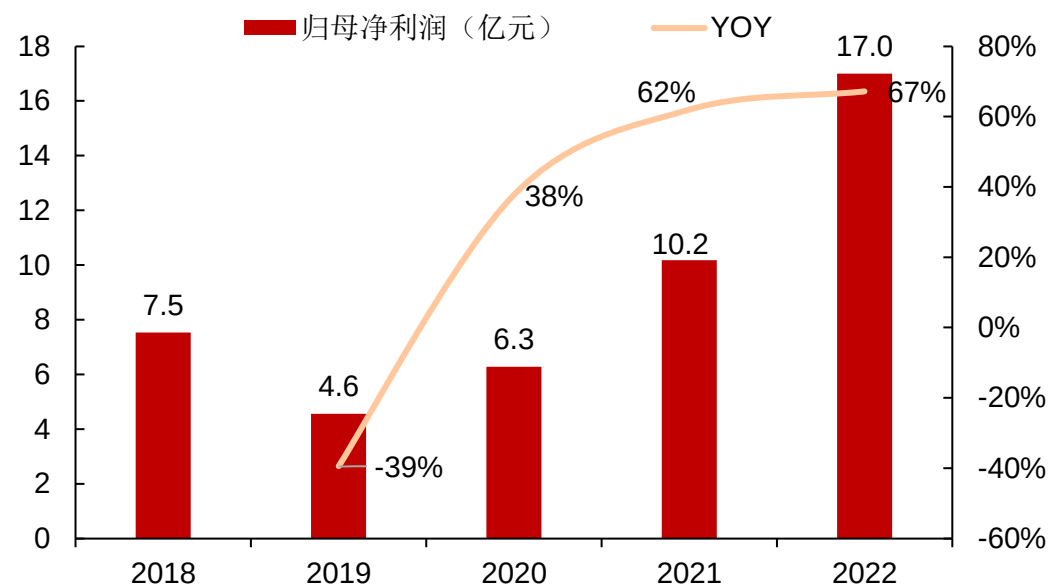
## 6.1 重点关注：拓普集团

- **公司前瞻布局，深耕汽车领域多年。**拓普集团不断拓展业务边界，可以快速响应客户需求，有八大业务系统：NVH 减震、空气悬挂、内外饰、智能驾驶、热管理、底盘轻量化、车身轻量化、智能座舱部件。
- **公司积极布局机器人产业。**公司的运动执行器包括电机、电控及减速机构等部件组成，广受客户认可，发展潜力大。

图：2018-2022年拓普集团营业收入CAGR约为28%



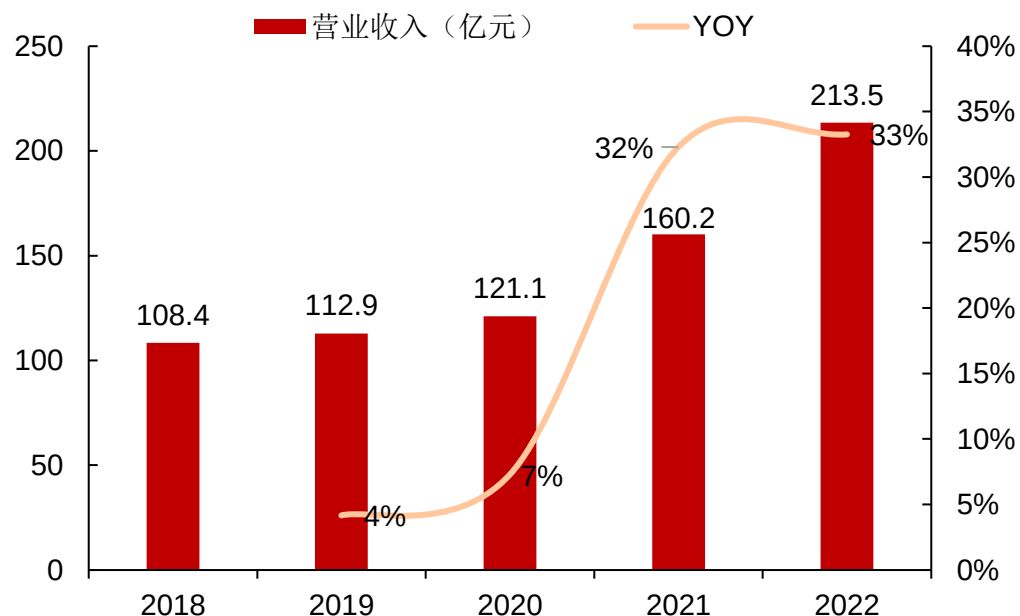
图：2018-2022年拓普集团归母净利润CAGR约为23%



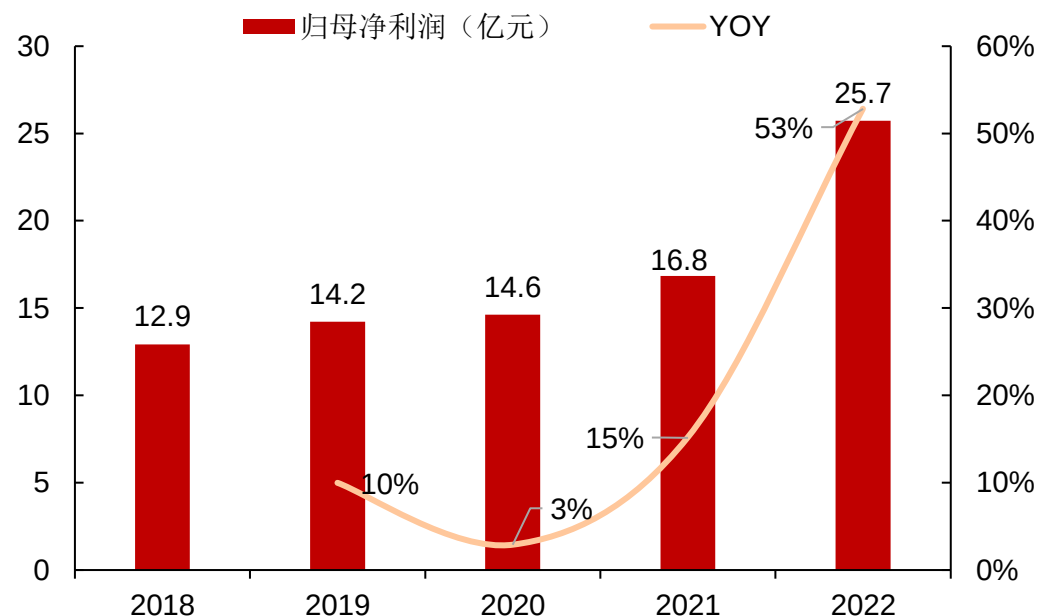
## 6.1 重点关注：三花智控

- **公司主要业务分为两大部分，空调冰箱电器零部件业务和汽车零部件业务。**空调冰箱电器零部件业务致力于建筑暖通、电器设备专业化经营，汽车零部件业务专注于汽车热管理领域的深入研究。
- **公司借助自身热管理优势切入储能赛道，有望形成第三增长曲线。**热管理关系着整体储能系统的安全，液冷热管理模式将成为今后的主流。新增了机器人机电执行器业务投入，长期有望为公司带来新的业务营收。

图：2018-2022年三花智控营业收入CAGR约为18%



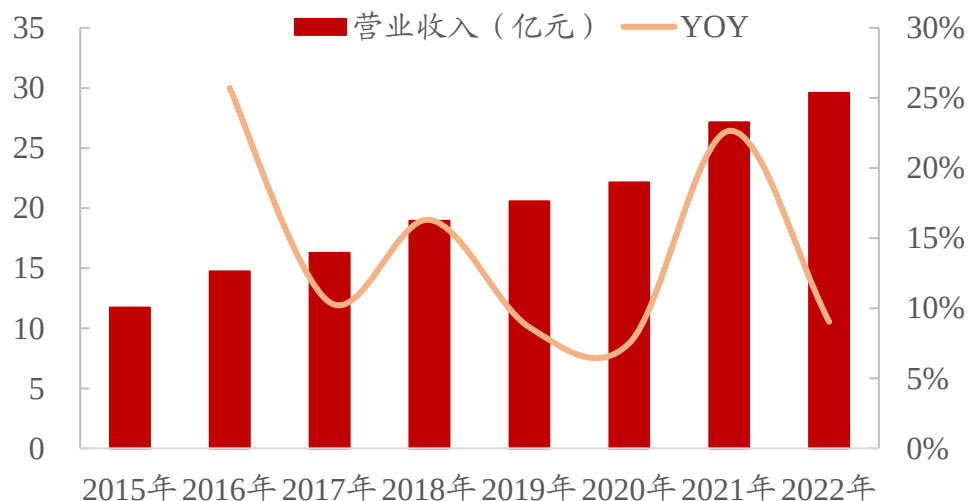
图：2018-2022年三花智控归母净利润CAGR约为19%



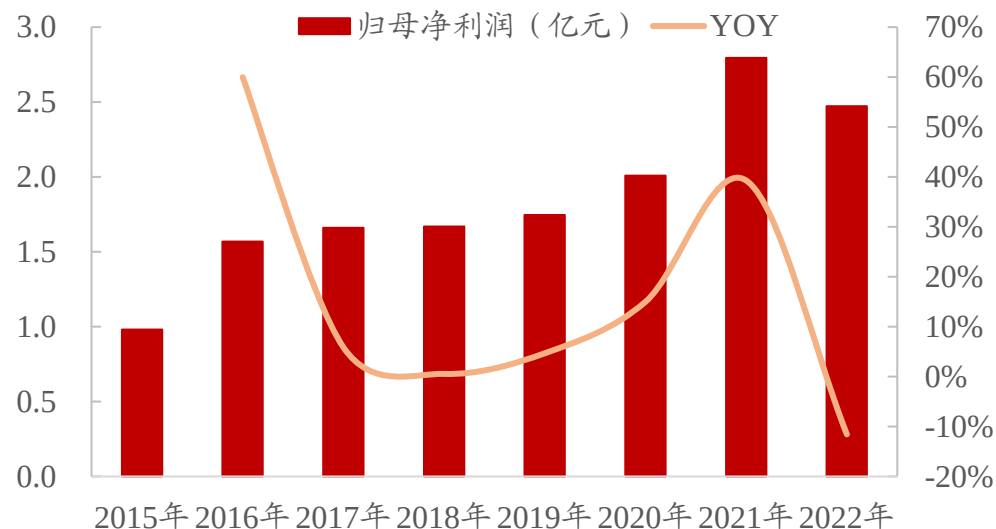
## 6.1 重点关注：鸣志电器

- **公司是全球运动控制领域的知名制造商，专注于运动控制、智能LED照明控制和工业设备管理的关键部件制造。**公司与全球30多家国际性公司合作，产品广泛应用于工业自动化、通信、安防、通讯、汽车工业、消费等下游领域。2012-2022年公司营收、归母净利润CAGR分别约13%、16%。
- **外延：**完善产品矩阵，海外拓展发展迅速外延拓宽产品线，通过4次重要收购实现产品矩阵拓宽，协同作用下，公司产品覆盖多种电机、驱动器、编码器和集成模组等。**内生：**公司研发实力强，积极布局工厂自动化、医疗器械和生化分析、移动服务机器人、太阳能光伏、新能源&智能汽车等新兴领域。

图：2015-2022鸣志电器营收CAGR约14%



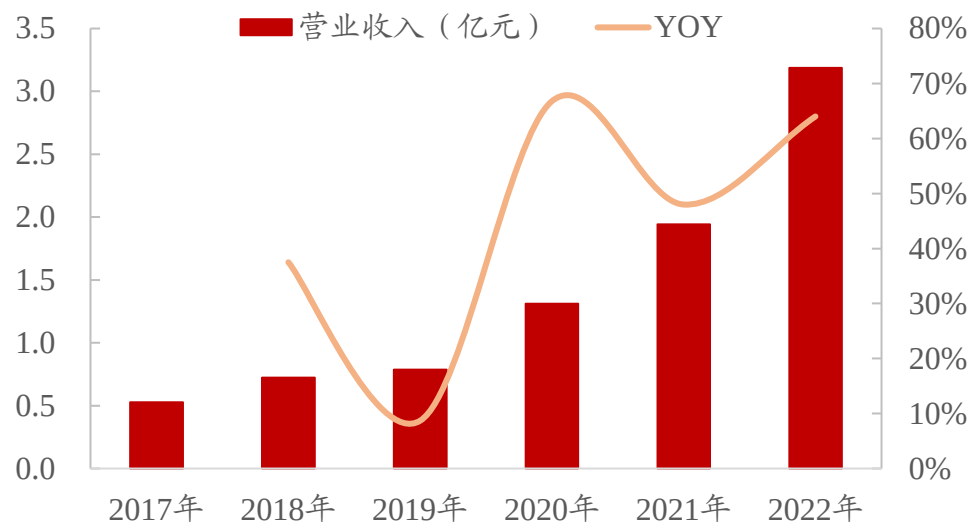
图：2015-2022鸣志电器归母净利润CAGR约14%



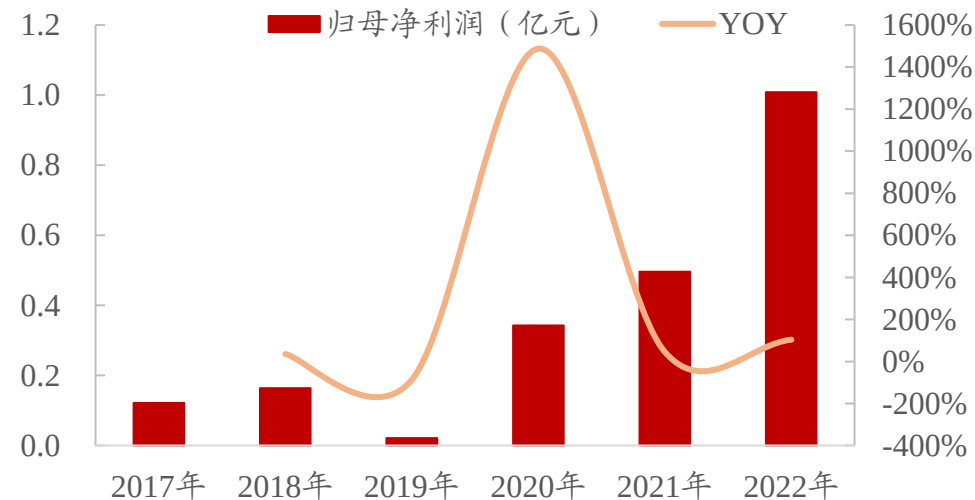
## 6.1 重点关注：鼎智科技

- **公司是以微特电机为主要构成的定制化精密运动控制解决方案提供商**，主要从事线性执行器、混合式步进电机、直流电机、音圈电机及其组件等产品的设计、研发、生产和销售，公司以客户需求为导向，将成熟技术方案向客户进行推广应用，并针对特定需求开展定制化产品开发。其中线性执行器、步进电机等均广泛应用于机器人领域。
- **公司多项产品在行业内具有较强竞争力，其中：**公司线性执行器为行业领先产品，在迈瑞医疗、深圳新产业、美国 IDEXX、美国 Adaptas、韩国三星等企业产品中得到应用；呼吸机配套音圈电机打破国外垄断，已在迈瑞医疗呼吸机中批量应用。

图：2015-2022鼎智科技营收CAGR约43%



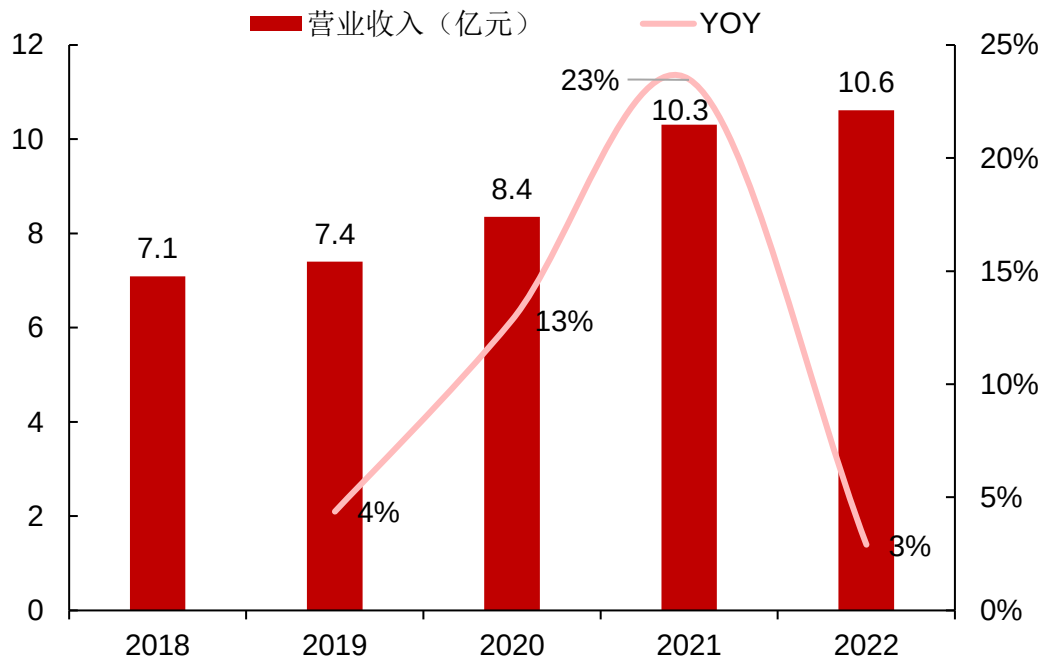
图：2015-2022鼎智科技归母净利润CAGR约52%



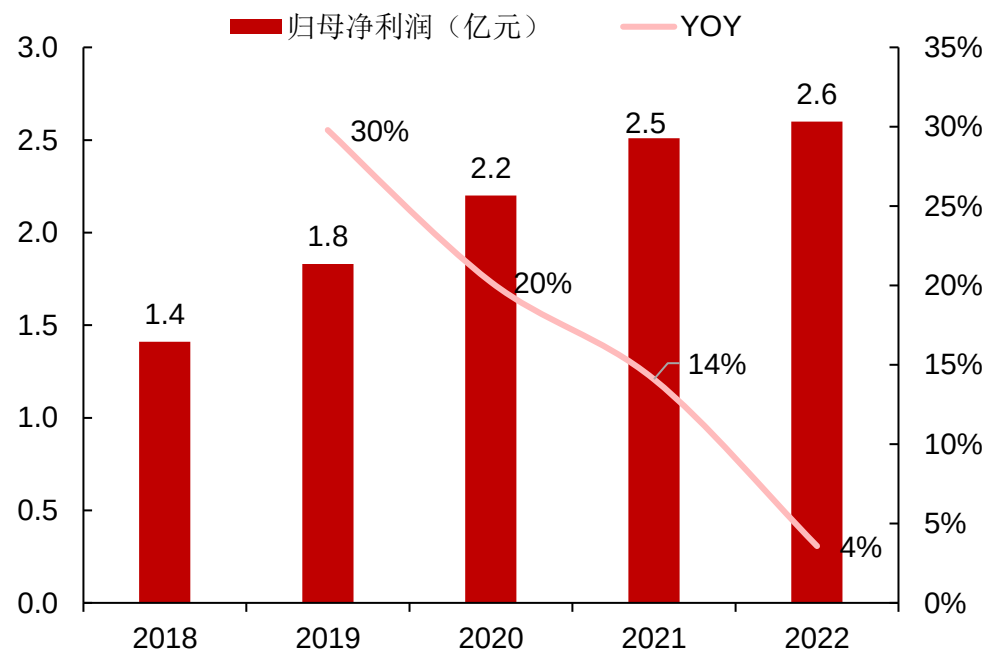
## 6.1 重点关注：柯力传感

- **应变式传感器是核心产品。**柯力传感主营业务为应变式传感器（其中主要为应变式称重传感器）、仪表等元器件，提供系统集成及干粉砂浆第三方系统服务。柯力已有测重测力、静态扭矩、二维力、三维力、六维力等传感器，有望应用于机器人领域。
- **国内应变式传感器龙头，盈利能力稳步增长。**2022年公司的营业收入/归母净利润分别为10.6亿元/2.6亿元。自2018年以来，尽管受到疫情的冲击，公司仍然实现每年稳步增长。

图：2018-2022年柯力传感营业收入CAGR约为17%



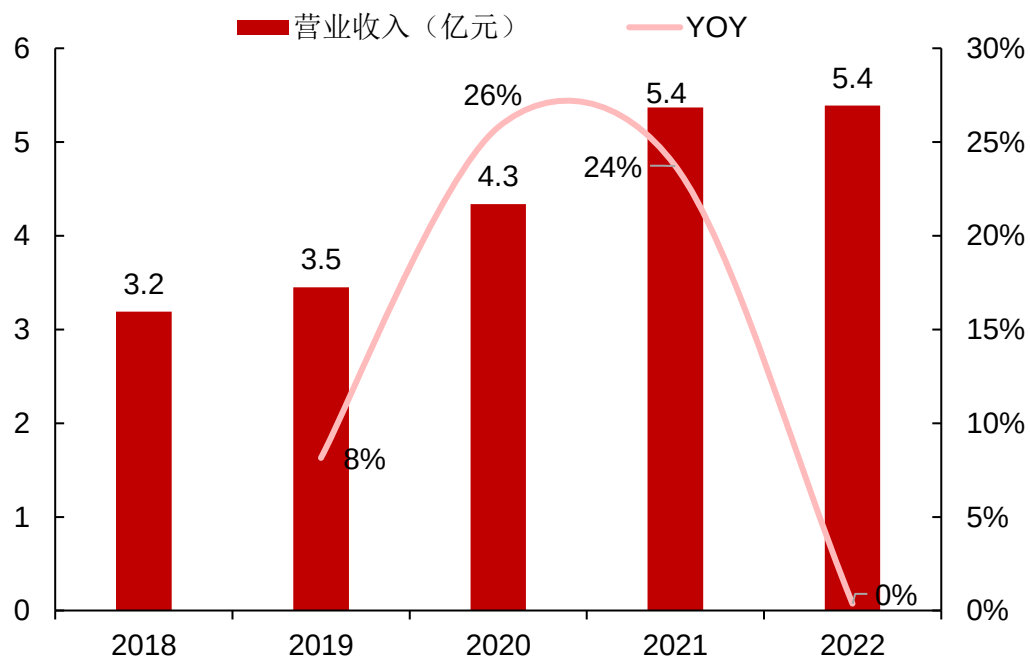
图：2018-2022年柯力传感归母净利润CAGR约为11%



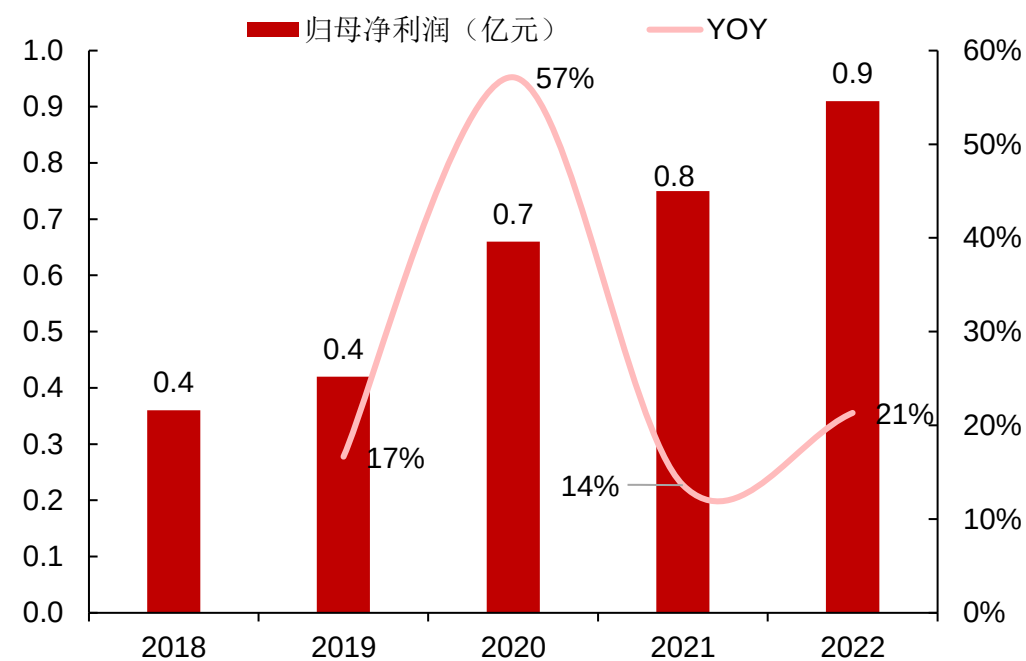
## 6.1 重点关注：步科股份

- **步科股份为机器人提供专用伺服电机，专用伺服驱动以及一体化模组动力解决方案。**步科股份是机器人国产零部件供应链代表型企业，产品在工业搬运作业/上下料机器人（AGV）、公共服务机器人、医疗康复等特种机器人及其他应用领域得到广泛应用。
- **盈利能力稳步增长。**2022年步科股份的营业收入/归母净利润分别为5.4亿元/0.9亿元，自2018年以来逐年稳步增长，其中归母净利润CAGR为26%，增长显著。

图：2018-2022年步科股份营收CAGR约为14%



图：2018-2022年步科股份归母净利润CAGR约为26%





- **公司的主要业务均根植于公司对于控制技术的深入理解与掌握。**无论是创业时期将控制技术应用于电梯行业。还是上市后基于对控制技术的理解，衍生出的机器人控制及运动控制，从而扩展到的机器人行业与广义工控行业，均呈现出基于控制技术一脉相承的特点。
- 公司的机器人产品是基于对机器人控制技术的深入理解而衍生和发展而来。**目前公司的工业机器人产品主要有关节型机器人与 SCARA 机器人两大品类。**广泛应用于 3C、新能源、白电、包装、食品饮料、医药、金属加工等各个行业，并且在各细分领域积累了丰富的应用经验。

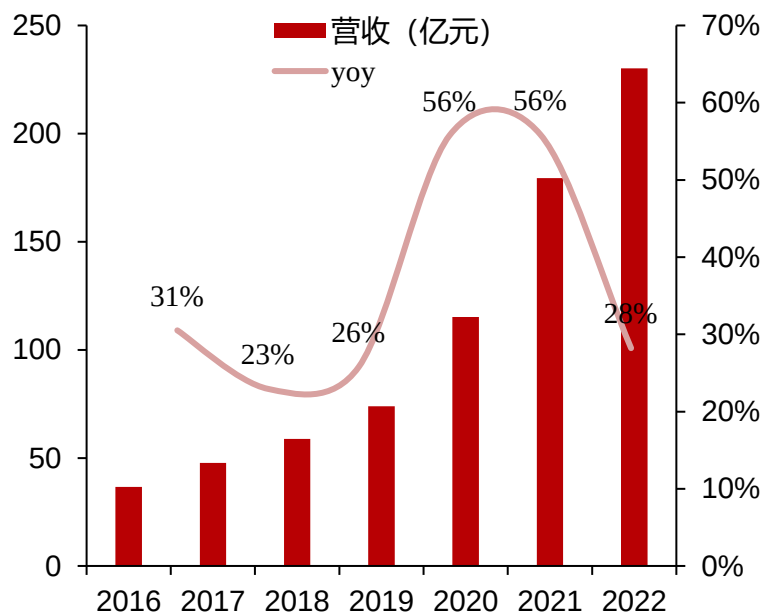
图：新时达业务布局



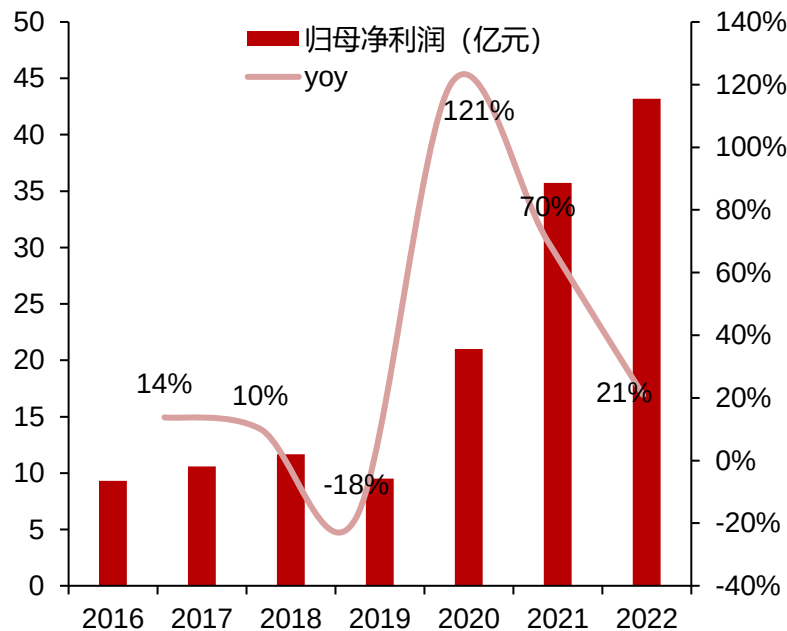
## 6.1 重点关注：汇川技术

- ❑ **公司是中国工业自动化行业的领军企业。**公司核心技术涵盖信息层、控制层、驱动层、执行层、传感层的各类产品技术和工业自动化、电梯、新能源汽车、轨道交通等领域应用工艺技术。
- ❑ **作为行业龙头，公司充分享受机器换人和工厂自动化/智能化行业利好。**2022年汇川技术实现营收230亿元，同比增长28%，盈利43.2亿，同比增长21%。2022年公司伺服系统业务实现营收49.9亿元，同比增长超过32%，市场份额约21.5%，在中国市场超越外资品牌，获得市场份额第一名。

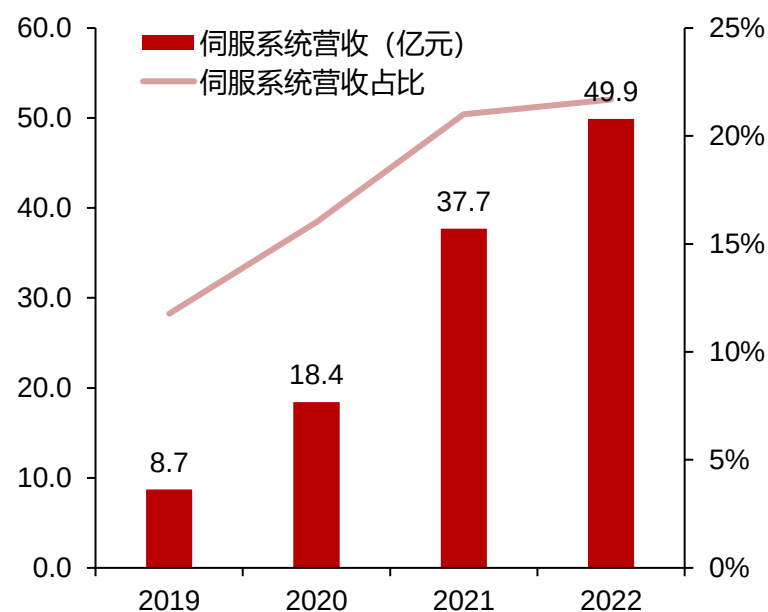
图：2016-2022汇川技术营收CAGR约36%



图：2016-2022公司归母净利润CAGR约29%



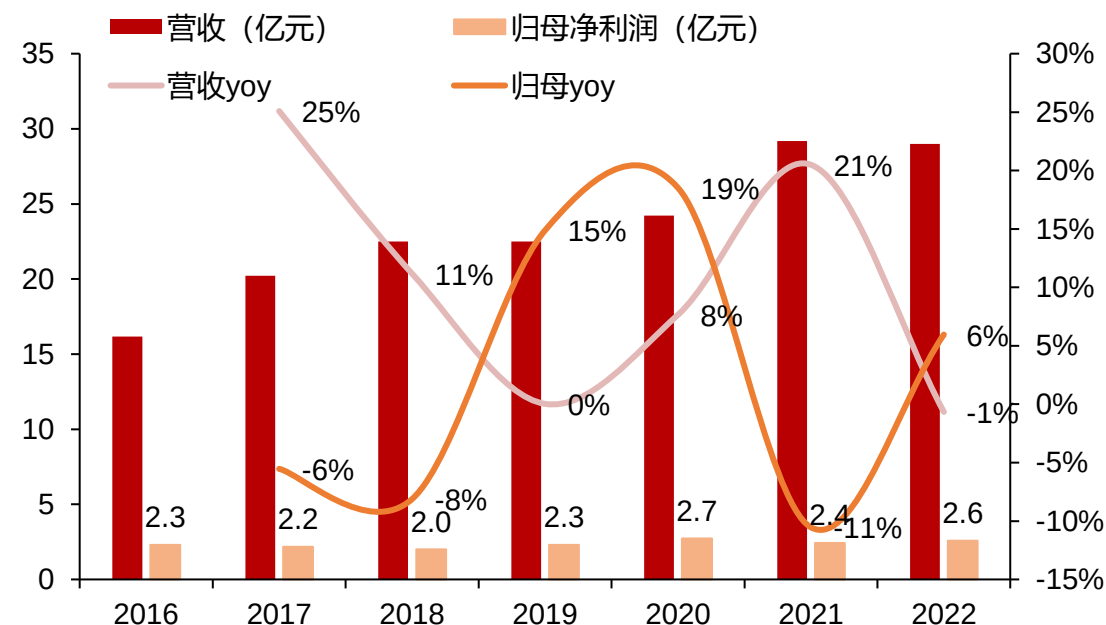
图：2022年公司通用伺服系统营收同比增长超32%



## 6.1 重点关注：江苏雷利

- ❑ **公司是世界范围内电机领域的龙头企业。**公司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，配套相关精密结构、驱动控制设计和制造方案解决的综合业务能力。2022年公司实现营收29亿元，同比增长-1%，归母净利润2.6亿元，连续5年高于2亿元。
- ❑ **公司拥有稳定的优质客户群。**在汽车电机及零部件领域，公司与宇通、金龙、金康、艾尔希、凯斯库等优质客户建立合作关系；在医疗仪器领域，公司进入迈瑞医疗、爱德士等客户群；在运动健康领域，公司得到了格力、美的、LG、三星、松下、戴森、GE等生产商的认可。

图：2016-2022江苏雷利营收CAGR约10%



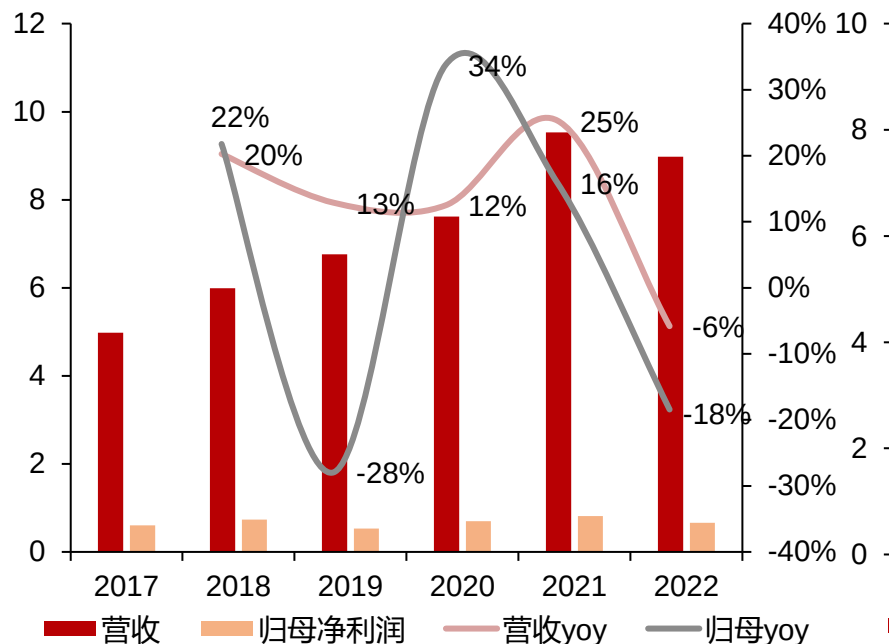
图：江苏雷利拥有稳定的优质客户群



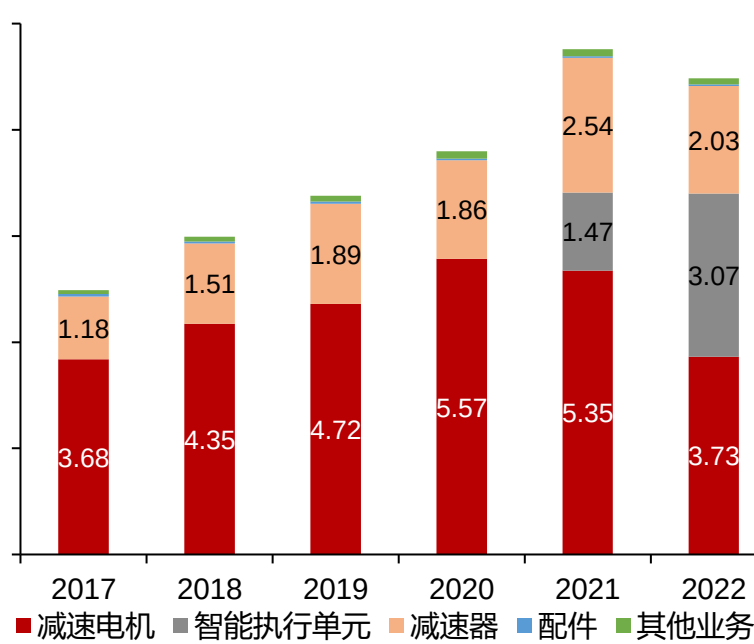
## 6.1 重点关注：中大力德

□ **公司具备自主研发优势，产品种类齐全。**目前公司拥有减速器、电机、驱动器一体化的完整产品线，细分产品已达上千种，广泛应用于工业机器人、太阳能光伏跟踪系统、电动叉车、AGV 无人搬运车、自动分拣系统、服务机器人等高端领域。

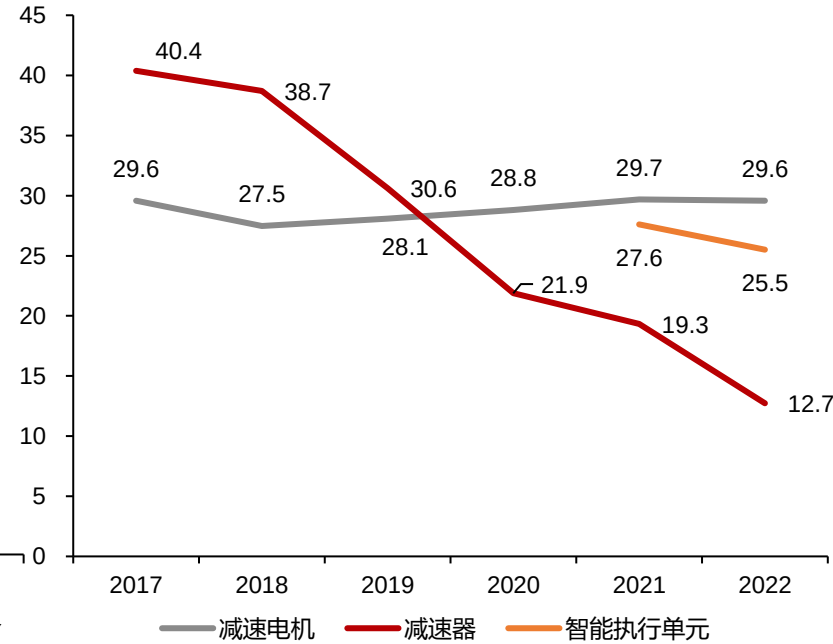
图：2017-2022年公司营收/归母净利润CAGR约13%/2%



图：2022年公司减速电机/减速器/智能执行单元营收占比42%/34%/23%



图：2022年公司减速电机/减速器/智能执行单元毛利率30%/13%/26%



## 6.1 重点关注：中大力德

图：公司目前已形成减速器+电机+驱动一体化的产品架构

### 精密减速器

机械齿轮  
精密控制



精密行星减速器



RV摆线针轮减速器



谐波减速器

### 减速电机

减速器+电机  
机电一体化



微型交流减速电机



微型直流减速电机



滚轮电机

### 智能执行单元

伺服电机



智能执行一体机



行星伺服一体机



RV伺服一体机

### 驱动器

控制器



联动控制器/  
气动控制器



调速控制器



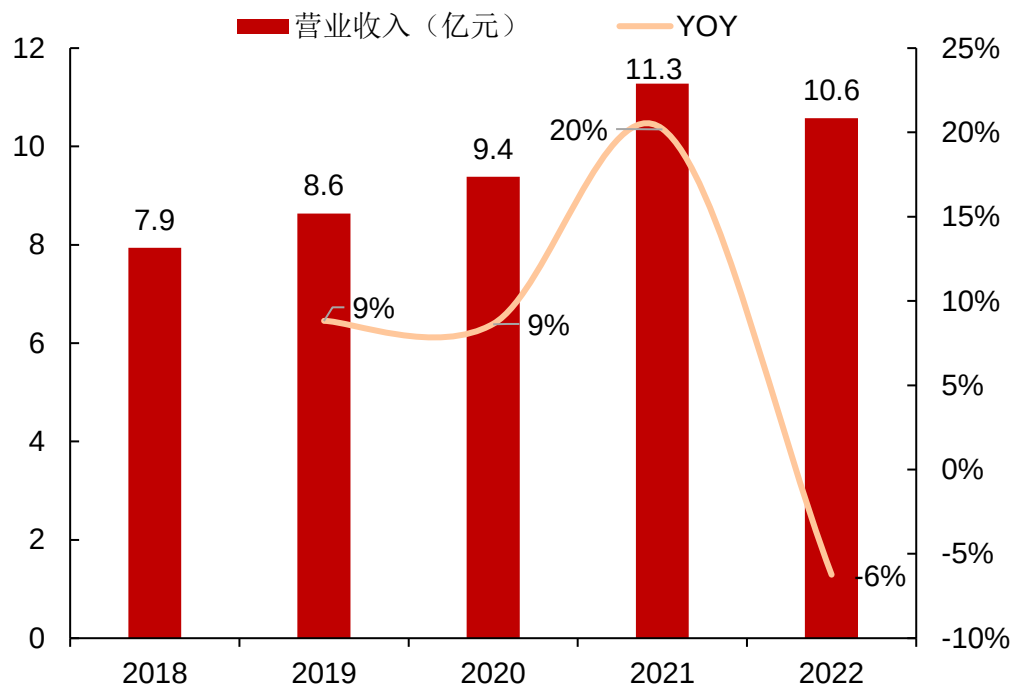
交流无刷驱动器



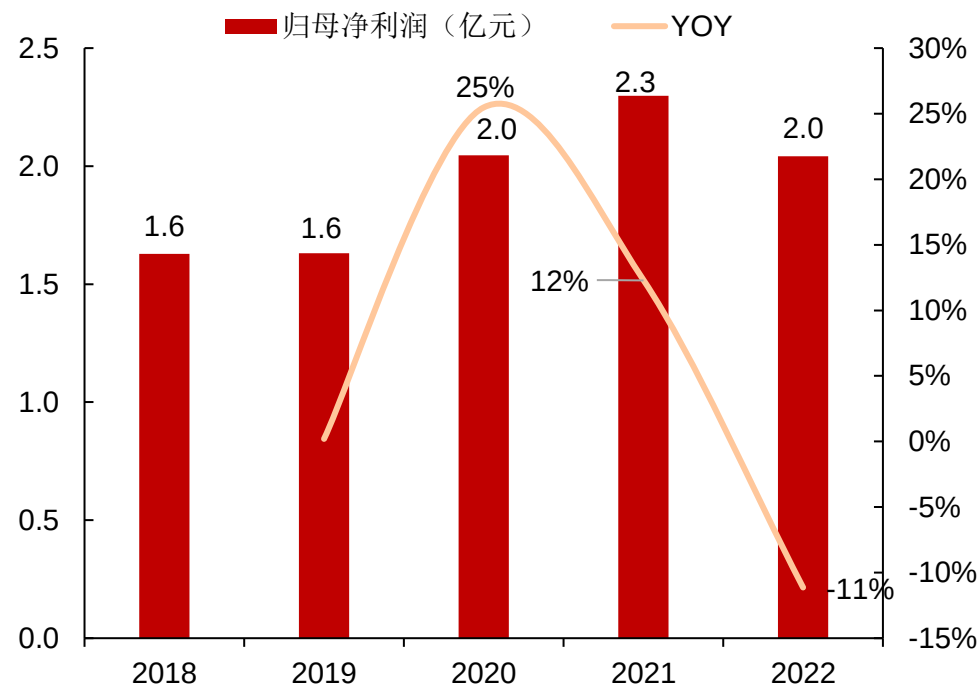
## 6.1 重点关注：汉宇集团

□ **汉宇集团是家用电器排水泵细分行业全球龙头。**公司是国家首批认定的高新技术企业，主要产品主要应用于洗衣机、洗碗机等。公司旗下同川科技专注于工业机器人核心技术，主要生产销售冲压机械手、谐波减速器。其“同川精密 TC Drive”品牌主要包括精密谐波减速机，伺服电机，机电一体化模块等产品，主要应用于工业机器人、机床设备等领域。公司的谐波减速器对标国际领先性能标准，机器人关节模块占据行业制高点。

图：2018-2022汉宇集团营收CAGR约7%



图：2018-2022汉宇集团归母净利润CAGR约6%





## 6.1 重点关注：汉宇集团

□ **汉宇集团是家用电器排水泵细分行业全球龙头。** 公司是国家首批认定的高新技术企业，主要产品主要应用于洗衣机、洗碗机等。公司旗下同川科技专注于工业机器人核心技术，主要生产销售冲压机械手、谐波减速器。其“同川精密 TC Drive”品牌主要包括精密谐波减速机，伺服电机，机电一体化模块等产品，主要应用于工业机器人、机床设备等领域。

图：公司谐波减速器对标国际领先性能标准



图：公司机器人关节模块占据行业制高点



- 1) **中美贸易冲突超预期**：若美国对人形机器人中国配套供应链厂商加强限制，将对国产厂商发展造成不利影响；
- 2) **AI技术迭代不及预期**：若AI技术发展低于预期，将对人形机器人发展产生不利影响；
- 3) **数据测算偏差风险**：若数据测算有较大偏差，可能会影响对行业趋势的判断。

## 行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

## 法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>