

创业邦
CYZONE

中国移动
China Mobile

Bestla
睿兽分析

2024 人形机器人研究报告

2024 RESEARCH REPORT ON HUMANOID ROBOTS

创业邦&中国移动智慧家庭运营中心

2024.07



人工智能产业链联盟

星主： AI产业链盟主

 知识星球

微信扫描预览星球详情



目录

CONTENTS

- 01 人形机器人概述与具身智能
- 02 人形机器人产业链与核心部件
- 03 人形机器人应用场景梳理
- 04 人形机器人代表性公司
- 05 人形机器人发展洞察

PART 01

人形机器人概述与具身智能

① 定义与发展阶段

② 发展驱动力

③ 具身智能

④ 任务级交互

人形机器人：从专用机器人到通用机器人的跃迁

- **人形机器人是具备人类外形特征和行动能力的智能机器人**，以双腿行走的方式，通过手臂和身体的协调完成功能，基于通用型算法和生成式AI，具备语义理解、人机交互、自主决策等能力，并利用人机交互实现任务理解与反馈，需要强大的感知计算与运动控制能力。
- **人形机器人是机器人行业从专用到通用场景的升级**。人形机器人具备大脑、小脑、机械臂、灵巧手等关键部件，实现对环境的感知交互、运动控制、任务执行等，且执行关节的不断优化，使其负载能力、精准度不断提升，商用性能进一步提高。

“大脑”

增强环境感知、行为控制、人机交互能力；推动云端和边缘端智能协同部署；通用大模型训练的数据库的部署；多模态数据模型的部署与管理；数据的训练、学习、推理等。

“机械臂”

“灵巧手”

物体的灵活抓取、力矩控制、力觉反馈等，集成触觉传感器、力矩传感器、视觉传感器等；

“动力”

电机驱动、液压驱动、气压驱动



“眼、耳、鼻、口”

摄像头、激光雷达等视觉传感器；触觉传感器等

“小脑”

搭建运动控制算法库，建立网络控制系统架构，面向特定应用场景，构建仿真系统和训练环境，加快技术迭代速度。

“躯干”

本体部件的支撑，碳纤维材料的3D打印。容纳传感器、电池管理和冷却系统

“柔性电子皮肤”

触觉传感器，模仿人类皮肤的感知功能

人形机器人发展百年，进入商业化试水阶段

- 人形机器人的探索可追溯到百年前的蒸汽时代，随着能源动力与硬件技术的发展，人形机器人核心零部件与动力系统技术越发成熟，本体性能不断提高，大致经历了**2000年以前的探索阶段**、**2000-2020年的硬件推动技术突破阶段**、**2020年以来的商业化试水阶段**。
- **2020年以来，人工智能技术快速发展，尤其是生成式AI与大模型技术的出现**，让人机交互的应用更加成熟，结合环境感知、三维仿真、目标识别等场景算法的融合应用，人形机器人的智能化更加提升，进一步支撑了商业化应用。

人形机器人发展阶段与重要事件

探索阶段（2000年以前）	硬件推动的技术突破阶段（2000-2020）	AI推动的商业化试水阶段（2021-至今）
<ul style="list-style-type: none"> • 1893年，乔治摩尔设计出以蒸汽为动力行走的机器人 • 1927年，美国西屋电气工程师温斯造出Televox机器人 • 1963年，NASA推出机动多关节机器人，能模拟5种人类动作 • 1973年，加藤一郎团队研发出人形智能机器人WABOT-1 • 1986年，本田开发了双足机器人E0 • 1993-1997年，本田相继开发出P1、P2、P3机器人 	<ul style="list-style-type: none"> • 2000年，我国独立研发出“先行者”机器人 • 2003年，日本发布可以音乐演奏的机器人 • 2009年，本田发布奔跑速度达7km/h的人形机器人 • 2011年，丰田发布ALL-New ASIMO, • 2014年，初代Atlas机器人正式发布 • 2017年，本田发布第三代人形机器人T-HR3 • 2020年，美国Agility推出第一台商业化机器人Digit 	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>2021年</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7月，丰田推出第四代家务机器人Busboy • 7月，优必选发布人形机器人Walker X <p>2022年</p> <ul style="list-style-type: none"> • 8月，小米发布全尺寸人形机器人CyberOne • 10月，特斯拉推出人形机器人Optimus <p>2023年</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3月，追觅科技发布通用型人形机器人 • 8月，帕西尼感知科技推出触觉人形机器人Tora • 8月，星动纪元推出人形机器人小星和小星MAX • 8月，理工华汇推出人形机器人汇童 • 8月，智元机器人发布通用型人形机器人远征A1 • 8月，宇树科技发布通用型人形机器人H1 • 10月，科大讯飞发布人形机器人 • 11月，小鹏发布人形机器人PX5 </div> <div style="width: 48%;"> <p>2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> • 11月，开普勒机器人发布先行者通用型人形机器人 • 12月，特斯拉发布Optimus二代，步行速度提升30% • 12月，逐际动力人形机器人星途CL-1公开测试 • 2月，优必选Walker S进入蔚来总装车间实地训练 • 2月，波士顿动力液压版Atlas搬运汽车配件 • 2月，1X Technologies人形机器人完成室内家务整理任务 • 2月，Figure 01 进入宝马车间实训 • 3月，Figure 01与OpenAI合作，搭载ChatGPT大模型 • 4月，波士顿动力全新电驱版Atlas • 4月，优必选Walker S接入百度文心一言大模型 • 4月，北京人形机器人中心发布“天工”通用型人形机器人母平台 • 5月，宇树科技发布G1人形智能体，9.9万起售价 • 5月，特斯拉Optimus在工厂完成分拣电芯任务 • 5月，Westwood Robotics发布首款全比例人形机器人 THEMIS </div> </div>

政策、技术、需求成为人形机器人新一轮发展的驱动力

- 当前，人形机器人行业迎来新一轮发展与变革，除了最关键的技术因素驱动外，政策鼓励与市场需求也成为推动人形机器人快速发展的重要因素。
- 技术方面的推动力主要得益于大模型技术发展，核心零部件的国产替代加速，也降低了人形机器人的硬件研发壁垒与成本门槛，老龄化、人口红利减弱等因素成为驱动行业发展的关键需求变量，国家同时出台了相关的扶持政策，进一步助推人形机器人行业的发展。

01

政策鼓励

2023年10月20日，工业和信息化部印发
《人形机器人创新发展指导意见》

02

技术进步

AI技术持续迭代、计算芯片性能快速提升，
赋予人形机器人更强大的计算决策能力；
谐波减速器、电机、控制器等核心零部件的
国产替代加速等；

03

市场需求

人口老龄化趋势加重、工资快速上升等引起
的企业用工荒、招工难等问题；
机器人产量和销量反映出机器人市场需求保
持旺盛；

政策驱动：逐渐聚焦人形机器人，从五个维度全力推动产业发展

- 2023年以来，中央和地方纷纷出台政策鼓励机器人行业发展，涉及算法、场景、产业等维度，推动机器人在医疗、协作、特种、物流等行业的应用。同时，政策逐渐向“人形机器人”的范畴聚拢，国家在2023年10月更是发布《人形机器人创新发展指导意见》。
- 《意见》提出，人形机器人已成为科技竞争的新高地、未来产业的新赛道、经济发展的新引擎，发展潜力大、应用前景广，并从关键技术、重点产品、场景应用、产业生态、支撑能力五个方面全面推动人形机器人行业的创新发展。

➤ 2023-01-08 工信部等十七部门
《“机器人+”应用行动实施方案》

➤ 2023-05-31 深圳市委办公厅
《深圳市加快推动人工智能高质量发展高水平应用行动方案(2023-2024年)》

➤ 2023-06-15上海市人民政府办公厅
《上海市推动制造业高质量发展三年行动计划(2023-2025年)》

➤ 2023-06-28北京市人民政府办公厅
《北京市机器人产业创新发展行动方案(2023-2025年)》

➤ 2023-10-26 工业和信息化部发布《人形机器人创新发展指导意见》

1. 突破关键技术：

- ① 打造人形机器人“大脑”和“小脑”
- ② 突破“肢体”关键技术
- ③ 健全技术创新体系

2. 培育重点产品：

- ① 打造整机产品
- ② 夯实基础部组件
- ③ 推动软件创新

3. 拓展场景应用：

- ① 服务特种领域需求

- ② 打造制造业典型场景

- ③ 加快民生及重点行业推广

4. 营造产业生态：

- ① 培育优质企业
- ② 完善创新载体和开源环境
- ③ 推动产业集聚发展

5. 强化支撑能力：

- ① 健全产业标准体系
- ② 提升检验检测和中试验证能力
- ③ 加强安全治理能力

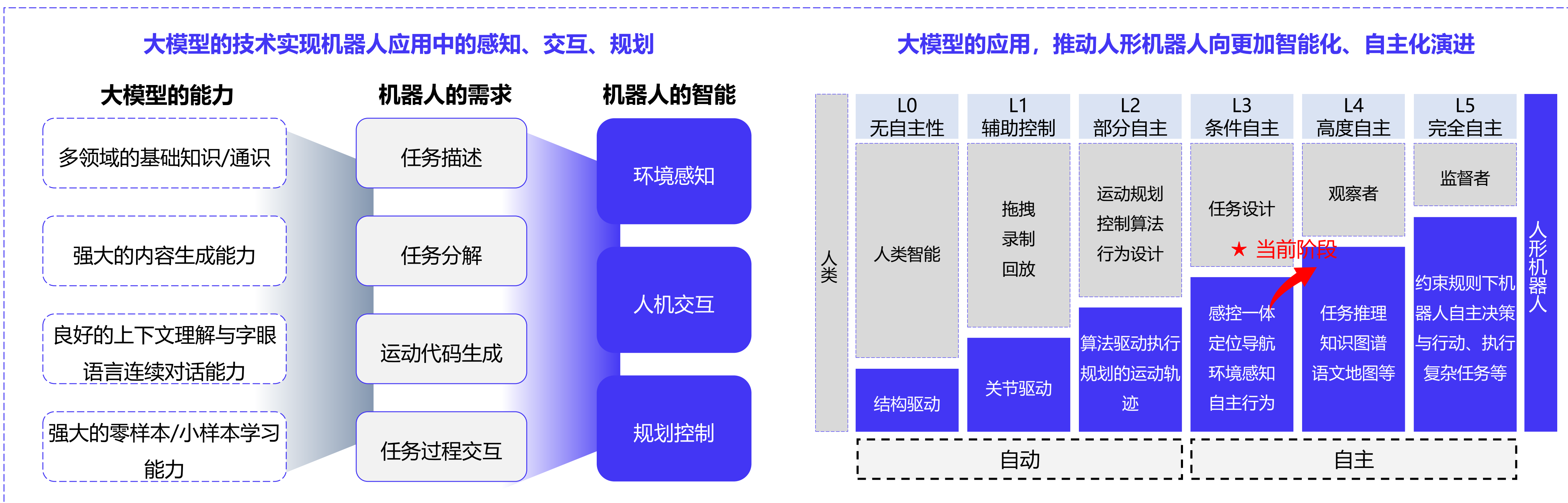
➤ 2024-01-18工信部等七部门发布
《关于推动未来产业创新发展的实施意见》

面向国家重大战略需求和人民美好生活需要，加快实施重大技术装备攻关工程，突破人形机器人等高端装备产品。

人形机器人方面，突破机器人高转矩密度伺服电机、高动态运动规划与控制、仿生感知与认知、智能灵巧手、电子皮肤等核心技术，重点推进智能制造、家庭服务、特殊环境作业等领域产品的研制及应用。

技术驱动：大模型进一步提高了人形机器人的智能化与自主性

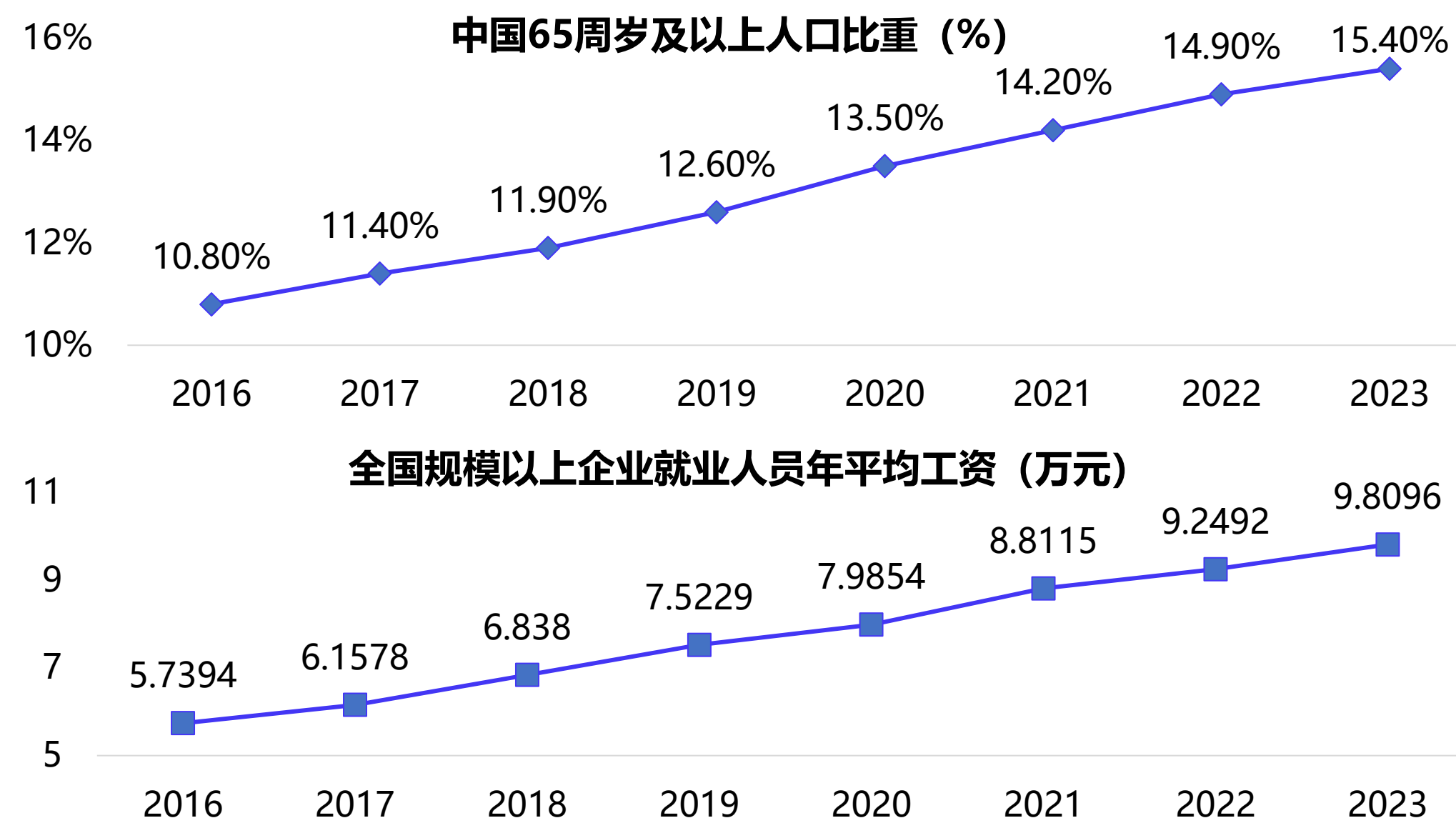
- 大模型采用Transformer架构，以预训练+微调的形式有效摆脱对基于场景数据训练的依赖，解决了长距离信息关联的问题，**其在人形机器人上的应用，大幅提升了机器人的环境感知、人机交互、上层规划的能力，其在感知、决策、运控方面的智能、自主进一步提高。**
- 在探索将大模型应用于机器人方面，谷歌推出视觉-语言模型PaLM-E，既可理解图像，也能理解并生成语言、执行各种复杂的机器人指令而无需重新训练，微软研究团队也展示利用ChatGPT解决机器人难题的示例，推动人形机器人成为“具身智能”的最佳载体。



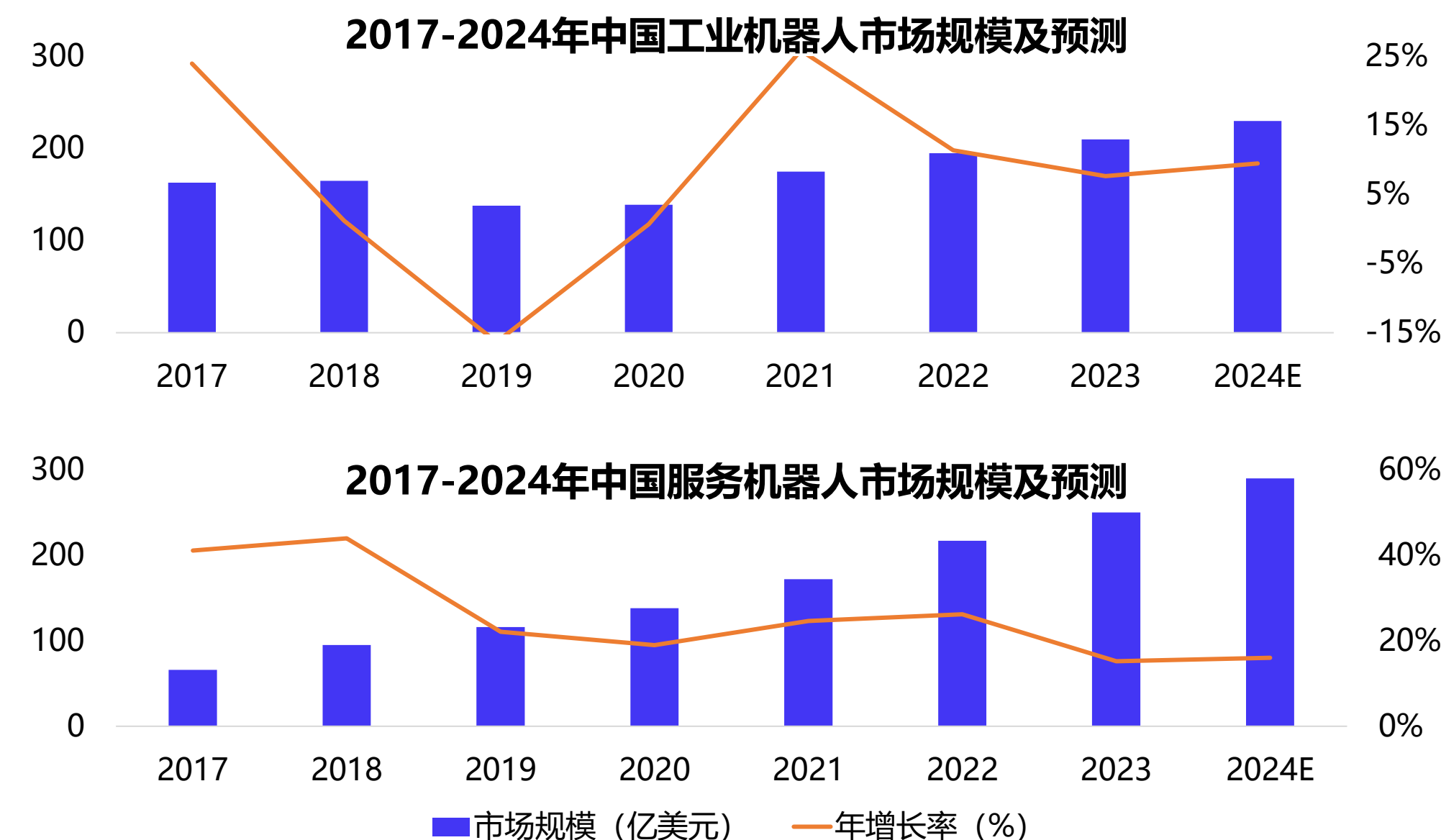
需求驱动：老龄化与人口红利减弱成为行业发展的主要需求因素

- **劳动力市场中，老龄化趋势逐年加重、就业人员工资快速上涨，成为机器人替代人的最主要原因。** 中国65岁及以上人口比重逐年提高，2022年达到14.9%，且全国规模以上企业就业人员平均工资在2022年达到9.25万元，推动国内机器人需求快速增长。
- **机器人市场中，国内机器人产量和销量的快速增长，反映出市场对机器人的需求逐渐旺盛。** 2022年，中国工业机器人产量达到44.31万套、销量达到30.3万套。

老龄化与人口红利减弱成为人形机器人行业发展的主要需求因素

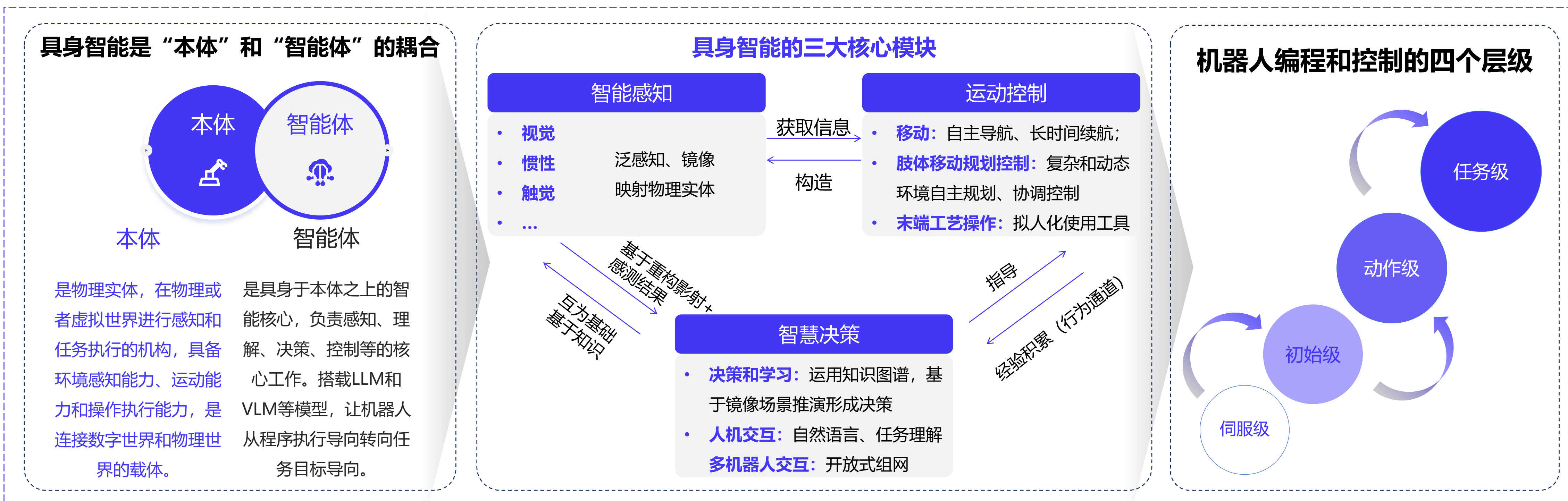


工业机器人和服务机器人市场规模仍在快速增长，市场对机器人需求旺盛



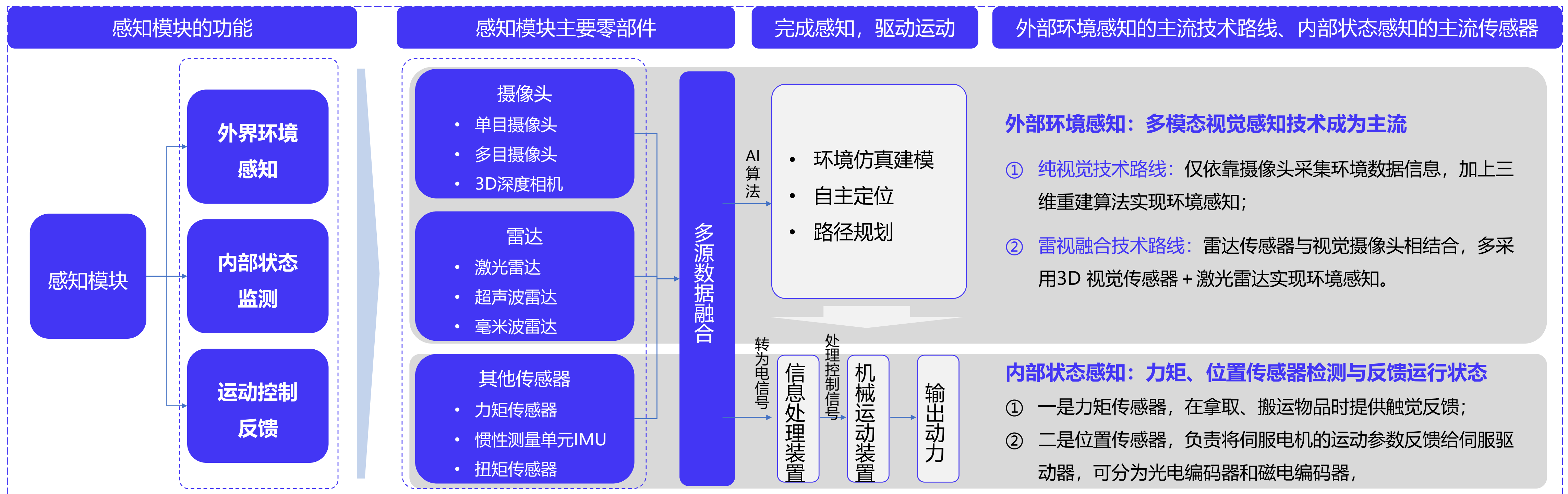
具身智能：融合感知、决策、运控，让机器人向任务级交互进化

- 具身智能，是具有实体的智能体通过与环境的交互来取得认知能力，学习并掌握新技能新知识，是“本体”和“智能体”的耦合，实现与环境的交互获取信息、理解问题、做出决策，并实现行动，从而产生智能行为和环境自适应性。
- 具身智能是具备环境感知、智能交互和规划行动的智能系统，包括感知模块、交互模块、运控模块三大核心模块，通过与环境交互感知、自主决策、执行规划的人形机器人，实现了任务级交互。



感知模块：利用各类传感器件实现对外部环境和内部状态的智能感知

- 感知模块主要实现机器人对外界环境的感知、内部运行状态的监测、运动控制的反馈，是机器人与环境交互的第一步，人形机器人主要依靠摄像头、雷达、力矩传感器等器件实现智能感知，并在完成感知后将采集到的环境数据、状态数据用于决策和规划。
- 当前，环境感知主要有两种技术路线，纯视觉方案和雷视融合方案，后者是当前的主流方案，前者对算法能力要求更高；内部状态的感知跟运控结合，用于反馈运行状态以实现人形机器人的动态平衡。



感知模块：以3D视觉感知技术为主流，呈多模态感知融合发展趋势

- 对外界环境感知方面，主流厂商多用多目立体视觉摄像头+雷达传感器，摄像头能更好识别目标特征，但对天气要求较高，雷达受天气影响较小，但受限于距离与准确率，二者的结合能更好实现环境感知，但特斯拉的人形机器人依照第一性原理依然采用纯视觉方案；
- 对内部运行的感知可分为部件感知与关节感知，部件感知主要用在手足上，用于实现精准力控，关节感知主要用在旋转关节和线性关节上，是将电机的动力输出产生的力矩与位移等数据反馈给控制器，以实现运动的精准控制。

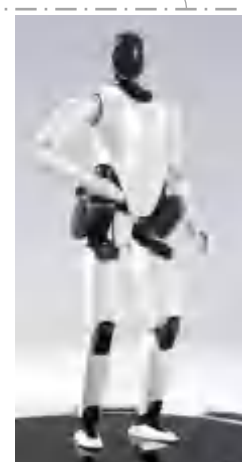
对外部环境的感知：以视觉感知为主

视觉感知为标配，视觉以单/双/多目立体视觉、Lidar、ToF、结构光等3D视觉感知技术为主流，采用多模态融合的方案

纯视觉技术方案



头部搭载三枚摄像头(鱼眼摄像头、左右摄像头)，通过全景分割+自研的三维重建算法实现环境感知



基于AI交互相机，通过 Mi Sense视觉空间系统自研的三维重建算法能实现8m内深度信息1%的精度

雷视融合技术方案



激光雷达+深度相机 Atlas使用ToF深度相机以每秒15的频率生成点云，基于多平面分割算法从点云中提取环境表面进行步态规划



采用多目立体视觉搭配全向听觉和惯性、测距等全方位的感知系统采用U-SLAM视觉导航技术，实现自主路径规划



4个深度相机+j激光雷达,支持搭载额外的感知元件和支持强化学习功能以及相关应用

对内部运行的感知：以力矩传感器为主

关节感知：用于感知电机输出的力矩与位移，并将其反馈给控制器，实现运动的精准控制

部件感知：用于感知机器人运行状态和外部受力，实现动态平衡运动与外部物体精准受力

旋转关节-关节扭矩传感器



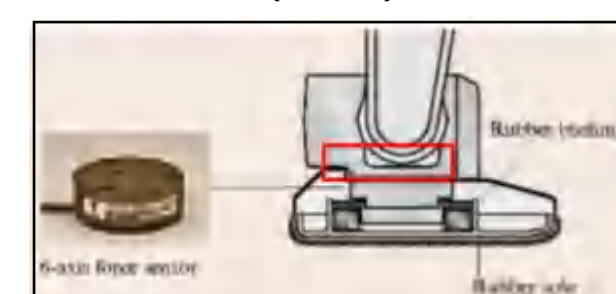
线性关节-单维力传感器



手部力控：力传感器在手腕处（六维）



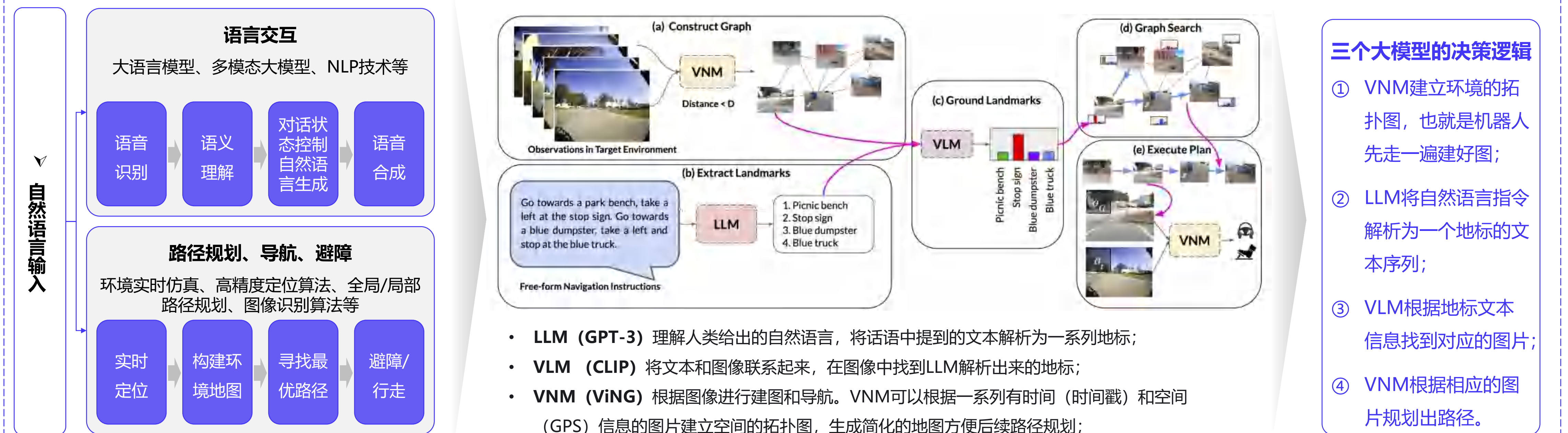
腿部力控：力传感器在脚踝处（六维）



决策模块：对复杂任务进行拆解后，结合环境数据，完成路径规划

- 决策能力主要由大模型技术支撑，可分为两个层次，一是结合任务理解与环境数据完成最优路径规划，二是自主生成运动指令以实现运动控制，最终完成机器人的人机交互、环境感知、上层规划。
- 在完成路径规划方面，通常是LLM、VLM、VNM三个大模型相结合，人形机器人在用视觉导航模型（VNM）采集环境数据后，利用大语言模型（LLM）解析为地标文本序列，然后基于视觉-语言多模态大模型（VLM）比对到对应目标，最后用VNM完成规划。

大模型的决策能力体现：人机交互、环境感知、上层规划，实现从自然语言交互到生成路径规划的决策过程（以LLM、VLM、VNM为例）



决策模块：基于任务理解自动生成运控指令，为运控模块提供指令输入

- 基于任务理解，大模型能自主生成执行任务的运动控制代码，为运控模块提供运行的指令，以驱动机器人运动。以ChatGPT为例，将prompt封装成函数或类，ChatGPT将复杂任务分拆为子任务序列，并逐步调用相应的prompt，生成python代码指令。
- 当前主流的机器人具身大模型有微软的ChatGPT for Robotics大模型、谷歌的PaLM-E大模型，前者基于语音交互，后者实现了基于文本和图像的多模态交互，具身大模型的智能决策能力仍在不断优化、提升。

大模型通过prompt生成运控代码 (以GPT-4为例)

通过prompt2使用prompt1输出Python代码以控制来自自然语言的Alter3机器人。人形机器人可以利用零距离学习产生高度精确的运动，而无需像其他研究所要求的那样设置奖励函数或接口。

主流的具身大模型：ChatGPT for Robotics、PaLM-E

ChatGPT for Robotics通过语言交互：

- 1) 定义机器人功能库函数，如检测物体、拿取物品等；
- 2) 准备prompt给chatgpt，prompt包括上面库函数和目标描述；
- 3) 在仿真中运行，不断与chatgpt确定需求，保证安全完整地做好任务；
- 4) 运行运控代码。

Mobile Manipulation

Human-like mobile manipulators from the drawer. Robot 1: Go to the drawers & Eject top drawer. I see . 3. Pick the green rice chip bag from the drawer and place it on the counter.

PaLM-E: An Embodied Multimodal Language Model

Given Q: How to grasp blue block? A: First, grasp yellow block.

Language Only Tasks

Hand is a Haiku about embodied language models. Embodied language models are the future of natural language.

Task and Motion Planning

Given Q: How to grasp blue block? A: First grasp yellow block and place it on the table, then grasp the blue block.

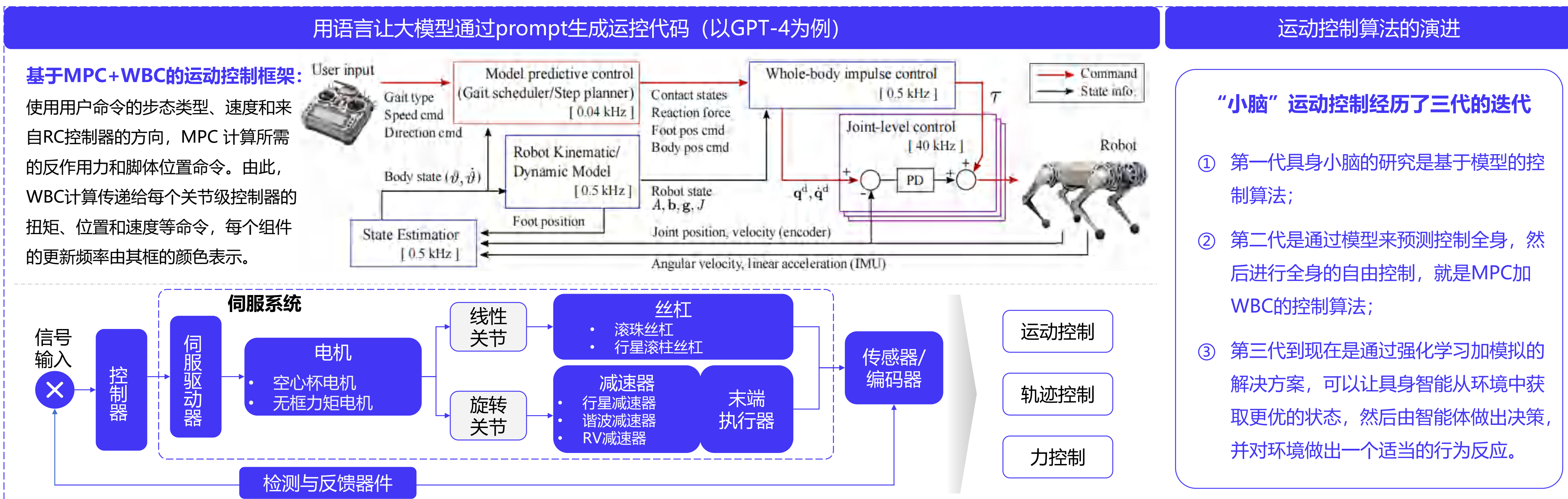
Tabletop Manipulation

Given Task: Sort colors (100 objects). Step 1: Push the green star to the bottom left. Step 2: Push the green circle to the green star.

数据来源：《Voyager: An Open-Ended Embodied Agent with Large Language Models》、《PaLM-E: An Embodied Multimodal Language Model》、创业邦研究中心整理

运控模块：主流方案是MPC+WBC，向强化学习+模拟的方案演进

- 当前主流的运控技术方案是模型预测控制（MPC）与全身控制（WBC）相结合，MPC根据用户命令和控制器指令计算反作用力和位置命令，WBC将MPC的计算结果传递给关节控制器，通过驱动硬件层面的伺服系统和关节，实现全身的运动控制。
- 运动控制模块向通过强化学习加模拟的技术方案演进。运控算法大致经历了三代演进，从基于模型的简单控制，到形成当前主流的MPC+WBC控制方案，再向强化学习+模拟的路线演进。



数据来源：《Highly Dynamic Quadruped Locomotion via Whole-Body Impulse Control and Model Predictive Control》、创业邦研究中心整理

基于感知、决策、运控，人形机器人实现复杂任务的泛化交互

- **基于感知、决策、运控三大模块，人形机器人实现从接受指令到任务执行的泛化交互。** 在大脑完成人机交互、环境感知、上层规划后，小脑实现对路径的最优规划，最终驱动伺服系统进行本体运动，完成任务指令。
- **大模型的通识理解能力、多级推理能力赋予人形机器人具身智能的核心。** 嵌入在大模型中的庞大先验知识库&强大的通识理解能力让机器人更好理解泛化任务，且基于思维链的多级推理能力，让人形机器人实现了具身智能。



PART 02

人形机器人产业链与核心部件

① 人形机器人产业链

② 电机

③ 减速器

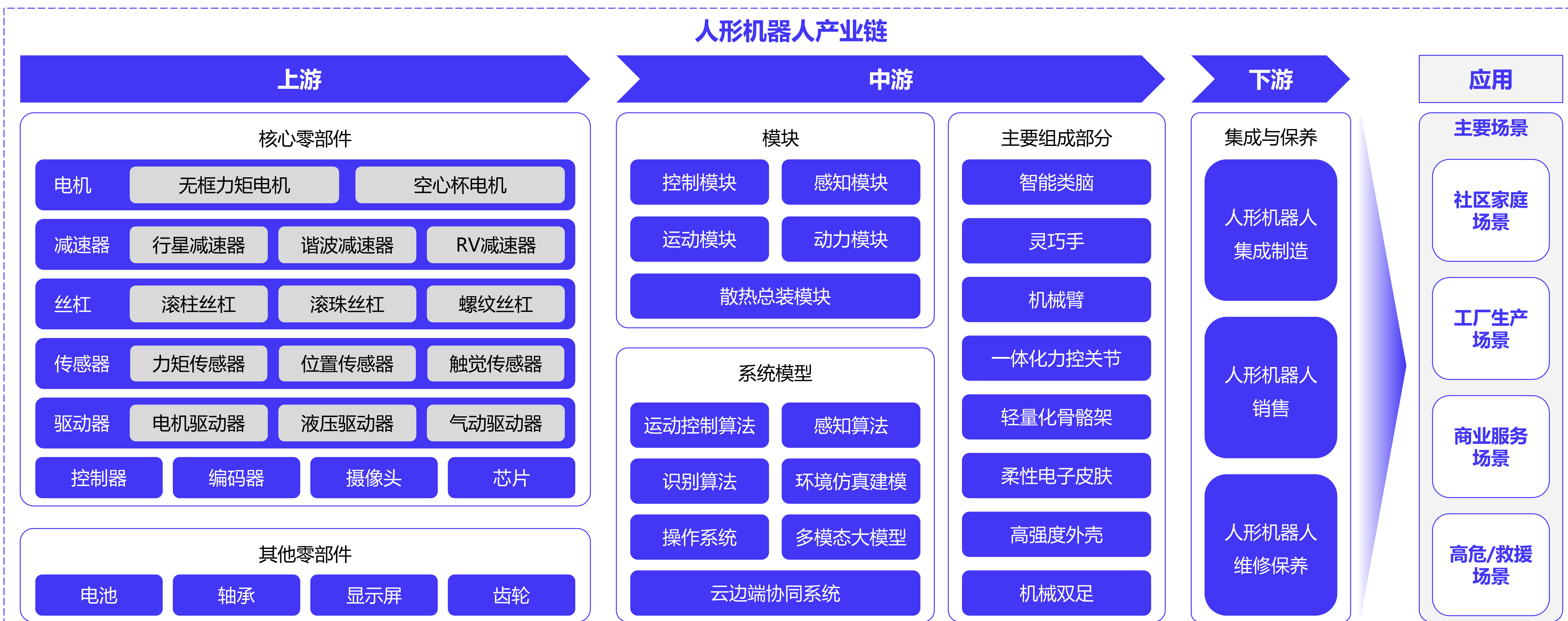
④ 丝杠

⑤ 控制器

⑥ 传感器

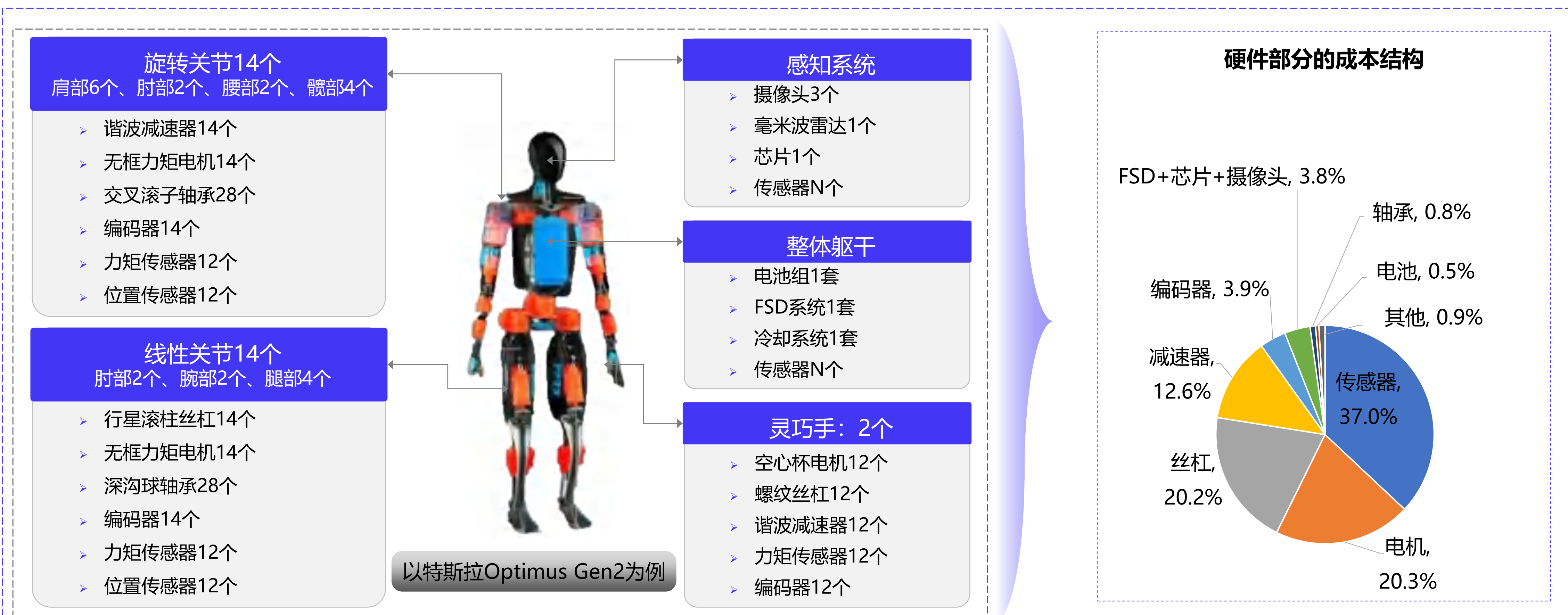
人形机器人产业链基础薄弱，终端厂商的关节仍以自研为主

- 人形机器人产业链逐渐形成，上游是电机、减速器等核心零部件，和摄像头、轴承等其他零部件；中游是人形机器人本体制造，包括主要模块、内置的算法模型与系统、主要组成部分；下游是系统集成、产品销售与维修保养。



人形机器人核心零部件主要有电机、传感器、减速器、丝杠等

- 产业链中的核心零部件和关键模块组成人形机器人的旋转关节、线性关节、灵巧手、感知系统、躯干，据零部件量产价格和所用数量，推算出人形机器人量产成本结构，其中**电机、传感器、减速器&齿轮、丝杠成本占比较大，也是构成机器人的关键核心零部件。**



电机：为关节运动提供精准控制的动力输出

- **电机俗称“马达”，可以将电能转为动能，为机器人提供动力输出。**人形机器人用到的控制电机主要是伺服电机，一般安装在机器人关节处，提供精准的控制效果。人形机器人所用的伺服电机主要是无框力矩电机和空心杯电机两类。
- 无框力矩电机相较于传统电机只有转子和定子，结构紧凑、单位扭矩大、易维护、静音等优势，**用在旋转关节和线性关节**；空心杯电机采用无铁芯转子，降低输出扭矩波动，具有低能耗、高效率、高稳定性的特点，且尺寸小结构紧凑，**常用于机器人灵巧手部位。**

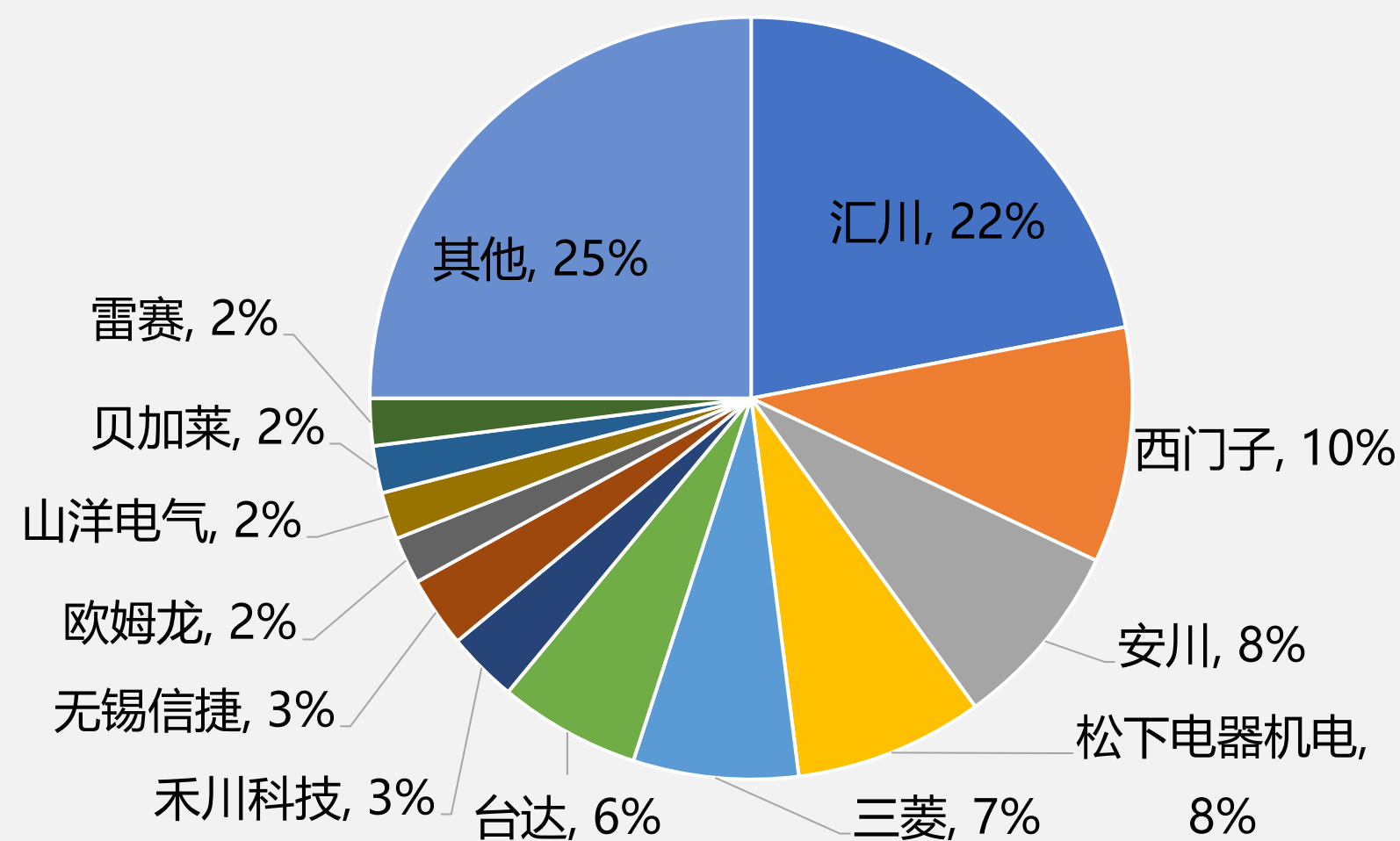
	工作原理	性能特点	应用场景	终端领域	技术壁垒	示意图
无框力矩电机	相比于传统电机没有轴、轴承、外壳或端盖，只有转子和定子，通过驱动器供电形成电磁场，驱动永磁体的转子转动。	效率高、结构紧凑、单位扭矩大、易维护、静音	旋转关节和线性关节	机器人、医药、机床包装、印刷、加工和通用自动化等应用场景	在磁路和工艺设计方面有一定的技术壁垒：需低压供电，驱动性电路设计和电路转换要求高	
空心杯电机	采用无铁芯转子，定子由永磁体、壳体、法兰组成，没有软磁性牙齿，绕组通过所谓的换向板连接到轴上，线圈在磁铁和外壳之间的气隙中运动。	转速高、响应快、噪音小、耐用性强	灵巧手	机器人、航空航天、军事等需要快速动作、功率较大的随动系统中	技术壁垒高，核心难点在于空心杯线圈绕组成型工艺，对零部件精密制造要求高，我国工艺累积较为薄弱。	

电机：国内市场快速增长，国产厂商有望快速切入细分市场

- **无框力矩电机壁垒相对不高，伺服厂家有望切入。**无框力矩电机的全球龙头企业是美国科尔摩根(Kollmorgen)和穆格(Moog)、瑞士Maxon。产品壁垒接近伺服电机，当前市场份额小，国内伺服龙头企业涉猎较少，步科股份、研一机械等伺服厂家正在切入。
- **空心杯电机全球市场被海外企业垄断，内资企业面向国内中低端市场。**NTCysd预计2028年全球空心杯直流电机市场规模达11.86亿美元，2022-2028年CAGR为8.47%。两大龙头是瑞士MAXON、德国Faulhaber，鸣志电器、鼎智科技等厂商相对有优势。

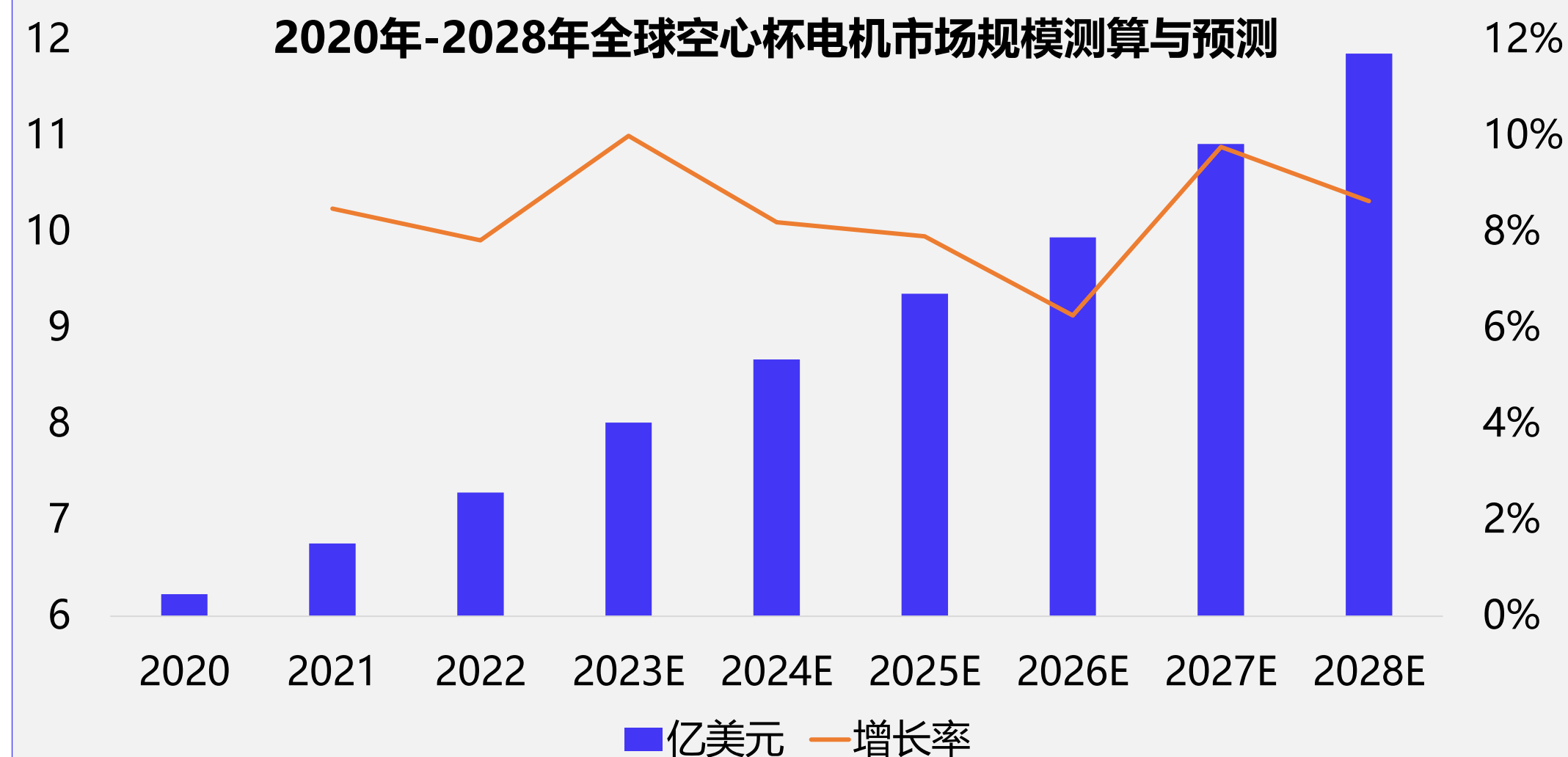
国内研发无框力矩电机的伺服龙头较少，步科股份、研一机械等正在切入

2022年中国伺服市场竞争格局



预测空心杯电机市场快速增长，鸣志电器、鼎智科技等厂商相对有优势

2020年-2028年全球空心杯电机市场规模测算与预测



减速器：调整电机的输出动力，用于旋转关节和灵巧手

- 减速器是连接动力源和执行装置的中间件，将转速降到各关节所需速度并增加扭矩，以满足对动力输出的要求，主要用于旋转关节和灵巧手。优质的减速器能够提供稳定的传动和高精度的定位，从而保证机器人的运动稳定性和精度。
- 人形机器人主要用到谐波减速器和RV减速器，谐波减速器体积小、精密度高，主要用于小臂、腕部等；RV减速器适合重负载精密减速领域，主要用于基座、大臂等。

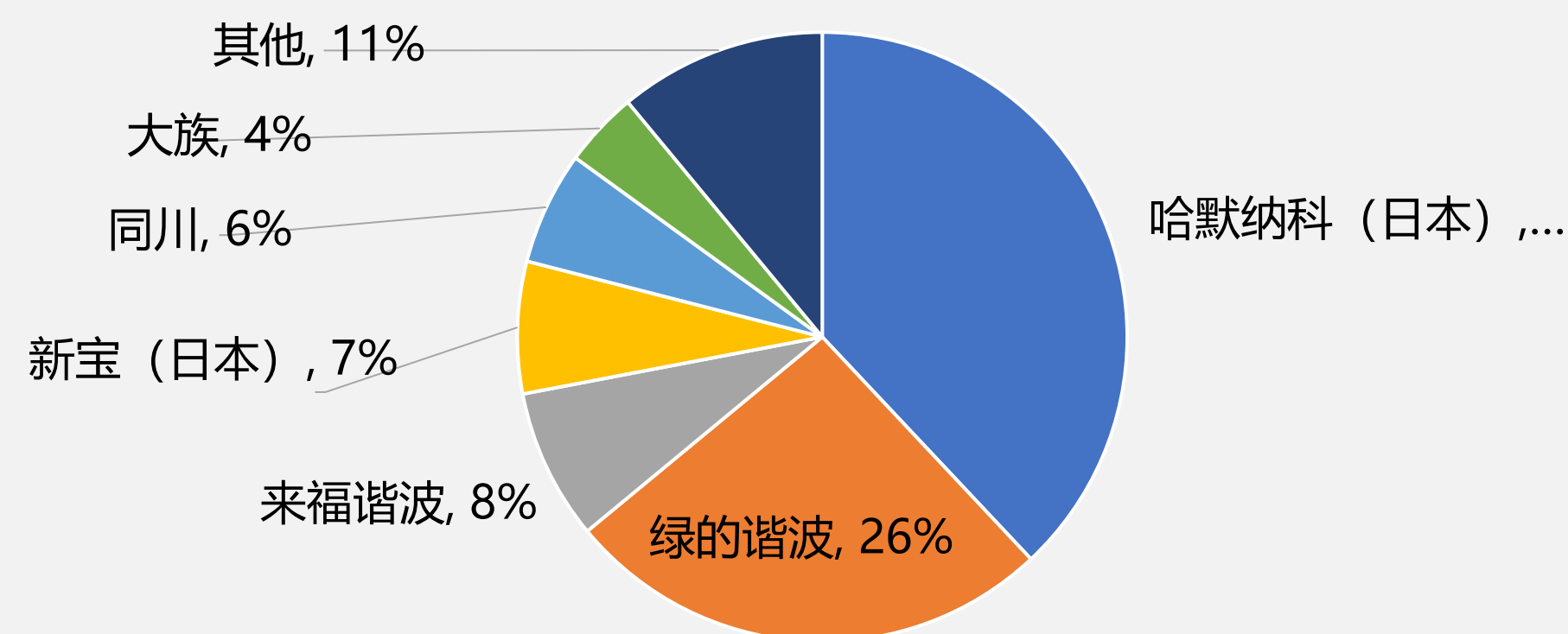
	工作原理	性能指标	性能特点	应用场景	终端领域	示意图
谐波减速器	通过柔轮的弹性变形传递运动，主要由柔轮、刚轮、波发生器三个核心零部件组成与RV及其他精密减速器相比，谐波减速器使用的材料体积及重量大幅度下降	传动效率>75%； 减速比30-160； 输出扭矩6.6-921Nm	体积小、传动比高、精密度高	主要应用于机器人小臂腕部或手部	3C、半导体、食品、注塑模具、医疗等行业中通常使用由谐波减速器组成的30kg负载以下的机器人	
RV减速器	通过多级减速实现传动，一般由行星齿轮减速器的前级和摆线针轮减速器的后级组成，组成的零部件较名	传动效率>80%； 减速比30-192； 输出扭矩101-6135Nm	大体积、高负载能力和高刚度	一般应用于多关节机器人中基座、大臂、肩部等重负载的位置	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	

减速器：日企龙头占据国内主要市场份额，国产替代加速

- **谐波减速器国产化加速，国内厂商占比显著提升。** 2022年中国谐波减速器市场规模约为21亿元，长期被哈默纳克（日本）垄断，随着绿的谐波创新研发P型齿，率先开始国产替代，其他国内小厂逐步起量。
- **RV工艺更复杂、壁垒更高，国产化率仍偏低。** RV减速器结构复杂、加工精度要求更高，包括热处理、精加工、装配等，可直接影响寿命和性能。目前全球市场仍被纳博特斯克垄断，2022年其占据全球53%的份额。

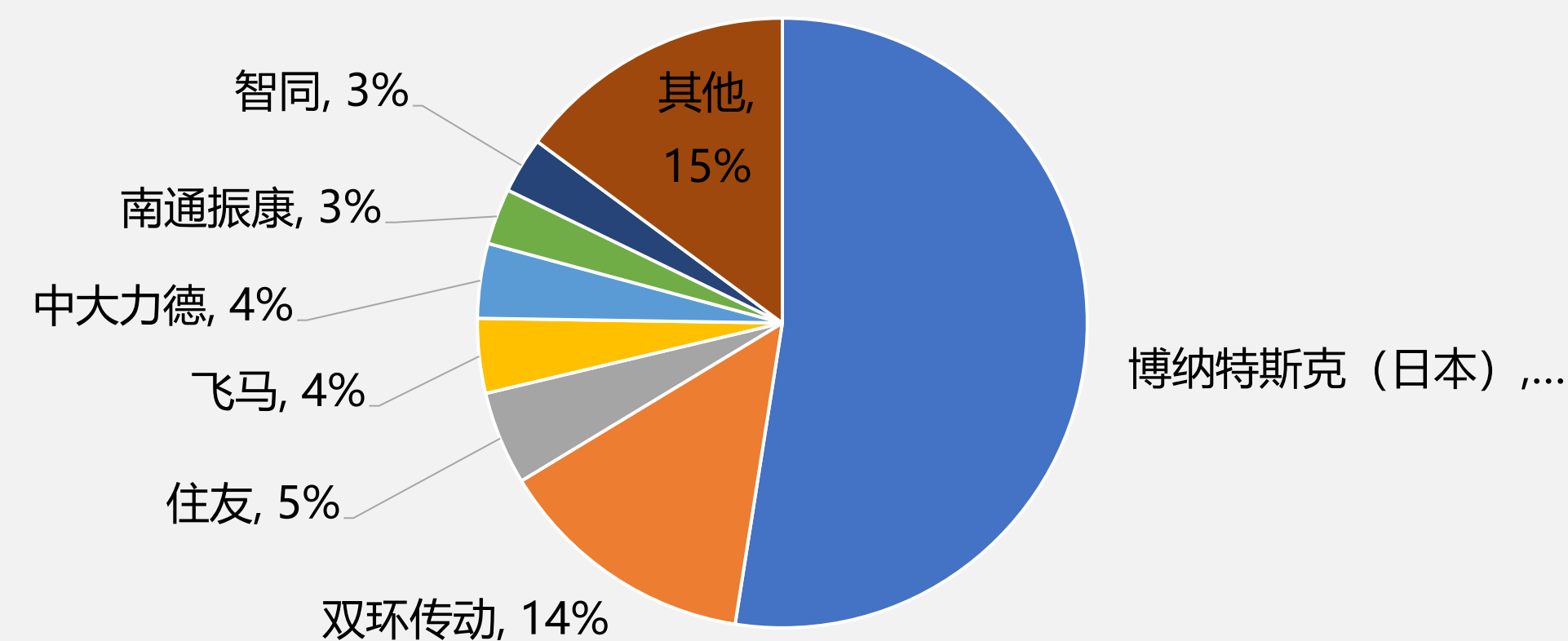
全球谐波减速器龙头是日本哈默纳科，国内以绿的谐波、来福谐波为主

2022年中国谐波减速器市场竞争格局



全球RV减速器龙头是日本博纳特斯克，国内以双环传动、珠海飞马为主

2022年中国RV减速器市场竞争格局



丝杠：将旋转运动转化为直线运动，用于线性关节

- **丝杠是将旋转运动转为直线运动的传动部件，要精准输出动力并运动一定距离，对精度、强度、耐磨性有较高要求。丝杠主要可分为梯形螺纹丝杠、滚珠丝杠、行星滚柱丝杠，滚珠&滚柱丝杠传动效率可达98%，用于人形机器人的线性关节。**
- **滚动丝杠主要包括滚珠丝杠和行星滚柱丝杠两类，滚柱丝杠承载能力较滚柱高4-5倍、额定动载荷（寿命）高3-4倍、转速更高，更适合用于人形机器人。**

	工作原理	传动效率	传动速度	传动精度	性能特点	经济性	应用场景	示意图
行星滚柱丝杠	在主螺纹丝杠的周围布置了6-12个螺纹滚柱，由传统滚珠丝杠式的点接触变成了精度、承载力更高的线/面接触	90%-98%	快 转速可达6000RPM， 加速度可达 7000rad/s~2	精度最高的G1级可达 6μm/300mm	具有高承载、耐冲击、高速度、噪声低、高精度、长寿命等特点，对滚珠丝杠、液压驱动等技术路线形成有效替代，应用场合要求最高	价格高	精密机床、机器人、军工装备等需要高负载、高精度场合	
滚珠丝杠	滚动摩擦，螺杆的旋转使滚珠推动螺母轴向移动，同时滚珠沿螺旋形凹槽滚动		较快 一般额定最高转速在3000-5000RPM间，随 导程变化有所调整	CO级滚珠丝杠 最低可达约 4μm/300mm	由于滚珠存在相互碰撞及末端急剧转向致高转速条件下传动效率降低、噪声只适用于对精度要求高的中等性能要求的场合	价格较高	数控机床、定位工作台等需要精密传动的场合	

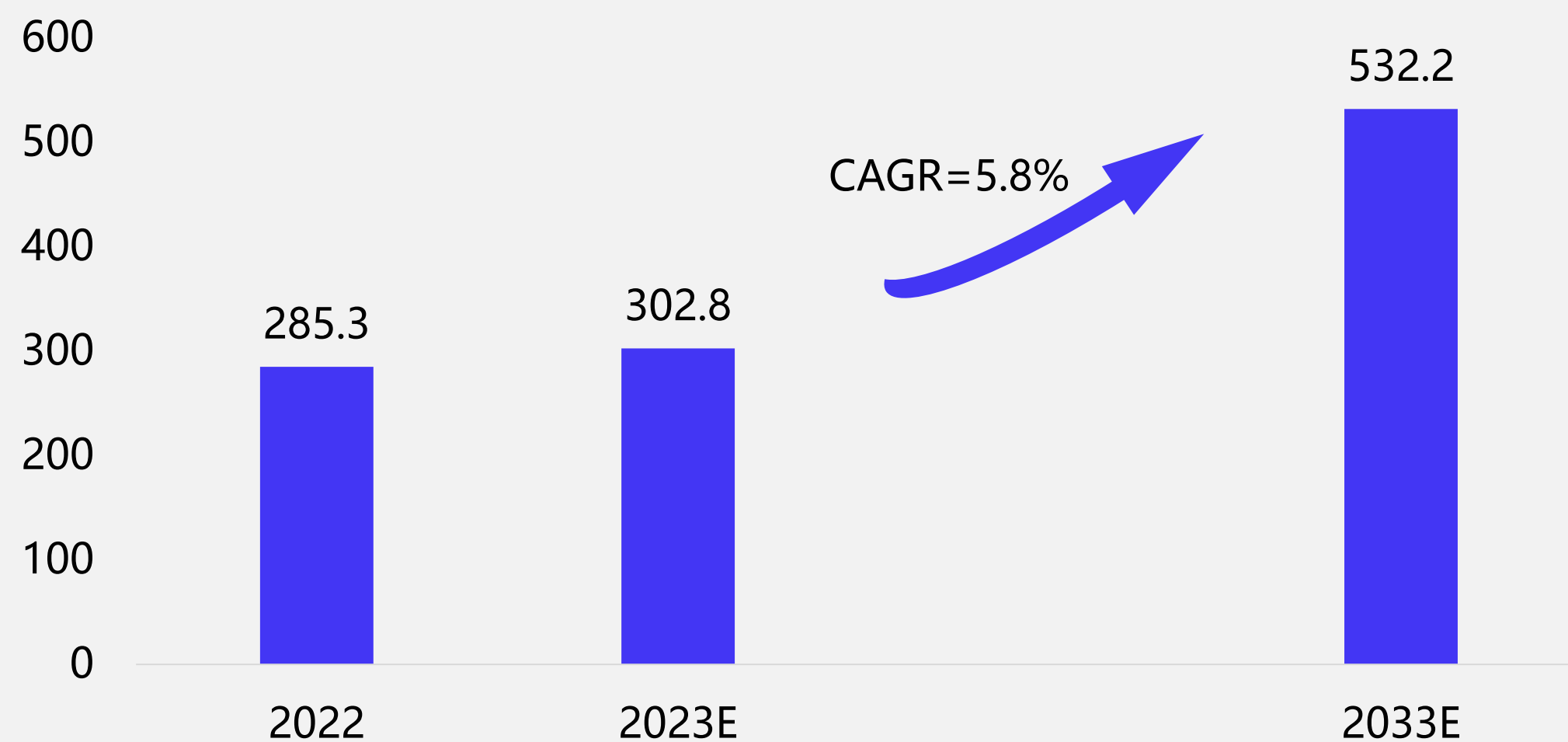
数据来源：公开资料，创业邦研究中心整理

丝杠：市场被欧美企业垄断，高端产品的国产化程度仍较低

- **滚珠丝杠企业可延伸至生产滚柱丝杠，设备等有同源性。**设备差异不大，车床、螺纹磨床、热处理设备等相似，但工艺不同，如砂轮的设计，丝杆与小丝杠的结构，精度要求等均不一致，仍需时间拓展。
- **行星滚柱丝杠产能主要集中在欧、美，国内企业起步较晚，国内市场主要依靠海外进口。**2022年国内行星滚柱丝杠市场集中在国外龙头制造商Rollvis、GSA和Rexroth，市场份额占比分别为26%、26%、12%。国内以南京工艺、济宁博特、优仕特为主。

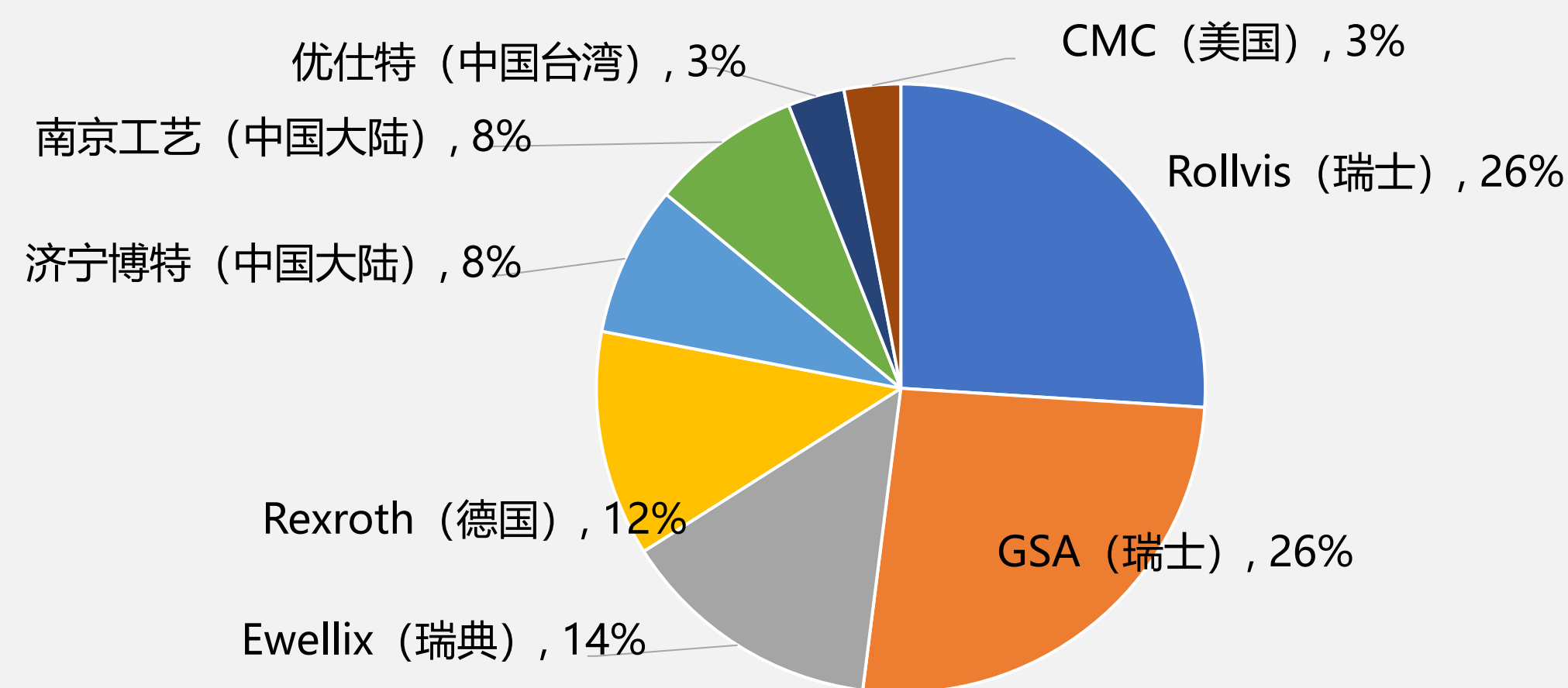
机器人、精密机床等设备的应用将推动滚柱丝杠市场规模快速增长

全球滚柱丝杠市场规模发展及预测 (百万美元)



国内市场份额由欧美企业垄断，国内以南京工艺、济宁博特为主

2022年中国行星滚柱丝杠市场份额占比



控制器：内置运控算法，用于规划人形机器人的运动方式

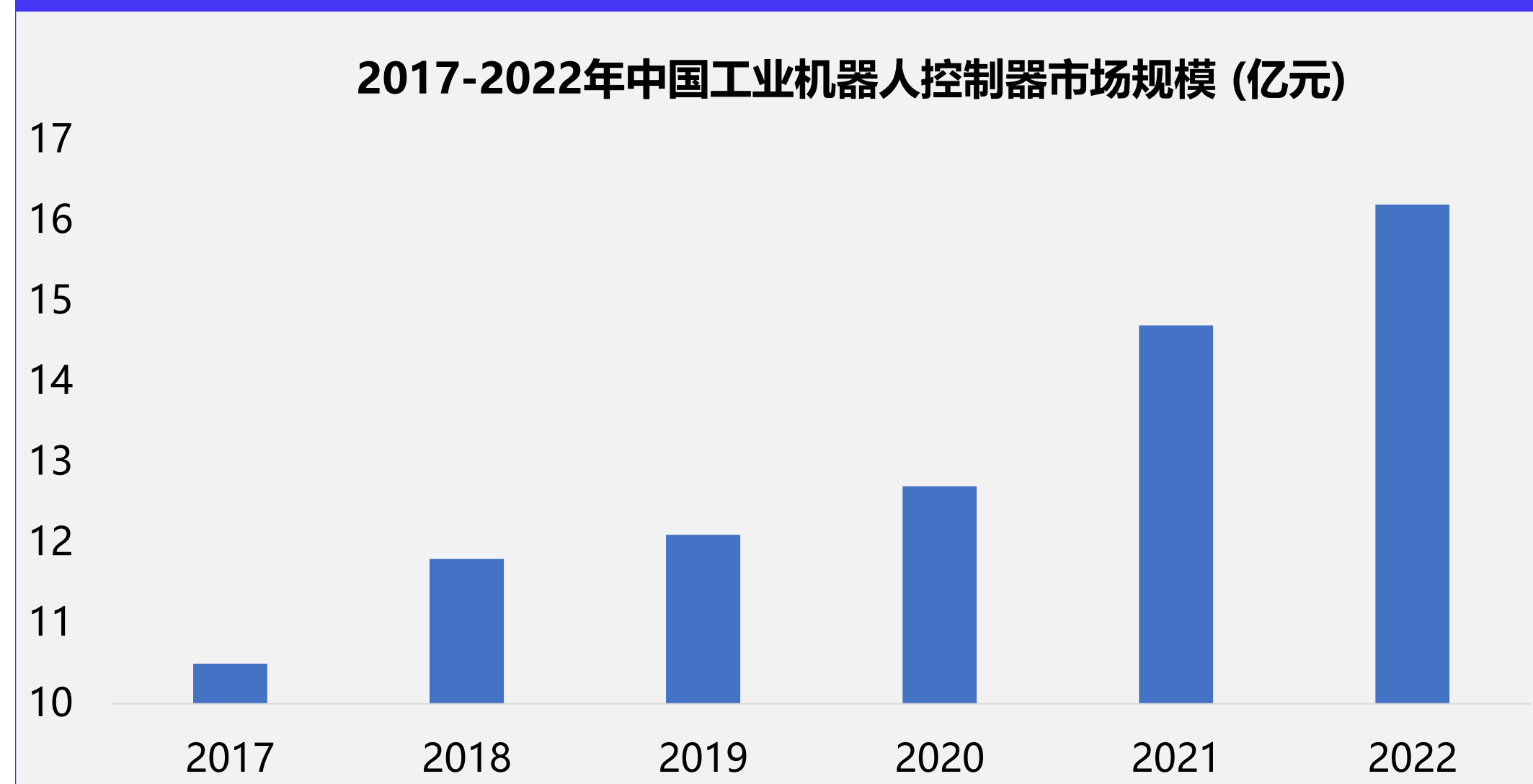
- **控制器负责规划机器人的运动方式**，通过硬件和软件发布并传递动作指令，控制机器人的运动位置、姿态、轨迹和操作顺序等，保证机器人系统的正常运行，使机器人达到所要求的技术指标。
- **控制器包含硬件和软件两部分，硬件是工业控制板卡，软件则是控制算法。**一般较成熟的机器人厂商多半自行开发控制器，以保证品质的稳定性及产品的维修体系，因此，也是各机器人制造商的核心技术所在。

	核心组成		技术指标	难点		现状
	硬件部分	软件部分		硬件部分	软件部分	
控制器	1) 微处理器、存储器、电路接口、传感器接口、通信接口等 2) 固化在微处理器、存储器、可编程逻辑器件等元件中的软件 3) 将运动控制卡集中在机器人PC上，即示教器	1) 软件类别：实时操作系统、运动控制指令编译器、运动控制参数的预处理及优化、运动控制函数等软件； 2) 软件核心：感知算法和控制算法两类，具体有环境感知算法、路径规划和行为决策算法、运动控制算法等	1) 位姿准确度和位姿重复性 2) 轨迹准确度和轨迹重复性 3) 位置控制方式 4) 控制轴数	1) 配套设备方面，控制器性能是整体效果体现，控制器性能好坏与伺服系统、减速器性能息息相关 2) 不同伺服系统（如电机、驱动器、编码器）、减速器性能对控制器算法的参数影响大	1) 算法参数不明确：同样路径/场景，成熟企业的算法及其参数设定不公开，我国都是自定参数，如抑震算法、转矩波动补偿等，不利于机器人的稳定性、精确性 2) 样本少：我国工业机器人发展晚，目前针对实际应用场景积累的数据少、工业机器人实际运转的数据（如磨损、稳定性、寿命等参数）对目标或环境的影响等积累少，无法通过大量工业实践数据优化模型算法	1) 为提升本体硬件与软件的适配性，主流本体机器人厂商逐步自主开发控制器 2) 目前国内外差距很大，具体表现为软件独立性差、容错性差等

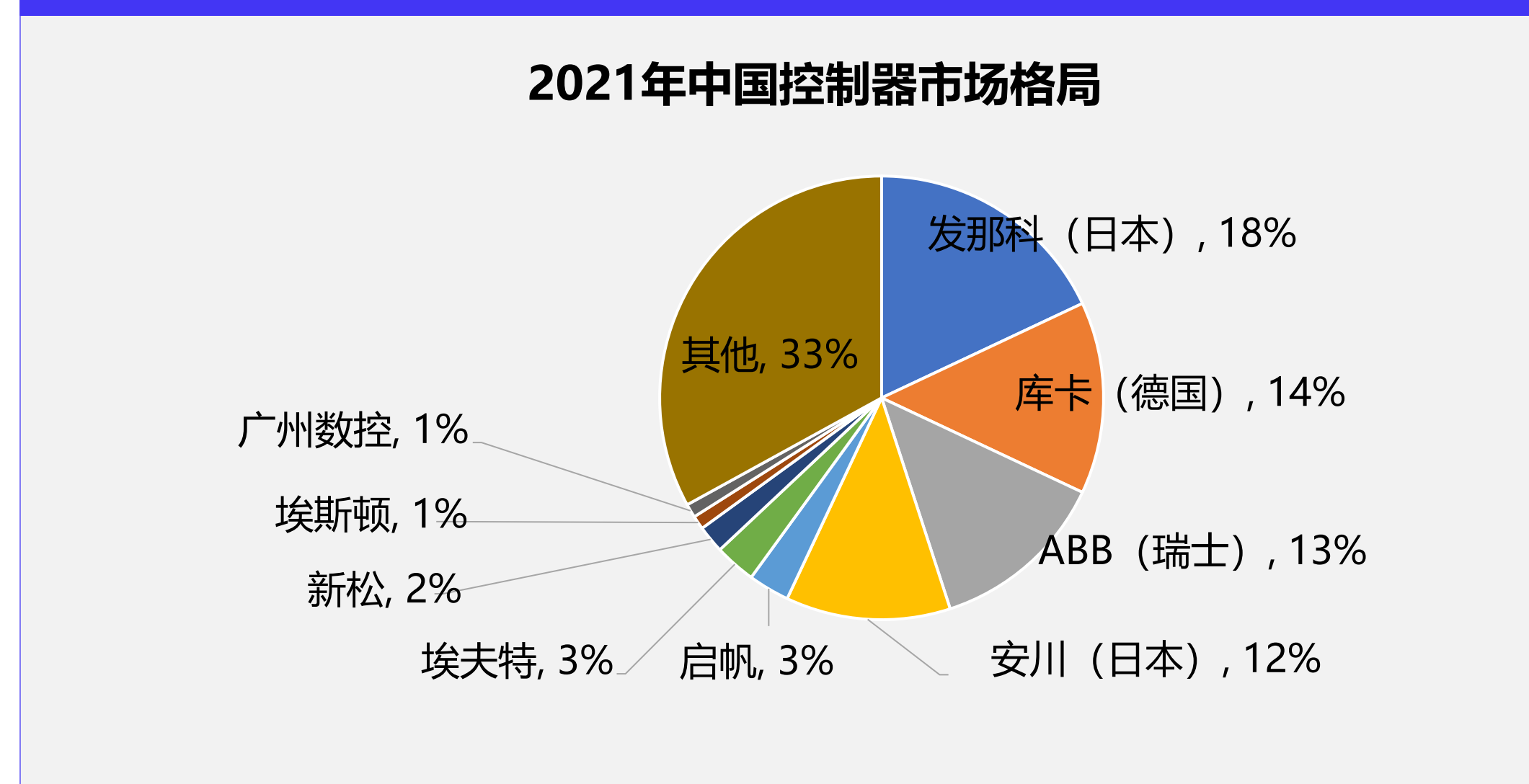
控制器：国外厂商占国内市场主导地位，国产化率不足20%

- 2022年全球机器人控制器市场规模为60.24亿元，预计将在2028年达到88.63亿元，年复合增长率预计为6.71%。**中国工业机器人控制器市场规模为16.2亿元。**
- 从竞争格局看，国外厂商占据主导地位，2021年发那科、库卡、ABB和安川占据国内机器人控制器约58%的市场份额。**国内控制器企业分散、厂商竞争力较弱，卡诺普、万讯自控、固高科技等企业尚未形成有效市场竞争力，国产率不足20%。**

2022年中国工业机器人控制器市场规模为16.2亿元



国外厂商占国内控制器市场主导地位，国内企业分散、竞争力较弱



传感器：用于人形机器人外界环境感知与状态检测

- **传感器将输入信号转为电信号，是感知模块的核心，用于头部、关节、躯干中等。**人形机器人特有的空间限制、灵敏度要求、高度集成的反馈决策系统等，对传感器的性能要求较高，且实现具身智能的内外感知所用的传感器数量也较多。
- **视觉、力矩、惯性传感器是人形机器人中应用最为广泛的三类传感器。**视觉类传感器实现对环境的深度感知，六维力矩传感器用来感知压力或输出扭矩，惯性传感器用来帮助机器人实现定位、测量、平衡、跌倒检测等功能。

人形机器人中传感器的布局，及最主要的三类传感器

位置	传感器种类	作用
头部	视觉传感器	视觉成像，建图定位，导航
	麦克风传感器	语音识别，进行语音交互
	红外相机或红外传感器	感知物体存在
关节	足部力控	通过气压传感器或压力传感器检测足底
	手部力控	检测握力、触觉等，控制手部电机
	关节力控	检测关节输出扭矩
躯干内部	温度传感器	监测温度，帮助散热
	温度、压力传感器	监测机器人体征
	IMU惯性导航模组	平衡和稳定行走的关键床拿起，如三轴加速计、三轴陀螺仪
躯干表面	接近传感器	超声波雷达或TOF测距
	光电开关或压力薄膜	直接感知触碰

人形机器人最主要的三类传感器

视觉传感器

★ 典型代表：
摄像头



力矩传感器

★ 典型代表：
六维力矩传感器



惯性传感器

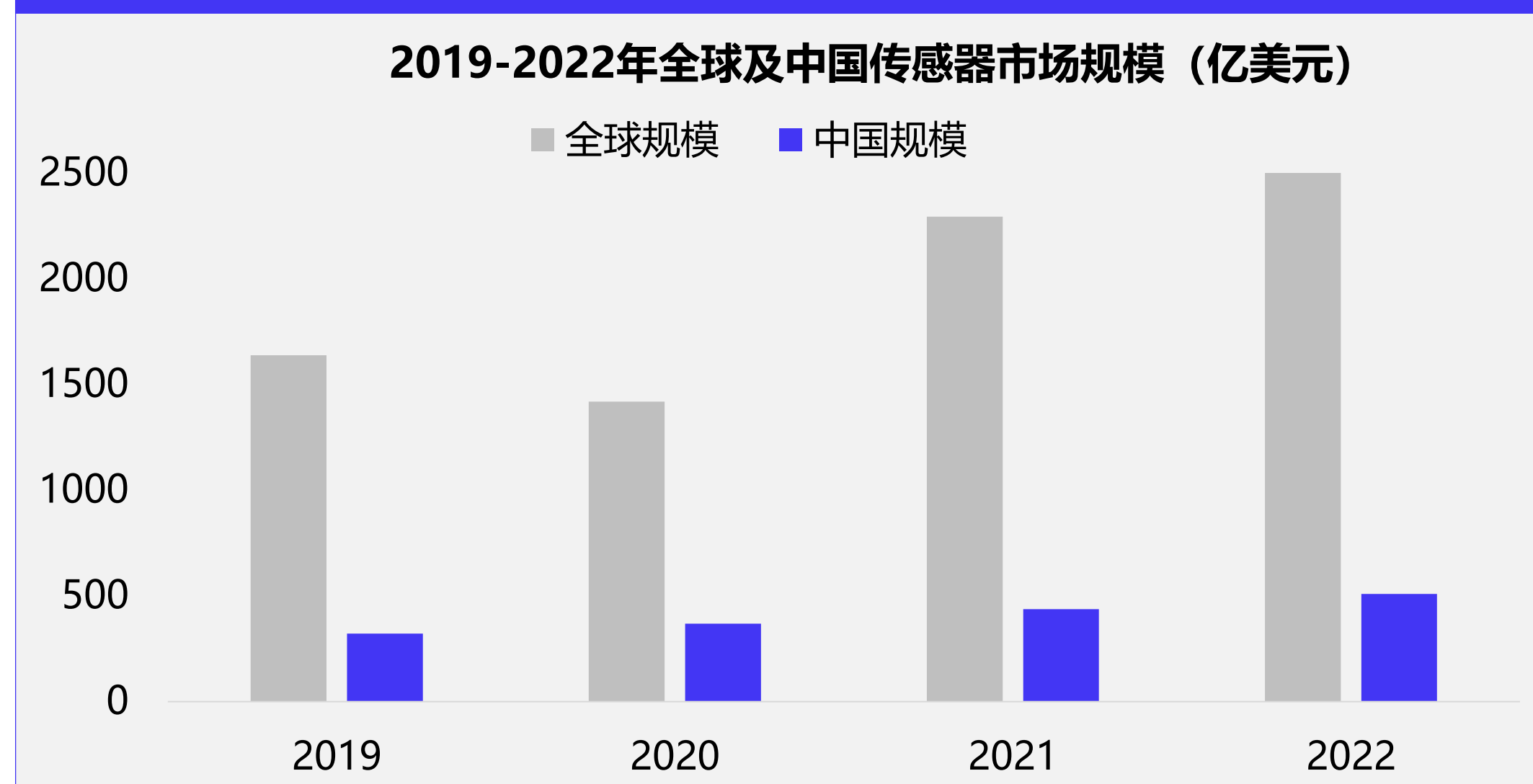
★ 典型代表：
惯性测量单元 (IMU)



传感器：国内传感器市场分散，产品集中在中低端市场

- **2022年全球传感器市场规模为2512.9亿美元，同比增长10%。**中国传感器市场规模增速相对稳定，由2019年的321.9亿美元提升至2022年的510.1亿美元，年增速维持在20%左右，在全球市场中的份额也保持相对稳定。
- **中国传感器行业起步较晚，目前国内市场主要由国际厂商主导。**国际传感器行业龙头企业占据了国内超过60%的市场份额，高端传感器领域更是80%依赖海外企业。国内传感器企业较为分散，且产品主要集中在中低端。

中国传感器市场规模增速相对稳定，2022年规模约为510.1亿美元



中国传感器市场被国外龙头垄断，国内企业产品集中在中低端

视觉传感器	<ul style="list-style-type: none"> ★ 海外企业：安森美（美国）、基恩士（日本）等 ★ 中国企业：海康威视、凌云光、奥比中光等
力矩传感器	<ul style="list-style-type: none"> ★ 海外企业：ATI（加拿大）、Sintokogio（日本）等 ★ 中国企业：坤维科技、蓝点触控、宇立仪器、鑫精诚等
惯性传感器	<ul style="list-style-type: none"> ★ 海外企业：Bosch（德国）、意法半导体ST（瑞士）等 ★ 中国企业：芯动联科、美新半导体、敏芯股份等

PART 03

人形机器人应用场景梳理

① 商业服务应用场景

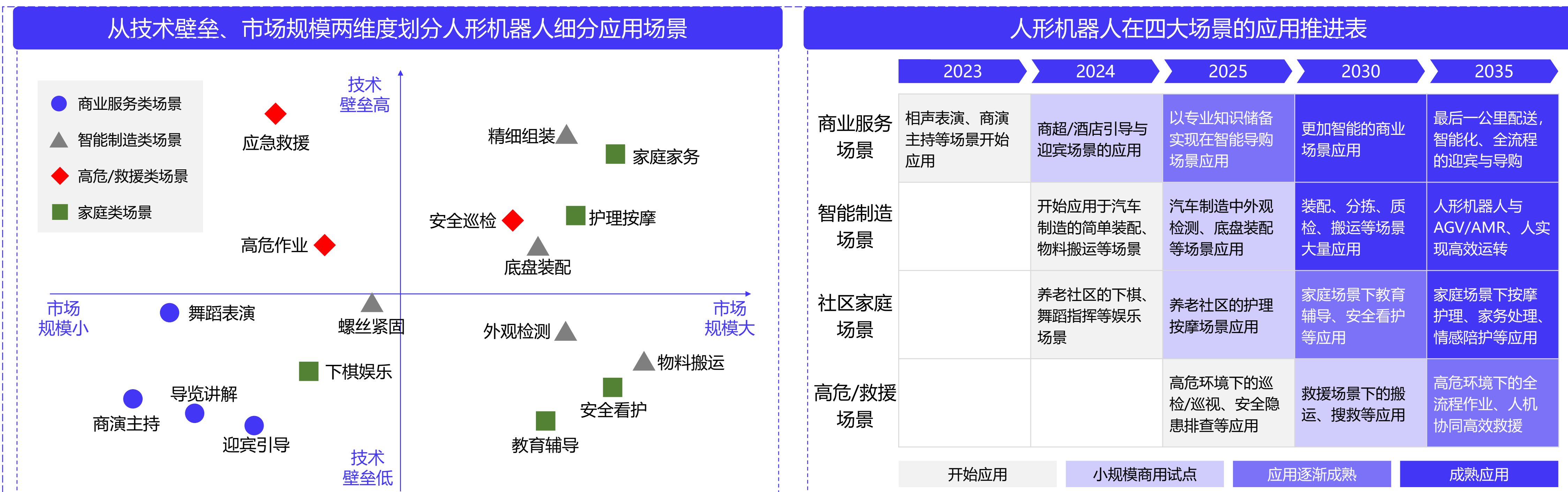
② 智能制造应用场景

③ 社区家庭应用场景

④ 高危/救援应用场景

人形机器人在2年内开始小规模试点，未来5-10年应用逐渐成熟

- **当前阶段，人形机器人应用主要受技术能力与场景空间两因素影响。**从场景的结构化与标准化程度看，场景结构化程度越高，对技术性能要求越高，则技术壁垒越高，反之则越低；从场景的广度与深度看，场景越深，市场空间越大，反之则越小。
- 基于技术壁垒与市场空间两因素，对商业服务、智能制造、社区家庭、高危/救援四大场景的细分应用进行划分，进一步描绘出人形机器人在四大领域从开始试用到逐渐成熟的过程，**未来两到三年开始在各行业有小规模商用，未来五到十年应用将逐渐成熟。**

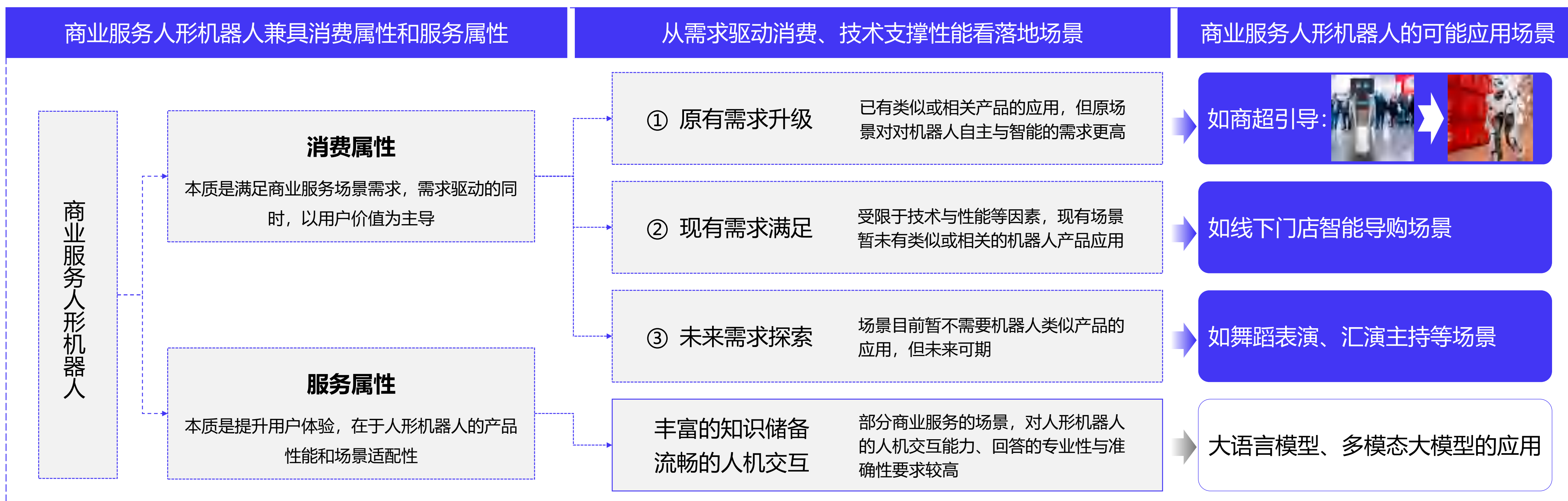


数据来源：创业邦研究中心整理

说明：此图中的“人形机器人”专指“大尺寸双足人形机器人”。

商业服务应用场景：优先在导览讲解、迎宾接待细分场景应用

- **商业服务人形机器人兼具消费属性和服务属性**，前者是用户价值导向的消费驱动，后者是性能提升以满足用户体验。大模型技术优化人形机器人的交互能力后，从原有需求升级、现有需求满足、未来需求探索三个维度下，探究其在商业服务领域的逐步落地。
- **商业服务应用将成为人形机器人最快应用的场景**。商业服务人形机器人主要应用在封闭环境下的室内场景中，迎宾接待、导览讲解等场景对机器人的运动性能要求不高，且部署周期短，将成为商业服务领域的最先落地场景。



商业服务应用场景：将成为人形机器人最快应用的场景

- 当前，商业服务人形机器人产品应用在展览展厅、商超酒店、网点大厅等场合，主要用于迎宾接待、导览讲解、需求解答、舞蹈表演等。**优必选、达闼科技、傅利叶智能、星动纪元**等公司在商业服务人形机器人领域有布局。
- **商业服务人形机器人当前主要在简单场景中试用，规模化应用仍要面临价格、环境适应能力、可靠性三个方面的主要挑战。**人形机器人行业发展仍在初期阶段，产品的应用也局限在简单场景的商业化试水阶段，其价格、环境适应性、可靠性仍需进一步在场景中验证。

当前布局商业服务人形机器人的公司，及产品应用场景

优必选

- ① 展馆展厅：迎宾接待、导览讲解、娱乐表演；
- ② 影视综艺：主持&颁奖、相声&脱口秀、舞蹈表演等；



达闼科技

- ① 网点大厅：迎宾接待、客户引导等；
- ② 商超/酒店：客户接待、需求解答等；
- ③ 商业汇演：舞蹈表演



星动纪元

- ① 酒店：搬运物品；
- ② 商超：咖啡制作、端茶送水；



人形机器人在商业服务领域应用的三个主要问题

➤ 问题一：成本

人形机器人的核心零部件、系统研发于集成，使得当前人形机器人的成本高昂，相较于人工成本而言，商用机器人无绝对优势。

➤ 问题二：环境适应能力差

人形机器人在商业服务领域多被用于商场、酒店、办公楼等场合，在这些不断发生变化的复杂环境下，机器人的导航避障能力较差。

➤ 问题三：量产可靠性问题

人形机器人目前并没有实现量产，其在商业服务领域面向个人消费者时，量产后产品可靠性的问题未知。

智能制造场景应用：优先在汽车制造行业的结构化场景中落地验证

- **智能制造将成为人形机器人首个大规模应用的领域。**工业生产制造的链条长、场景多，为人形机器人产业化落地提供了应用的可能，且有部分场景环境固定、操作简单，对人形机器人的负载能力、操作精度等性能要求相对低，成为人形机器人商业化的“试验田”。
- **汽车智能制造领域有上述相对标准的结构化场景，**也由此成为人形机器人应用的首选，在底盘装配、外观检测等细分领域已经有测试类的应用；此外，在3C制造领域的装配环节也成为“机器替人”的优先应用场景。

人形机器人优先在智能制造领域应用的三个优势点

1. 生产制造领域链条厂、场景多

尤其是离散制造行业，产业链条长、场景各异，具象化的场景为人形机器人的应用创新的培育提供了优质土壤

2. 部分结构化场景的环境固定、操作简单

制造领域中不乏有相对标准化的场景，且环境稳定、流程简单、操作单一，成为人形机器人应用的优质“试验田”

3. 少数场景对人形机器人性能要求低

在上述“试验田”中，少数场景对人形机器人的负载能力、操作精度、智能化程度的性能要求并不高，成为人形机器人的应用首选场景

汽车制造行业细分场景应用：

- ① **汽车底盘装配：**通过机械手臂和灵巧手，实时调整策略进行组装；
- ② **外观检测：**利用视觉系统、激光测距仪、高清摄像头与图像处理算法有效实现外观检测；
- ③ **物料搬运：**根据作业流程，对上下物料进行识别、搬运、码垛等操作；
- ④ **螺丝紧固：**部件组装；
- ⑤ **齿轮模组点油：**对组装好的齿轮模组点润滑油的操作。



智能制造场景应用：人形机器人首个大规模应用的领域

- **人形机器人当前在智能制造领域的产业化落地仍有三个主要问题存在**，一是动作速度慢、作业效率低，二是在泛化场景下的稳定性与可靠性不高，三是部署周期长，这也成为人形机器人未能在工厂中大规模试用的主要原因。
- **垂类场景中的应用，有助于人形机器人在实际场景中不断打磨**，给产品可靠性、功能性等方面形成正向反馈，也让厂商对一线场景应用积累更丰富的行业knowhow。据长城证券测算，制造业人形机器人市场规模将在2030年达到236.96亿美元。

人形机器人在智能制造领域应用的三个主要问题

➤ 问题一：速度慢、效率低

人形机器人的应用，本质上是通过对人的替代实现降本增效，受限于当前的技术能力，人形机器人的商用性能并不高，场景应用的作业效率也较低。

➤ 问题二：稳定性与可靠性不高

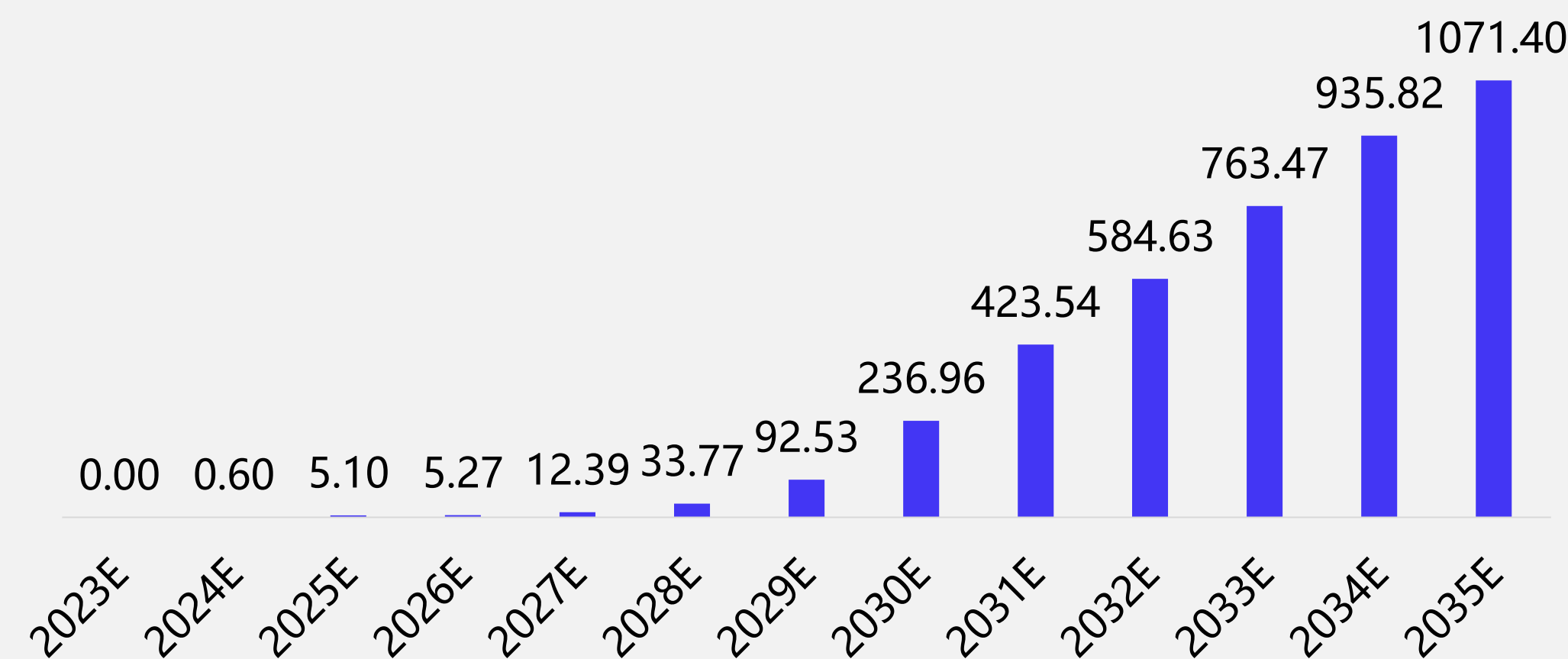
人形机器人依托大模型与运控算法实现端到端的控制，同时带来的long horizon 问题导致其工作的准确性与稳定性仍有较大提升空间。

➤ 问题三：部署周期长

人形机器人的应用，需要模块化组件的调试、对作业环境的感知与建模，及对作业流程的算法编程，应用不成熟带来部署周期长的问题。

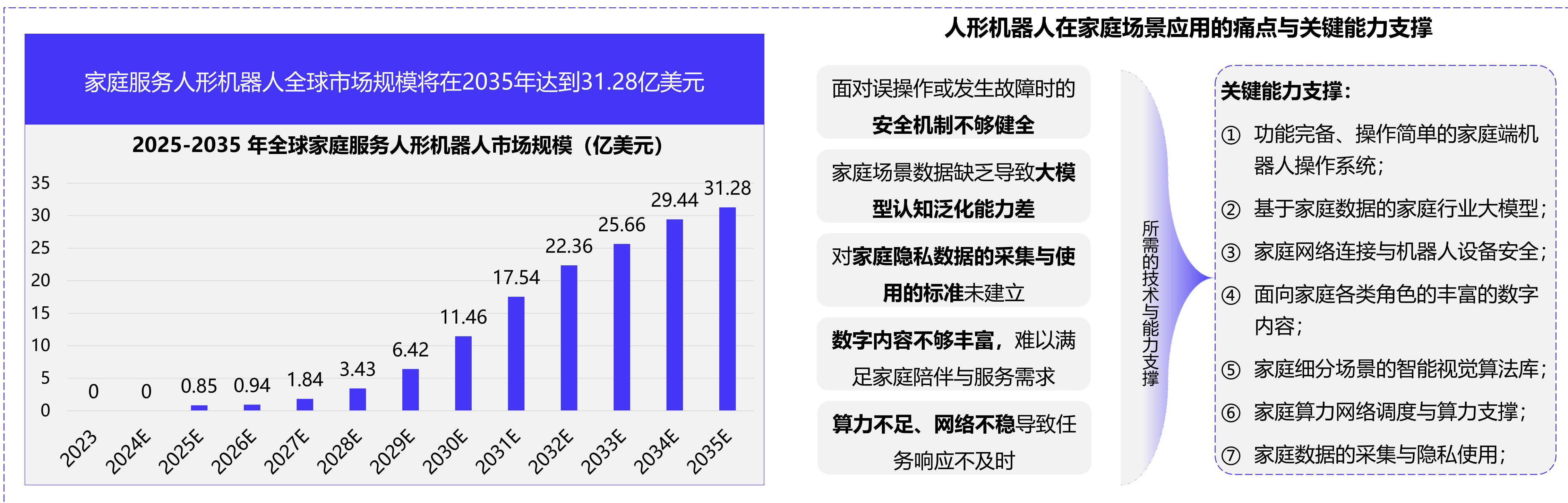
制造业人形机器人市场规模将在2030年达到236.96亿美元

制造业人形机器人全球市场规模（亿美元）



社区家庭应用场景：最具潜力的应用市场，需要高标准安全机制支撑

- **家庭场景是人形机器人最具应用潜力的市场应用。**据测算，家庭服务人形机器人全球市场规模将在2035年达到31.28亿美元，但人形机器人在家庭场景落地仍需要至少5年时间，主要原因是其在安全机制、认知泛化、数据采集、算力网络等方面存在的问题与难点。
- **从功能看，人形机器人走入家庭可分为陪伴和服务两个路线，**陪伴是针对老幼的情感陪护、安全看护、教育/娱乐等，服务是整理家务、家居管理等活动。这对机器人的安全机制、泛化交互等提出更高要求，更需要家庭数据、数字内容、网络连接等底层能力与技术支持。



数据来源：长城证券、公开资料，创业邦研究中心整理

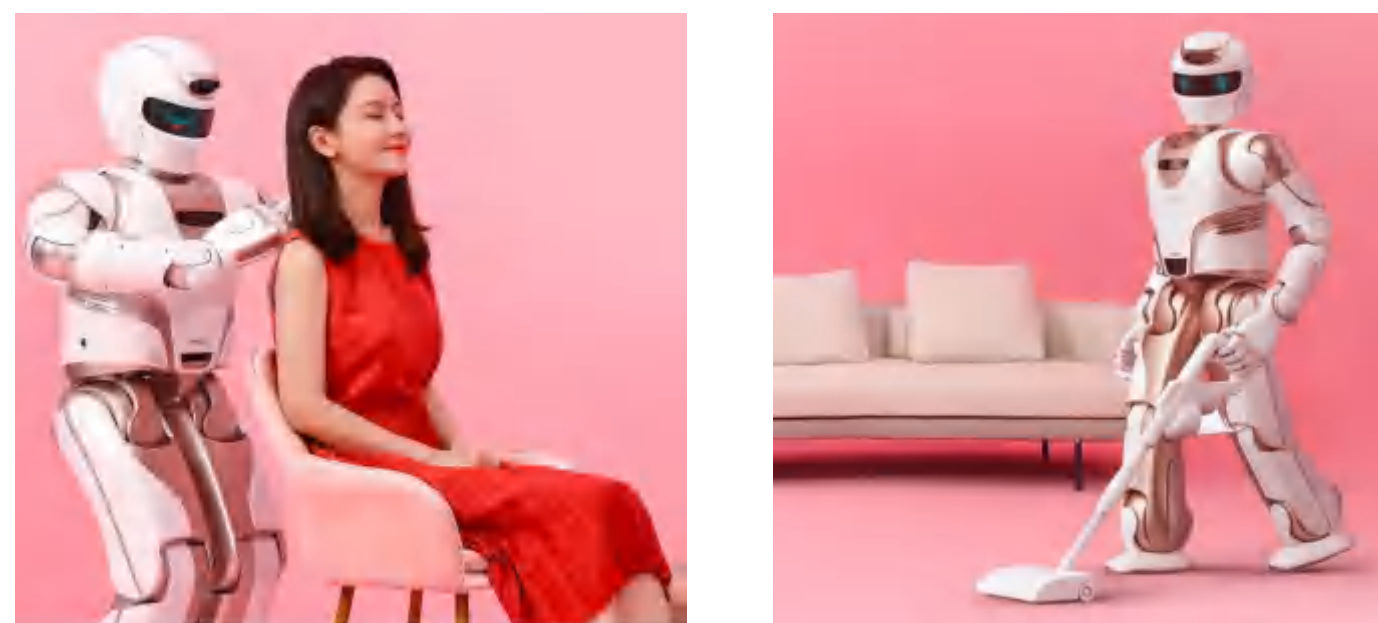
社区家庭应用场景：陪护、服务是家庭人形机器人应用的两大核心

- **当前，已有部分厂商尝试将人形机器人应用于家庭场景，完成简单家务、互动交流等**，比如优必选科技人形机器人通过手眼协同完成扫地、按摩等任务，达闼科技为人形机器人开发云端大脑，实现人形机器人流畅的互动交流体验。
- **中国移动积极布局人形机器人产业**。凭借中国移动在网络连接、算力调度、家庭数据、智慧家庭生态等方面的能力沉淀，围绕家庭人形机器人，从操作系统、家庭行业大模型、家庭算力网络等基础能力持续发力，构建智慧家庭新一代技术体系。

优必选科技、达闼科技、中国移动将人形机器人应用在家庭场景的核心能力与技术布局

优必选：视觉传感器、规划算法、末端控制，实现家务处理与情感交互

人形机器人搭载四目系统、双RGBD传感器，融合多层规划算法、末端柔顺控制等，实现自主操控冰箱、咖啡机、吸尘器等家电，并利用末端柔顺控制完成按摩、拧瓶盖、端茶倒水等家居任务。



达闼科技：自研RobotGPT，搭建多模态AI服务平台，打造云端大脑，助力机器人实现家庭应用

自研RobotGPT，搭建RobotGPT多模态人工智能服务平台，为人形机器人打造云端大脑，让其完成如迎宾接待、导览引领、物品递送、自动巡逻、互动交流、陪护照看、艺术创作等。



中国移动：深入家庭生活场景，设计核心交互功能

面向老年人的娱乐互助、家务协助等陪伴场景；面向儿童的兴趣培养、教育辅导等场景；面向成年人的精神陪伴、压力缓解等场景；面向宠物的喂养与看护场景。



社区家庭应用场景：家庭机器人产品矩阵，更需前瞻性布局人形机器人

- **中国移动家庭机器人产品矩阵**：研发多种形态的陪伴、宠物、益智机器人，形成了面向家庭全面场景的完整产品矩阵，缓解了人形机器人在当前应用面临的效率、成本、技术的矛盾问题，以产品矩阵和生态体系更好满足消费者家庭应用需求。
- **打造全面的家庭机器人服务体系**：研发“陪你聊”、“陪你玩”、“帮你看”、“帮你干”四大类功能，为家庭人形机器人赋予子女、老师、保姆等角色，打造“HomiBot”家庭机器人服务系统，全面构建人与人/环境/服务的连接。

中国移动“HomiBot”家庭机器人产品体系

机器人产品矩阵

四大核心功能



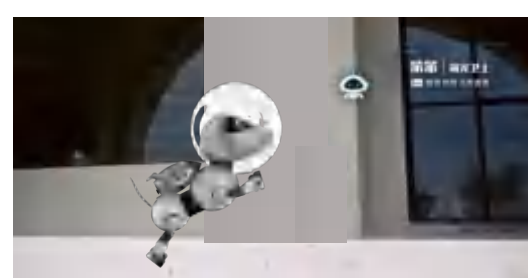
小佳：生活助手

提供主动性的类人陪伴与多元服务，为老人提供贴心、便捷的居家养老生活服务



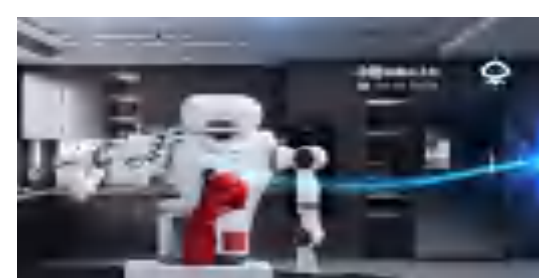
动动：萌宠卫士

情感表现与智能仿生行为融为一体，打造具有生命力和温度的儿童专属成长伙伴



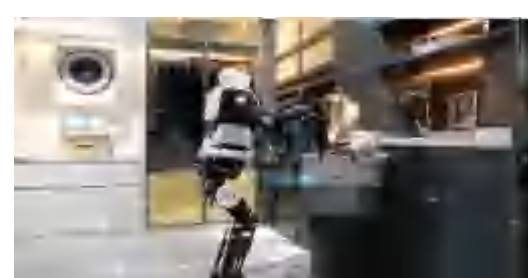
小智：私房大厨

擅长精细操作，是“会干家务”的人形双臂机器人，逐步完成家庭场景下劳力替代



大力：家庭保姆

通用型人形机器人，提高家庭生活的便利性、舒适性和安全性，满足家庭成员的多样化需求



陪你聊
是家人朋友

陪你玩
是专业老师

帮你看
是家庭保安

帮你干
是家庭保姆

一套技术体系

1个商用级平台
Homibot机器人平台

1个开放仿真环境
机器人仿真平台

1系列产业标准

高危/救援应用场景：以高可靠性实现危险环境下人力替代、能力互补

- **人形机器人在高危环境下的应用实现对人力替代，降低作业人员危险性**，在应急救援场景的应用是与人协作共融，提高救援效率，两类场景下的地形复杂、环境极端，人形机器人在高危/救援下的应用成为最有价值的场景，也对机器人的性能提出更高的要求。
- **高可靠性是人形机器人应用于高危/救援场景的最关键性能要求**。对人形机器人本体的安全防护、快速移动、准确控制能力，精确的态势感知能力、智能决策与快速响应等能力的要求更高，



数据来源：《人形机器人创新发展指导意见》、开普勒机器人官网、公开资料，创业邦研究中心整理

PART 04

人形机器人代表性公司

① Figure AI

② 优必选科技

③ 智元机器人

④ 宇树科技

⑤ Agility Robotics

⑥ 中国移动

Figure AI：美国通用人形机器人独角兽企业

公司介绍

公司创立于2022年，总部位于美国加利福尼亚，是通用人形机器人制造商。公司团队规模70人左右，核心团队来自波士顿动力、特斯拉等，目前发布了Figure01，2024年2月进入宝马车间实训，与OpenAI合作将ChatGPT接入Figure01。

公司创始团队与技术路线

公司团队：

- **创始人兼CEO Brett Adcock**毕业于美国佛罗里达大学，连续创业者，2013年创办求职招聘应用Vettery、2018年创立eVTOL公司Archer Aviation，2022年创立Figure。
- **联合创始人兼CTO Jerry Pratt**具有创业经验和20年机器人研究与产业经验。2000年创建了机器人公司Yobotics，后加入IHMC，任高级研究科学家，工作经验长达20年。
- **现阶段团队规模70人左右，主要来自机器人和科技公司。**团队包括AI、控制、嵌入式软件、电气、机械、执行器设计等领域工程师，来自IHMC、波士顿动力、特斯拉、Waymo和谷歌等。

公司技术路线与成果：

- **Figure AI**基于端到端运动控制算法，结合OpenAI的GPT，先于特斯拉公开展示了人形机器人在无需预设程序的情况下的高度自主性和智能化交互。
- **成立一年左右即发布第一代机型Figure01**，目前Figure AI已与宝马汽车达成合作，其AI与机器人技术融入到宝马的实际汽车生产流程中。

公司融资、估值与股东

2024年2月B轮融资后，**估值达到26亿美元。**

轮次	融资时间	融资金额	投资方
B轮	2024/02/25	6.75亿美元	Intel Capital 英特尔投资、Samsung Ventures、Microsoft微软、Amazon 亚马逊、Bold Capital Partners、NVIDIA 英伟达、Parkway Venture Capital、Align Ventures、Tamarack Global、OpenAI、Aliya Capital Partners、LG Innotek、Boscolo Interinvest、ARK Venture Fund、Ethos VC、Manhattan Venture、Shane Neman、Bezos Expeditions、Evolution VC Partners、FJ Labs
A+轮	2023/07/18	900万美元	英特尔资本、Big Sky Partners
A轮	2023/04/19	7000万美元	Parkway Venture Capital领投、FJ Labs、Tamarack Global、BOLD Ventures等

Figure AI：基于端到端的方案，形成模型训练-云端设施-车厂落地的闭环

Figure 01的动态进化与核心升级



- 2024.01, 自主操作咖啡机, 完成打开机盖、放入咖啡包、按下开始按钮, 无需任何远程遥控。

- 2024.02, 自主完成搬起并转移物体动作。

- 2024.03, Figure AI与OpenAI合作, 将ChatGPT强大的语音交互和理解反馈能力移植到 Figure01上, 帮助后者实现场景识别、语义理解、完成指令、预判动作、行为评价, 灵巧手操作顺畅。

➤ **无需编程, 采用端到端的学习模式, 通过神经网络来处理和分析视频数据, 具备自我纠错能力。**

- Figure 01只需看人类示范的演示视频, 加上10小时端到端的训练, 就能学会视频里的操作技巧, 然后完全自主地搞定任务, 例如搬箱子、冲咖啡等。

➤ **端到端的大语言-视觉模型是Figure AI与OpenAI合作的核心, ChatGPT负责视觉推理和语言理解, Figure的神经网络完成快速、低水平、灵巧的机器人动作。**

- 从语言输入开始, 模型接管了一切处理, 直接输出语言和行为结果, 而不是中间输出一些结果, 再加载其他程序处理这些结果。

➤ **Figure01的语言交互与动作处理流程**

- 语言交互流程:** 机器人摄像头采集的视觉图像、机载麦克风捕获的语音命令输入到OpenAI训练的多模态模型VLM中, 转成文字后, 进行任务拆解与推理, 再以文本到语音的方式答复。
- 动作处理流程:** 大模型让机器人拥有短期记忆, 以便联系和理解前后的行为关系, 首先, 预训练模型对图像和文本进行常识推理, 得出高级计划, 其次, 大模型以200hz频率生成24-DOF动作(手腕姿势和手指关节角度), 驱动全身控制器执行。

Figure AI合作生态：绑定科技巨头，共筑资本与技术壁垒

模型合作：OpenAI

Figure AI与OpenAI在模型方面合作, 将ChatGPT接入Figure01, 帮助人形机器人提高语义理解、任务规划、场景识别的能力。

云设施合作：微软

Figure AI与微软在云服务设施方面合作, 为Figure提供了访问其云计算平台Azure的人工智能基础设施培训和存储服务。

场景合作：宝马

FigureAI与宝马合作, 将Figure01用于薄板金属处理任务, 后期将探索完成箱子搬运、拾取和放置任务、托盘装载以及其他重复任务。

优必选：国内人形机器人第一股，已应用于家庭与商业服务场景


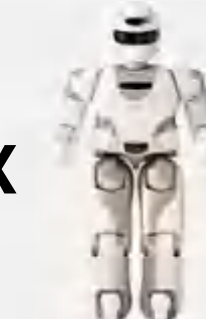

公司介绍

公司2012年成立，2023年底港股上市，是国内首个商业化的大型人形机器人公司。目前公司发布了Walker、Walker X、熊猫机器人悠悠三款大型人形机器人产品，面向AI教育、物流、康养、商业服务等多个行业提供解决方案。

公司产品体系介绍



全尺寸人形机器人介绍

<p>Walker</p> 	<p>Walker X</p> 	<p>悠悠</p> 
<p>搭载36个伺服关节及全方位感知系统，可以平稳快速行走和灵活精准操作，可在常用家庭场景和办公场景的活动和服务。</p>	<p>搭载多维力觉、多目立体视觉、听觉和惯性、测距等感知系统；视觉定位导航、手眼协调、运动及决策能力大幅提高。</p>	<p>以大熊猫为原型设计，用于迪拜世博会中国馆，为参观嘉宾介绍中国熊猫生长、绿色发展等理念和知识。</p>

- | | | | |
|---|--|--|--|
| 
复杂地形自适应
平稳快速行走 | 
动态足腿控制
自平衡抗干扰 | 
手眼协调操作
精准灵活服务 | 
柔顺物理交互
人机交互安全 |
| 
U-SLAM视觉导航
自主路径规划 | 
环境和人体感知
理解数字世界 | 
多模态情感交互
仿人共情表达 | 
AIoT物联网中枢
智能家居控制 |

优必选：具备人形机器人全栈技术能力

公司核心壁垒

① 具备人形机器人领域全栈式技术能力：

公司是少数能量产人形机器人用的高性能伺服驱动器的企业，在机器人运动规划与控制能力、SLAM及自主导航与避障方面技术成熟，同事研发了视觉伺服操作及人机交互的软硬件一体化技术框架，在研发的底层ROSA操作系统中实现高效协调运行。

② 面向多种场景的产品和解决方案的商业化能力：

公司产品及解决方案涵盖教育、物流、家庭等场景，产品矩阵丰富、全面，形成面向多个行业的解决方案成熟商业化能力。

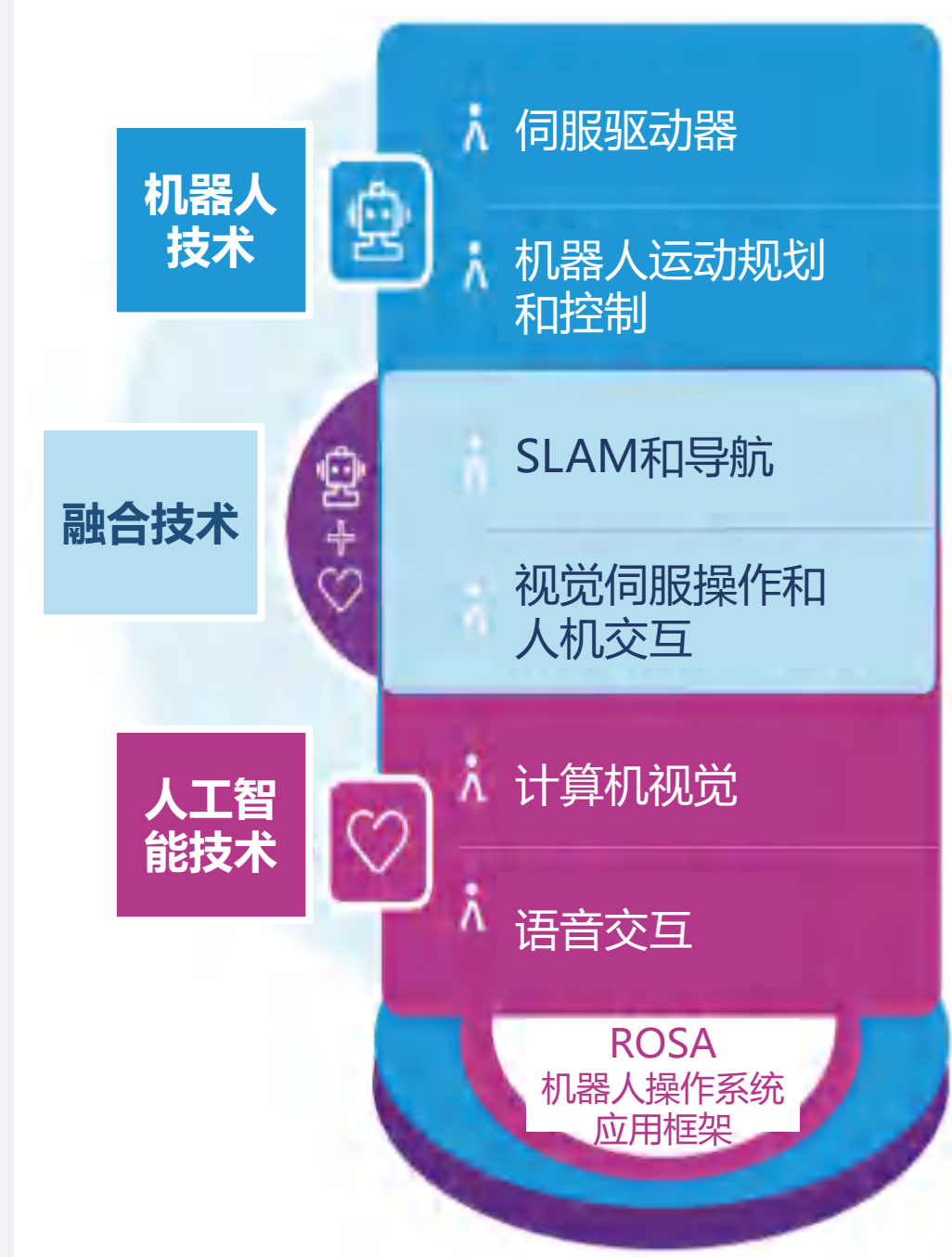
③ 经验丰富的技术团队和管理团队：

优必选的CIO是熊友军博士，深耕人形机器人领域多年，具备丰富的研发经验和能力，其他高层管理人员也在机器人控制与人工智能技术领域有较多相关的产业经验。

④ 立足中国、广结全球伙伴关系：

公司已经与全球最大的电子商务零售商、传媒和娱乐集团、国际语音识别技术公司建立了合作关系，搭建起庞大的生态伙伴体系。

优必选科技三大核心技术



公司融资历史

融资轮次	融资时间	融资金额	投资方
IPO	2023/12/29	10.15亿港元	未披露
基石投资	2023/12/19	5亿人民币	亦庄国投
E++轮	2023/2/21	8.2亿人民币	广西柳州市产业投资
E+轮	2022/12/13	1.61亿人民币	濮阳市金融控股
E轮	2022/7/21	9200万人民币	源星资本、亚昌富
D4轮	2022/7/20	7亿人民币	中科招商等
D3轮	2021/3/29	5亿人民币	厦门市思明区产投
D++轮	2020/12/31	1亿人民币	海源资本
D+轮	2020/11/2	1.8亿人民币	湖州市南浔区金融投资
D轮	2020/3/26	11.2亿人民币	余杭国投集团
C轮	2018/1/23	2.41亿美元	腾讯投资领投等
B+轮	2016/9/20	6500万人民币	金石投资
B轮	2016/3/18	2.6亿人民币	鼎晖百孚
A轮	2015/11/17	1000万美元	启明创投
A+轮	2015/8/1	900万美元	科大讯飞
Pre-A2轮	2014/9/25	659万人民币	正轩投资
Pre-A1轮	2014/1/24	100万人民币	正轩投资
Pre-A轮	2013/10/23	400万人民币	力合华睿

“我坚信一点，我们人类是有情感属性和社会属性的，只有真正意义上的人形机器人才能跟我们实现交互，未来的AIGC、大模型，真正能赋能的是人形机器人，我们相信人形机器人是未来一个巨大的黄金赛道。”

——优必选科技创始人 周剑

智元机器人：专注人形机器人的初创企业，3个月成为独角兽

公司介绍

公司成立于2023年2月，由包括“稚晖君”彭志辉在内的多位业内大咖联合创办。公司致力于以AI+机器人的融合创新，打造具身智能机器人产品及应用生态的创新企业。

人形机器人远征A1介绍

- ① 全身搭载谐波一体关节、行星伺服、直线驱动器、空心杯电机等各类执行器，**拥有49个自由度**；
- ② 采用**上下肢分体式设计**，下肢可采用双足、轮式、轮足等不同设计，便于随场景配置和扩展；
- ③ 自研核心关节Power Flow关节电机，**1.6kg的自重下实现350Nm的扭矩输出**；
- ④ 灵巧手集成指尖视觉传感器，可分辨颜色、形状等，实现**末端的视觉闭环，并支持自主更换末端工具**；
- ⑤ 云端超脑、大脑、小脑、脑干的**具身智脑EI-Brain架构**；
- ⑥ AgiROS系统：机器人运行中间件系统，在AI感知决策与视觉控制等大模型算法方面，实现**自主任务编排、常识推理与规划执行等**；
- ⑦ WorkGPT：**先验知识库 & 通识理解能力**、复杂语义多级推理能力。



远征A1应用场景

智能制造领域应用：

- ① 汽车制造领域：底盘装配、底盘线束整理、汽车OK线上外观检测
- ② 3C制造领域：3C装配、齿轮柱点油
- ③ 物料搬运；

高危领域应用：

- ① 生化实验室样本制备、样本扩增
- ② 齿轮柱点油：在齿轮模组岗位给齿轮点润滑油；

家庭场景应用：

- ① 机器人管家：端茶递水、教育辅导

智元机器人：技术大咖带队、资本加持，有望快速发展

公司核心壁垒

1. 创始团队技术出身，研发能力强

公司由“稚晖君”彭志辉创办，因发布很多硬科技产品而闻名，被称为“华为天才少年”，在算法研发、智能机器人领域有丰富经验，公司还联合多为行业专家，实现技术互补，团队整体研发能力强。

2. 关键零部件自研，产品结构化较好

自研的关节电机搭配10速比以内的高力矩透明度行星减速器、共轭同轴双编码器、一体液冷循环散热系统，使用准直驱关节方案，实现了低齿槽转矩设计，还包括自研的矢量控制驱动器、灵巧手等关键部件，产品整理结构化程度高，零部件拓展与兼容性较高。

3. 具身智脑与机器人操作系统的软件能力，实现云边端协同的任务级交互

具身智脑EI-Brain架构：把机器人的思维系统分为云端的超脑、端侧的大脑、小脑，以及脑干几层，分别对应机器人任务级、技能级、指令级以及伺服级的能力。

公司融资历史

融资轮次	融资时间	融资金额	投资方
B轮	2024/3/13	未披露	尚颀资本、红杉中国、鼎晖投资
A3轮	2023/12/14	过6亿人民币	蓝驰创投、中科创星等
A2轮	2023/8/21	未披露	蓝驰创投、创启开盈、比亚迪等
A1轮	2023/5/29	未披露	BV百度风投、鼎晖投资、临港城投等
A轮	2023/2/7	未披露	奇绩创坛、高瓴创投

“长远来看，我们依然认为人形的双足机器人，从第一性原理出发，它依然是在人类环境中最为通用的一种形态，也是未来可以走进千家万户、有希望进入大家生活中的终极形态。”

——智元机器人CEO 彭志辉

宇树科技：从四足机器狗切入人形机器人赛道，用于救援和巡检

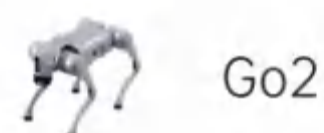
公司介绍

公司成立于2016年，主要从事通用足式/人形机器人及灵巧机械臂的自主研发、生产和销售，已经推出多款消费级/行业级机器狗，和激光雷达、机械臂、电机、关节等核心零部件产品，并于2023年8月发布人形机器人。

公司产品体系

1. 机器狗

① 消费级/科研



Go2



Go1



A1

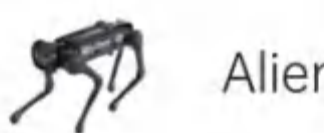
② 行业级



B2



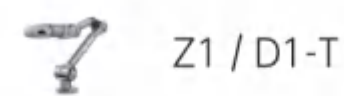
B1



Aliengo

2. 组件

① 机械臂



Z1 / D1-T

② 激光雷达



4D 激光雷达 L1

③ 电机



A1电机



超级机器人防水关节

3. 人形机器人



H1



G1

身高	180cm	127cm
体重	47kg	35kg
自由度	19	23-43
单腿自由度	5	6
行走速度	3.3m/s	2m/s
续航时间	-	约2小时
关节扭矩	189N.m/Kg	120N.m/kg
灵巧手	X	√
售价	六十万左右	9.9万

H1和G1对比： H1体型更大，但G1聚焦全身控制能力，上半身灵巧操作能力大幅提升，采用关节反向折叠+模仿&强化学习+灵巧手的结构设计，具备更高的自由度，且G1续航达到2h，商用性能显著提升。

- ① **尺寸和重量：** H1为全尺寸机器人，体积和重量更大，而G1相对更轻（约35公斤），更加便携。
- ② **运动性能：** H1在速度和负载能力上表现更为出色，G1搭载9000mAh电池，续航2小时，运行更持久。
- ③ **灵活性：** G1搭载了力位混合控制的三指灵巧手，模拟人手实现对物体的精准操作，可以选配触觉传感器阵列，且具有23到43个自由度的关节电机，在灵活性和操作精度上更优。
- ④ **感知系统：** 两款机器人均配备3D激光雷达和深度相机，但H1更注重全景深度感知和复杂地形的自主行走能力。
- ⑤ **开发和扩展性：** G1提供了更多的二次开发和AI模型支持，采用模仿与强化学习技术，配备UnifoLM（Unitree机器人统一大模型），并提供智能OTA升级和二次开发支持，适合科研、教育和智能体开发。

宇树科技：十年机器人研发能力沉淀，产品覆盖B端和C端

公司核心壁垒

以技术前瞻性和产品前端性形成通用本体+多元化外设的产品结构，满足多场景应用需求，覆盖B端、C端、教育端客户

- ① **核心零部件自研与不依赖开源代码的算法能力：**核心硬件方面，公司自研关节电机、减速器、控制器等，尤其是4D激光雷达的研发，摆脱传统车用激光雷达不适用于四足机器人的行业状况；软件层面，公司不依赖开源代码，对于电控系统、控制算法进行全栈自研。
- ② **通用本体搭配多元化场景适配附件，实现对各类场景的适用性：**公司机器狗通用本体，可以搭载气体传感、温度传感、5G组网、红外云台、工业相机、3D雷达等外设，实现在作业过程中的多维感知和强劲算力，帮助提升场景适应性和作业精确率。
- ③ **近十年机器人应用的丰富经验：**公司推出工业和消防领域的巡检解决方案和消防解决方案，产品应用于应急救援、巡逻、侦查、广场执勤、危险品排爆、人员搜救、生命探测、防爆处置、违章违法记录、电力线路巡检、有害气体检测等场景的丰富应用，服务于工厂、城市等，积累了丰富的应用经验。

公司融资历史

融资轮次	融资时间	融资金额	投资方
B2轮	2024/2/22	近10亿人民币	金石投资等
Pre-B+轮	2022/4/20	数亿人民币	深创投等
B轮	2022/1/5	未披露	经纬创投
A轮	2021/7/30	千万级美元	顺为资本
Pre-A轮	2020/5/21	未披露	祥峰投资、红杉种子
天使+轮	2020/4/28	数千万人民币	初心资本、红杉中国等
天使轮	2018/5/24	未披露	安创加速器、变量资本
种子轮	2017/1/1	未披露	未披露

“目前通用人形机器人在技术层面已经迈过了一个鸿沟，未来几年大家只要把一些工程上的问题解决了，就可以发挥很大的生产价值，尤其在工业领域，而且这会是颠覆性的。”

——宇树科技CEO王兴兴

Agility Robotics: 已经在物流工厂的搬运场景中小范围应用

公司介绍

公司成立于2015年，总部在美国，是从俄勒冈州立大学拆分出来的机器人公司，主要面向物流、自动检查、娱乐和研究等应用开发双足机器人，公司目前主流的双足人形机器人是Digit，业务重心是卸载货车、搬运箱子、管理货架等仓储工作。

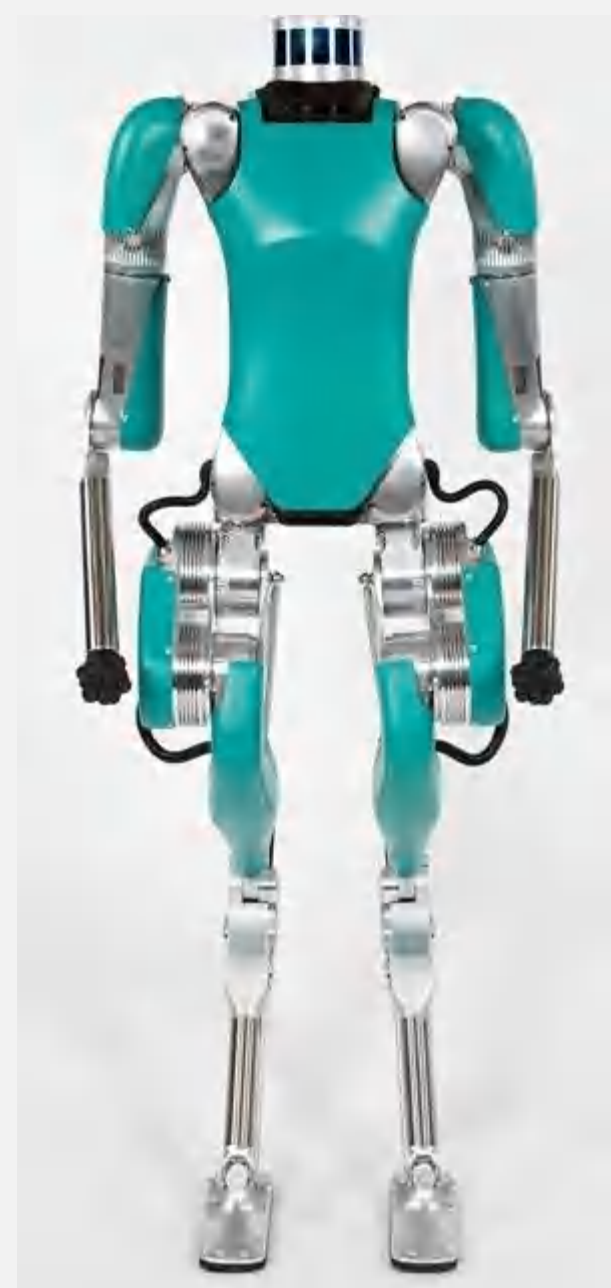
人形机器人Digit介绍

Digit的性能参数

- 占地面积小：175 厘米(5英尺9英寸)，<65千克(14升磅)，最多可承载16公斤(35 磅)；
- 优化的运行时间：Digit在24 小时内可工作16小时；
- 自主充电：Digit在需要充电时将自己连接到扩展坞
- 易于部署：无需长时间或昂贵的改造

其他能力

- 当四处导航时，感知到路径上的人/障碍物并暂停
- 蹲下/深蹲
- 转动上半身“凝视”并看向不同方向
- 在受到碰撞时使用手臂、手和脚保持平衡
- 能够拾取和放下不同大小和重量的物体
- 从路缘石上下台阶



Digit场景应用



Digit在亚马逊工厂搬运箱子



Digit在GXO物流公司工厂搬运箱子

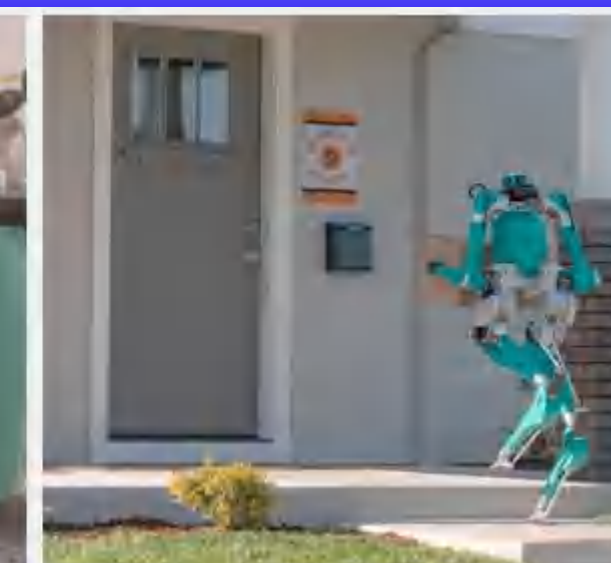
未来，Digit 的应用场景将从搬运箱子向货车卸货、最后一公里配送等场景应用



拿取包裹、搬运箱子



货车卸货、搬运



最后一公里交付

Agility Robotics: 注重应用, 以“功能第一”的工程化思维打磨产品

公司核心壁垒

1. “功能第一”、注重应用的工程化思维下的技术路线

为加速机器人更好应用于场景, 公司对机器人非必要的结构和功能做了删减, 以“功能第一”的思维保留最精简、最核心的结构部分, 比如机器人末端执行器采用夹爪, 而非五指手的形态, 因为“高度仿人的机械手非常复杂”, 对于完成工作来说, 你需要一个不比必要更加复杂的‘手’。

2. 已经与行业巨头建立深度合作关系, 积累了相对丰富的应用经验

公司已经和亚马逊、福特等多领域公司在Digit研发阶段就有了深入的合作。目前, Digit已经在亚马逊的工厂进行测试, 用于物流的搬运, 并在GXO全球物流公司进行物流任务测试。

3. 在建的人形机器人工厂, 使公司成为全球首个实现商业化量产的人形机器人公司

公司在俄勒冈州塞勒姆开设机器人制造工厂 RoboFab, 预计第一年将有数百台 Digit 机器人的生产能力, 并有能力扩展到每年 10,000 多台机器人, 在 2024 年交付第一批 Digits, 并在 2025 年全面上市。

公司融资历史

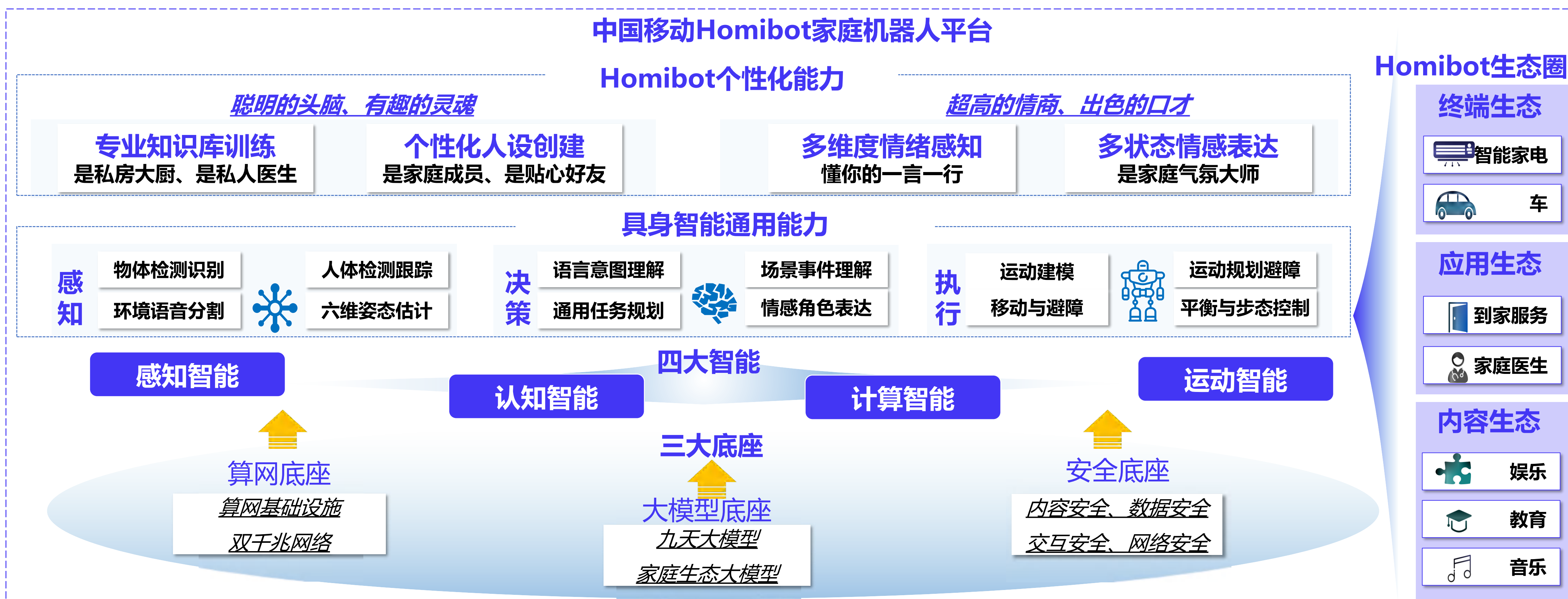
融资轮次	融资时间	融资金额	投资方
B+轮	2022/4/22	1.5亿美元	DCVC领投、Playground Global领投、Amazon亚马逊等
B轮	2020/10/15	2000万美元	DCVC领投、Playground Global领投等
A轮	2018/3/22	800万美元	Playground Global领投、Sony Innovation Fund等
种子轮	2016/10/15	79.2万美元	The Robotics Hub领投

“我们建立Digit是为解决当今劳动力中的难题, 如受伤、倦怠、高流动率和无法填补的劳动力缺口, 最终愿景是让人类变得更人性化。当你在开发新技术来使社会变得更好时, 最重要的里程碑是当你能够大规模生产该技术时, 它可以产生真正的、广泛的影响。”

——Agility Robotics联合创始人兼首席执行官Damion Shelton

中国移动：打造Homibot家庭机器人平台，引领家庭机器人产业链蓬勃发展

- 中国移动以算网、大模型、安全为基础底座，一体推动四大智能技术，融合具身智能通用能力及Homibot个性化能力，扩展Homibot生态圈，构建中国移动特色Homibot家庭机器人平台。



PART 05

人形机器人行业发展洞察

① 一级市场投融资洞察

③ 产业发展洞察

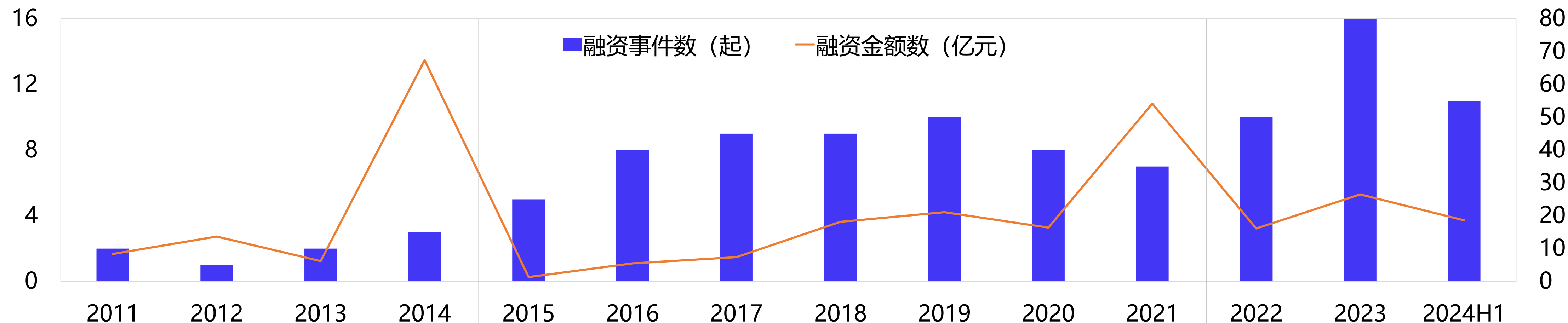
② 技术发展洞察

说明：投融资数据以2023年底为止发布了大尺寸双足人形机器人的国内厂商为统计池，统计时间截止到2024年6月30日，统计轮次为种子轮~Pre-IPO轮。

融资方面：国内人形机器人行业在2022年下半年迎来新一轮融资潮

- 2024H1，国内人形机器人一级市场发生11起融资事件，融资金额为18.6亿元，截止到2024年6月，国内共发生101起融资事件，融资金额超281亿元。随着大模型落地应用、关键零部件国产替代加速，国内人形机器人一级市场第三次融资小浪潮出现，并持续至今。

中国人形机器人行业一级市场投融资情况



第一阶段

- 互联网快速发展，人工智能处于萌芽阶段，智能企业仍较少
- 小米和优必选两家公司融资为主，彼时两家公司还没有涉足人形机器人的研发与制造

第二阶段

- 人工智能、大数据、物联网、云计算等数智化技术开始快速成熟、深入应用，也给机器人的智能、连接、感知提供了商用性能的支撑
- 一批后期进入人形机器人赛道的智能机器人企业开始出现，如傅立叶智能、乐聚机器人、达闼科技、追觅科技、里奥机器人、幻尔科技、宇树科技等
- 以智能服务类机器人研发为主，形态多为四足仿生机器狗、小尺寸桌面级机器人与机械臂、轮式服务机器人

第三阶段

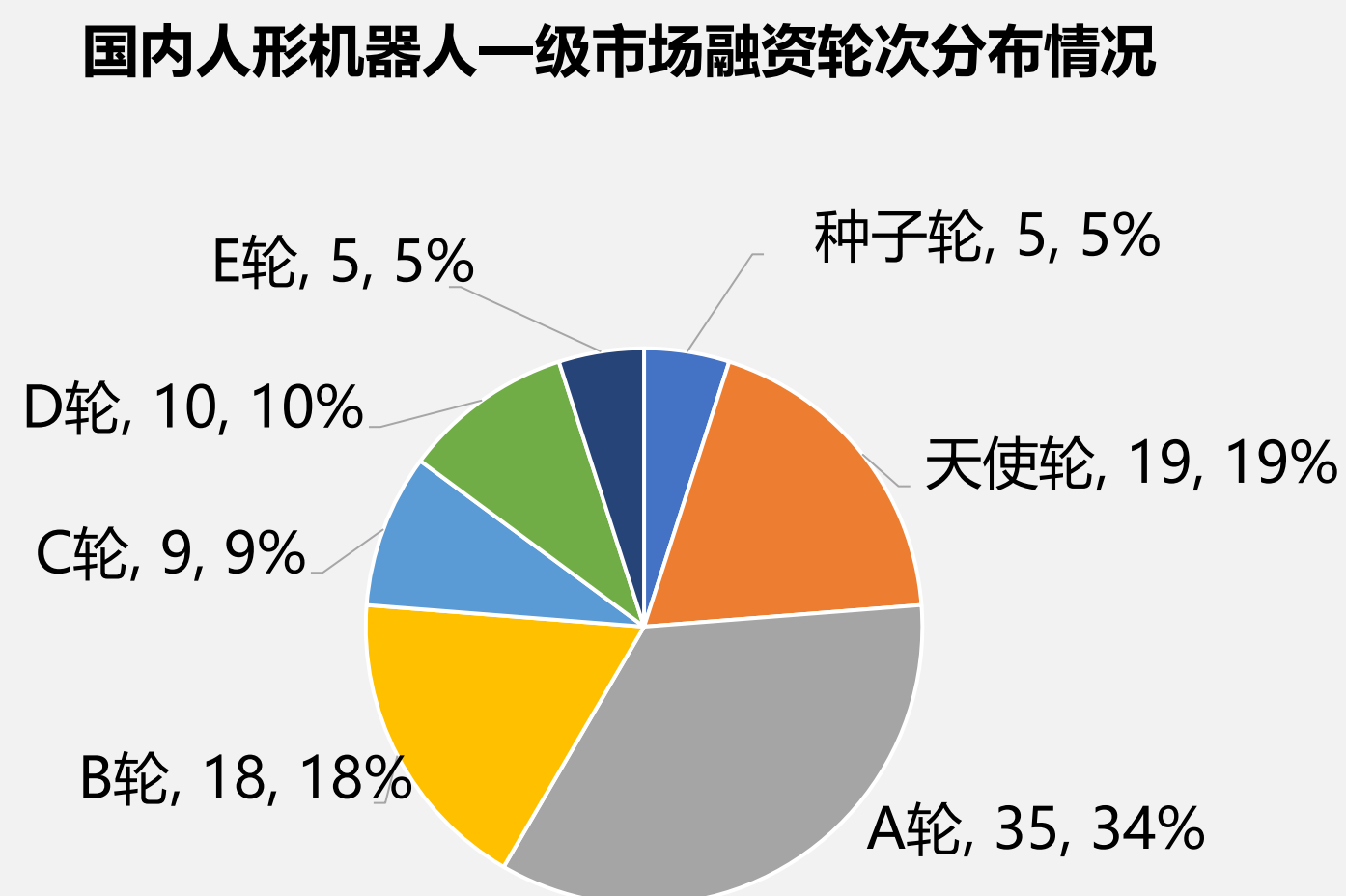
- 大模型出现、核心零部件国产替代，全尺寸人形机器人技术壁垒与研发成本下降
- 一批新型初创公司开始出现，如智元机器人、加速进化、逐际动力、银河通用等

说明：投融资数据，以截止到2023年6月发布大尺寸双足人形机器人的国内厂商为统计池，统计时间截止到2024年6月30日。

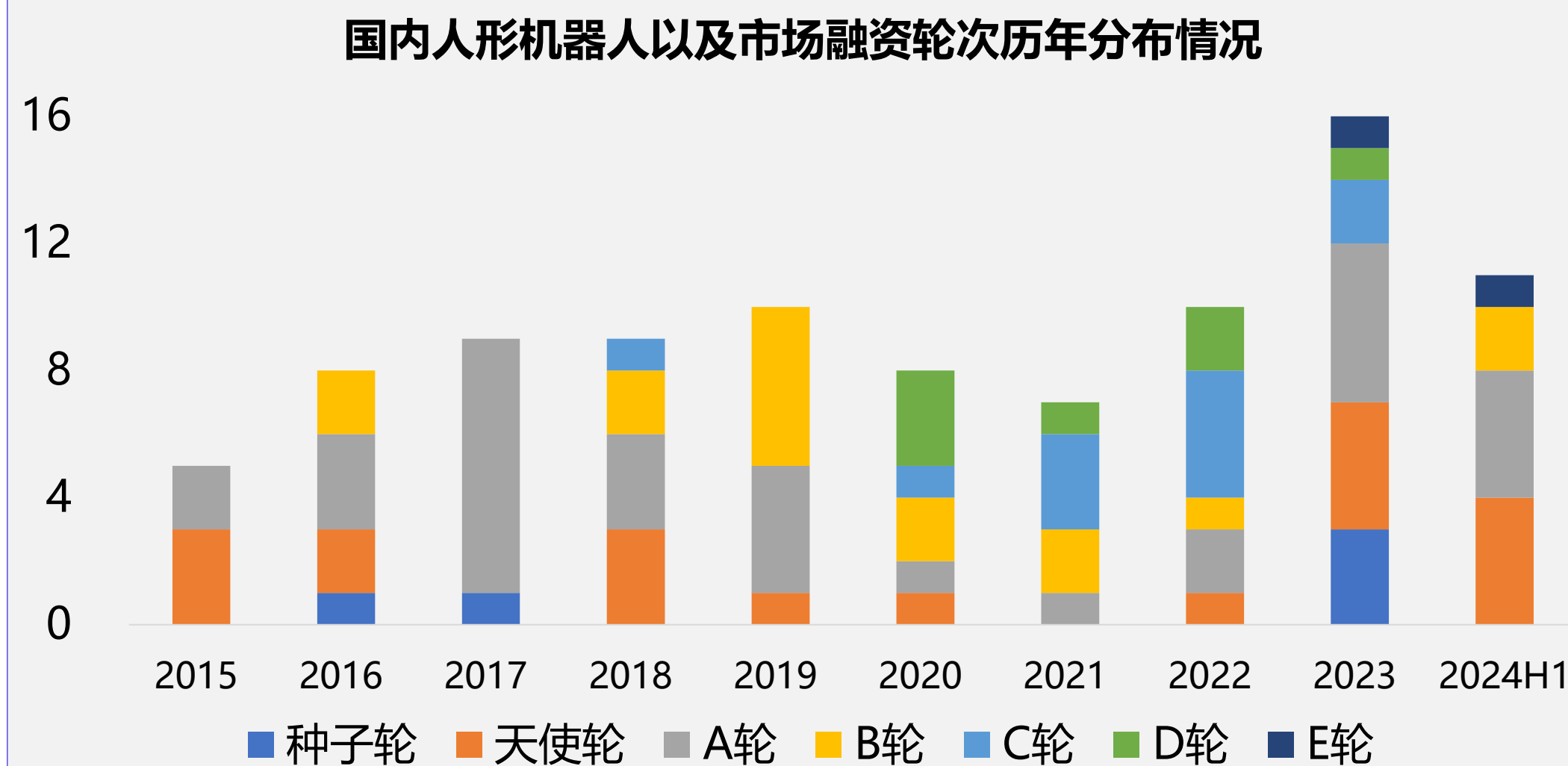
融资方面：六成融资集中在早期阶段，新一轮融资周期在2023年形成

- 从融资轮次看，国内人形机器人行业一级市场融资58%的事件集中在早期阶段，其中A轮占比最高，为34%，天使轮占比为19%，在互联网技术催生智能机器人产业发展阶段（2015-2022年），B轮融资及以后的融资占比逐渐提高。
- 从历年变化看，2015-2022年融资轮次逐年后移，早起阶段融资占比逐年减少，成长期和后期融资占比提高，而到2023年又涌现出一批早期阶段融资事件，种子轮到A轮的融资事件占比达到80%，新一轮融资周期开始。

融资阶段仍集中在早期阶段，以A轮和天使轮融资为主



第二波融资浪潮的2015-2022年期间，融资轮次逐年后移2023年开始新一轮融资周期

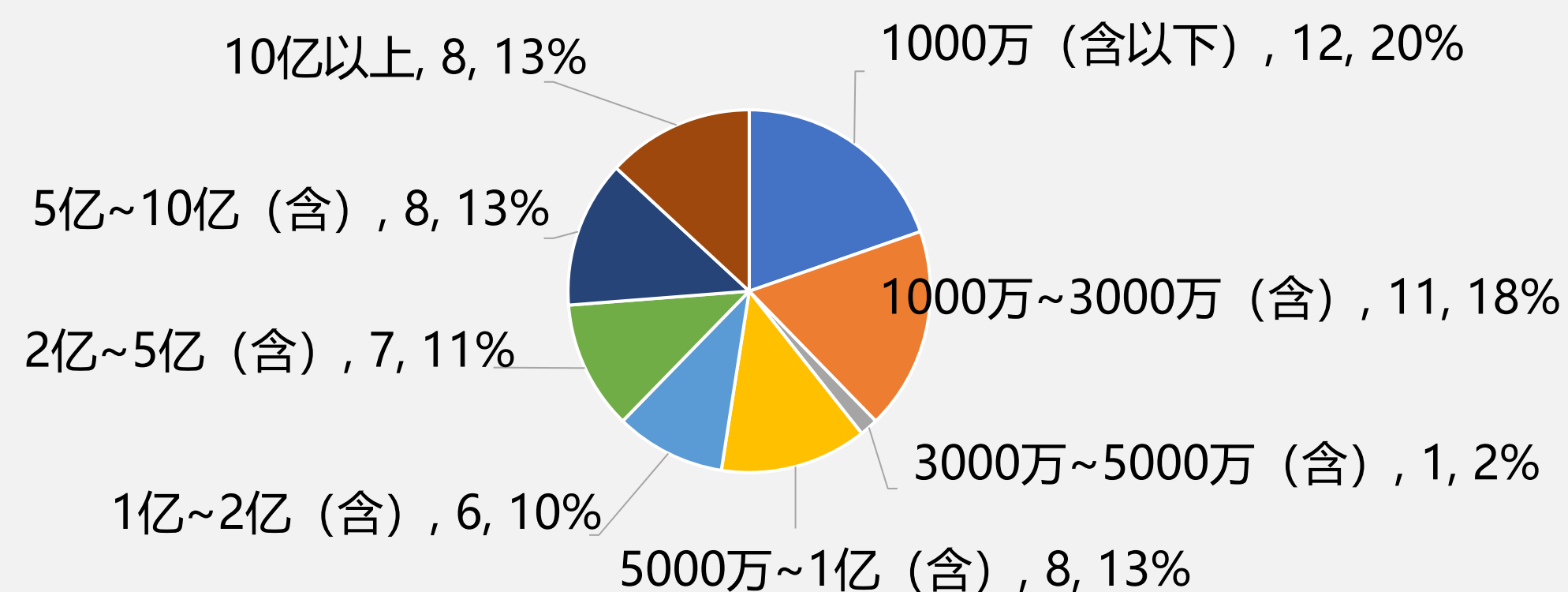


融资方面：1000万以下融资事件在2019年消失，在2023年重新出现

- 从融资金额区间分布看，1000万以下的小额融资事件最多，占比为20%，也反映出人形机器人产业尚在发展初期阶段的现状，融资金额在1亿元以上的事件占比为47%，说明融合AI和机器人技术的具身智能赛道偏资本密集型，单笔融资额平均较高。
- 从历年变化看，随着融资轮次的逐年后移，融资金额也逐渐增大，5000万-1亿元（含）融资事件占比逐渐提高；1000万以下融资事件在2015-2018年逐年下降，在经历2019-2022年占比为0的阶段后，2023年又重新出现，也反映了2023年新一轮融资周期开始。

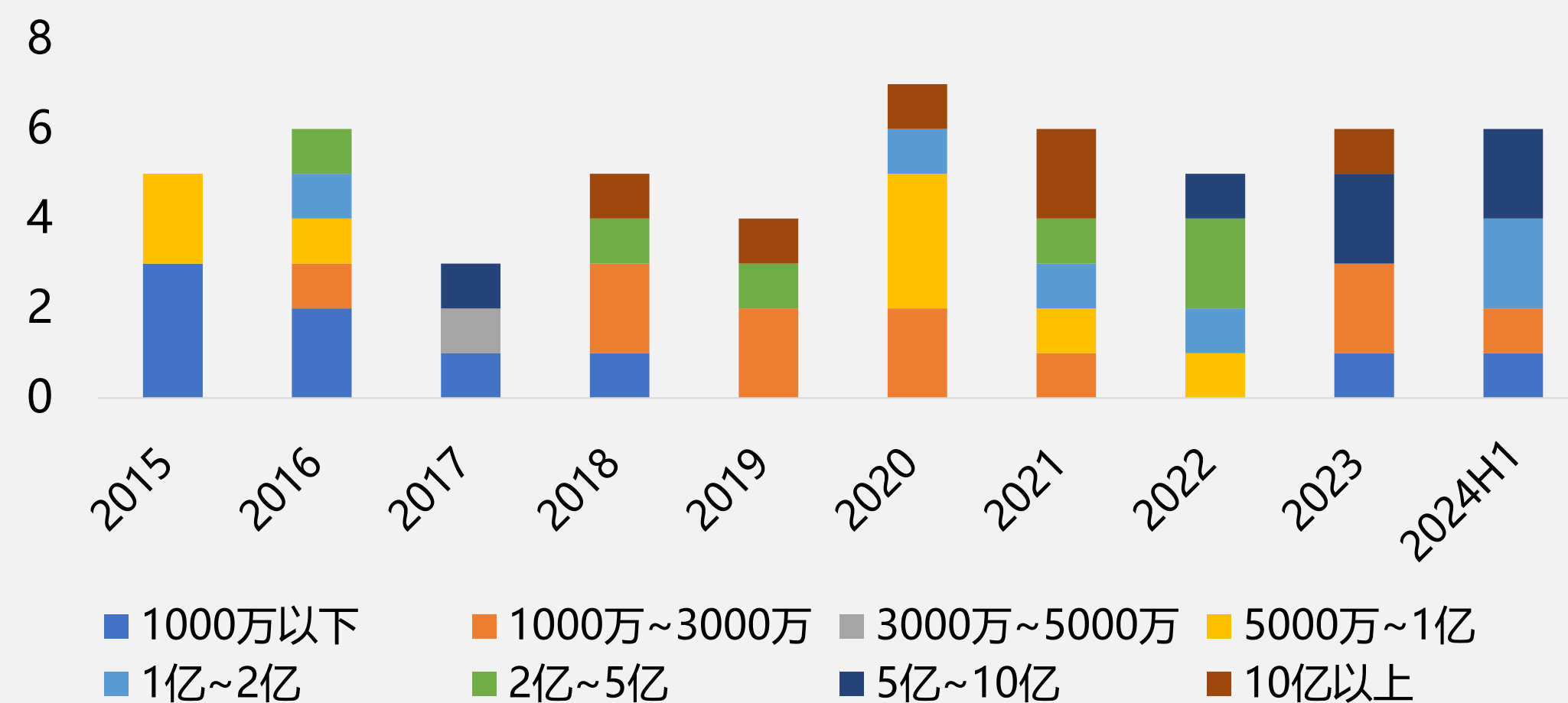
融资金额在1亿元以上的事件占比为47%

国内人形机器人行业一级市场融资金额区间情况



大额融资事件占比逐年增多，偏早期的小额融资事件在2023年重新出现

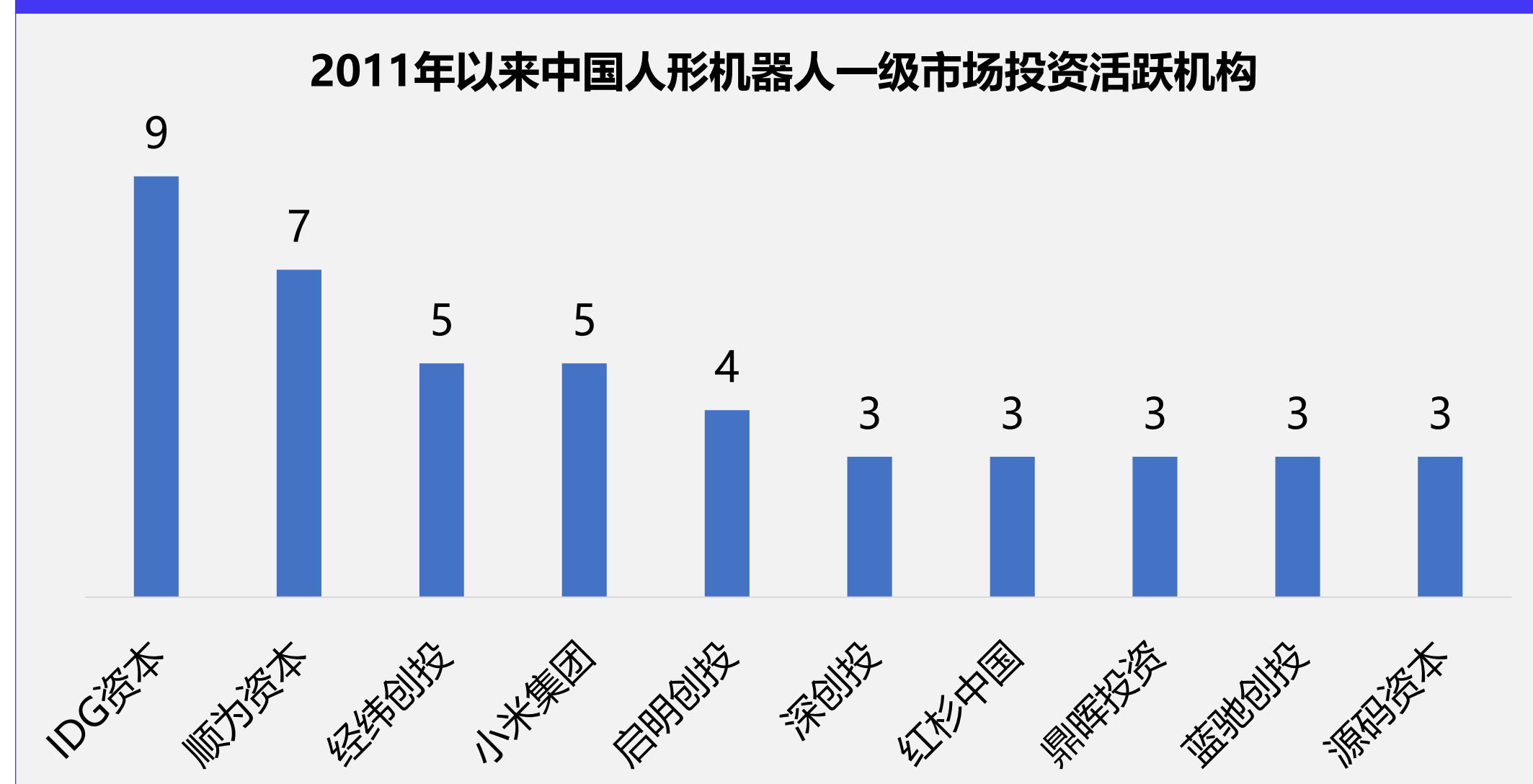
国内人形机器人一级市场融资历年区间分布情况



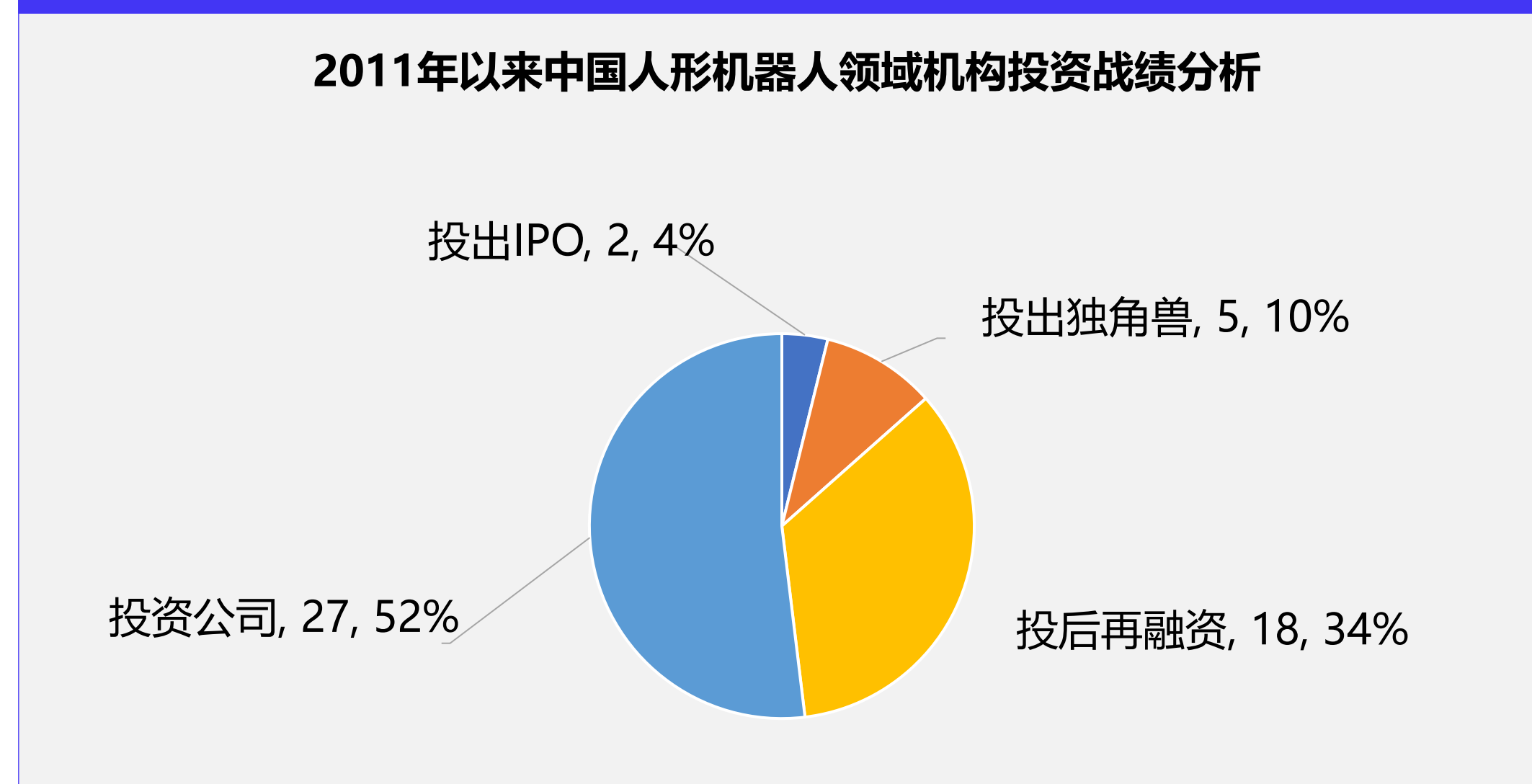
融资方面：IDG资本、顺为资本是国内人形机器人行业投资活跃机构

- 从投资机构看，国内人形机器人领域投资活跃机构是IDG资本、顺为资本，其中IDG资本位居首位，共出手9次，顺为资本出手7次；今年，经纬创投和源码资本在国内人形机器人领域均出手了3次。
- 从投资战绩看，机构在国内人形机器人领域共投出5家独角兽企业。在所有获得投资的公司中，获得一轮融资后再无后续的公司占比最高，为52%，但是仍有34%的企业，在获得一轮融资后仍有后续资本投资。

IDG资本、顺为资本在国内人形机器人一级市场领域最为活跃

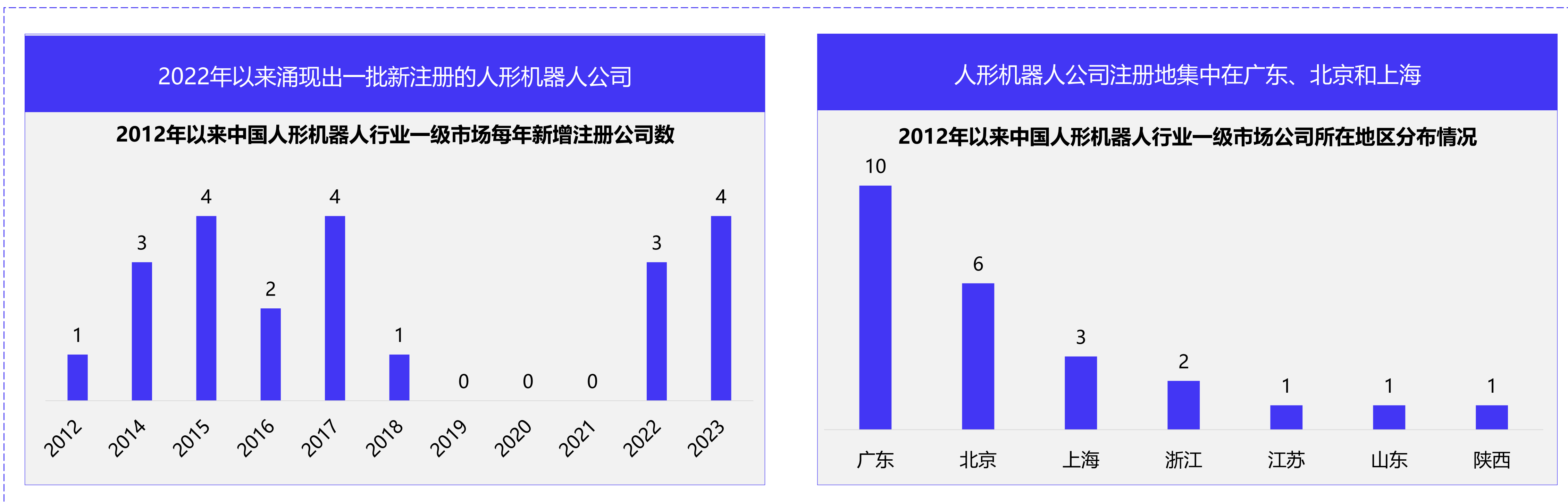


机构共投出5家独角兽企业，34%的企业有过后续融资



融资方面：企业多注册在北上广，2022年开始出现一批新注册公司

- 从新增注册公司看，2022年以来国内人形机器人领域新涌现出一批初创公司，共有7家新注册公司，2023年更是有4家新公司注册成立；在2012-2028年上一轮新注册公司涌现之后，2019年-2021年三年无新注册的人形机器人公司。
- 从注册地区看，新增注册公司集中在广东、北京、上海三个地区，其中广东地区在过去十年共有10家人形机器人公司注册。2023年，一批新注册的人形机器人公司涌现，其中，北京、广东和上海在2023年分别有4家、3家、2家新注册的人形机器人公司。



技术方面：端到端大模型在人形机器人上的应用将成为长期焦点

洞察一：

软硬件解耦、硬件超配、固件预埋、OTA内置的技术路线，因在后期维护与产品迭代方面的优势，正被更多厂商采纳

- 软硬件解耦可使其各自按照独立开发时间线和更新周期发展，软件系统采用OTA的方式进行后续的更新升级，有助于加速产品的迭代周期；
- 同时，硬件超配、固件预埋的方式，突出的硬件配置能使其更好承载后期软件系统升级产生的性能需求，能降低人形机器人产品的后期维护成本。

洞察二：

Sim2Real技术缓解了人形机器人算法训练面临的高质量数据缺乏问题，但渲染真实度、数据迁移又成为影响Sim2Real训练效果的关键

- 高质量训练数据决定了人形机器人的算法能力，但训练数据又相当稀缺，初创公司没有能力像谷歌一样花几个月甚至十几个月的时间收集机器人的真实数据用于算法模型的训练；
- Sim2Real是在虚拟环境中训练AI模型，然后将其迁移到现实世界中的技术，在很大程度上缓解了机器人训练数据的问题，但对现实世界的仿真与渲染程度也是影响模型训练效果的关键问题。

洞察三：

端到端大模型用于人形机器人产生的Long Horizon长序列问题，使得具身智能应用仍不成熟

- 大模型在完成理解后，机器人还需要一系列的正确算法指令和控制逻辑才能完成任务，但随着时间推移、任务难度叠加，对真实预测的微小偏差会随时间累积导致在长时间尺度上出现极大偏差，Long Horizon长序列问题由此产生；
- 同时，人形机器人在现实场景应用时的容错率必须要很低才能实现可靠、准确完成任务，导致具身智能应用的不成熟。

洞察四：

高能量密度电池、柔性电子皮肤将成为人形机器人的接下来的关键技术点，未来，人形机器人也将与脑机接口、元宇宙技术实现融合应用

- 高能量密度电池会支撑人形机器人更长时间的连续作业，比目前普遍2个小时的续航更能满足实际应用需要；柔性电子皮肤能让机器人更真切地感受环境变化，并作出更匹配的反应；
- 脑机接口可能成为下一代交互方式，斯坦福大学已经实现将脑神经信号进行高度精确的解码与分析，用于控制机械臂的运行；元宇宙建立的虚拟世界能让人形机器人更好的改造现实世界。

产业方面：以产业链优势实现工程化成本控制后，将迎来规模化拐点

洞察一：

人形机器人是场景通用、执行效率、量产成本之间的平衡

- 人形机器人的核心是解决场景通用性的问题，并不意味着其在所有场景都是最有效率的，像扫地机器人、洗碗机等智能设备成熟应用的场景，人形机器人并不具备效率优势；
- 在兼顾人形机器人应用场景的通用性与任务执行效率的前提下，其量产成本是产业化应用的最关键因素。

洞察二：

“小脑”能力与国外相差不多，“大脑”能力相比国外有所相差

- 小脑是具身智能运动控制的核心，主要是控制算法优化，国内产业界对具身小脑的研究比对具身大脑的研究时间会更长、积淀也更深，与国外相比差距不大；
- 大脑是具身智能的上层规划控制，主要是大模型在机器人上的适配应用，国内大模型技术相比国外有差距，且国内将大模型应用于机器人大脑的能力相比国外有所差距；

洞察三：

人形机器人有望复用智能汽车的技术能力与产业链，以加速产业发展

- 智能汽车与人形机器人在环境感知、智能决策、运动控制等方面的底层技术与关键能力一致，部分厂商已经在复用智能汽车的产业链，加速人形机器人产业发展；
- 特斯拉的人形机器人搭载了同样用于汽车自动驾驶的FSD系统，国内的小鹏汽车、小米科技，均发布了人形机器人产品，且有智能汽车产业链，有望加速产业落地。

洞察四：

高性能核心零部件受制于国外，但国内人形机器人厂商优势更在于产品的快速迭代能力与工程化成本控制

- 空心杯电机、行星滚柱丝杠等高性能、高精度核心零部件的国产研发生产能力较国外有较大差距，但部分厂商也正在加速研发感知决策一体化关节以加速产业发展，但量产能力整体较弱；
- 国内有更加完善、更加高效的供应链体系，在人形机器人产品的快速迭代与工程化成本控制方面，相较国外更有优势；

AI人工智能产业链联盟

#每日为你摘取最重要的商业新闻#

更新 · 更快 · 更精彩



Zero

AI音乐创作人

水墨动漫联盟创始人

百脑共创联合创始人

人工智能产业链联盟创始人

中关村人才协会秘书长助理

河北北大企业家分会秘书长

墨攻星辰智能科技有限公司CEO

河北清华发展研究院智能机器人中心线上负责人

中关村人才协会数字体育与电子竞技专委会秘书长助理



主要业务:AI商业化答疑及课程应用场景探索, 各类AI产品学习手册, 答疑及课程



欢迎扫码交流

提供: 学习手册/工具/资源链接/商业化案例/
行业报告/行业最新资讯及动态



人工智能产业链联盟创始人

邀请你加入星球, 一起学习

人工智能产业链联盟报 告库



星主: 人工智能产业链联盟创始人

每天仅需0.5元, 即可拥有以下福利!
每周更新各类机构的最新研究成果。立志将人工智能产业链联盟打造成市面上最全的AI研究资料库, 覆盖券商、产业公司、研究院所等...

知识星球

微信扫码加入星球 ▶



关于我们



创业邦

创业邦是领先的国际创新生态服务平台，为高成长企业、金融机构、产业大公司、政府园区提供全方位的媒体资讯、数字会展、数据研究、创新咨询、教育培训、资本对接等服务。



立即扫码关注



睿兽分析

睿兽分析是创业邦旗下横跨一二级市场的综合性创新数据平台，致力于通过即时、有效、可触达的行业一手数据，为大企业、地方政府、金融机构、投资机构等经济主体，提供强有力的创新驱动与投资决策依据。



立即扫码关注



中国移动智慧家庭运营中心

中国移动智慧家庭运营中心是中国移动智慧家庭领域的主建单位，立足科技创新先行者、信息服务领航者、数智运营践行者发展定位，通过高质量家庭信息服务供给不断满足人民群众对美好数字家庭生活的向往。



立即扫码关注



谢谢

