

2023年

中国机器人灵巧手行业概览：人形机器人  
加速研究进展，灵巧手迎千亿市场

China Robot Dexterous Hand Industry

中国ロボット器用ハンド産業

(摘要版)

报告标签：人形机器人、特斯拉、空心杯电机

撰写人：张诗悦

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施、追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

## 报告要点速览

灵巧手是一种能够模仿人手的机器人末端执行器，与人手构造相似，具备通用抓取能力，能够执行更复杂的动作，未来有望替代人手部分功能。近几年人形机器人的高速发展，人形机器人对手部工作的精细度要求较高，且在外形上需仿人手，因此为灵巧手市场带来需求增量。根据特斯拉预测，人形机器人将于3-5年达成量产，量产后，灵巧手市场将爆发式增长，预计2030年将突破800亿元。灵巧手市场主要有机器人企业和研究机构两类参与者，国际灵巧手具有性能优势，中国灵巧手产业起步较晚，但研发进程较快，且具有价格优势，未来有望占据更多的市场份额。本篇报告主要回答灵巧手领域近期关注的问题，主要涉及：

- 1) 灵巧手各部分的技术路线？
- 2) 灵巧手市场的竞争情况如何？
- 3) 灵巧手的市场空间如何？

## 观点提炼

### 灵巧手各部分的技术路线？

**结构：**灵巧手结构形式由驱动器外置逐渐演变至驱动器内置或驱动器混合置，未来随着微驱动、微传动器件技术提升，灵巧手的结构将向着模块化、微机电集成化方向发展

**驱动：**灵巧手的驱动方式主要有电机、气压/液压和形状记忆合金驱动三种，电机是当前灵巧手主要的驱动方式；空心杯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，适用于人形机器人手部关节

**传动：**灵巧手的传动系统连杆传动、绳驱传动和齿轮传动三种，连杆传动广泛用于工业、假肢领域，绳驱传动主要用于科研领域和人形机器人领域，齿轮传动主要应用于工业机器人

**感知：**应用于灵巧手的传感器主要分为内部传感器和外部传感器，多感知能力融合是未来灵巧手的发展方向，同时获取多种信息有助于提升灵巧手抓取能力和智能化水平，且可弥补传动方案缺陷

### 灵巧手市场的竞争情况如何？

灵巧手市场主要有机器人企业和研究机构两类参与者，国际灵巧手具有性能优势，中国灵巧手有望凭借价格优势占据更多的市场份额

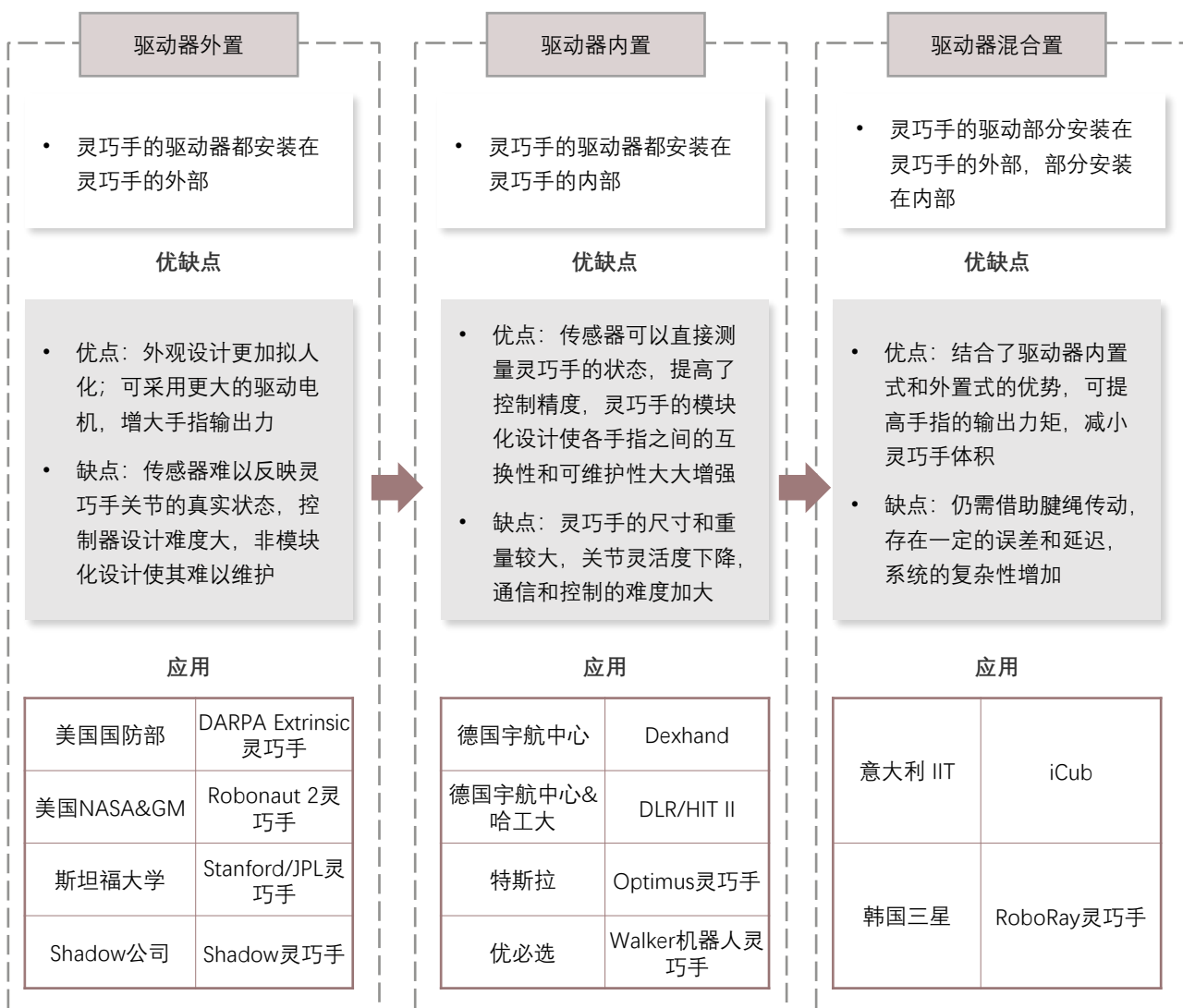
### 灵巧手的市场空间如何？

随着工业自动化的发展以及AI技术的普及，机器人逐渐在各行各业渗透；特斯拉Optimus量产在即，预计乐观情况下人形机器人灵巧手市场规模将近880亿元，年复合增长率为109.3%

## 灵巧手结构分析

- 灵巧手结构形式由驱动器外置逐渐演变至驱动器内置或驱动器混合置，未来随着微驱动、微传动器件技术提升，灵巧手的结构将向着模块化、微机电集成化方向发展

### 灵巧手的结构形式



### 驱动器三种结构形式

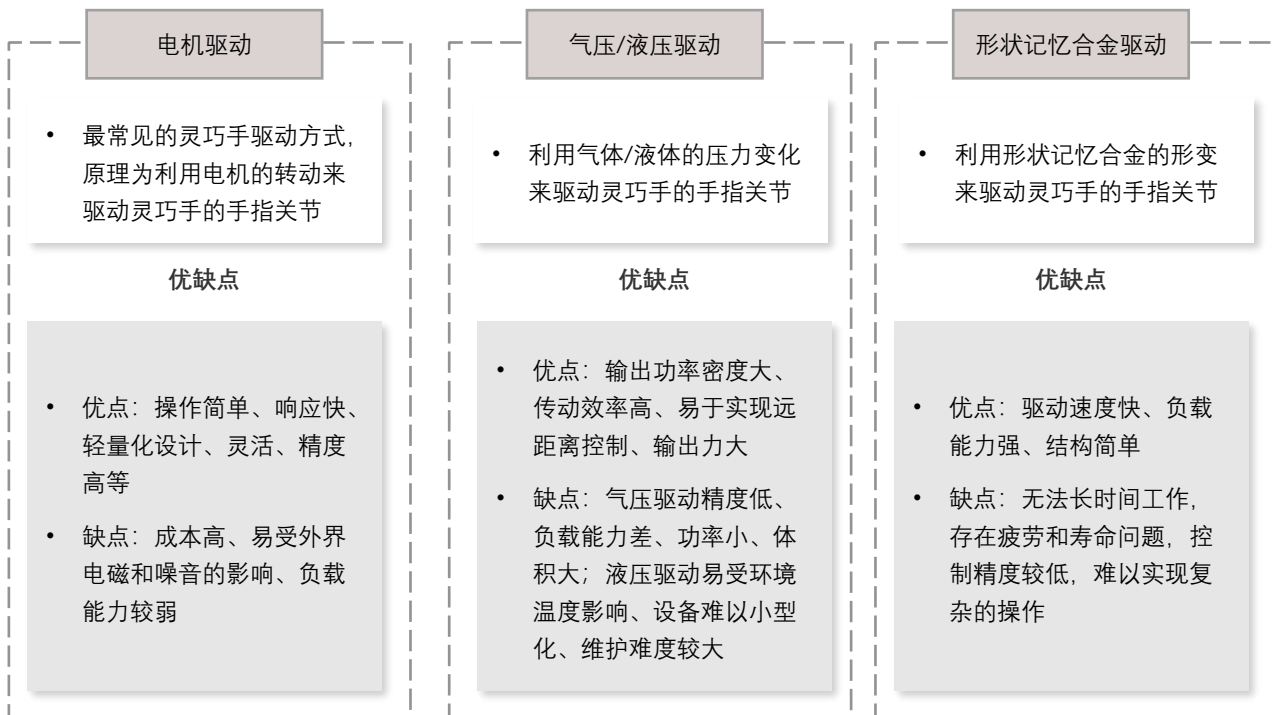
根据驱动器缩在的位置，可将灵巧手的结构形式分为驱动器外置、驱动器内置和驱动器混合置三种，这也是灵巧手结构的演变路线。早期灵巧手通常将电机外置，导致整体体积较大，此后逐渐将电机内置，如特斯拉机器人和Walker机器人的灵巧手，提升了灵巧手的互换性和可维护性，减小了维护成本，但对电机尺寸要求较高，且使关节灵活性下降。因此，驱动器混合置结构出现，即内置外置相结合的方式，能够在保证高自由度的同时控制体积大小，但混合置结构仍存在外置结构的缺陷，未来随着微驱动、微传动器件技术提升，灵巧手的结构将向着模块化、微机电集成化方向发展

来源：头豹研究院

## 灵巧手驱动分析

- 灵巧手的驱动方式主要有电机、气压/液压和形状记忆合金驱动三种，电机是当前灵巧手主要的驱动方式；空心杯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，适用于人形机器人手部关节

### 灵巧手驱动器类型



### 不同测量原理的力传感器性能对比

■ 低      ■ 中      ■ 高

	输出力	运动精度	响应速度	体积
电机驱动	■	■	■	■
液压驱动	■	■	■	■
气压驱动	■	■	■	■
形状记忆合金驱动	■	■	■	■

### 灵巧手三种驱动方式

驱动器是灵巧手的动力源，对灵巧手的体积和重量影响较大。驱动方式主要有电机、气压/液压和形状记忆合金驱动三种，其中液压驱动和电机驱动较为常见，形状记忆合金驱动为新型驱动方式，商业化应用较少。美国波士顿动力Atlas机器人使用液压驱动方式，其余的大部分机器人公司采用电机驱动，如特斯拉人形机器人Optimus更注重智能化，使用空心杯电机

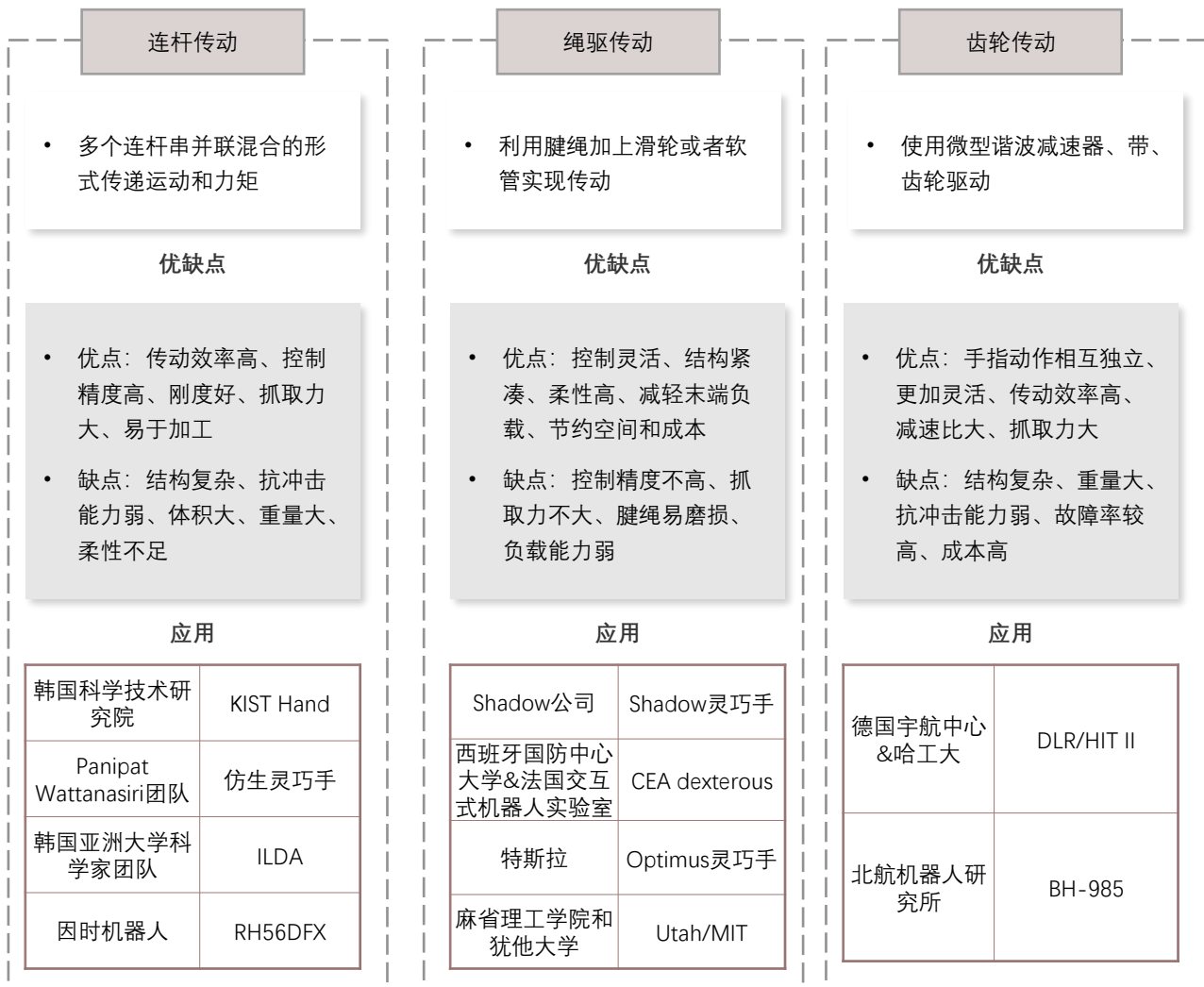
对比集中驱动方式的输出力、运动精度、响应速度和体积，可看出电机驱动性能较高且体积小，是当前灵巧手主要的驱动方式

来源：头豹研究院

## 灵巧手传动分析

- 灵巧手的传动系统连杆传动、绳驱传动和齿轮传动三种，连杆传动广泛用于工业、假肢领域，绳驱传动主要用于科研领域和人形机器人领域，齿轮传动主要应用于工业机器人

### 灵巧手传动机构



### ■ 三种传动机构

灵巧手的传动系统对操作的稳定性和灵活性有重要影响，传动方式有连杆传动、绳驱传动和齿轮传动三种。连杆传动广泛用于工业、假肢领域，刚度大，易于强力抓取物体，但重量体积较大，柔性不足。绳驱传动主要用于科研领域和人形机器人领域，灵活度高、结构简单，但控制精度不足，寿命短，已有Shadow等灵巧手落地，也是特斯拉机器人配备的灵巧手类型；齿轮传动主要应用于工业机器人，每根手指可独立操纵，灵活性强，但结构复杂、易发生故障，成本较高

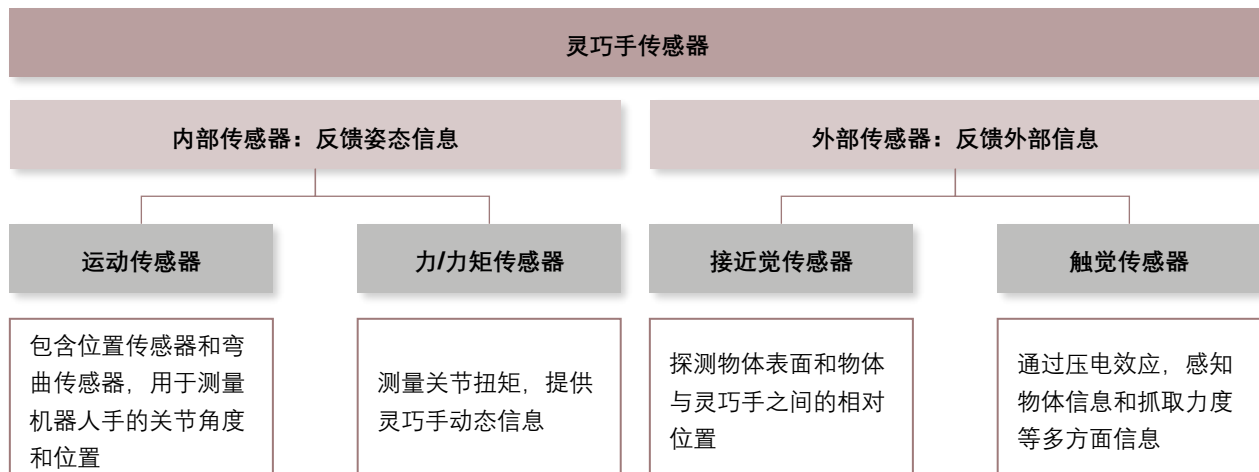
来源：头豹研究院

## 灵巧手感知技术分析

- 应用于灵巧手的传感器主要分为内部传感器和外部传感器，多感知能力融合是未来灵巧手的发展方向，同时获取多种信息有助于提升灵巧手抓取能力和智能化水平，且可弥补传动方案缺陷

### 灵巧手的传感方式

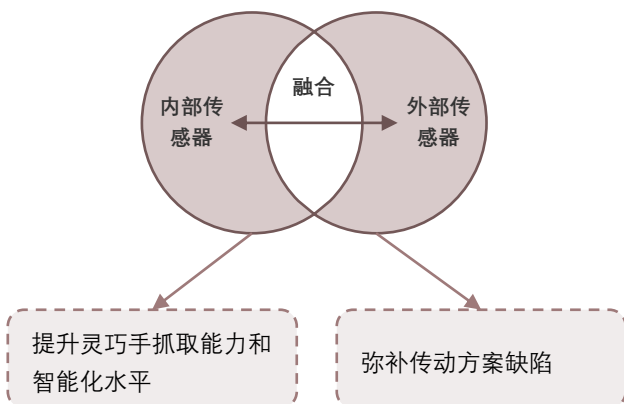
### 灵巧手用传感器类型



### 内部与外部传感器

应用于灵巧手的传感器主要分为内部传感器和外部传感器。内部传感器主要反馈灵巧手的姿态信息，分为运动传感器和力/力矩传感器，可提供灵巧手的关节角度信息、位置信息和动态信息，对灵巧手的灵活、稳定抓取至关重要。外部传感器包括接近觉传感器和触觉传感器，主要感知目标物体的位置、受力等信息，这些信息对于提高灵巧手的操作成功率较为关键

### 多传感器融合趋势



### 多感知融合为未来趋势

多感知能力融合是未来灵巧手的发展方向。一方面，同时获取多种信息有助于灵巧手对物体的精准识别以及提升操作精细度和智能化水平；另一方面，多种传感方式搭配可弥补传动方案缺陷，如绳驱方案具有力度和重定位精度较差的缺陷，可用角度传感器测量累计弯曲角度，补偿电缆因摩擦引起的非线性变化，从而增强对腱绳张力控制的精确度

来源：头豹研究院

## 灵巧手市场竞争情况

- 灵巧手市场主要有机器人企业和研究机构两类参与者，国际灵巧手具有性能优势，中国灵巧手有望凭借价格优势占据更多的市场份额

### 全球灵巧手市场主要参与者类型



### 灵巧手的参与者主要为机器人企业与科研机构

灵巧手市场主要有机器人企业和研究机构两类参与者。中国灵巧手行业起步晚，参与者数量不多，国际参与者数量较多，且经过60余年的发展，国际参与者积累了较强的技术优势和产业链资源，具备较强的竞争力。由于灵巧手技术壁垒较高，一些较为先进的灵巧手价格昂贵，如Shadow灵巧手在220万元/只左右，因此大部分灵巧手用于科研领域，主要商用场景是假肢领域。近年来，随着人形机器人的快速发展，灵巧手在机器人领域的商业化进程也逐渐加速。中国的参与者主要有因时机器人、思灵机器人、腾讯等企业以及中科院、哈工大等科研机构 and 高校，其中，因时机器人是商业级灵巧手领域的龙头企业，研发出中国首款商业级五指灵巧手，可实现灵活抓取，能够满足人形机器人的基本要求，有望凭借价格优势实现一定的市场占有率

来源：各企业官网、头豹研究院

## 人形机器人灵巧手市场规模

- 随着工业自动化的发展以及AI技术的普及，机器人逐渐在各行各业渗透；特斯拉Optimus量产在即，预计乐观情况下人形机器人灵巧手市场规模将近880亿元，年复合增长率为109.3%

### 人形机器人灵巧手市场规模测算

全球人形机器人灵巧手市场规模，2023-2030年预测



#### ■ 乐观情况下人形机器人灵巧手市场规模将达近880亿元

随着工业自动化的发展以及AI技术的普及，机器人在各行各业的渗透率也在逐步提升。特斯拉Optimus样机如今已公布，量产在即，预计3-5年实现量产，且达到百万级。保守估计2030年人形机器人的销量达到100万台，乐观情况下，2027年达到100万台，2030年达到270万台

根据特斯拉AI DAY2022的信息，特斯拉人形机器人的灵巧手为自研，由于其与因时灵巧手高度相似，因此参考因时灵巧手的价格，约为5万元/只，未来随着工艺创新和规模化，相关硬件成本持续下降，假设单价以每年15%的速度递减

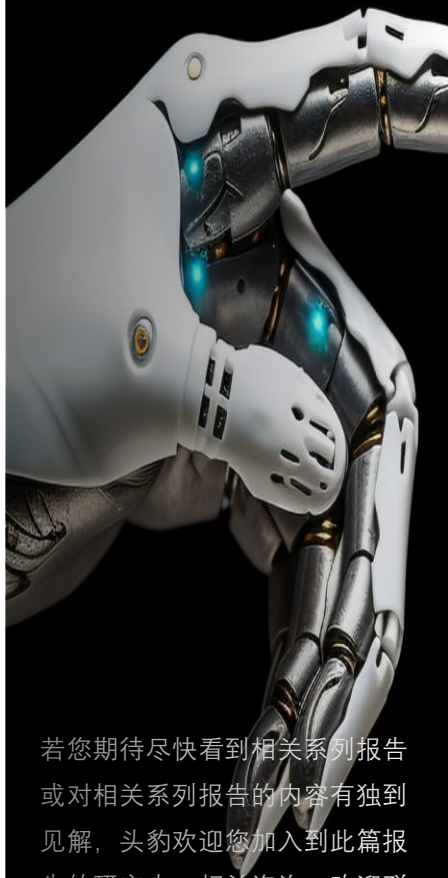
人形机器人产业的快速发展将为灵巧手市场带来增量需求，预计保守情况下，2030年全球人形机器人灵巧手市场规模为320.6亿元，年复合增长率为81.2%，乐观情况下达879.7亿元，年复合增长率为109.3%

来源：Tesla AI DAY2022、头豹研究院



## 未完待续

更多行业相关报告正在  
进行中



若您期待尽快看到相关系列报告  
或对相关系列报告的内容有独到  
见解，头豹欢迎您加入到此篇报  
告的研究中。相关咨询，欢迎联  
系头豹研究院工业研究团队

## 完整版研究报告阅读渠道：

- 登录[www.leadleo.com](http://www.leadleo.com)，搜索《2023年中国机器人灵巧手行业概览：人形机器人加速研究进展，灵巧手迎千亿市场》

## 了解其他机器人系列课题，登陆头豹研究院官网搜索查阅：

- 2023年中国机器人轴承行业短报告：人形机器人有望贡献增量
- 2023年中国空心杯电机行业概览：人形机器人核心零部件，本土市场需求爆发可期
- 2023年中国机器人电机行业短报告：人形机器人助力电机市场扩容
- 2023年中国丝杠行业概览：人形机器人有望打开丝杠市场空间
- 2023年中国减速器行业概览：从人形机器人看减速器产业机会

# 业务合作

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告库、募投、市场地位确认、二级市场数据引用、白皮书及词条报告**等产品，以及其他以企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等。
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展。

## 合作类型

### 会员账号

阅读全部原创报告和百万数据

### 定制报告/词条

募投可研、尽调、IRPR等研究咨询

### 白皮书

定制行业/公司的第一本白皮书

### 招股书引用

内容授权商用、上市

### 市场地位确认

赋能企业产品宣传

### 云实习课程

丰富简历履历

13080197867 李先生

18129990784 陈女士

[www.leadleo.com](http://www.leadleo.com)

深圳市华润置地大厦E座4105室

## 方法论

- ◆ 头豹研究院秉承匠心研究、砥砺前行的宗旨，以战略发展的视角分析行业，从执行落地的层面阐述观点，为每一位读者提供有深度有价值的研究报告。头豹通过深研19大行业，持续跟踪532个垂直行业，已沉淀100万+行业数据元素，完成1万+个独立的研究咨询项目。
- ◆ 头豹研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业发展周期，伴随着行业内企业的创立、发展、扩张，到企业上市及上市后的成熟期，研究员积极探索和评估行业中多变的产业模式、企业的商业模式和运营模式，以专业视野解读行业的沿革。融合传统与新型的研究方法论，采用自主研发算法，结合行业交叉大数据，通过多元化调研方法，挖掘定量数据背后根因，剖析定性内容背后的逻辑，客观真实地阐述行业现状，前瞻性地预测行业未来发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去、现在和未来。
- ◆ 头豹研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会跟随行业发展、技术革新、格局变化、政策颁布、市场调研深入，不断更新与优化。

## 法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。