



2023年

中国力传感器行业概览: 人形机器人催生 六维力传感器需求 China Force Sensor Industry 中国力センサー産業

(摘要版)

报告标签:人形机器人、特斯拉、工业机器人

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

力传感器是将力的大小转换成相关电信号的元件,可以检测张力、压力、重量、扭矩、应变和内应力等机械量。六维力传感器是维度最高的力觉传感器,能够给出最为全面的力觉信息。六维力传感器的技术难度和使用难度都比较大,对于机器人产业链和其它智能装配来说非常重要。中国在该领域的研究起步较发达国家晚,但发展迅速,在中国六维力传感器市场中,大部分参与者为中国企业,第一梯队中仅一个国际企业。中国市场集中度较高,第一梯队企业占据六成市场。随着协作机器人、医疗机器人的快速发展,六维力传感器市场迅速扩张,在人形机器人突破式发展的刺激下,未来市场有望呈爆发式发展。本篇报告主要回答六维力传感器领域近期关注的问题,主要涉及:

- 1) 六维力传感器竞争情况?
- 2) 六维力传感器下游应用情况如何?
- 3) 六维力传感器的市场空间如何?

观点提炼

六维力传感器竞争情况?

全球六维力传感器市场主要分为欧美、日韩、中国三大阵营,近年来中国参与者逐渐增多;中国市场集中度较高,大部分市场被第一梯队企业占据。第一梯队的五家厂商在传感器市场的不同应用领域各具优势。ATI是全球领先的传感器厂商,起步较早,应用领域最广泛;宇立较多应用于工业机器人和汽车领域;坤维科技和鑫精诚注重协作机器人和医疗机器人,其中坤维科技在手术机器人、医疗检测机器人和康复机器人领域具备明显优势。目前,国产六维力/力矩传感器与国际主流传感器在灵敏度、串扰、抗过载能力及维间耦合误差等方面仍存在差距,而在准度方面,中国企业产品已可对标国际企业

六维力传感器下游应用情况如何?

机器人领域是六维力传感器的主要下游场景之一。2022年中国市场六维力/力矩传感器销量8,360套,同比增长58.0%,其中机器人行业销量4,840套,同比增长62.6%。机器人行业销量占总销量的57.9%,是六维力传感器主要的下游领域快。目前,六维力和力矩传感器市场偏小,尚未形成明显规模效应。随着入局者的持续增加,叠加下游细分市场需求的逐年提升以及应用领域的拓展,六维力传感器有望进入高速成长期,同时将伴随多技术路线产品矩阵的完善、产品价格的下降以及国产化率的提升

六维力传感器的市场空间如何?

中国六维力传感器市场规模较小,但具有较强的成长性。2021年后,随着各类机器人的快速发展,六维力传感器需求不断提升,预计2027年六维力传感器市场规模将达1.8亿元,年复合增长率为29.6%



→ 六维力矩传感器

六维力传感器是维度最高的力觉传感器,可用于机器人等高端领域;政策对于该领域具有较大的支持力度;上世纪70年代以来,中国和国际学者进行不断地研究改进,提升六维力传感器的性能

六维力传感器相关政策和研究进展

六维力传感器相关政策

- ■《中国制造2025》中提到将重点开发关节位置、力矩、视觉、触觉、光敏、高频测量、激光位移等传感器,满足国内机器人产业的应用需求
- ■《"十四五"机器人产业发展规划》中提到,六维力传感器作为新型传感器被列入到机器人关键基础提升行动中



■两政策中均着重提到力矩传感器,在《规划》中专门提及六维力矩传感器,表示中国政府对于机器人力传感器的发展较为重视,鼓励核心技术的突破。上述政策的出台及实施将推动用于机器人的力传感器的需求量的增多,在高需求量的加持下将迎来较大的市场空间

六维力传感器研究进展

国际研究进展 1974年 瑞士科学家G.Piller对六维力传感器的可行性 进行了验证和分析、并设计了以电阻应变片为敏感元 件的六维力矩传感器 1975年,美国学者Waston和Drake设计了三垂直筋式 中国研究进展 的六维力传感器, 竖直方向测量精度低, 维间耦合大 **1980年**, 意大利的Giovanni Giovinazzo和Piergiorgio Varrone提出一种电容式的六维力矩传感器 1987年,中国科学院合肥智能机械研究所研制出中国 1989年,日本京都大学Yoshikawa等设计了一种由三 第一台六维腕力传感器 对平行板梁组成正交弹性体结构的六维力传感器, 其 结构复杂,体积较大,不易于在较小空间场合下应用 1991年,日本学者Uchiyama和美国学者Bayo设计了 1992年, 华中科技大学黄心汉等设计了一种非径向三 一种基于马提斯十字梁型的长杆式六维力传感器 梁结构的六维力传感器,提高了传感器的灵敏度和标 2005年,韩国学者Kang设计了一种新型十字梁式六 定精度 维力传感器,提高了传感器的灵敏度 2007年,意大利学者Tsagarakis设计了基于三轮辐结 2010年,中科院合肥智能机械研究所研制了用于机器 构的六维力传感器,该传感器被安装在iCub机器人的 人腕部柔顺控制的E型膜结构六维力传感器,采用上 臀部和大腿、肩部和上臂之间,用于感知机器人在爬 下两层测量的结构,具有耦合度低、易于加工的优点 行过程中大腿和上臂与地面接触时的力 2013年, 上海交通大学Wu等设计了一种基于可自解 耦滑移结构的六维力传感器, 该传感器用于测量外科 手术工具和软组织之间交互的作用力 2014年,东南大学宋爱国等发明了一种双十字梁组合 2015年, 匈牙利学者Bauer等研发了一种新型的基于 式结构的六维力传感器,用于机器人指关节力检测 应变片式的六维力传感器,该传感器用于辅助机器人 2017年, 哈工大孙永军等设计了一种双孔平行梁结构 进行治疗 的六维力传感器,具有灵敏度高、维间耦合小等优点

六维力传感器是维度最高的力觉传感器,能够给出最为全面的力觉信息。六维力传感器的技术难度和使用难度都比较大,对于机器人产业链和其它智能装配来说非常重要。国际上对于六维力传感器的研究起步较早,中国对该领域的研究相对较晚。中国和国际学者的大量研究旨在提高传感器的灵敏度和抗过载能力,减少维间耦合误差。改善动态性能,从而更好地辅助机器人实现智能化控制

来源:工信部、CNKI、头豹研究院



■ 中国六维力传感器起步较晚

■ 产业链中游分析——竞争格局

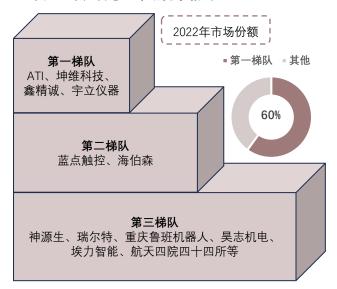
• 全球六维力传感器市场主要分为欧美、日韩、中国三大阵营, 近年来中国参与者逐渐增多;中国市场集中度较高,大部分 市场被第一梯队企业占据

六维力传感器市场竞争情况

全球六维力传感器市场参与者



中国六维力传感器市场竞争格局



■ 六维力传感器市场格局

全球六维力和力矩传感器厂商主要分为欧美、日韩、中国三大阵营。近年来随着机器人行业的蓬勃发展,中国参与者逐渐增加,但六维力传感器技术壁垒较高,能够实现量产的厂商较少

从中国的竞争格局来看,市场集中度较高,第一梯队占据六成市场。第一梯队的五家厂商在传感器市场的不同应用领域各具优势。ATI是全球领先的传感器厂商,起步较早,应用领域最广泛;宇立较多应用于工业机器人和汽车领域;坤维科技和鑫精诚注重协作机器人和医疗机器人,其中坤维科技在手术机器人、医疗检测机器人和康复机器人领域具备明显优势

来源: GGII、头豹研究院



■ 产业链下游分析——应用领域

力传感器的下游应用领域较为广泛,主要为机器人、汽车、 医疗、航空航天四个领域

力传感器的应用领域及应用场景



来源: 头豹研究院

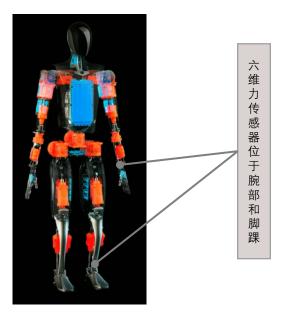


■ 产业链下游分析——人形机器人

六维主要用于人形机器人的手腕和脚踝等部位,可使机器人更加灵活、自然的运动;机器人各部位的力控方案需根据不同的使用场景、成本和工种来进行选择

六维力传感器应用于人形机器人

六维力传感器在人形机器人中的位置



■ 六维力传感器在人形机器人中的应用

六维主要用于人形机器人的手腕和脚踝等关键部位。通过六维力传感器,机器人可以感知自身的重量和外界的交互,从而实现更加灵活、自然的运动。双足机器人在行走时,需要根据脚掌的接触情况调整姿态,因此需通过六维力传感器来测量脚踝处的力和力矩,并将数据传输给控制器进行分析和处理。六维力传感器安装在人形机器人的手腕上,使机械手能够执行精细的操作,如抓取、装配、缝纫等

机器人各部位根据实际需求有不同的力传感器解决方案,如主体的力控方案需考虑使用场景和成本, 腕部的力控需根据机器人的工作性能要求来确定

人形机器人各部位力传感器方案

- 放置六维力传感器,成本高但检测精度、信息数据量最好
- 通过腿部关节力矩, 拉压力传感器反推主体受力情况
- 主体放气囊和气压传感器,精度低
- 主体放拉压力传感器
- 旋转关节,在减速机外部放置一个力矩传感器
- 直线关节,若是旋转电机,放扭矩力控传感器;若是直线电机,在推杆上放拉压力传感器

以抓取动作为例:

- 首先发挥视觉传感器的作用,得出最优的路径达到目标位置
- 通过灵巧手的传感器进行二次定位,再进行抓取动作
- 发生碰触后,通过力反馈确认已抓到目标对象,再重新调整位控
- 在直线电机推杆上放拉压力传感器
- 在手部内放置触觉传感器, 此为较优方案

来源:头豹研究院



■ 机器人行业六维力传感器需求预测

中国六维力传感器市场规模较小,但具有较强的成长性。
2021年后,随着各类机器人的快速发展,六维力传感器需求不断提升,预计2027年六维力传感器市场规模将达1.8亿元,年复合增长率为29.6%

中国机器行业六维力传感器市场规模测算

中国机器人行业六维力传感器市场规模,2017-2027年预测



■ 2027年机器人行业六维力传感器市场规模将达1.8亿

中国六维力传感器市场规模较小,但具有较强的成长性。2021年以前,受限于六维力传感器的技术壁垒,产品依赖进口,价格昂贵。同时,机器人在各行业应用较少,且机器人工作精细度要求不高,多维力传感器渗透率低。2021年后,随着协作机器人、医疗机器人等的快速发展,尤其是人形机器人的突破式进展,各类型机器人对于多维度力传感器的需求不断提升,六维力传感器销量增长变快,2022年为4,840套,同比增长62.6%,2022年市场规模达到了0.5亿元。此外,六维力传感器国产化进程的加快降低了售价,且随着产业链逐渐完备、核心技术的突破,价格将进一步下降,假设每年以10%的速度下降

在上述因素的驱动下,预计2027年六维力传感器市场规模将达1.8亿元,年复合增长率为29.6%

来源: Tesla Al DAY2022、头豹研究院



7

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<u>www.leadleo.com</u>,搜索*《2023年中国力传感器行业概览:人形机器人催生六维力传感器需求》*

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

头豹研究院简介

- ◆ 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/数据库服务、行企研报定制服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务,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



备注: 数据截止2022.6

四大核心服务

企业服务

为企业提供**定制化报告**服务、**管理咨询、战略** 调整等服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、奖项评选、行业白皮书等服务

云研究院服务

提供行业分析师**外派驻场**服务,平台数据库、 报告库及内部研究团队提供技术支持服务

园区规划、产业规划

地方产业规划,园区企业孵化服务

报告阅读渠道

头豹官网 —— www.leadleo.com 阅读更多报告

头豹小程序 —— 微信小程序搜索"头豹"、手机可便捷阅读研报

头豹交流群 —— 可添加企业微信18129990784,身份认证后邀您进群

详情咨询



客服电话

400-072-5588



深圳

李先生: 13080197867

陈女士: 18129990784