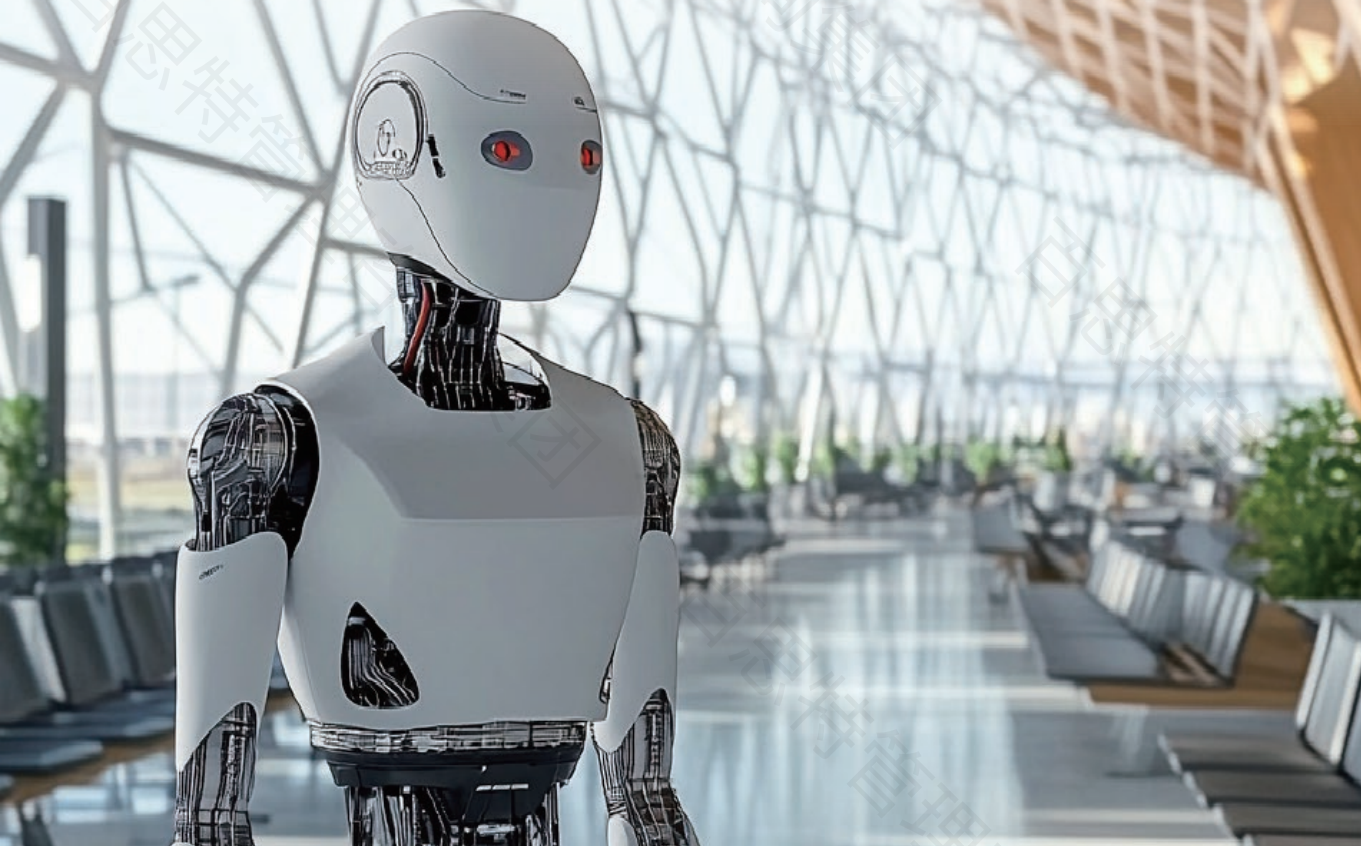
Best consulting
百思特管理咨询集团

BEST 市场洞察

人形机器人

的商业化路径还有多远?

百思特咨询项目经理 冯亚霞 著



百思特管理咨询集团

摘要

人形机器人自 20 世纪 70 年代发展至今，一直是人类致力于突破的重要技术领域。由于其外观与行为高度拟人化，人形机器人能够在许多领域替代人类完成任务，尤其是在高危行业，如消防救火、矿井巡查与作业、高架桥检修、有毒有害环境检测等。

近年来，随着人工智能和硬件技术的突破性进展，人形机器人有望为各行各业带来新质生产力变革。然而，该技术仍面临软硬件协同创新、成本控制、伦理规范与行业监管等多重挑战。

目录

一、行业概况 01

二、行业分析 02

三、产业链分析 07

四、困难与挑战 08

五、百思特赋能企业发展 09

百思特管理咨询集团

一、行业概况

1. 人形机器人的定义与发展

人形机器人是一种外观与行为高度拟人化的智能机器人，具备部分或全部人类特征，如躯干、头部、四肢，以及语言、动作和基础智力能力。其发展历程可追溯至 20 世纪 70 年代，早稻田大学推出的 WABOT-1 和本田公司的 P2 标志着早期探索阶段；2020 年至今，随着人工智能技术的突破，人形机器人进入高度智能化阶段，已能够实现语义识别、情绪感知、平稳行走及复杂动作控制。

2. 核心技术模块

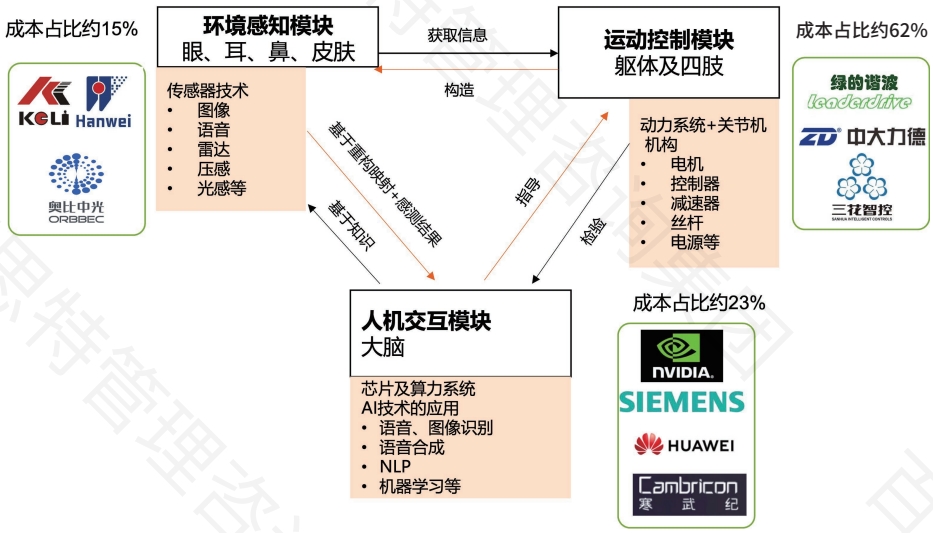
现代人形机器人主要依赖三大核心技术模块：

环境感知模块：通过视觉、声学、雷达、压力及光学传感器等，实现环境数据采集与动态认知。

运动控制模块：涵盖高精度电机、控制器、减速器、丝杆传动及能源管理系统，确保灵活稳定的运动能力。

人机交互模块：基于高性能芯片与 AI 算力系统，支持自然语言处理、决策学习及情感交互。

人形机器人三大核心技术模块



* 资料来源：全国机器人标准化技术委员会《人形机器人标准化白皮书(2024 版)》，百思特分析

3. 应用场景与发展阶段

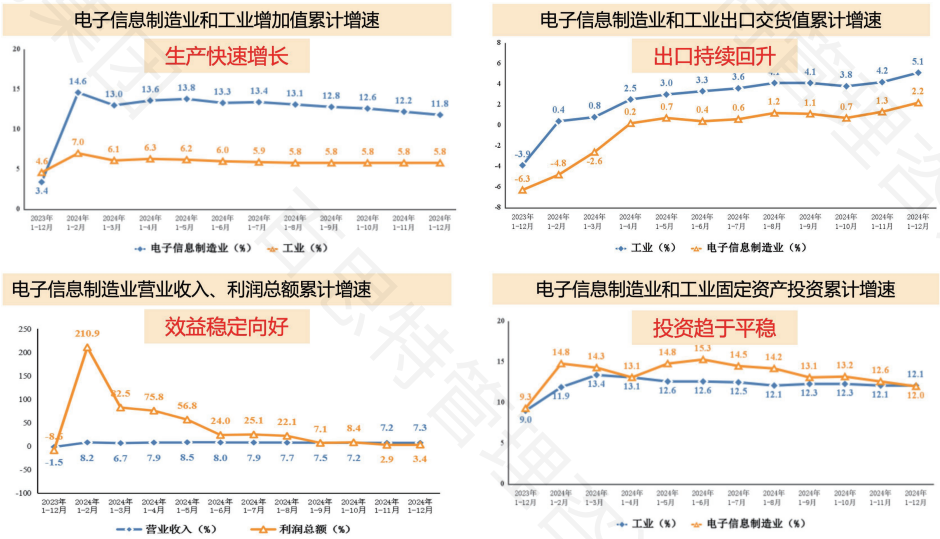
目前，人形机器人主要应用于工业领域，如货物搬运、质量检测及数据采集。未来，随着软硬件技术的迭代，其应用将向家庭服务(健康监测、家务协助、餐饮制作)和商业场景拓展。然而，技术壁垒(如运动控制精度)、资金投入、高端人才短缺及市场接受度等问题，仍制约其大规模商业化落地，行业尚处于初步发展阶段。

二、行业分析

看经济｜电子信息制造业快速发展，为人形机器人发展创造良好环境

2024 年，我国电子信息制造业生产增长较快，出口持续回升，效益稳定向好，投资增势明显，行业整体发展态势良好。

2024 年电子信息制造业运行情况



* 资料来源：工信部官网，百思特分析

看政策｜技术攻关 + 产业协同 + 金融扶持 + 场景开放

明确人形机器人行业发展路径，以2025年关键技术突破并量产、2027年形成规模化产业生态为目标，推动其在制造业、服务业及特种领域的深度融合。采用“中央统筹+地方竞赛”模式，通过技术攻关、产业链协同、金融扶持和场景开放，加速人形机器人从实验室走向量产。

时间	政策文件	发布单位	政策内容
2024年	《工业机器人行业规范条例（2024版）》	工信部	进一步规范工业机器人行业管理，引导企业良竞争，推行业高质量发展
2024年	《关于打造消费新场景培育消费新增长点的措施》	发改委	拓展智能机器人在清洁、娱乐休闲、养老助残护理、教育培训等方面功能，探索开发基于人工智能大模型的人形机人。鼓励探索反向定制、个性化设计和柔性化生产等新模式，创新电子产品应用场景
2023年	《人形机器人创新发展指导意见》	工信部	到2025年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心组件安全有效供给
2023年	《“机器人+”应用行动实施方案》	工信部	到2025年，制造业机器人密度较2020年实现翻倍，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升

* 资料来源：工信部官网、百思特分析

看技术｜硬件、软件、算法、能源技术驱动人形机器人发展

近年来，在软硬件核心技术的协同突破下，人形机器人行业进入高速发展阶段，主要体现为三大技术维度的进步：

一是 硬件技术，高精度执行器，例如无框力矩电机、谐波减速器能提升关节灵活性和负载能力；六维力传感器、电子皮肤、3D视觉等感知模块，负责数据采集与环境认知（视觉、声音、雷达、压感、光感）。

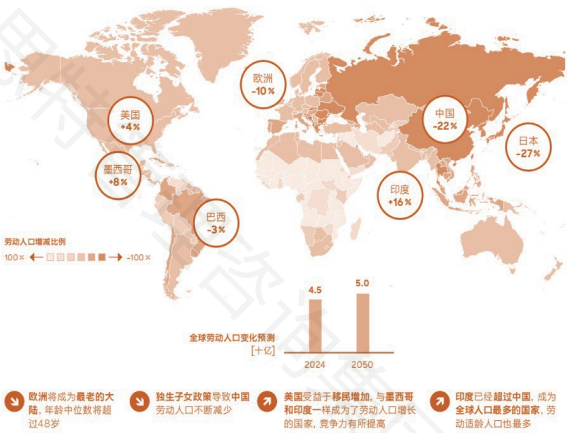
二是 软件与算法方面，运动控制算法、AI与认知智能、通过人类动作捕捉数据训练等。

三是 能源与能效优化，包括固态电池、快充技术，仿生步态设计减少能耗等。

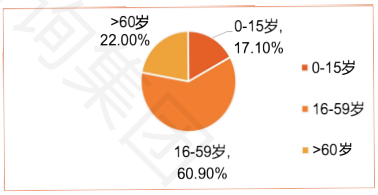
看社会｜人口老龄化，合格劳动力日益减少，城镇化水平提高，机器人劳工广受欢迎

全球劳动力人口（15-64岁）占比预计从2020年的65%降至2050年的58%，其中日本下降27%，中国下降22%，德国下降6%，巴西下降3%。中国60岁以上人口占比已超22%，老龄化加剧，叠加城镇化加速和新生代职业观念转变（更追求“工作-生活平衡”），制造业、能源、建筑等高危行业面临招工难、流失率高的挑战。人形机器人可替代重复性、高危或高强度作业，成为应对劳动力短缺的关键解决方案。

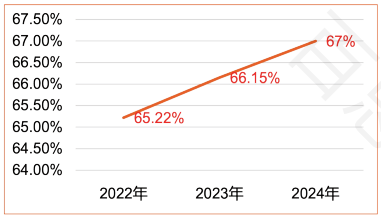
全球劳动人口（15-64岁）发展趋势 [%, 2022年-2050年]



中国人口年龄结构（2024年）



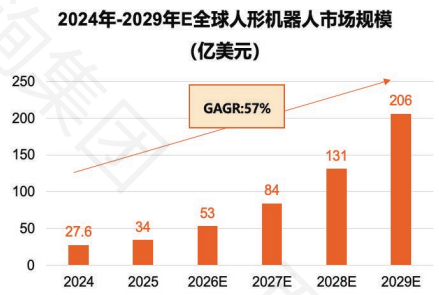
中国城镇化率

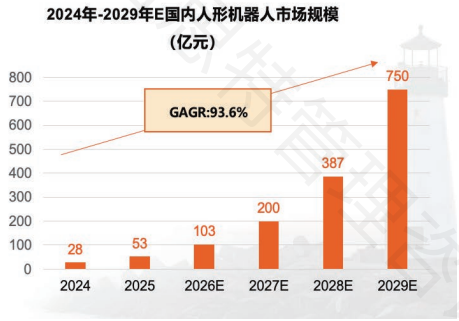


* 资料来源：牛津经济研究院(2023)，工信部，百思特分析

看市场｜市场潜力巨大

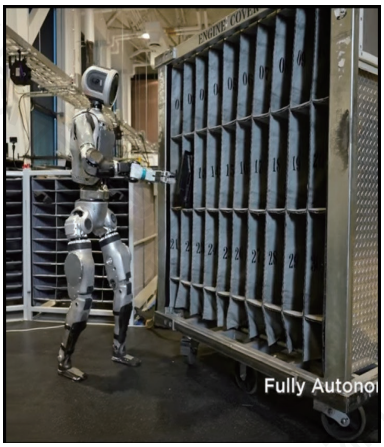
2023年全球人形机器人达到21.6亿美元规模，随着2025年各大厂产品量产，未来预计人形机器人将有望渗透B端各行业领域，快速形成商业化。预计到2029年，全球市场规模将达到206亿美元，年复合增长57%。中国人形机器人同样具有巨大增长潜力，2024年中国人形机器人达到27.6亿元市场规模。到2029年，产业加速规模化发展，应用场景渗透，有望达到750亿元，年复合增长超过90%。





* 资料来源：技术创新促进会，百思特分析

看竞争｜波士顿动力机器人：以自动化传感、检查、抓取搬运为核心能力
波士顿动力机器人无人类遥控完成任务



* 资料来源：波士顿动力官网

波士顿动力公司（Boston Dynamics）成立于1992年，致力于研发能够丰富人类生活的先进机器人。其核心产品包括：

Spot——敏捷移动机器人，具备自动化传感与检测功能，广泛应用于制造业、能源、建筑及安防巡检等领域。

Stretch——仓库自动化机器人，专为物流搬运优化设计，可显著提升仓储作业效率。

Orbit——机器人车队管理与数据分析平台，提供智能化运维支持。

Customer Success——为客户提供定制化机器人解决方案，涵盖技术支持、培训及部署服务。

2025年5月，波士顿动力发布Atlas机器人最新进展，该机器人可自主感知地面物品，完成弯腰拾取并精准插入货柜的动作（全程无人工遥控），展现了其先进的全身协同运动控制算法。

看竞争｜特斯拉人形机器人：通过人戴上模拟器收集数据训练机器人

特斯拉（Tesla）成立于2003年7月，是美国领先的电动汽车及可再生能源企业，核心业务涵盖纯电动车、太阳能板、太阳能屋顶及储能系统。

2025年5月，特斯拉人形机器人Optimus展示了流畅的舞蹈动作。其技术原理为：工程师通过动作捕捉设备采集人类舞蹈数据，经算法模型训练后，使机器人通过强化学习实现目标动作。目前特斯拉机器人月产能达1000台，预计经过2-3代产品迭代后，年产量将突破100万台。

据预测，到2030年，单台特斯拉机器人的生产成本将低于其电动汽车售价，标志着人形机器人规模化商用迈入新阶段。

特斯拉人形机器人技术重大进步

* 资料来源：特斯拉官网 2025 年 5 月相关报道

看竞争｜宇树科技：为科研平台提供教具，逐步拓展到消防、应急等领域

宇树科技成立于2016年。

专注于消费级和工业级高性能通用四足机器人、仿人机器人、六轴机械臂等产品的研发、生产和销售。

宇树科技消防救援机器人

* 资料来源：宇树科技官网

宇树科技机器人以清晰的路线图推进多领域应用拓展。

第一阶段，面向科研院所、高校及中高职院校，化身科研平台与教具，为技术研发和人才培养提供支持。

第二阶段（当前），机器人进军警用、消防、应急领域，凭借手动遥控实现全地形移动的特性，满足复杂环境下的作业需求。

第三阶段，聚焦能源行业，在电力、火力、水利、核电等场景，新增自动巡检功能，提升作业效率与安全性。

第四阶段，针对石油、化工等高风险领域，机器人在保留原有功能基础上，强化防爆性能，适应特殊作业环境。

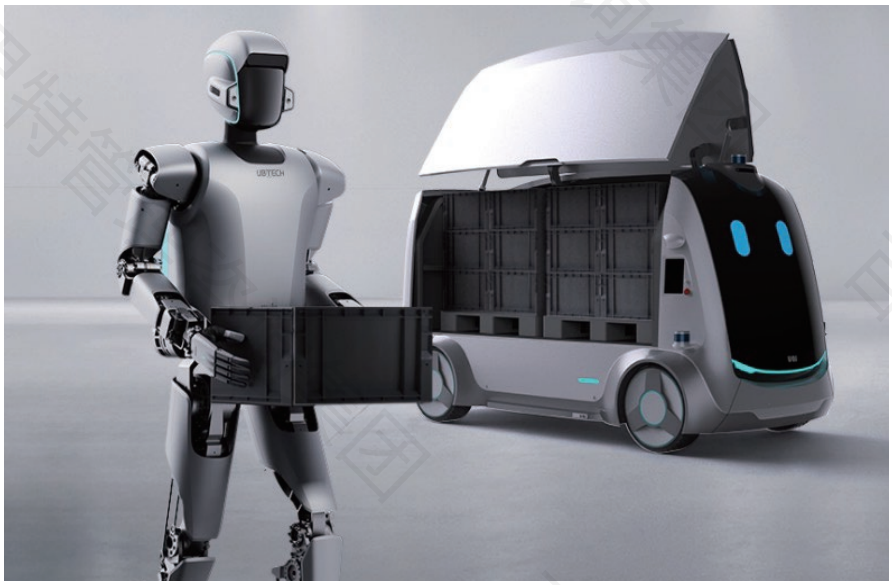
第五阶段，拓展至工厂类场景，如钢铁厂、煤炭厂等，在集成过往功能优势的同时，实现成本可控，推动机器人规模化应用。从科研走向产业，宇树科技机器人持续解锁新场景，彰显出强大的行业适配与创新发展能力。

看竞争｜优必选：应用到仓库检测、搬运领域

优必选成立于 2012 年 3 月，是人形机器人和智能服务机器人领域的领先企业。目前，其机器人已应用于六大工业场景，包括搬箱子、质量检查、化学品操作、螺丝拧紧、零件安装和 SPS 分拣。

人形机器人要做好这些精细工作，需要进一步解决“大脑”与“四肢”协同问题，从而为工业生产智能化助力。

优必选新一代工业版人形机器人 Walker S1

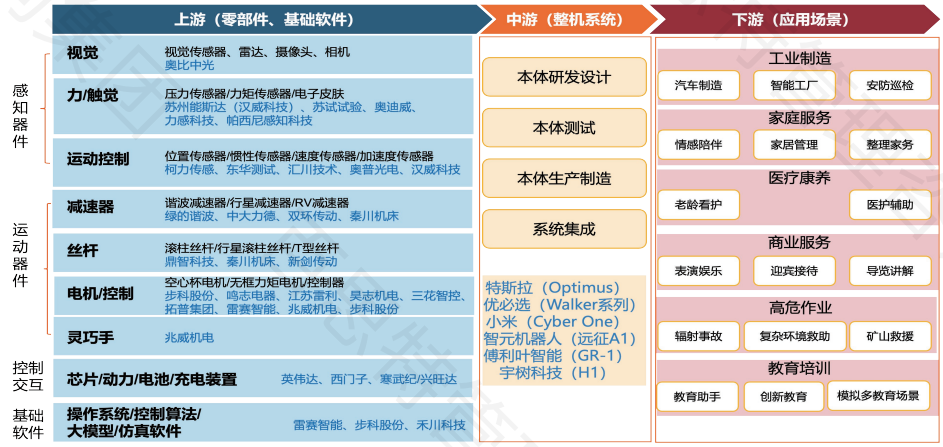


* 资料来源：优必选人形机器人产品手册

三、产业链分析

人形机器人产业链如下图所示，上游产业链涵盖零部件和基础软件供应，包括电机、减速器、传感器、控制器、芯片，以及基础软件等核心技术支持；中游主要由整机系统制造商构成，负责机器人本体的研发设计、组装、测试和系统集成；下游聚焦于终端应用场景，覆盖工业制造、家庭服务、医疗康养、高危作业、教育培训等多个领域。

人形机器人产业链图



* 资料来源：全国机器人标准化技术委员会《人形机器人标准化白皮书(2024 版)》

上游：高精度减速器（如谐波）、高性能伺服依赖进口，国产替代加速但仍有差距；传感器技术待突破。核心部件成本高、寿命不足，算法与硬件协同优化难。上游核心零部件技术挑战见下表：

人形机器人上游核心零部件技术挑战

零部件类别	概述	特征	技术挑战
谐波减速器	谐波减速器由波发生器、柔轮、刚轮构成，利用柔轮弹性变形与刚轮啮合传递动力	体积小、重量轻、结构紧凑、传　动比大	传动精度、寿命
无框力矩电机	依据电磁感应定律将电能转换为机械能，主要作用是产生驱动转矩，作为动力源	具备减速、传动、提升扭矩	转矩密度、温升控制
丝杆	传动核心部件	具有高精度、可逆性和高效率的特点	加工密度、一致性
柔性触觉传感器（电子皮肤）	利用柔性材料的物理特性，将外部的力学量转换为电学量，从而实现对触觉感知的传感器产品	PDMS、PET、PI、PVDF等聚合物材料被用来制造传感器的柔性基底，显著提高传感器的柔性；	灵敏度、耐久性、准确性、降本困难
芯片	提供高性能、低功耗的AI计算解决方案，以支持机器人感知、决策和执行等关键任务	高性能、低功耗	算力与能效比不足，生态与开发者支持较弱，硬件适配
电池/能源管理	支撑机器人运动、感知、计算等核心功能的动力来源	高能量密度、高功率输出、轻量化、安全性	续航时间短，能量密度有限

* 资料来源：公开资料，百思特分析

中游整机厂家：以宇树科技、优必选、达闼等为代表，主打服务、工业机器人。产品功能迭代快，但运动控制、环境交互能力不足、整机技术整合能力待提升、成本高制约商业化。

下游应用：现集中于仓储物流、教育、巡查等场景。未来将应用于向家庭服务、医疗康养、商业服务、高危作业、教育培训。

四、困难与挑战

综上所述，近年来在人工智能、软硬件技术共同推动下，人形机器人不断取得进步，已迈入初步商业化落地阶段。然而，由于核心技术瓶颈待突破、市场培育周期长、供应链存在短板及人才争夺白热化等问题，人形机器人量产商业化路径初见曙光，但道阻且长。

与此同时，在人形机器人加速落地的今天，企业主们既面临技术革命的机遇，也深陷转型期的多重压力。

1. 经营压力：利润越摊越薄

市场压力：品牌内卷加剧，新渠道拓展缓慢，增长陷入瓶颈；
成本压力：原材料涨价，降本与品质的平衡成难题；
人效压力：人工成本持续攀升，但自动化升级投入大、周期长。

2. 技术压力：创新卡在“最后一公里”

核心算法、硬件迭代遇瓶颈，供应商协同效率低下，技术突破总慢竞争对手半步。

3. 战略迷茫：在十字路口徘徊

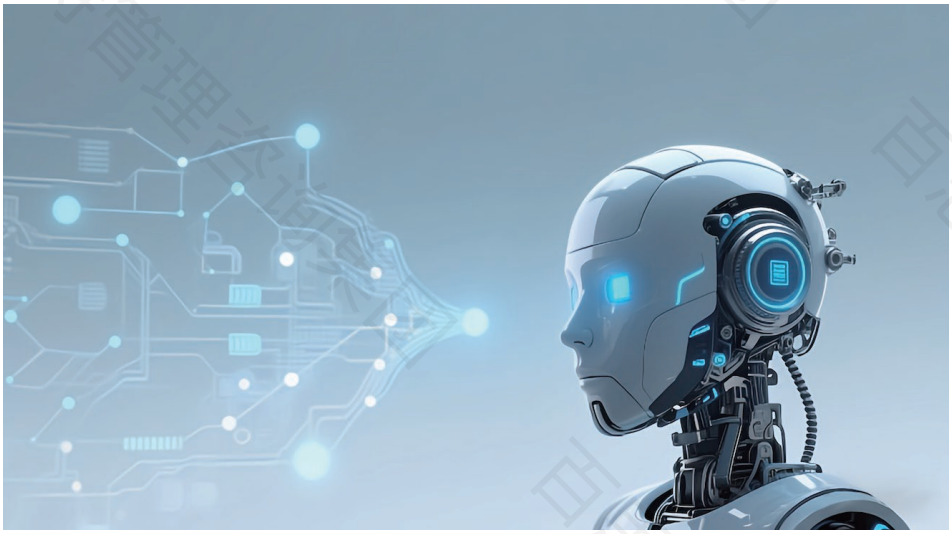
产品线杂乱无章：80%都是定制化订单，工程师沦为"救火队员"；
市场洞察失灵：看不懂消费者，抓不住下一个增长点。

4. 管理压力：团队“形散神也散”

管理层各自为政，流程标准化不足，员工因混乱执行频频离职；
团队年轻化但经验断层，销售新人培训后仍难独当一面。

5. 品质压力：返工吞噬利润

产品一致性差，客诉率居高不下，修修补补挤占本已紧张的现金流。



五、百思特赋能企业发展

面对人形机器人产业加速落地与上述系统性挑战交织的复杂局面，百思特咨询凭借在机器人、高端制造、半导体及ICT行业的深厚积累，以及对人形机器人领域的前瞻洞察与丰富实践经验，为企业提供全链条咨询服务，助力把握产业变革机遇，实现高质量发展。

我们为您解决以下核心问题：

机会洞察——精准研判人形机器人市场机遇与商业突破口

战略落地——构建从产品架构到供应链的增效决策体系

运营升级——打造"销售-技术-交付"铁三角协同机制

组织转型——培育适配科技变革的人才梯队与组织能力

生态共建——对接产业头部资源，构建共赢的可持续发展生态

百思特典型客户案例（部分）

机器人

信息通信

半导体

高科技制造

Best consulting
百思特管理咨询集团

百思特管理咨询集团

集团总部：深圳南山区粤海街道中国储能大厦17层
分支机构：北京｜上海｜大湾区｜杭州｜青岛｜长沙｜成都｜武汉
研发中心：深圳
商学院总部：成都
未来科技总部：成都
变革研究院：深圳
百思特投资公司：深圳
海外游学机构：美国波士顿

400 803 0798
www.best-consulting.com

百思特管理咨询集团