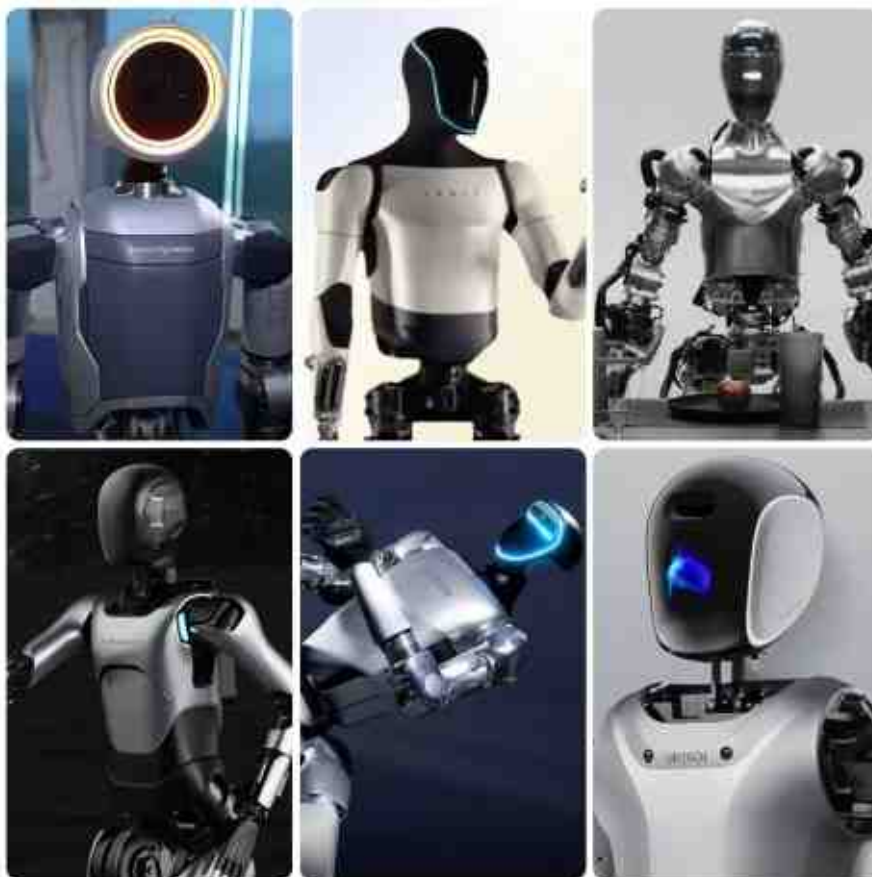




具身智能（人形机器人）产业发展蓝皮书
—— 从技术验证到规模化商用：新质生产力核心载体
(2026 年)



编写：知行元界

日期：2026 年 6 月

报告编制委员会

顾问委员会：施炜、左东旭

执行主编：张利、刘洪兵、贾维海

委员：和立强、李博、刘俊男、朱宇斌

发布单位：天津知行元界智能科技有限公司

华夏基石（具身智能咨询研究中心）

北京汇众绥猷管理咨询有限公司



前言

当人工智能从虚拟算法的数字世界，迈向拥有物理躯体、可与现实环境深度交互的具身时代，人形机器人作为具身智能最具代表性、最具产业想象空间的核心载体，正成为驱动新质生产力跃升、重塑全球高端制造格局、开启智能社会新纪元的关键力量。

2026 年，是全球具身智能与人形机器人产业发展的关键转折之年。历经数年技术验证、样机迭代与场景试点，行业正逐步告别概念喧嚣，从实验室走向真实场景、从技术演示迈向小批量商用，开启规模化落地的全新周期。在全球科技竞争日趋激烈、制造业智能化转型加速、劳动力结构深刻调整的时代背景下，人形机器人不再是未来科幻图景，而是当下可落地、可商用、可规模化的硬核产业，成为大国科技博弈、产业竞争与未来布局的核心赛道。

本蓝皮书立足 2023—2026 年全球及中国产业运营数据、技术突破进展、场景落地成效、资本动态趋势，严格遵循数据可溯源、逻辑可验证、结论可落地的原则，系统界定具身智能与人形机器人的产业边界，全景拆解技术体系、产业链结构、商业化路径与市场格局，深度对标新能源汽车产业发展规律，精准剖析当前行业面临的技术瓶颈、产业挑战与市场困境，并面向企业、资本、政府提出可执行的战略建议与风险应对方案。

我们希望通过这份蓝皮书，为政府部门制定产业政策、科研机构聚焦技术攻关、企业布局研发与商业化、投资机构把握黄金机遇，提供一份客观、专业、务实的决策参考。我们坚信，2026—2030 年是具

身智能与人形机器人产业的黄金布局期，中国凭借完整供应链、庞大应用场景、活跃资本生态与强劲政策支撑，具备成为全球产业领导者的核心优势。

道阻且长，行则将至。具身智能（人形机器人）的产业化征程需要技术坚守、产业协同、资本耐心与社会包容共同托举。期待与全行业一道，凝心聚力、攻坚克难，推动中国具身智能与人形机器人产业领跑全球，让智能躯体走进生产、服务与生活，以新质生产力赋能制造强国、科技强国建设，共创人机协同、智能普惠的美好未来。



摘要

本蓝皮书聚焦**具身智能核心赛道——人形机器人**，以 2023 - 2026 年全球及中国产业运营数据、技术进展、场景落地、投融资动态为基础，系统阐述具身智能的定义边界、市场规模、技术体系、产业链结构、应用商业化、资本逻辑、瓶颈挑战与战略建议。报告严格遵循**数据可溯源、逻辑可验证、结论可落地**的原则，不做过度联想与主观推演，力求为**政府部门、产业主体、投资机构、科研院所**提供客观、专业、可执行的决策依据。

报告核心结论如下：

第一，赛道边界清晰。具身智能是拥有物理本体、通过多模态感知、自主决策、运动执行与环境交互实现自主学习的智能系统，**人形机器人是最具代表性与产业想象空间的核心赛道**。单一功能服务机器人、传统工业机器人、纯虚拟大模型，以及智能驾驶、无人机等不在本蓝皮书核心研究范围。

第二，市场规模稳健。2025 年全球具身智能市场规模约 900 亿元，2026 年预计达到 1500 - 2000 亿元；中国具身智能市场 2025 年规模约 600 亿元，其中人形机器人市场规模约 40~60 亿元，中国成为全球最大市场与产业中心。

第三，产业阶段明确。2026 年是人形机器人从技术验证走向**小批量商用元年**，2028 年将进入规模化量产阶段，整体产业周期较新能源汽车大幅缩短。

第四，技术瓶颈集中。当前行业核心痛点集中在模型泛化能力不足、物理交互数据稀缺、核心部件依赖进口、整机可靠性偏低、成本偏高五大方面。

第五，商业化路径清晰。优先落地工业制造、物流仓储、电力巡检等高刚性、高 ROI 场景，再逐步向商业服务、家庭场景渗透。

第六，产业链价值明确。上游核心部件（减速器、伺服、丝杠、灵巧手、传感器）占 BOM 成本 70% 以上，具备最高毛利与国产替代空间；中游整机与具身操作系统决定生态格局；下游场景方案决定规模化速度。

第七，对标新能源汽车高度同构。二者在技术架构、产业链结构、产业演进路径、政策驱动模式上具备强相似性，新能源车的链主引领、供应链自主、数据闭环、成本下降路径可直接借鉴。

第八，战略机遇明确。2026 - 2030 年是具身智能与人形机器人黄金布局期，中国具备成为全球领导者的供应链、市场、政策、资本基础。

本报告全文共 12 章，覆盖产业定义、全球市场、中国产业、技术体系、应用商业化、产业链、资本、对标新能源车、瓶颈挑战、趋势展望、战略建议，形成完整研究闭环。

目录

前言.....	3
摘要.....	5
第 1 章 具身智能：定义、赛道边界与战略价值.....	10
1.1 具身智能的学术与产业定义.....	10
1.2 赛道范围：三层边界严格界定.....	12
1.3 具身智能与传统机器人、通用 AI 的本质差异.....	13
1.4 具身智能的战略价值.....	15
第 2 章 全球具身智能产业发展现状（2025 - 2026）.....	16
2.1 全球市场规模与增速.....	16
2.2 全球人形机器人细分市场数据.....	17
2.3 全球区域格局.....	18
2.4 主要国家战略布局.....	19
2.5 全球头部玩家格局.....	20
第 3 章 中国具身智能与人形机器人产业全景.....	22
3.1 中国市场规模与结构.....	22
3.2 中国政策体系.....	23
3.3 中国产业链全景.....	24
3.4 中国市场参与者类型划分.....	25
第 4 章 人形机器人核心技术体系与成熟度评估.....	30
4.1 人形机器人四层技术架构.....	30
4.2 2026 年人形机器人关键性能指标.....	32
4.3 2026 年关键技术突破.....	33
4.4 核心技术瓶颈.....	34
第 5 章 应用场景、商业化路径与 ROI 分析.....	36
5.1 场景成熟度优先级.....	36

5.2 标杆落地案例.....	38
5.3 商业模式演进路径.....	39
5.4 商业化三阶段路径.....	41
5.5 人形机器人成本下降曲线.....	41
第 6 章 产业链结构、价值分布与竞争格局.....	44
6.1 产业链整体架构与价值分配逻辑.....	44
6.2 上游核心零部件：高壁垒、高毛利，国产替代全面提速.....	45
6.3 中游整机与系统软件：链主主导，生态竞争拉开帷幕.....	57
6.4 下游应用与场景服务：刚需场景先行，商业化逐步落地.....	61
第 7 章 资本动向、投融资数据与估值逻辑.....	66
7.1 全球及中国投融资整体趋势（2023-2026）.....	66
7.2 融资结构深度分析.....	68
7.3 估值体系与核心定价逻辑.....	69
7.4 黄金投资赛道与布局策略（2026-2028）.....	71
7.5 投资风险与风险防控.....	72
第 8 章 具身智能 vs 新能源汽车：发展对标与经验借鉴.....	74
8.1 两大产业底层同构性：核心维度深度对标.....	74
8.2 发展阶段精准对标：人形机器人 = 2008 年新能源汽车.....	78
8.3 两大产业核心差异：人形机器人难度更高、空间更大.....	79
8.4 新能源汽车产业六大可复用经验.....	81
8.5 人形机器人产业差异化破局路径.....	82
第九章 人形机器人产业核心瓶颈、挑战与系统化破局路径.....	84
9.1 技术端核心瓶颈：底层技术未突破，商业化落地缺乏核心支撑.....	85
9.2 产业端核心挑战：产业链协同不足，规模化发展缺乏基础保障.....	90
9.3 市场端核心困境：需求与供给错配，商业化落地缺乏动力.....	93
9.4 政策与伦理端核心难题：合规体系空白，产业发展缺乏制度保障.....	95
9.5 系统化破局路径：长短期结合，多方协同突破产业瓶颈.....	97
9.6 破局实施保障措施.....	102
第十章 2026-2030 年产业趋势判断与中长期发展展望.....	103

10.1 分阶段产业发展周期预判（2026-2030）	103
10.2 五大核心维度趋势细分预判	107
10.3 2030 年后中长期前瞻性展望	111
第十一章 面向企业、资本、政府的三维度战略建议	113
11.1 面向企业的战略建议：分类施策，聚焦核心竞争力构建	113
11.2 面向资本的战略建议：精准布局，价值投资与产业赋能并重	117
11.3 面向政府的战略建议：引导赋能，规范发展与产业扶持同步	119
第十二章 产业风险预警与全维度应对预案	122
12.1 核心风险梳理与等级判定	122
12.2 分维度风险应对预案	123
12.3 风险应急与长效保障机制	127
结语	129
附录：国内外重点产业政策文件汇编	131
A 国家级顶层政策	131
B 地方重点产业政策	132
C 海外核心产业政策	132

第 1 章 具身智能：定义、赛道边界与战略价值

本章从核心定义出发，清晰界定具身智能与人形机器人的科学内涵、产业范畴与赛道边界，区分相关概念差异，避免行业认知混淆。在此基础上，从国家科技竞争、产业安全、经济增长、社会民生及制造业转型升级等维度，系统阐述人形机器人产业的战略地位与长期价值。本章作为蓝皮书的总纲部分，为全报告奠定研究基础、划定分析范围、确立核心逻辑，帮助读者从顶层视角理解产业定位与发展意义。

1.1 具身智能的学术与产业定义

具身智能 (Embodied AI) 并非一个全新概念，但其产业化爆发则是 2023 年之后，随着大模型、运动控制、精密制造三大领域同步成熟才真正到来。从学术本源来看，具身智能强调：智能并非仅存在于算法与模型之中，而是智能体通过物理躯体与真实环境持续交互、感知、试错、学习后涌现的综合能力。这一认知区别于传统的符号主义、连接主义人工智能，更强调“身体”在智能形成中的基础性作用。人类婴儿通过触摸、抓取、行走、观察逐步建立对世界的认知，这一过程正是具身智能最朴素的生物学原型。

在产业落地层面，具身智能可以被清晰定义为：

具身智能 = 物理本体 + 具身大模型 + 多模态感知系统 + 运动执行系统 + 环境自适应学习闭环。

具身智能三要素



它不是传统机器人的简单升级，也不是虚拟大模型的外设延伸，而是能够在非结构化环境中自主理解、自主推理、自主操作、自主协作，并持续通过交互提升能力的新一代智能系统。这一定义包含三层核心内涵：一是必须拥有物理实体，能够与现实世界发生力学、空间、交互关系；二是具备自主决策能力，而非简单执行预设程序；三是具备学习与进化能力，能够通过数据与经验不断优化行为。

从技术本质来看，具身智能是人工智能从虚拟世界走向物理世界的关键载体，是实现通用人工智能（AGI）的必经路径。传统人工智能以数据和计算为核心，解决信息处理、知识推理、内容生成等问题；而具身智能以“躯体、交互、行动”为核心，解决物理世界的感知、决策、操作、协作问题。二者的融合，才构成真正意义上的通用智能体系。没有具身能力的人工智能，只能停留在信息层面；而没有智能支撑的机器人，只能停留在自动化层面。只有二者深度结合，才能诞生真正能够融入人类生产生活的智能体。

1.2 赛道范围：三层边界严格界定

为避免行业认知泛化、口径混乱，本蓝皮书对具身智能赛道范围做出**严格三层划分**，所有分析、数据、结论均基于这一边界展开。

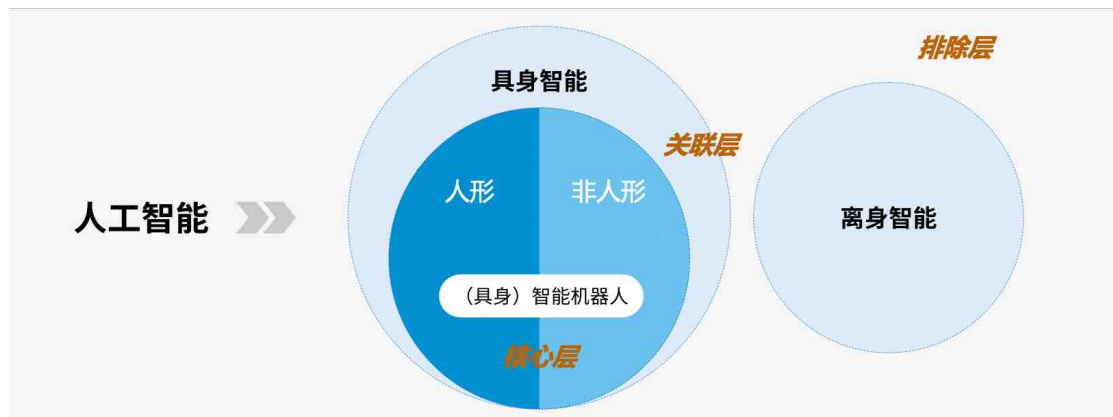
第一，核心层（本报告重点覆盖）。包括：**人形机器人（双足全身人形、上半身人形系统）、四足机器人与轮足复合机器人、具备通用智能的具身机械臂系统、具身智能操作系统、具身大模型、世界模型**。这一部分是真正意义上“具备自主物理智能”的主体，也是本蓝皮书研究的全部重心。这类产品具备统一特征：**拥有高度拟人化或仿生化的运动能力、多模态环境感知能力、自主任务规划能力、非结构化环境适应能力，以及通过持续交互实现自我迭代与优化的能力**。它们不依赖固定轨道、不依赖人工示教、不依赖结构化环境，能够像人一样理解任务、适应环境、完成操作。

第二，关联层（相关但不重点展开）。包括：**无人机、自动驾驶车辆（移动具身终端）、外骨骼机器人与康复机器人、特种仿生机器人（水下、空间、应急等场景）**。这些领域在技术上与具身智能存在交叉，例如同样依赖多传感器融合、运动控制、决策规划，但在产品形态、应用场景、商业模式、用户群体上差异显著，因此不作为核心分析对象。自动驾驶更偏向交通工具，外骨骼更偏向人机增强，特种机器人更偏向专业工具，与人形机器人所代表的通用智能体存在本质区别。

第三，排除层（明确不纳入）。包括：**传统工业机器人（固定轨迹、无自主决策能力）、单一功能服务机器人（扫地、送餐、早教等**

无通用智能)、纯虚拟大语言模型与多模态模型(无物理交互本体)。这一部分不具备“具身”与“通用智能”双重属性,无法实现自主学习与环境自适应,因此不在本蓝皮书研究范围内。传统工业机器人是自动化装备,单一功能服务机器人是专用设备,虚拟 AI 是软件程序,均不属于本报告定义的具身智能范畴。

具身智能层次划分



基于上述边界,本蓝皮书所讨论的具身智能,聚焦通用物理智能主体,其中人形机器人是核心中的核心。人形机器人在结构、运动、交互方式上最接近人类,能够最大程度适配人类生活、生产、服务场景,具备最广泛的通用性与想象空间,是具身智能技术集大成者,也是产业与资本最关注的终极方向。

1.3 具身智能与传统机器人、通用 AI 的本质差异

传统机器人诞生于工业自动化时代,核心价值是替代人工重复劳动,其运行依赖精确编程、固定轨迹、结构化环境,一旦场景发生微小变化,就无法正常工作。传统机器人本质上是“自动化机器”,而非“智能体”。其优势在于高速度、高精度、高稳定性,但缺乏灵活性、适应性与学习能力。在汽车制造、3C 组装等标准化场景中,

传统工业机器人已得到广泛应用，但难以进入家庭、商业、非结构化工业场景。它们只能完成被设定好的动作，无法应对变化、无法理解意图、无法自主优化。

通用人工智能（纯虚拟）以大语言模型、多模态模型为代表，具备强大的理解、推理、生成能力，但**没有物理躯体**，无法执行物理操作、无法改变现实世界状态、无法通过真实交互获得物理经验。它是“数字智能”，而非“物理智能”。虚拟 AI 可以提供信息、知识、对话、创作，但无法完成搬运、操作、巡检、服务、护理等现实任务。它能“思考”和“表达”，却不能“行动”和“改变”。

具身智能则实现了两者的融合与超越：

第一，自主感知环境，不需要人工预设全部条件，能够通过视觉、听觉、力觉、触觉等多模态传感器实时理解环境状态；

第二，自主决策规划，能够处理不确定性与非结构化场景，根据任务目标自主生成行动路径与操作策略；

第三，自主执行操作，具备运动、力控、灵巧操作能力，能够完成复杂物理任务；

第四，具备跨场景迁移与持续进化能力，能够通过数据与交互不断优化行为，越用越智能。

简言之：传统机器人是“被动执行的机器”，虚拟 AI 是“没有身体的大脑”，而具身智能是“拥有大脑、身体与环境适应能力的智能体”。

1.4 具身智能的战略价值

从国家战略层面看，具身智能是**新质生产力核心引擎**，是高端装备制造与人工智能竞争的制高点。发展具身智能，有利于推动制造业升级、优化劳动力结构、突破关键核心技术，是构建科技强国、制造强国的关键支撑。在全球科技竞争日趋激烈的背景下，具身智能已成为大国科技战略的重要组成部分，直接影响未来产业主导权。谁能在具身智能领域率先突破，谁就能在下一代工业革命、智能革命中占据主动。

从产业层面看，具身智能将重构制造、物流、商业、家庭、医疗等行业形态，形成**万亿级新兴产业集群**，并带动芯片、传感器、精密制造、软件算法全链条升级，催生大量新技术、新产品、新模式。具身智能不是单一产品赛道，而是横跨人工智能、高端装备、新材料、工业软件、场景服务的复合型生态，具备极强的产业拉动效应。一台人形机器人的落地，会带动数十个核心部件、上百家配套企业、数十种软件算法的协同发展，形成庞大的产业生态。

从资本层面看，具身智能是继智能手机、新能源汽车之后，**下一代全球性科技主赛道**，具备长周期、高壁垒、大空间的特征。2026 - 2030 年将是行业从验证走向爆发的黄金布局期，具备重大战略配置价值。与互联网、软件等轻资产赛道不同，具身智能属于硬科技赛道，技术壁垒高、研发周期长、供应链复杂，一旦形成领先优势，将具备极强的护城河与持续变现能力。长期来看，具身智能有望成为比肩汽车、智能手机的超级赛道，诞生多家世界级龙头企业。

第 2 章 全球具身智能产业发展现状（2025 - 2026）

本章聚焦全球具身智能与人形机器人产业整体发展格局，重点分析 2026 年全球市场规模、增长态势、区域分布、技术路线与竞争格局。当前全球产业已进入商业化攻坚阶段，呈现中美双主导、欧日在核心零部件与精密制造领域配套支撑的格局。

本章通过对主要国家战略、头部企业布局、技术进展与投资趋势的梳理，客观呈现全球产业所处阶段、发展特征与竞争态势，为判断我国所处位置提供国际参照。

2.1 全球市场规模与增速

根据 IDC、GGII、中国电子学会综合核算：

2025 年全球具身智能市场规模约 **900 亿元人民币**；

2026 年全球具身智能市场规模预计达到 **1500 - 2000 亿元**，同比增速 **67% - 122%**。

这一规模包含**整机、核心部件、系统软件、解决方案**，但剔除传统工业机器人与单一功能服务机器人。从结构看，整机约占 55%，核心部件约占 30%，软件与服务约占 15%。整机是当前市场规模最大的部分，核心部件随着出货量增长将进入高速增长期，软件与服务则是未来长期盈利的关键。

从增速结构看，人形机器人赛道增速显著高于行业整体水平。**2026 年全球人形机器人市场增速预计超过 240%**，远高于具身智能行业平均增速，成为拉动行业增长的核心动力。这一趋势表明，产业与市场对人形机器人的接受度快速提升，技术成熟度与商业化进度同步

加速。但是，资本、企业、客户对人形机器人的预期，正从“概念”转向“可用”，从“演示”转向“实用”。

2.2 全球人形机器人细分市场数据

人形机器人是具身智能中技术壁垒最高、市场空间最大、资本关注度最强的赛道。

2025 年全球人形机器人出货量 1.8 万台；

2026 年全球人形机器人出货量预计 6.25 万台，同比增速约 247%；

2026 年全球人形机器人市场规模 300 - 500 亿元。

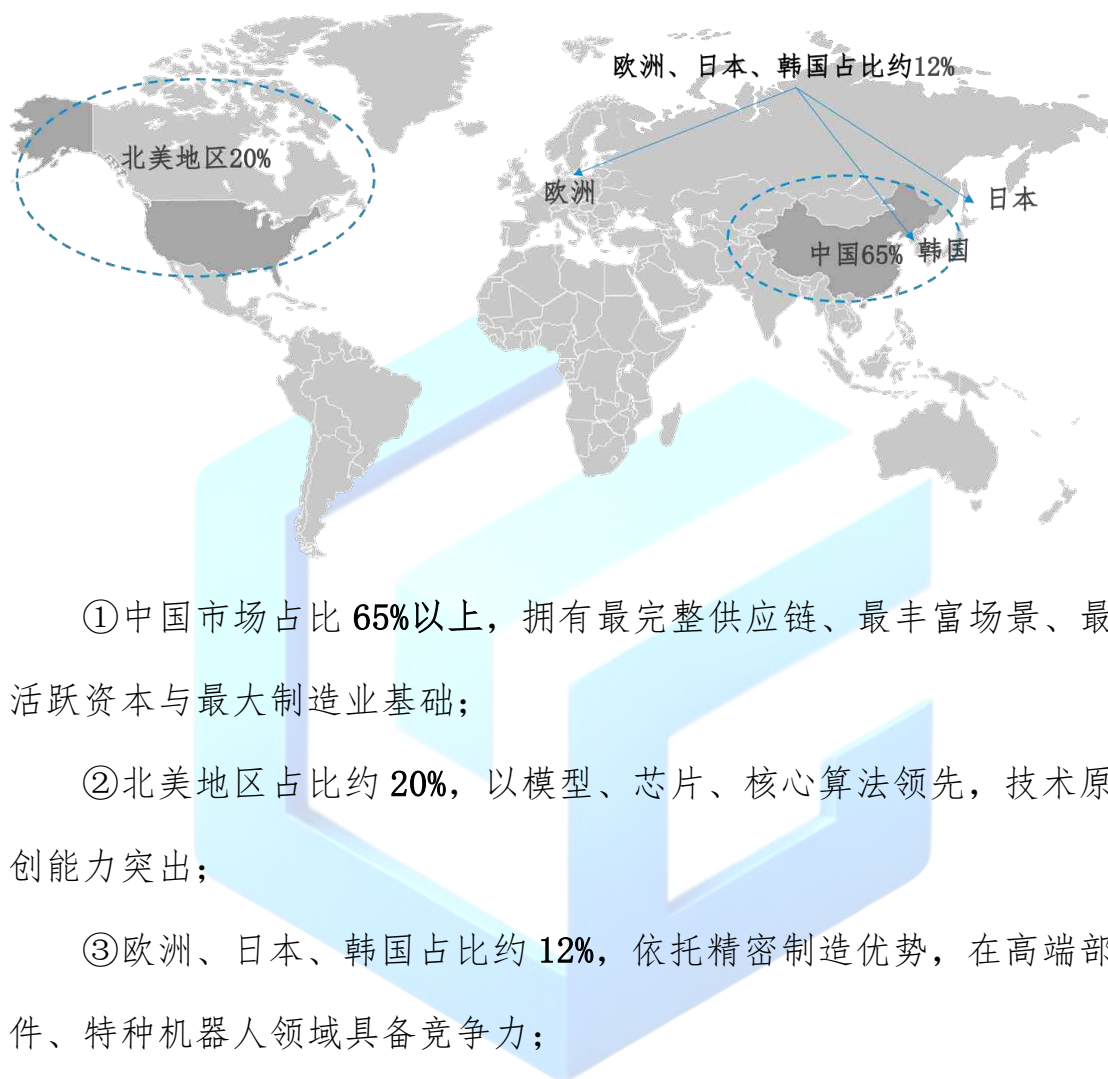
当前出货量仍以工程样机、园区演示、工业试点为主，大规模商业化交付尚未全面开启，但增速已呈现指数级特征，预示产业拐点临近。从价格结构看，2026 年全球人形机器人均价约为 40 - 80 万元/台，高端产品价格超过 100 万元，中低端产品价格下探至 10 - 30 万元。随着量产规模提升、核心部件国产化、供应链成熟，价格将进入快速下降通道。

从应用结构看，工业场景占比约 55%，商业服务场景约 30%，科研与实验室场景约 15%。工业场景以汽车制造、3C 电子、电力能源、物流仓储等为主，需求刚性最强，付费能力最高；商业场景以文娱表演、展厅导览、政务服务、酒店接待、安防巡检为主，处于试点扩张阶段；科研场景以高校、科研院所、企业研发部门为主，是技术验证与算法迭代的重要载体。不同场景对机器人的性能、可靠性、成本、交互方式提出差异化要求，推动产品向多元化、专业化方向发展。

2.3 全球区域格局

全球具身智能呈现 “一超一强多极支撑” 格局：

全球具身智能格局示意图



① 中国市场占比 **65%以上**，拥有最完整供应链、最丰富场景、最活跃资本与最大制造业基础；

② 北美地区占比约 **20%**，以模型、芯片、核心算法领先，技术原创能力突出；

③ 欧洲、日本、韩国占比约 **12%**，依托精密制造优势，在高端部件、特种机器人领域具备竞争力；

④ 其他地区占比不足 **3%**。

可以判断：中国是全球具身智能产业中心，北美是全球技术创新中心，二者共同主导未来 5 - 10 年格局。欧洲与日韩则在核心零部件、细分场景应用上形成差异化优势，成为全球产业链的重要组成部分。

从产业成熟度看，中国在整机研发、量产能力、场景落地、供应链配套方面领先全球；北美在基础模型、前沿算法、芯片架构、软件

生态方面具备不可替代的优势；欧洲在安全标准、伦理规范、工业可靠性体系上积累深厚；日韩在精密减速器、伺服系统、传感器等核心部件领域具备长期壁垒。这种格局在未来 3 - 5 年内将保持相对稳定，同时各国之间的技术合作与产业竞争同步深化。

2.4 主要国家战略布局

美国将具身智能视为下一代人工智能与先进制造的核心。国防部、能源部持续支持基础研究，特斯拉 Optimus、Figure AI 推动人形机器人工程化与量产，谷歌 DeepMind、英伟达构建具身模型与生态体系，意图以技术标准与底层平台抢占产业制高点。美国的战略逻辑清晰：以基础技术创新为核心，以龙头企业为牵引，以生态体系为壁垒，掌控全球产业价值链顶端。政府、科研机构、科技巨头形成协同创新体系，从基础研究到工程化落地无缝衔接。

中国将人形机器人纳入“未来产业”重点支持方向，从国家规划、地方政策、产业基金、场景试点多维度发力。依托全球最大制造业体系，中国正在快速形成“核心技术+整机+场景+资本”全链条生态，具备规模化落地的独特优势。国家层面出台多项政策支持机器人产业创新发展，地方政府纷纷设立产业园区、专项基金、应用试点，为行业发展提供良好政策环境。中国的优势在于产业链完整、应用场景丰富、工程化能力强、市场空间巨大，能够快速将技术转化为产品与商业价值。

日本、韩国依托减速器、伺服系统等精密制造基础，重点布局服务机器人、养老机器人领域，并与全球整机企业深度绑定，占据高端

供应链环节。日本聚焦老龄化社会需求，大力发展护理、康复、家庭服务机器人；韩国则在半导体、精密加工基础上，推动核心零部件与整机协同发展。两国均走“部件强国 + 场景深耕”路线，在全球产业链中占据关键环节。

欧洲各国强调安全、伦理、可靠性，在标准制定、合规体系、工业级应用上具备较强话语权，同时积极推动具身智能在工业升级、医疗健康、公共服务领域的应用。欧洲注重技术与社会的协调发展，对安全、隐私、伦理的要求更为严格，这也使其在高可靠性、高安全性场景中具备优势。

2.5 全球头部玩家格局

整机与系统领域，全球主要参与者包括：特斯拉（Optimus）、优必选（Walker）、宇树科技（Unitree）、小米、智元机器人、波士顿动力。其中，特斯拉以汽车工程化能力与供应链能力最强，依托汽车产业链快速推进人形机器人量产；优必选、宇树、小米、智元在中国市场具备领先优势，在整机设计、运动控制、场景适配方面积累深厚；波士顿动力在技术前沿探索上保持全球顶尖水平，但商业化进度相对较慢。

核心零部件领域，国际厂商包括 Harmonic Drive、Nabtesco；国内厂商包括绿的谐波、汇川技术，正在快速实现国产替代。减速器、伺服系统、传感器、灵巧手是核心壁垒环节，也是利润最丰厚的环节，国内外企业竞争日趋激烈。

模型与算法领域，全球领先者包括 OpenAI、Google DeepMind、智源研究院、华为、阿里、腾讯、百度等，具身大模型、世界模型成为竞争焦点。模型能力直接决定人形机器人的理解、推理、规划、交互水平，是智能水平的核心标志。



第 3 章 中国具身智能与人形机器人产业全景

本章全面展现中国人形机器人产业发展全貌，从政策环境、产业链结构、产业集群、企业梯队、投融资热度及应用落地等方面进行系统梳理。我国已形成全球最完整的产业链配套体系，在市场规模、场景试点、量产能力等方面位居全球前列，但同时高端零部件、整机可靠性、核心算法与标准体系等方面仍存在明显短板。本章完整勾勒国内产业生态，明确优势、短板与结构性机会，是理解中国产业现实的核心章节。

3.1 中国市场规模与结构

2025 年中国具身智能市场规模 **600 亿元**，其中人形机器人约 40~60 亿元；

2026 年预计达到 **1000 - 1200 亿元**；

2030 年预计突破 **5000 亿元**；

2035 年长期展望 **1.5 万亿元以上**。

人形机器人已成为拉动行业增长的第一动力。从增速看，人形机器人赛道 2026 年增速将超过 250%，显著高于行业整体水平。从区域分布看，长三角、珠三角、京津冀是产业核心聚集区，集中了全国 80% 以上的整机企业、核心部件企业与研发资源。长三角以上海、苏州、杭州、南京为核心，珠三角以深圳、广州、东莞为核心，京津冀以北京、天津为核心，形成三大产业集群。

从应用场景结构看，工业场景占比最高，达到 55%，主要集中在汽车制造、3C 电子、电力能源、物流仓储、轨道交通等领域；商业

服务场景占比约 30%，包括商场、酒店、政务大厅、展馆、园区等；家庭场景尚处于早期探索阶段，占比不足 5%；医疗、特种、科研等场景占比约 10%。工业场景是当前商业化的核心突破口，商业场景是中期增长主力，家庭场景是长期终极市场。

从价格结构看，国内人形机器人产品价格区间较广，工业级产品价格 30 - 80 万元，商业演示级产品 20 - 50 万元，科研开发平台 50 - 150 万元。随着量产规模扩大、核心部件国产化、供应链成熟，预计 2028 年工业级产品均价可降至 10 万元以内，具备大规模推广基础。成本下降将直接打开市场空间，推动行业从试点走向普及。

3.2 中国政策体系

国家层面，具身智能与人形机器人相关政策包括：“十四五” 机器人产业发展规划、人形机器人创新发展专项行动、新质生产力支持政策、高端装备与人工智能协同政策。政策导向明确：支持技术攻关、核心部件国产化、场景应用试点、标准体系建设。国家多部门联合推动机器人产业创新发展，从研发、生产、应用、人才、资本等多方面提供支持。

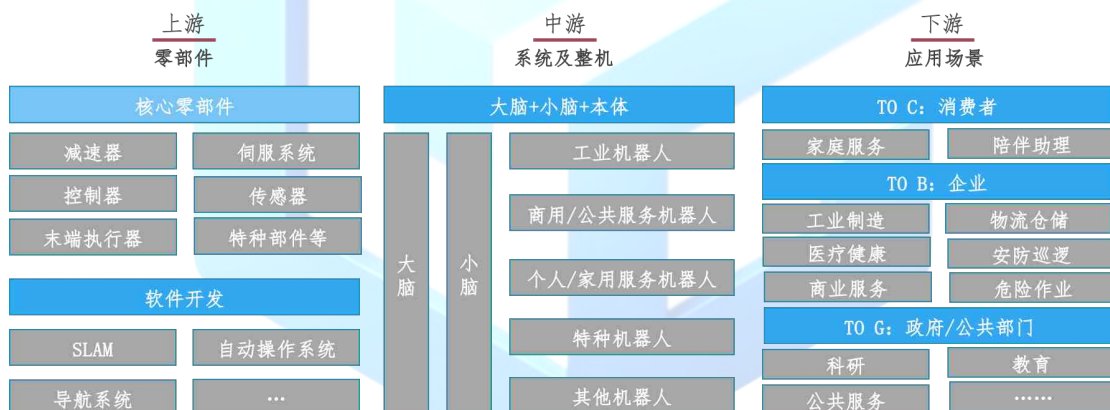
地方层面，北京、上海、广东、江苏、浙江、安徽等省市纷纷出台专项政策，设立产业基金、建设产业园区、开展应用试点、给予补贴支持。地方政府将具身智能与人形机器人视为未来产业重要抓手，积极推动产业链集聚与生态构建。多地推出机器人应用补贴、研发奖励、场地支持、人才引进等政策，大幅降低企业创新与落地成本。

标准体系方面，《人形机器人与具身智能标准体系（2026 版）》已形成框架，覆盖六大方向：安全规范、性能指标、接口与交互、可靠性测试、环境适应性、伦理与合规。标准逐步完善，将为规模化量产与商业化扫清障碍。同时，国家正在加快推进核心部件、整机性能、交互安全、数据合规等细分标准制定，推动行业规范化、高质量发展。标准统一将大幅提升产业链协同效率，降低研发与制造成本。

3.3 中国产业链全景

中国已形成全球最完整的具身智能产业链，具体包括上游核心零部件、中游系统及整机、下游应用场景。

具身智能产业链（以人形机器人为例）



上游为核心零部件：减速器（谐波、RV、行星滚柱丝杠）、伺服电机与驱动器、传感器（视觉、力觉、触觉、IMU）、灵巧手、末端执行器、电池、热管理、结构件。上游占整机成本 70% 以上，是技术壁垒与利润最集中环节。目前，减速器、高精度伺服、高端传感器仍存在一定进口依赖，但国产替代速度显著加快。

中游为整机与系统：人形机器人、四足机器人、具身机械臂、具身操作系统、运动控制、力控算法、具身大模型、世界模型、VLA 模

型。中游决定产品形态、智能水平与生态能力。国内企业在整机设计、运动控制、场景适配方面已接近国际先进水平，在模型算法、操作系统方面快速追赶。

下游为应用场景：工业制造、物流仓储、商业服务、家庭陪护、医疗康复、特种作业。下游决定真实需求、付费能力与规模化速度。工业场景需求最刚性、付费能力最强；商业场景扩张速度最快；家庭场景空间最大，但周期最长。

全链条协同发展，使中国具备全球独一无二的产业优势：从零部件到整机，从算法到场景，从研发到制造，均能实现本土化配套，大幅提升效率、降低成本、增强供应链安全。

3.4 中国市场参与者类型划分

依据技术能力、业务边界、资源禀赋、商业模式及产业定位，将中国具身智能与人形机器人市场参与主体划分为六大核心类型。各类主体分工清晰、优势互补，共同构成从核心技术、整机制造、系统软件到场景应用、产业支撑的完整产业生态，是中国领跑全球人形机器人产业的关键组织基础。

中国具身智能产业生态图



3.4.1 全栈型整机企业（链主型）

核心定位：具备整机研发、系统集成、供应链整合、量产制造与场景交付全栈能力，是产业生态的主导者与标准定义者。

核心能力：

- 覆盖机械结构、运动控制、力控算法、多模态感知、具身模型、整机工程化全链条技术；
- 拥有自主量产产线，可实现小批量到规模化交付；
- 具备场景方案设计、客户交付与运维服务能力；
- 主导供应链选型、成本管控与生态协同。

典型特征：研发团队规模大、融资轮次靠后、产品已落地试点、具备明确订单与标杆案例。

代表企业：宇树科技、优必选、智元机器人、小米、乐聚、众擎等。

3.4.2 核心零部件专精企业

核心定位：聚焦上游高价值、高壁垒环节，是国产替代与成本下降的核心支撑，占据产业链主要利润环节。

核心能力：

- 专注精密减速器、伺服系统、传感器、灵巧手、编码器、一体化关节等关键部件；
- 具备精密制造、材料工艺、批量一致性控制能力；
- 产品进入头部整机供应链，实现稳定供货；
- 技术壁垒高、毛利率高、国产替代空间明确。

典型特征：以 B 端供货为主，重研发、重工艺、重产能，客户集中度相对较高。

代表企业：绿的谐波、汇川技术、双环传动、柯力传感、因时机器人、傲意科技等。

3.4.3 具身智能算法与软件企业

核心定位：为机器人提供“大脑”与操作系统，决定智能水平、泛化能力与生态开放性。

核心能力：

- 主攻具身大模型、世界模型、VLA（视觉 - 语言 - 行动）模型；
- 提供具身操作系统、实时控制中间件、仿真训练平台；
- 实现端侧部署、低延迟推理、多机协同与 OTA 升级；
- 以技术授权、模型服务、生态合作为主要盈利模式。

典型特征：AI 人才密集、轻资产、高毛利，与整机企业深度绑定。

代表企业：智源研究院、腾讯、阿里、百度、商汤科技、星动纪元等。

3.4.4 跨界产业巨头

核心定位：由科技、汽车、消费电子、高端装备企业跨界进入，依托制造、供应链、资金与渠道优势快速切入。

核心能力：

- 具备大规模制造、供应链管理、成本控制与工程化落地经验；
- 可复用汽车 / 电子产业链，快速推进量产与降本；
- 资金实力强、品牌影响力大、渠道覆盖广；
- 强调标准化、民用化、规模化路线。

典型特征：以集团战略布局为主，研发投入大、扩张速度快，注重生态协同。

代表企业：小米、小鹏、比亚迪、华为、美的、立讯精密等。

3.4.5 场景集成与应用服务企业

核心定位：连接整机与终端客户，负责落地实施、定制调试与运营服务，是商业化落地“最后一公里”主体。

核心能力：

- 深耕工业制造、物流仓储、电力巡检、商业服务、政务教育等垂直场景；
- 提供产线改造、部署调试、人员培训、运维维保、融资租赁等服务；
- 理解行业工艺、客户需求与合规要求；

- 以项目制、服务收费、解决方案为主要模式。

典型特征：贴近客户、现金流稳定、风险较低，推动规模化落地。

代表企业：埃斯顿、新松机器人、科大智能、安努智能、亿嘉和、拓斯达及各行业系统集成商。

3.4.6 科研与公共创新平台

核心定位：承担基础研究、前沿探索、人才培养、标准制定与公共测试服务，为产业提供长期创新底座。

核心能力：

- 开展仿生机构、双足步态、通用智能、材料科学等底层研究；
- 建设公共测试平台、验证平台与数据集；
- 参与国家 / 行业标准制定、伦理规范研究；
- 输出高端人才与专利成果，推动产学研转化。

典型特征：公益属性强、研究周期长、引领技术方向。

代表机构：清华大学、北京理工大学、上海交通大学、哈尔滨工业大学、中科院相关院所、国家人形机器人创新中心。

3.4.7 主体结构特征与生态关系

当前中国市场参与者呈现“链主牵引、部件筑基、算法赋智、跨界提速、应用变现、科研长远”的协同格局：全栈整机企业牵头产品定义与量产落地；核心零部件企业突破卡脖子环节；算法软件企业提升智能上限；跨界巨头加速工程化与规模化；集成服务商打通场景变现；科研平台夯实底层创新。六大主体协同发力，共同支撑中国具身智能产业快速走向成熟与全球领先。

第 4 章 人形机器人核心技术体系与成熟度评估

本章围绕人形机器人全栈技术体系展开，重点拆解核心零部件、运动控制、双足步态、具身智能算法、系统集成与可靠性工程等关键板块，并对国内外技术差距、成熟度等级进行综合评估。当前我国在部分环节实现突破，但高端部件对外依存度高、整机稳定性不足、通用化能力偏弱、工程化水平有待提升。本章通过结构化评估，明确技术瓶颈、攻关方向与迭代节奏，为研发与投资决策提供关键依据。

4.1 人形机器人四层技术架构

人形机器人技术架构示意图



人形机器人技术体系可分为四层闭环：

第一，感知层：通过视觉、激光雷达、力觉、触觉、IMU、麦克风实现多模态融合，完成环境识别、人体检测、物体定位、力反馈感知。感知层是机器人获取外部信息的入口，其精度、实时性、鲁棒性直接影响后续决策与执行效果。当前主流方案采用多传感器互补融合，提

升复杂环境适应性。视觉负责识别物体与场景，力觉与触觉保证操作安全与精准，IMU 保障姿态稳定，雷达提升导航可靠性。

第二，决策层：以具身大模型、世界模型、VLA（视觉-语言-行动）模型为核心，实现任务理解、路径规划、操作推理、异常处理。决策层是机器人的“大脑”，决定智能水平高低。具身大模型实现自然语言交互与任务理解，世界模型构建环境虚拟表征，VLA 模型实现感知到行动的直接映射。决策层需要强大的算力支撑与算法优化，实现端侧实时推理。

第三，执行层：以双足步态、动态平衡、灵巧操作、高精度力控为核心，实现稳定行走、精准操作、安全交互。执行层是机器人的“身体”，考验机械设计、运动控制、驱动技术、材料工艺的综合能力。双足步态与动态平衡是人形机器人最核心、最困难的技术点，需要在复杂地面保持稳定，应对碰撞、颠簸、斜坡等情况。

第四，学习层：通过仿真训练（Sim2Real）、迁移学习、终身学习、OTA 在线升级，实现持续进化。学习层是机器人越用越智能的关键，通过数据闭环与云端训练不断优化模型与策略。仿真训练大幅降低现实试错成本，迁移学习提升跨场景泛化能力，OTA 升级使机器人能够持续迭代新功能。

四层架构协同运行，构成完整具身智能系统。任何一层出现短板，都会显著影响整机性能与可靠性。感知不准会导致决策失误，决策不优会导致执行低效，执行不稳会导致安全风险，学习不足会导致无法

进化。只有四层能力均衡提升，才能实现真正可靠、可用、智能的人形机器人。

4.2 2026 年人形机器人关键性能指标

国内部分头部企业本体参数

名称	优必选 Walker III	达闼 T1	宇树科技 H1	埃夫特 A1 升级版	优必选 UR3 升级版	智元 Z1	金傲 A1000	三优 T1
图片								
身高	1720mm	1112mm	1180mm	1100mm	1110mm	1120mm	1720mm	1100mm
重量	110kg	420kg	120kg	100kg	110kg	110kg	110kg	110kg
自由度	30	28	31	28	28	28	28	28
负载能力	10kg	10kg	10kg	10kg	10kg	10kg	10kg	10kg
续航	2h	2h	2h	2h	2h	2h	2h	2h

资料来源：国泰海通研报

当前行业主流水平：

- 自由度：30 - 40 DoF；
- 行走速度：3 - 5 km/h；
- 上肢负载：轻量化家用机型 3 - 5kg，工业样机 6 - 8 kg；
- 力控精度：指尖微操作检测精度 < 0.1 N，整机常规操作闭环力控精度 0.3 - 1N；
- 连续工作时长：2~3 小时；
- 平均无故障时间 (MTBF)：实验室原型机普遍不足 800 小时，商用试制机型集中在 800 - 2000 小时。

当前，机器人整体性能仍处于“可用但不够稳定”阶段，距离工业级、家庭级规模化落地要求仍有显著差距。高标准固定工位工业应用通常要求 MTBF 超过 5000 小时，连续工作时长超过 12 小时；柔性人机协同工业场景 MTBF 门槛约 3000 小时；家庭级应用则对安全

性、静音性、易用性、可靠性提出更高要求。当前机器人在标准化实验室环境表现良好，但进入真实复杂场景后，故障率、操作失误率仍偏高，需要持续优化机械结构、运动控制与整机可靠性。

从性能提升趋势看，未来 2-3 年将是整机可靠性关键突破期：行走速度有望提升至 5-6km/h，上肢负载提升至 10-15kg，连续工作时长提升至 8-12 小时，MTBF 提升至 3000 小时以上，可满足绝大多数柔性人机协同工业场景规模化应用要求；5000 小时 MTBF 的高标准产线机型仍需更长周期迭代。整体性能提升将直接推动商业化落地进程，使人形机器人从“能看能用”的原型产品，转向“好用耐用”的商用终端。

4.3 2026 年关键技术突破

第一，世界模型从实验室走向工程化应用，显著提升泛化与规划能力。世界模型能够构建环境的三维表征与动态预测，使机器人在陌生环境中也能自主规划行动，大幅降低对预设地图与编程的依赖。

第二，人形关节成本下降 50%以上，工程化水平大幅提升。随着供应链成熟、量产规模扩大、国产部件替代，关节驱动器、减速器、传感器成本快速下降，整机性价比显著提升。

第三，16+自由度灵巧手实现工程化量产，精细操作能力突破。灵巧手是实现复杂操作的核心部件，过去长期处于实验室阶段，2026 年多款国产灵巧手进入量产，可实现抓取、拧动、插拔、操作工具等精细动作。

第四，具身 OS 初步实现软硬件解耦，开发效率提升。具身操作系统统一硬件接口、算法模块、应用开发框架，降低整机开发门槛，加速场景应用迭代。

第五，合成数据 + 真实数据融合，降低训练成本与数据依赖。通过仿真生成海量训练数据，结合少量真实场景数据微调，大幅提升模型泛化能力，解决真实物理数据稀缺问题。

这些突破共同推动人形机器人从“科研样机”向“商业产品”跨越，为规模化量产与商业化落地奠定基础。

4.4 核心技术瓶颈

第一，物理交互数据极度稀缺，尤其缺乏真实场景数据。具身智能依赖大量物理交互经验进行学习，但现实中机器人部署量少、场景分散，难以积累足够数据。

第二，模型泛化能力不足，工业场景需 99%+ 准确率，当前仅 60 - 70%。模型在实验室环境表现良好，但进入复杂、动态、非结构化现实场景后，鲁棒性大幅下降。

第三，高精度减速器、伺服、编码器仍依赖进口，国产替代仍在进行。高端部件在精度、寿命、稳定性、一致性方面与国际先进水平存在差距。

第四，系统耦合度高，开发周期长、复用率低、迭代效率低。整机、部件、算法、软件高度绑定，模块化、标准化程度不足，导致研发成本高、周期长。

第五，整机可靠性、稳定性、安全性难以满足 7×24 小时工业要求。当前机器人故障率偏高、维护成本高，难以支撑工业规模化应用。

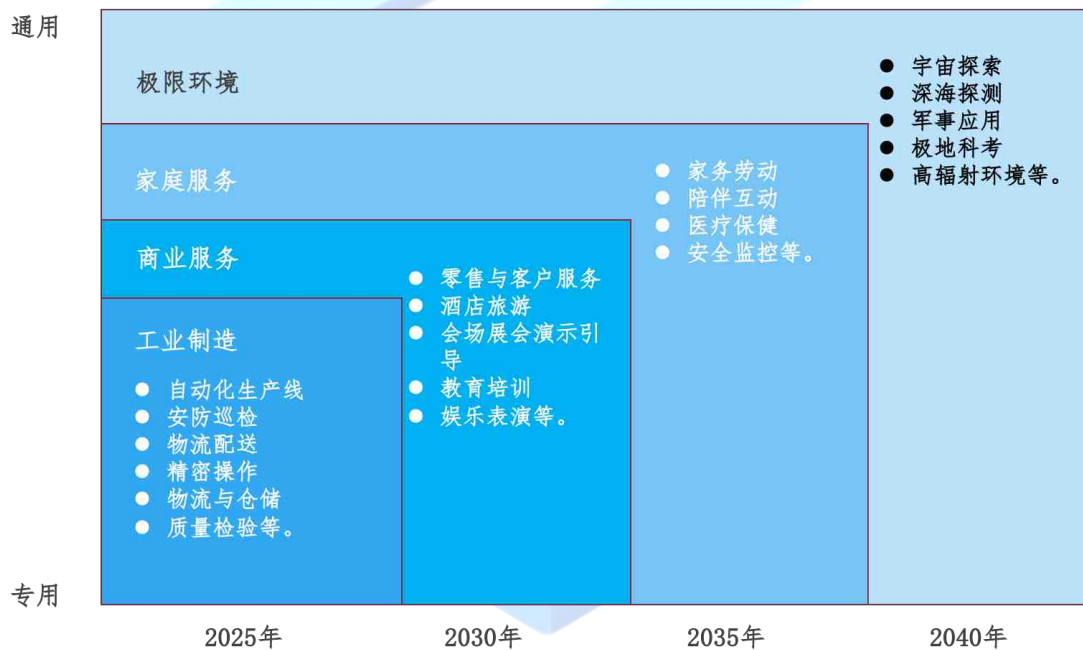
这些瓶颈是行业未来 3-5 年需要集中攻克的重点，也是决定行业发展速度的关键变量。



第 5 章 应用场景、商业化路径与 ROI 分析

本章聚焦产业落地核心问题，对工业制造、商业服务、特种作业、家庭消费四大场景进行需求拆解、落地进度、商业模式与投资回报（ROI）分析。工业场景是当前最具规模化与经济性的主赛道，商业服务与特种作业逐步具备试点条件，家庭消费仍处于长期培育阶段。本章通过场景优先级排序与经济性判断，明确未来 3—5 年商业化主战场、可复制路径与盈利逻辑，为企业市场布局提供务实指引。

场景成熟度优先级排序



5.1 场景成熟度优先级

工业场景是当前最成熟、最刚需、ROI 最清晰的方向，涵盖汽车/3C 装配、检测、物流、搬运、巡检，ROI 周期 2 - 3 年（当回本周期 < 2 年，企业从试点开始转向批量替代），2026 年开始进入试点落地阶段。工业场景环境相对规范、需求标准化、付费能力强、政策支持力度大，是人形机器人商业化的第一突破口。

汽车制造是最优先落地行业：产线标准化程度高、对自动化接受度高、人工成本高、重复性任务多，人形机器人可参与装配、巡检、物料搬运、喷涂、焊接辅助等环节。汽车行业具备资金实力强、技术接受度高、供应链完善等优势，是人形机器人规模化落地的最佳试验场。

3C 电子行业对柔性生产要求高，产品迭代快，传统自动化设备难以适配，人形机器人凭借通用性、灵活性具备显著优势，可在组装、检测、上下料、包装等环节替代人工。3C 行业产线调整频繁，对设备柔性要求极高，人形机器人能够快速适配不同产品与工序，大幅提升产线效率。

电力、能源、轨道交通行业对巡检需求刚性强，环境复杂、危险程度高、人工巡检效率低，人形机器人可实现 24 小时自主巡检、异常识别、数据回传，提升安全性与效率。在变电站、电厂、铁路、隧道等场景，机器人能够替代人工进入高危环境，降低安全风险。

物流仓储行业人工需求大、流动性高、劳动强度大，人形机器人可在分拣、搬运、码垛、上下架等环节发挥作用，配合 AGV、机械臂形成完整自动化体系。物流行业人力成本持续上升，人员流动性大，自动化需求极为迫切。

商业场景包括零售、餐饮、酒店、展厅、安防、导览，降本效应明确，2026 年试点、2027 年规模化扩张。商业场景对人机交互要求高，注重形象、语音、服务体验，是提升品牌形象与服务效率的重要

载体。商场、展馆、酒店、政务大厅等场景，对机器人接受度高，愿意为体验与效率付费。

家庭场景包括陪护、助老、清洁、家庭服务，空间最大，但安全、伦理、成本要求极高，预计 2028 - 2030 年启动渗透。家庭场景碎片化程度最高、环境最复杂、安全性要求最严格，必须等待技术成熟、成本下降、信任建立后才能大规模普及。中国老龄化加速，家庭服务机器人长期市场空间极为广阔。

医疗/特种场景壁垒高、单价高、批量小，属于长期优质赛道。包括康复护理、手术辅助、应急救援、勘探探测、空间作业等，对可靠性、安全性、专业性要求极高，市场规模稳定、利润率高。

5.2 标杆落地案例

特斯拉 Optimus 进入自家工厂，参与装配、巡检、物料搬运，依托汽车产业链实现快速迭代与工程化落地。特斯拉利用自身汽车制造经验，快速推进人形机器人量产，为行业树立工程化标杆。

优必选 Walker 系列在工业、园区、政务场景实现交付，在导览、服务、巡检、操作等方面积累大量实际运行数据。优必选在服务机器人领域长期深耕，具备丰富的场景落地经验。

宇树在电力、园区巡检落地，实现自主导航、异常识别、图像回传、远程监控，提升运维效率。多款机器人在变电站、工业园区实现长期稳定运行，验证工业场景可行性。

具身机械臂在 3C、新能源工厂批量应用，替代人工完成高精度操作，提升生产效率与产品一致性。机械臂与人形机器人上半身技术同源，为整机落地提供技术验证。

多地政府开展人形机器人应用试点，在政务大厅、科技馆、工业园区、城市运维等场景部署，推动技术验证与市场培育。政府试点为行业提供宝贵的真实运行数据与场景经验。

5.3 商业模式演进路径

具身智能的商业模式正从单一的硬件销售，向“硬件+租赁+解决方案+生态”的多元混合模式快速演进。当前，头部企业营收已迈入“十亿俱乐部”，硬件销售的规模效应已得到验证；RaaS（机器人即服务）模式凭借轻资产特性快速成长；定制化解决方案构筑了高客户粘性；而生态授权则代表着高阶形态，前期投入大、后期边际成本极低，客户粘性与长期可持续性均处于最高水平。未来，以数据资产化为核心护城河的混合模式，将成为行业主流。

5.3.1 主流商业模式对比

当前人形机器人行业已形成四类典型商业模式，其盈利特征、客户粘性与长期价值差异显著：

商业模式	代表企业	盈利特征	客户粘性	长期可持续性
硬件销售	宇树科技、优必选	规模效应驱动毛利率（宇树近 60%）	中低	中
RaaS / 租赁	智元 “擎天租”、Figure AI	轻资产，持续订阅收入	中	高

商业模式	代表企业	盈利特征	客户粘性	长期可持续性
解决方案	优必选（工业）、智元	高客单价、高利润，交付周期长	极高	高
生态/授权	特斯拉、智元（开源）	前期投入大，后期边际成本极低	极高	极高

5.3.2 行业商业模式演进路径

人形机器人商业模式的演进路径，将随技术成熟度与场景渗透率提升，呈现出阶段性升级特征：

①短期：销售软硬件一体化平台

厂商以售卖软硬件一体化平台为核心，服务特定垂直领域的应用开发，同时向教育科研机构、AI 厂商开放设备，用于算法研究与数据采集，完成早期用户与数据积累。

②中期：提供场景解决方案+后续技术支持

随着技术成熟度提升与场景验证完成，厂商转向为客户提供细分场景的定制化解决方案，包括现场部署、后续技术支持与系统集成服务，形成高客单价、高粘性的业务模式。

③未来：人形机器人租赁外包服务

当场景应用成熟、人形机器人实现规模化量产后，厂商将转型为租赁运营商，将机器人作为一种服务外包资源。当客户有劳动力需求时，可派遣人形机器人完成工作，并按次/按期/按结果收取相应租赁费用，实现轻资产运营与持续现金流。

人形机器人厂商目前主要的盈利模式仍以提供软硬件一体本体为主，用于特定领域的应用开发与科研；随着技术迭代与场景落地加速，企业将逐步从硬件销售向解决方案、生态授权、租赁外包等多元模式延伸，构建覆盖全生命周期的盈利体系。

5.4 商业化三阶段路径

第一阶段（2026 - 2027）：工业刚需规模化，以高 ROI 场景验证商业模式。聚焦汽车、3C、电力、物流等高刚性行业，打造标杆案例，跑通盈利模型，提升整机可靠性与量产能力。本阶段核心目标：实现稳定交付、实现正向现金流、建立行业口碑。

第二阶段（2027 - 2028）：商业服务扩张，实现多场景复制。在商场、酒店、展馆、政务、安防等场景规模化推广，形成标准化解决方案，扩大市场覆盖与品牌影响力。本阶段核心目标：提升市占率、降低成本、构建生态壁垒。

第三阶段（2028 年以后）：家庭场景渗透，打开终极市场。随着成本下降、技术成熟、安全性提升，逐步进入家庭陪护、助老、服务等领域，实现全民普及。本阶段核心目标：成为大众消费级产品，构建万亿级市场。

5.5 人形机器人成本下降曲线

当前人形机器人仍处于原型测试与小批量试制阶段，整机成本偏高、价格体系分层明显，随着技术迭代成熟、核心部件国产化落地及规模化量产推进，行业将迎来清晰的成本下行周期，价格梯度持续下

探，逐步完成从高端试点商用向大众化普及的跨越，各阶段价格区间如下：

2026年：行业仍以小批量定制、工程样机为主，供应链尚未完全成熟，高端工业级人形机器人与轻量化家用样机分层布局，整机市场均价维持在 **30 - 50 万元**，主要适配企业试点测试、科研场景、高端示范应用，暂不具备大规模商业化落地条件。

2028年：随着多条量产产线落地，行业进入规模化量产阶段，核心部件国产化替代基本完成，生产良率与制造效率大幅提升，叠加整机工程化优化，行业整机成本将实现断崖式下降，均价有望降至 **10 - 30 万元**，突破商业化落地核心价格门槛，可广泛适配工业柔性生产、商业服务、场景运维等中端市场，推动行业进入高速增长期。

2030年以后：技术路线完全成熟，供应链体系高度完善，整机设计、生产工艺、质控体系全面标准化，成本进入稳步下行通道，整机均价将下降到 **10 万元以下**亲民区间，彻底具备家庭民用、普惠商用的大众普及基础，开启行业规模化爆发阶段。

整体成本持续下行，核心由四大核心因素驱动：

第一，核心部件国产化与规模化生产。 伺服电机、减速器、六维力传感器、运动控制器等核心零部件逐步实现全面国产替代，打破海外技术与价格垄断，同时零部件批量生产摊薄研发与设备固定成本，从核心硬件端实现大幅降本。

第二，整机设计优化与工程化水平提升。 早期样机冗余设计、结构复杂、适配性差等问题持续优化，通过模块化、轻量化、集成化

整机设计，精简非必要结构与硬件配置，同时运动控制算法、驱动方案持续迭代，降低整机装配与调试成本，提升整机性价比。

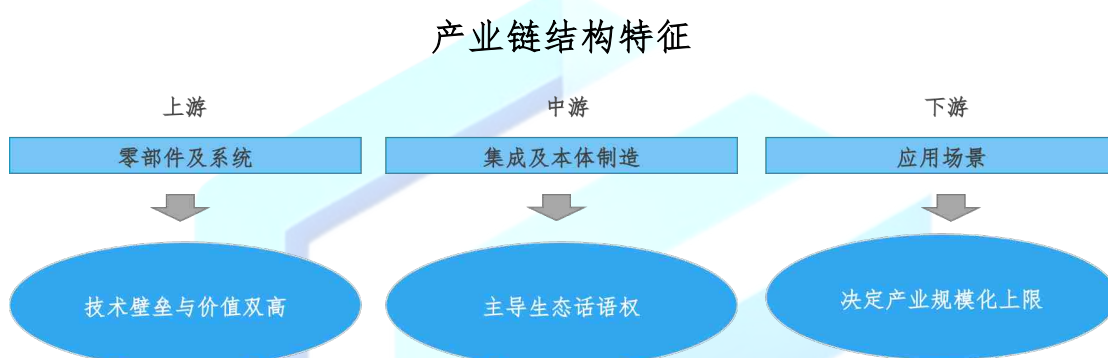
第三，供应链整合与制造效率提升。 行业上下游产业链持续整合，形成标准化、一体化供应链体系，原材料采购、零部件加工、整机装配全流程实现标准化管控，有效压缩流通成本、生产损耗与人工成本，大幅提升整体制造效率。

第四，技术路线成熟与量产良率提升。 随着仿真训练、量产工艺、质控体系持续完善，整机故障率、次品率持续下降，量产良率稳步提升，有效降低返工成本与损耗成本，进一步夯实成本下行空间。

成本是制约人形机器人商业化落地的核心瓶颈，持续的阶梯式降本，将直接激活 To B 工业、商业场景与 To C 家庭场景的海量市场需求，推动行业彻底摆脱早期小范围试点的发展阶段，迈入规模化落地、高速增长的全新发展周期。

第 6 章 产业链结构、价值分布与竞争格局

人形机器人产业链作为具身智能产业的核心载体，呈现出上游核心部件技术壁垒与价值双高、中游整机集成主导生态话语权、下游应用场景决定产业规模化上限的典型特征，整体链条横跨高端装备制造、人工智能、半导体、新材料、工业软件等多个领域，是典型的技术密集型、资本密集型与人才密集型复合型产业链。



本章从产业链三大核心环节切入，深度拆解各环节的技术构成、价值分配、竞争格局、企业布局、发展痛点，全面还原当前全球及中国人形机器人产业链的真实生态与结构性特征。

6.1 产业链整体架构与价值分配逻辑

人形机器人完整产业链可划分为上游核心零部件、中游整机与系统软件、下游应用与场景服务三大核心层级，辅以基础材料、测试检测、研发设计、人才培养等配套支撑环节，形成闭环产业生态。从价值分配来看，产业链呈现典型的“倒金字塔”结构，上游核心零部件占据全产业链超 70% 的成本与利润，中游整机集成处于产业链枢纽位置，负责整合上下游资源并主导产品定义，下游应用与服务则是产

业价值变现的最终出口，随着规模化落地，服务类价值占比将持续提升。

从成本结构细分，一台标准双足人形机器人（30-40 自由度）的 BOM 成本构成中，精密减速器占比 25%-32%，伺服系统（电机+驱动器+编码器）占比 18%-25%，传感器系统占比 12%-18%，灵巧手与末端执行器占比 8%-12%，电池与热管理系统占比 5%-8%，结构件与其他零部件占比 5%-10%，操作系统与算法软件占比 3%-5%，生产制造与组装测试成本占比 5%-7%。其中，上游核心零部件（减速器、伺服、传感器、灵巧手）合计成本占比高达 70%-85%，是产业链技术壁垒最高、利润空间最大的环节，也是国产替代的核心攻坚领域。

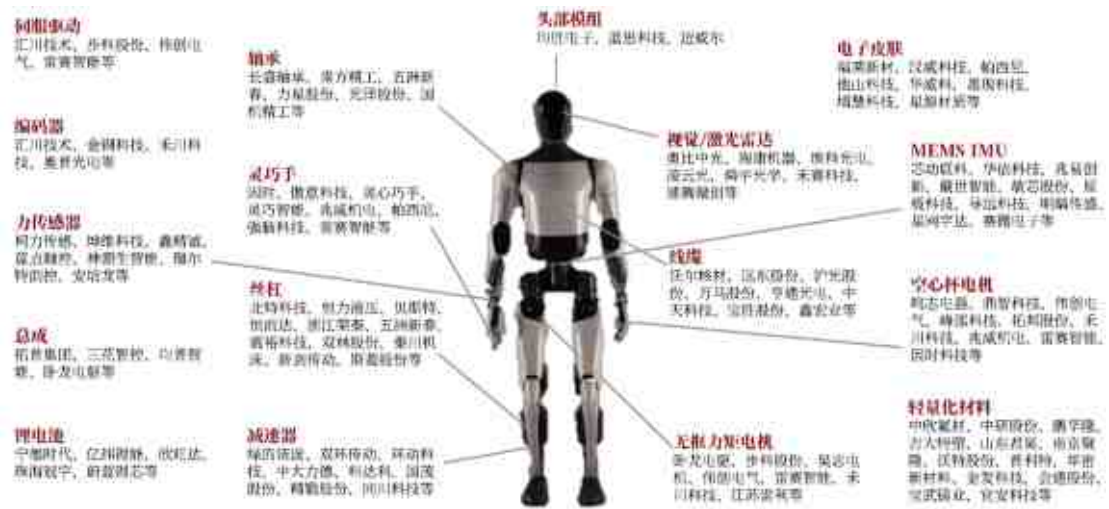
从利润分配来看，上游核心零部件企业毛利率普遍维持在 40%-65%，其中高端减速器、高精度力传感器、灵巧手等细分领域头部企业毛利率可达 60%以上；中游整机集成企业大多处于“薄利多销”阶段，早期样机与小批量生产阶段毛利率仅 15%-25%，实现规模化量产后可提升至 25%-40%，若叠加软件订阅与运维服务，综合毛利率可突破 45%；下游系统集成与场景服务企业毛利率相对平稳，系统集成环节毛利率 15%-30%，运营服务、软件订阅、融资租赁等增值服务毛利率可达 30%-50%，是未来产业链利润的重要增长极。

6.2 上游核心零部件：高壁垒、高毛利，国产替代全面提速

上游核心零部件是决定人形机器人整机性能、可靠性、使用寿命与成本的核心关键，直接制约整机产品的商业化落地进度。当前行业上游零部件可细分为精密传动部件、驱动系统、感知传感器、末端执

行器、能源与热管理、结构件及配套六大细分领域，各领域技术门槛、竞争格局、国产化进度差异显著，本小节针对各细分领域展开深度剖析，补充技术参数、企业布局、市场份额、国产化率等核心数据。

特斯拉 Optimus 结构拆解及各部分代表性企业



资料来源：证券研报

6.2.1 精密传动部件：减速器为核心，国产谐波率先突破

精密传动部件是机器人关节的“心脏”，核心功能是将电机的高转速转化为低转速、大扭矩输出，同时保证运动精度与刚性，是人形机器人所有零部件中技术壁垒最高、价值占比最大的品类。人形机器人对减速器的要求远超传统工业机器人，需满足小体积、轻重量、大扭矩、高精度、低噪音、长寿命、高刚性、抗冲击等多重严苛标准，常用类型包括谐波减速器、RV 减速器、行星滚柱丝杠三大类，三类产品应用场景、技术参数、竞争格局各有不同。

谐波减速器：主要应用于人形机器人小臂、腕部、手部、颈部等轻载、高精度关节，具备体积小、重量轻、传动精度高、回程间隙小等优势，单台双足人形机器人需用到 12-18 个谐波减速器。从技术参

数来看，人形机器人专用谐波减速器要求传动比 50-160，额定扭矩 5-100N·m，回程间隙 ≤ 1 弧分，使用寿命 ≥ 10000 小时，工作温度 - 20℃至 60℃。全球市场长期由日本 Harmonic Drive 垄断，占据全球高端人形机器人谐波减速器市场 70%以上份额，产品精度、寿命、稳定性处于行业顶尖水平，但价格高昂，单台成本是国产产品的 2-3 倍。国内企业中，绿的谐波是行业龙头，已实现人形机器人专用谐波减速器规模化量产，产品性能接近 Harmonic Drive 水平，成功进入优必选、小米、特斯拉等头部整机厂商供应链，国内市场份额超 60%；此外，中大力德、双环传动、秦川机床、南通振康、昊志机电等企业也纷纷布局，产品逐步进入验证阶段，2026 年国产谐波减速器在人形机器人领域的国产化率已突破 65%，预计 2028 年将突破 90%。

谐波减速器



RV 减速器：主要应用于人形机器人腰部、肩部、腿部等重载、高刚性关节，具备抗冲击性强、刚性大、负载能力强等特点，单台双足人形机器人需用到 6-10 个 RV 减速器。技术要求上，RV 减速器需满足额定扭矩 50-300N·m，刚性 $\geq 100\text{N}\cdot\text{m}/\text{arcmin}$ ，使用寿命 ≥ 8000 小时，是人形机器人关节中技术难度最高的部件。全球市场由日本

Nabtesco 绝对主导，占据全球高端市场 80%以上份额，国产 RV 减速器仍处于技术攻坚与小批量验证阶段，差距主要体现在材料工艺、加工精度、使用寿命、一致性等方面。国内布局企业包括双环传动、秦川机床、中大力德、南通振康等，其中双环传动、秦川机床的产品已进入头部整机厂商测试流程，2026 年国产化率仅 15%-20%，预计 2029 年有望实现规模化替代。

RV 减速器



行星滚柱丝杠：属于直线传动部件，主要用于人形机器人腿部伸缩、直立行走、关节驱动等场景，具备传动效率高、推力大、精度高、寿命长等优势，是双足人形机器人实现稳定行走的核心部件之一。全球市场参与者较少，国内企业在该领域实现弯道超车，南京工艺、山东博特、绿的谐波等企业已研发出人形机器人专用行星滚柱丝杠，产品进入小批量供货阶段，2026 年国产化率突破 50%，随着腿部技术路线成熟，市场需求将迎来爆发式增长。

行星滚柱丝杠

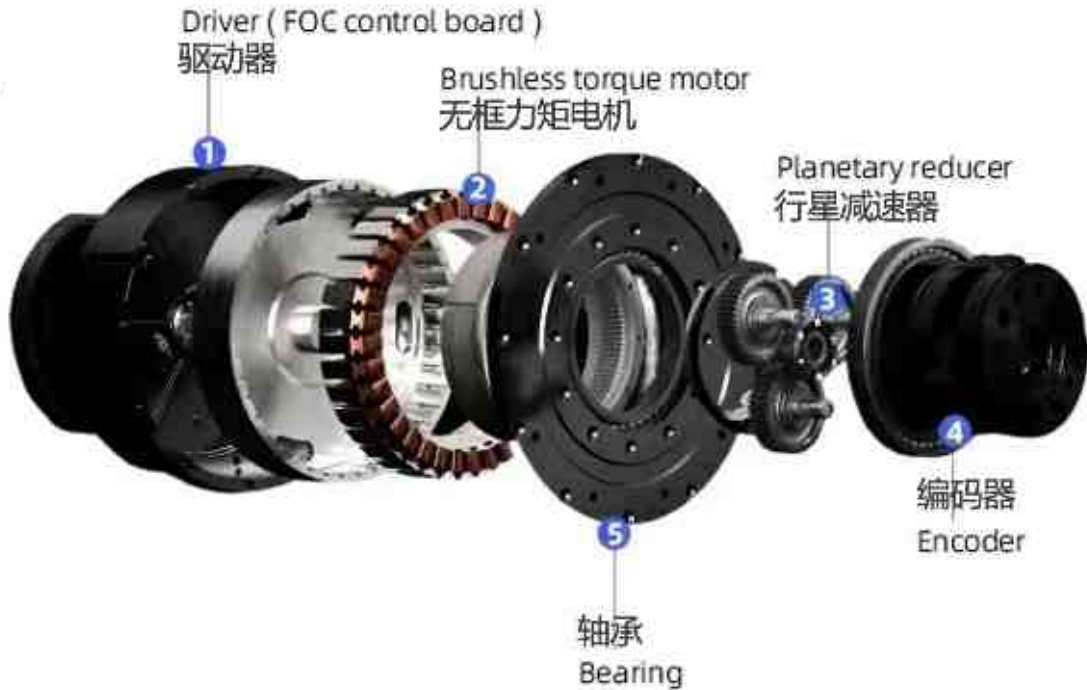


精密传动部件行业整体毛利率维持在 45%-65%，高端产品毛利率超 60%，是产业链最具盈利潜力的环节。当前行业痛点主要集中在 RV 减速器国产技术差距、高端轴承与材料依赖进口、批量生产一致性不足等方面，未来随着国产技术突破与规模化量产，价格将以每年 18%-25% 的速度下降，直接带动整机成本大幅降低。

6.2.2 驱动系统：伺服系统为核心，一体化关节成主流趋势

驱动系统是人形机器人的动力来源，核心由伺服电机、伺服驱动器、编码器三部分组成，三者协同实现动力输出、精准控制与位置反馈，人形机器人对驱动系统的要求为小体积、大扭矩、高功率密度、高动态响应、低功耗、高集成度，传统工业伺服系统无法满足需求，专用人形机器人驱动系统成为研发重点。

一体化关节



伺服电机：人形机器人专用伺服电机以永磁同步电机为主，要求扭矩密度 $\geq 3\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ ，转速 3000-6000rpm，体积较传统工业伺服电机缩小 40%以上。海外供应商包括三菱、安川、松下、科尔摩根、伦茨等，占据高端市场 60%以上份额；国内企业中，汇川技术、步科、埃斯顿、禾川科技、雷赛智能、英威腾等快速突破，汇川技术的人形机器人专用伺服电机已实现规模化供货，步科依托自身整机研发优势，伺服系统性能行业领先，2026 年国产伺服电机在人形机器人领域的国产化率突破 45%。

伺服驱动器：与伺服电机配套，负责控制电机转速、扭矩与方向，要求高响应速度、高控制精度、小体积，支持多轴协同控制。海外企业与伺服电机协同布局，国内汇川技术、埃斯顿、禾川科技等实现配套供货，国产化率突破 50%。

编码器：属于核心反馈元件，分为增量式与绝对式，人形机器人多采用 17-23 位高精度绝对式编码器，要求精度高、抗干扰性强，是驱动系统中技术壁垒最高的细分部件。全球市场由日本尼康、海德汉、内密控等垄断，国内企业长春奥普、禹衡光学、汇川技术等逐步突破，2026 年国产化率仅 10%-15%，是驱动系统国产替代的核心短板。

当前行业主流趋势为**一体化关节**，即将伺服电机、减速器、驱动器、编码器、传感器集成于一体，大幅缩小关节体积、减轻重量、降低装配难度，提升整机集成效率。特斯拉 Optimus、优必选 Walker、宇树科技 H1 等主流机型均采用一体化关节设计，2026 年一体化关节在人形机器人领域的渗透率已突破 70%，未来将成为行业标配。驱动系统整体毛利率 30%-50%，一体化关节产品毛利率超 45%，行业竞争逐步从单一部件竞争转向一体化解决方案竞争。

6.2.3 感知传感器：多模态融合，国产替代全面推进

感知传感器是人形机器人的“五官”，负责采集环境、自身状态、交互对象等信息，实现环境感知、姿态控制、安全交互、精准操作，是保障机器人自主运行与安全作业的核心。人形机器人需搭载**视觉传感器、力矩传感器、触觉传感器、IMU 惯性测量单元、激光雷达、毫米波雷达、温湿度传感器**等多类传感器，实现多模态信息融合，单台双足人形机器人需搭载各类传感器 30-50 个。

视觉传感器：包括 2D 工业相机、3D 深度相机、双目摄像头，负责物体识别、场景导航、人脸交互、定位抓取，是感知层最核心的传感器，成本占比最高。海外供应商包括基恩士、康耐视、索尼等，国

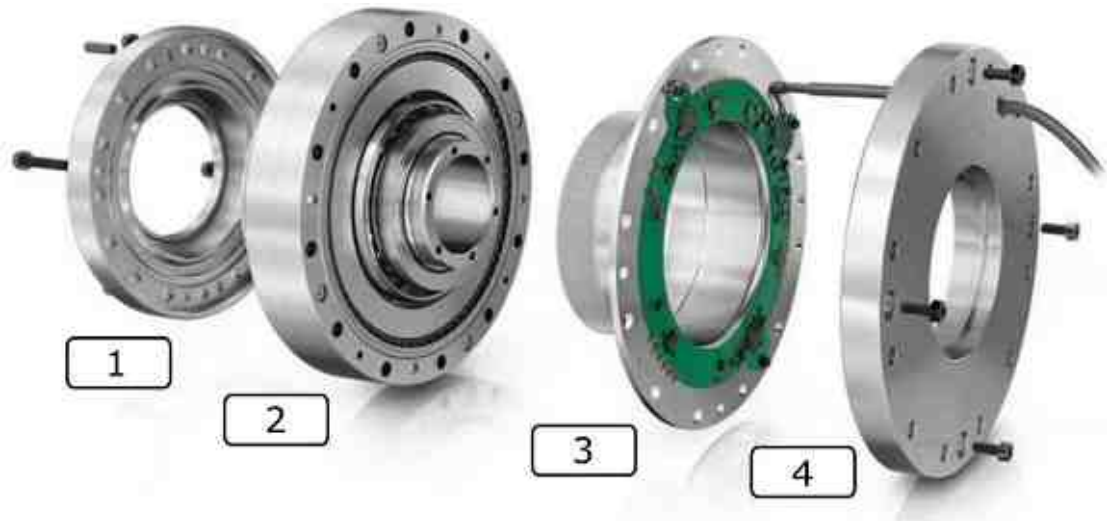
内奥比中光、海康威视、大华股份、商汤科技等实现突破，3D 深度相机国产化率突破 80%，成本较海外产品降低 50% 以上。

视觉传感器模组



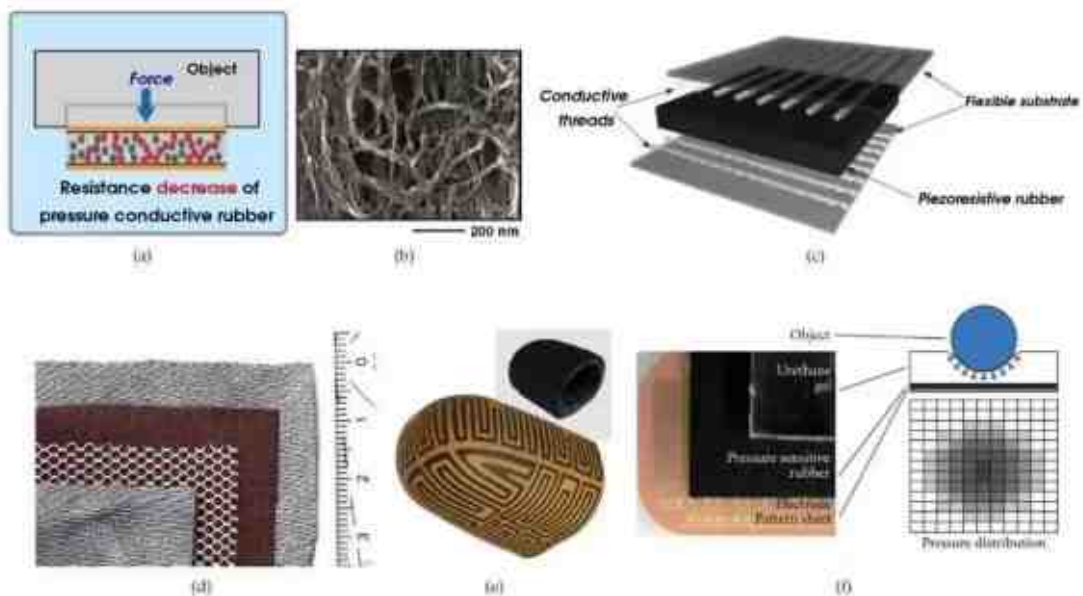
力矩传感器：安装于关节与末端执行器，实现精准力控、安全碰撞检测、柔性操作，技术门槛极高，要求精度 $\leq 0.1\text{N}$ ，响应时间 $\leq 1\text{ms}$ 。全球市场由 ATI、西克、博世等垄断，国内柯力传感、昊志机电、绿的谐波等企业研发出专用产品，进入小批量验证阶段，2026 年国产化率仅 12%-18%。

力矩传感器



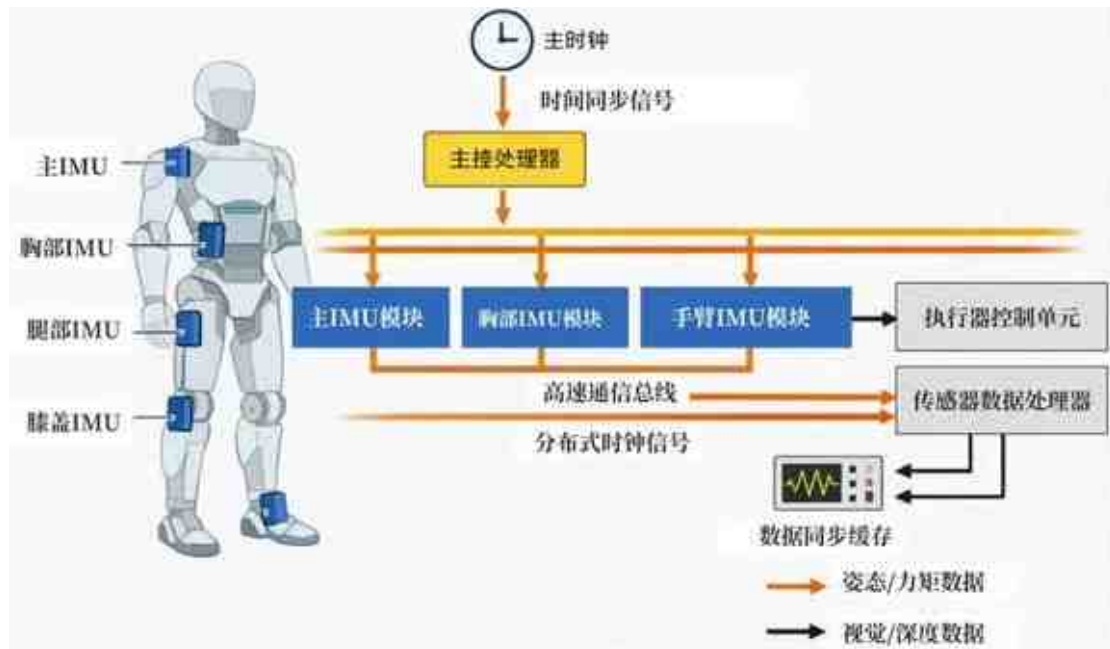
触觉传感器：集成于灵巧手、躯干等部位，实现柔性抓取、防打滑、人机安全交互，分为薄膜式、柔性阵列式两类，国内汉威科技、思岚科技、臻迪科技、苏州能斯达等企业布局，产品逐步进入商用阶段，国产化率突破 60%。

触觉传感器



IMU 惯性测量单元:负责姿态检测、动态平衡控制,要求高精度、高稳定性,海外博世、意法半导体主导市场,国内敏芯股份、歌尔股份、上海矽昌等实现替代,国产化率突破 70%。

机器人 IMU 全身布局示意图



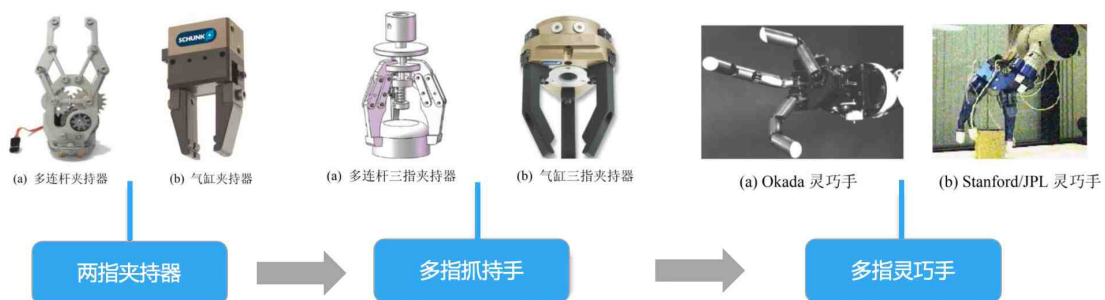
激光雷达/毫米波雷达:用于复杂环境导航、避障,激光雷达以禾赛、速腾聚创、大疆览沃等国产厂商为主,国产化率超 90%;毫米波雷达由博世、大陆与国产德赛西威、华域汽车共同布局,国产化率突破 80%。

感知传感器整体毛利率 35%-55%, 高端力矩传感器毛利率超 60%, 行业痛点集中在高端力传感器技术差距、多传感器融合算法不成熟、传感器集成化程度低等方面, 未来随着集成化、微型化、低成本化发展, 传感器成本将持续下降, 国产化率将进一步提升。

6.2.4 末端执行器: 灵巧手成核心, 工程化量产实现突破

末端执行器是人形机器人实现拟人化操作的核心部件，分为通用夹爪、柔性夹爪、五指灵巧手三类，其中 12 + 自由度五指灵巧手是真正实现精细操作的核心，可完成抓取、拧动、插拔、写字、操作工具、柔性接触等复杂动作，是衡量人形机器人智能化水平的重要标志。

灵巧手演进过程



过去灵巧手长期处于实验室研发阶段，成本高昂（单台海外产品超 10 万元）、可靠性差、无法量产，2026 年随着技术成熟，国产灵巧手实现工程化量产突破。海外代表企业为英国 Shadow Robot，其灵巧手产品性能顶尖，但成本高、供货周期长，仅用于科研场景；国内企业灵心巧手、曦诺未来、因时机器人、雷赛智能、兆威机电等纷纷布局，其中灵心巧手凭借全栈自研核心部件与材料创新，旗下 Linker Hand 06 系列 16 自由度灵巧手已实现月产超 4000 只的规模化量产，自重仅 370g 却可承载 50kg 负载，售价大幅降至 6666 元（入门版 06 Lite 低至 3999 元），凭借极致性价比与稳定供货能力，成功进入比亚迪、美的、富士康、宇树科技、智元机器人等头部整机厂商及制造业龙头供应链，占据全球高自由度灵巧手市场一半以上的市场份额。

灵心巧手



灵巧手核心技术难点在于微型传动系统、柔性材料、力控算法、集成工艺，要求体积小、重量轻、扭矩大、响应快、可靠性高。2026年全球灵巧手市场规模突破 20 亿元，国产产品占比超 50%，随着整机规模化量产，灵巧手成本将降至 1 万元以内，渗透率将从 2026 年的 35%提升至 2028 年的 80%以上。末端执行器行业毛利率 50%-70%，是产业链盈利潜力最高的细分领域，未来将成为整机厂商差异化竞争的核心。

6.2.5 能源与热管理、结构件：供应链成熟，国产全面主导

能源系统：人形机器人多采用高倍率磷酸铁锂或三元锂电池，要求能量密度 $\geq 250\text{Wh/kg}$ ，充放电效率高、安全稳定，供应链与新能源汽车高度重合，宁德时代、比亚迪、亿纬锂能、国轩高科、蔚蓝锂芯、鹏辉能源等国内电池企业主导市场，成本占比 5%-8%，目前续航时间

2~3 小时，未来随着固态电池技术逐步成熟，将大力提升机器人续航里程。

热管理系统：负责关节、电机、芯片、电池的散热与温控，要求散热效率高、体积小、静音，与新能源车热管理供应链通用，三花智控、拓普集团、银轮股份等国内企业主导，基本实现国产替代。

结构件：包括机身框架、关节外壳、连接件等，采用铝合金、镁合金、碳纤维复合材料，实现轻量化与刚性平衡，国内铝合金、碳纤维产业链成熟，长盈精密、南山铝业、中复神鹰、恒神股份等企业供货，基本实现国产替代。

该类配套部件技术门槛相对较低，供应链成熟，国产全面主导，成本占比合计 10%-15%，是整机成本控制的重要支撑。

6.3 中游整机与系统软件：链主主导，生态竞争拉开帷幕

中游是人形机器人产业链的**核心枢纽环节**，承担产品定义、研发设计、供应链整合、整机集成、系统开发、场景调试、销售服务等核心职能，直接决定整机产品性能、成本、落地场景与生态格局，分为**整机集成厂商、系统软件厂商**两大类，本小节将深度拆解行业竞争格局、企业梯队、技术布局、盈利模式。

6.3.1 整机集成厂商：梯队分化明显，头部企业抢占量产先机

整机集成厂商是产业链的“链主”，整合上游所有零部件与中游软件算法，打造完整人形机器人产品，行业进入门槛极高，需具备机械设计、运动控制、AI 算法、软件研发、供应链管理、量产制造、场景落地等全栈能力。当前全球及中国整机厂商已形成清晰的梯队分化，

国内企业在量产进度、场景适配方面领先全球，海外企业在前沿技术探索方面具备优势。

人形机器人产品图集



第一梯队（已开始批量化交付）：国内企业包括宇树科技、智元机器人、优必选；海外企业为特斯拉机器人、Figure AI 公司等。该梯队企业均具备全栈研发能力，研发团队规模超 500 人，产品完成实验室测试、场景试点，进入工业、商业场景小批量交付阶段，拥有完整的供应链体系与量产产线，订单量突破百台级别。其中，特斯拉依托新能源汽车产业链优势，Optimus 机型工程化进度全球领先，聚焦汽车产线应用；优必选深耕服务与工业场景，Walker 系列产品落地政务、园区、电力等多个场景；宇树科技在双足步态控制、运动稳定性方面技术顶尖，H1 机型性能对标国际顶尖水平；智元机器人聚焦具身大模型与整机融合，智能化水平突出。

第二梯队（技术验证阶段，样机性能优异，小批量交付）：国内银河通用、松延动力、魔法原子、星动纪元、傅利叶智能等；海外波士顿动力、1X 公司。该梯队企业多为初创企业，团队核心成员来自顶尖高校、科技巨头与机器人企业，在运动控制、灵巧手、模型算法等单点技术领域具备核心优势，产品完成样机研发与实验室测试，进入场景试点阶段，融资轮次多为 A 轮 - B 轮，研发投入集中在技术攻坚与样机优化，逐步开始小批量交付。

第三梯队（细分领域布局，技术配套型）：聚焦特种人形机器人、上半身人形系统、行业专用人形机器人，企业规模较小，聚焦垂直场景，如安防巡检、医疗康复、应急救援等领域，产品针对性强，批量较小，毛利率较高。

整机集成行业竞争焦点从早期的参数比拼，转向量产能力、可靠性、成本控制、场景适配、软件生态五大维度。2026 年第一梯队企业均已建成专属量产产线，年产能可达千台级别，良率从早期的 60% 提升至 85% 以上；整机可靠性（MTBF）从 500 小时提升至 800 小时，预计 2027 年将突破 2000 小时，满足工业场景基本要求。盈利模式方面，早期以硬件销售为主，随着场景落地深化，逐步拓展软件订阅、运维服务、定制开发、融资租赁等增值服务，形成“硬件 + 服务”的复合盈利模式。

6.3.2 系统软件厂商：具身 OS 与模型算法成生态核心

系统软件是人形机器人的“大脑中枢”，分为具身智能操作系统、具身大模型、运动控制算法、仿真测试软件四大类，是提升机器人智

能化水平、实现自主决策与交互的核心，也是未来生态竞争的核心壁垒。

具身智能操作系统（具身 OS）：承担硬件抽象、驱动管理、实时控制、多传感器融合、算法调度、应用开发、OTA 升级、数据闭环等核心功能，实现软硬件解耦，降低开发门槛，提升迭代效率。主流技术路线分为三类：一是基于 ROS/ROS2 开源系统深度改造，适配人形机器人实时性要求，国内多数初创企业采用该路线；二是基于 RT-OS 实时操作系统自研，追求高实时性、高稳定性，特斯拉、优必选等头部企业采用该路线；三是跨界研发，手机、车机操作系统团队依托底层技术积累，研发专用具身 OS，小米、华为等科技企业布局该方向。2026 年国内具身 OS 仍处于百花齐放阶段，尚未形成统一标准，头部整机厂商均自研 OS，未来 2-3 年将逐步形成 2-3 家主流 OS 主导市场的格局，行业毛利率 40%-70%。

具身大模型与世界模型：具身大模型融合视觉、语言、动作三大模态，实现任务理解、自然语言交互、动作规划、异常处理；世界模型构建环境虚拟表征，实现零样本/小样本跨场景泛化，解决机器人“只会重复、不会变通”的核心痛点。全球布局企业包括 OpenAI、Google DeepMind、英伟达、智源研究院、阿里、百度、智元机器人、商汤科技等，智元机器人、百度等国内企业的具身大模型已实现端侧部署，适配人形机器人算力要求，2026 年具身模型在整机中的渗透率突破 40%，预计 2028 年将突破 80%。

运动控制算法：核心包括双足步态算法、动态平衡算法、力控算法、柔顺控制算法、多轴协同算法，是实现人形机器人稳定行走、精准操作、安全交互的核心，头部整机厂商均自研核心算法，初创企业聚焦细分算法领域，为整机厂商提供技术授权。

仿真测试软件：用于机器人虚拟仿真、运动测试、算法训练、场景模拟，降低现实测试成本，缩短研发周期，国内安世亚太、中望软件、云道智造等企业布局，与海外 ANSYS、西门子等企业竞争，国产化率逐步提升。

系统软件行业技术壁垒极高，人才需求以 AI、软件、控制算法复合型人才为主，行业毛利率 50%-70%，是产业链附加值最高的环节之一，未来将成为整机厂商构建生态壁垒、实现差异化竞争的核心。

6.4 下游应用与场景服务：刚需场景先行，商业化逐步落地

下游是人形机器人产业价值变现的最终出口，分为系统集成、场景应用、运营服务三大板块，场景落地进度直接决定产业规模化速度，当前行业呈现工业刚需场景率先落地、商业服务场景快速试点、家庭场景长期布局的特征，本小节深度拆解场景格局、服务模式、市场需求、落地案例。

6.4.1 系统集成：场景落地的核心纽带

系统集成厂商面向终端客户，提供**整机部署、产线改造、场景调试、人员培训、运维维保**一体化解决方案，是连接中游整机厂商与下游终端客户的核心纽带。人形机器人系统集成与传统工业机器人集成

差异显著，需具备 AI 算法调试、多传感器融合、场景定制化开发、人机交互优化等能力，技术门槛更高。

按场景划分，系统集成分为**工业场景集成**、**商业场景集成**、**特种场景集成**三类，工业场景聚焦汽车、3C、电力、物流，需求标准化程度高，集成难度相对较低，市场规模最大；商业场景聚焦商场、酒店、政务、展馆，定制化需求高，集成难度中等；特种场景聚焦应急、矿山、航空航天，需求小众，集成难度最高。国内系统集成企业包括埃斯顿、新松机器人、拓斯达、科大智能等传统工业机器人集成厂商，以及优必选、智元机器人等整机厂商旗下集成团队，行业毛利率 15%-30%，竞争核心在于场景理解能力、定制开发能力、客户资源。

人形机器人应用场景



6.4.2 场景应用：工业场景主导，商业场景跟进

场景应用是下游核心板块，当前落地成熟度从高到低依次为**工业制造**、**电力巡检**、**物流仓储**、**商业服务**、**科研教育**、**医疗康复**、**家庭陪护**，各场景需求、痛点、落地进度、付费能力差异显著。

工业制造场景：包括汽车制造、3C 电子、新能源、机械加工，是当前最成熟、需求最刚性、付费能力最强的场景，2026 年市场规模占比超 55%。汽车制造领域，人形机器人可参与整车装配、零部件搬运、产线巡检、喷涂辅助、焊接辅助等环节，特斯拉、比亚迪、蔚来等车企已启动试点部署；3C 电子领域，适配产品迭代快、柔性生产需求，可完成精密组装、检测、上下料、包装等工序，立讯精密、富士康等企业已开展试点；新能源领域，应用于电池生产、光伏组件搬运、风电设备巡检等场景。该场景客户付费意愿强，ROI 周期 2-3 年，是产业规模化的核心突破口。

电力巡检场景：应用于变电站、电厂、电网线路、储能电站，替代人工完成 24 小时自主巡检、设备测温、异常识别、数据回传、故障报警，解决人工巡检效率低、危险性高、劳动强度大等痛点，国家电网、南方电网已在多个省份部署试点，2026 年市场规模占比超 12%。

物流仓储场景：应用于电商仓储、工厂物流、港口码头，完成货物分拣、搬运、码垛、上下架、出入库等环节，适配物流行业人力短缺、流动性大、成本高的痛点，京东物流、顺丰、菜鸟等企业开展试点，2026 年市场规模占比超 10%。

商业服务场景：包括商场导览、酒店服务、政务接待、展馆讲解、安防巡逻、写字楼运维，2026 年处于规模化试点阶段，市场规模占比超 15%，客户以政府机构、大型商业体、连锁品牌为主，注重品牌形象与服务效率，付费意愿较强。

科研教育、医疗康复、家庭陪护场景：科研教育场景以高校、科研院所为主，用于技术研发与教学，市场规模小但需求稳定；医疗康复场景应用于康复护理、手术辅助、病房巡检，技术门槛高，处于试点阶段；家庭场景空间最大，但安全性、成本、伦理要求极高，2026年仍处于技术研发与概念验证阶段，预计2028年后逐步启动渗透。

6.4.3 运营服务：高毛利增值服务，未来增长核心

运营服务是下游板块的高毛利环节，随着整机规模化落地，市场规模快速增长，主要包括**软件订阅服务、算法升级服务、运维维保服务、融资租赁服务、数据服务**五大类。

软件订阅服务：整机厂商向客户收取月度 / 年度订阅费用，提供高级功能解锁、算法优化、OTA 升级等服务，是未来核心盈利模式，毛利率 60%-70%。

运维维保服务：提供整机维修、零部件更换、调试校准、延保等服务，按次或按年收费，毛利率 30%-45%。

融资租赁服务：联合金融机构，为客户提供融资租赁、分期付款服务，降低客户采购门槛，毛利率 25%-40%。

数据服务：基于机器人运行数据，为客户提供场景优化、效率分析、故障预测等数据增值服务，毛利率 50%-60%。

2026 年运营服务市场规模占比仅 12%，随着整机出货量提升，预计 2028 年占比将突破 30%，成为产业链利润的重要增长极。

6.5 产业链核心痛点与结构性矛盾

高端核心部件国产替代滞后：RV 减速器、高精度编码器、高端力传感器、高端伺服电机仍依赖进口，制约整机成本下降与供应链安全。

①整机可靠性与量产良率不足：当前整机 MTBF 仅 800 小时，远低于工业场景 5000 小时的要求，量产良率 85% 左右，规模化量产能力有待提升。

②系统软件生态碎片化：具身 OS、模型算法缺乏统一标准，软硬件兼容性差，开发成本高、迭代效率低。

③产业链协同效率低下：上游部件厂、中游整机厂、下游场景厂需求脱节，研发与落地不同步，定制化成本高。

④复合型人才极度短缺：懂机械设计、运动控制、AI 算法、软件编程、行业工艺的复合型人才缺口超 5 万人，制约行业发展速度。

⑤场景定制化需求高，标准化程度低：下游场景碎片化严重，难以形成标准化解决方案，规模化复制难度大。

成本居高不下，商业化 ROI 周期偏长：2026 年工业级人形机器人均价 30-60 万元，中小企业难以承受，ROI 周期 2-3 年，高于传统自动化设备。

第 7 章 资本动向、投融资数据与估值逻辑

2023-2026 年是具身智能与人形机器人产业的资本爆发期，全球资本密集涌入，融资规模屡创新高，投资逻辑从早期的“概念炒作”逐步转向“技术落地与商业化验证”，产业资本取代财务资本成为投资主力。本章基于全球知名咨询机构（IDC、GGII、清科创业、投中信息）、行业协会及公开投融资数据，全面梳理全球及中国人形机器人赛道投融资趋势、融资结构、估值体系、投资赛道与风险，深度剖析资本布局逻辑与产业发展的联动关系。

7.1 全球及中国投融资整体趋势（2023-2026）

7.1.1 全球投融资规模与增长趋势

2023 年之前，具身智能赛道融资以科研机构、小型初创企业为主，年度融资规模不足 8 亿美元，属于小众投资赛道；2023 年随着 ChatGPT 引爆 AI 浪潮，具身智能成为 AI 落地的核心方向，特斯拉 Optimus、优必选等企业产品逐步成熟，全球资本开始密集布局，行业进入融资爆发期。

2023 年全球具身智能赛道融资额约 27.78 亿美元，2024 年增长至 48.61 亿美元，2025 年突破 100 亿美元，2026 年预计超 150 亿美元。从区域分布来看，中国市场融资额占比超 65%，北美市场占比 22%，欧洲、其他地区占比 3%，中国成为全球具身智能资本布局的核心区域。

全球投融资阶段划分为三个时期：2023 年为**概念爆发期**，融资主体为早期初创企业，单笔融资额多在千万元级别，投资逻辑聚焦团队

背景与技术概念；2024-2025 年为**技术验证期**，融资主体转向核心部件与整机企业，单笔融资额提升至亿元级别，投资逻辑聚焦技术突破与样机性能；2026 年为**商用元年**，融资主体为具备量产能力与场景订单的企业，单笔融资额突破 10 亿元，投资逻辑聚焦量产进度、订单规模与商业化 ROI。

7.1.2 中国投融资规模与区域分布

中国具身智能赛道投融资增速远超全球平均水平，2023 年融资约 70 亿元，2024 年约 200 亿元，2025 年超 500 亿元，2026 年前五个月已达近 600 亿元，2023-2026 年累计融资额超 1400 亿元，占全球融资总额的 65% 以上，成为全球最活跃的投融资市场。

从区域分布来看，长三角、珠三角、京津冀区域是资本布局核心区域，2026 年长三角地区融资额占比 45%，珠三角占比 30%，京津冀占比 15%，其他地区占比 10%。长三角以上海、杭州、苏州、南京为核心，汇聚宇树科技、智元机器人等头部企业，资本聚焦整机与核心部件；珠三角以深圳、广州、东莞为核心，汇聚优必选、众擎、乐聚等企业，资本聚焦消费级人形机器人与供应链；京津冀以北京、天津为核心，汇聚智源研究院、银河通用、小米等企业，资本聚焦具身大模型与算法。

从投资主体来看，2023-2024 年以 VC/PE 财务资本为主，红杉中国、高瓴资本、IDG 资本、经纬创投等头部机构密集布局；2025-2026 年产业资本成为主力，特斯拉、比亚迪、宁德时代、立讯精密、华为、小米等科技与制造企业纷纷战略投资人形机器人赛道，布局产

业链上下游，产业资本投资占比从 2023 年的 25% 提升至 2026 年的 60%。

7.2 融资结构深度分析

7.2.1 按赛道细分融资结构

按产业链赛道划分，2023-2026 年中国人形机器人赛道融资结构呈现**核心部件与整机双主导**的特征，各赛道融资占比相对稳定：

上游核心零部件：融资占比 35%，是资本最青睐的赛道，累计融资额超 385 亿元。其中精密减速器、伺服系统、灵巧手是融资热点，绿的谐波、汇川技术、双环传动等企业获得大额融资，资本逻辑聚焦国产替代确定性与高毛利属性。

中游整机集成：融资占比 40%，单笔融资额最大，累计融资额超 440 亿元。优必选、宇树科技、智元机器人等头部整机企业获得超 10 亿元大额融资，资本逻辑聚焦量产能力、场景订单与链主地位。

中游系统软件：融资占比 15%，累计融资额超 165 亿元。具身大模型、具身 OS、运动控制算法是融资热点，智元机器人、商汤科技等企业获得资本关注，资本逻辑聚焦技术壁垒与生态价值。

下游应用与服务：融资占比 10%，累计融资额超 110 亿元。聚焦工业、电力、物流场景集成与运营服务，资本逻辑聚焦商业化落地与盈利确定性。

7.2.2 按融资轮次细分结构

按融资轮次划分，行业融资逐步从早期向成长期、成熟期转移，梯队分化明显：

早期轮次（天使轮、Pre-A 轮、A 轮）：2023 年占比 60%，2026 年降至 25%，融资主体为初创企业，单笔融资额 1000 万 - 5000 万元，聚焦单点技术研发，数量多但金额小。

成长期轮次（B 轮、C 轮）：2023 年占比 30%，2026 年提升至 55%，成为融资主力，融资主体为具备样机验证与场景试点的企业，单笔融资额 1 亿 - 10 亿元，聚焦量产与场景落地。

成熟期轮次（Pre-IPO 轮、IPO、定增）：2023 年占比 10%，2026 年提升至 20%，融资主体为头部整机与核心部件企业，单笔融资额超 10 亿元，宇树科技等企业启动 IPO 进程，资本聚焦退出确定性。

7.2.3 按融资用途细分结构

从融资用途来看，企业融资资金主要投向**研发投入、产能建设、场景拓展、供应链整合**四大方向，2026 年占比分别为 40%、30%、20%、10%。研发投入聚焦核心部件、算法模型、整机优化；产能建设用于量产产线、测试基地、供应链配套；场景拓展用于工业、商业场景试点与客户开发；供应链整合用于上游核心部件战略布局与产能锁定。

7.3 估值体系与核心定价逻辑

人形机器人赛道仍处于**技术验证向商业化过渡**的阶段，尚未进入稳定盈利期，估值体系与传统制造业、互联网行业差异显著，不以净利润、营收为核心指标，而是以**技术壁垒、量产能力、场景落地、供应链地位、团队背景**为核心定价因子，采用 PS 市销率、估值 / 产能、估值 / 订单等估值方法，本小节深度拆解当前行业估值体系与定价逻辑。

7.3.1 核心估值因子（优先级排序）

技术壁垒：核心零部件自研能力、运动控制算法、具身大模型、灵巧手等核心技术自主可控程度，是否具备专利壁垒，是估值的核心决定因素。

量产能力：是否建成量产产线、年产能规模、量产良率、成本下降曲线，是成长期企业估值的关键指标。

订单与落地：是否获得终端客户订单、订单规模、标杆客户案例、商业化 ROI 水平，是估值提升的核心驱动力。

供应链地位：是否进入头部整机厂商供应链、核心产品国产化率、市场份额，是上游部件企业估值的关键。

团队背景：核心团队是否具备机器人、AI、汽车、精密制造等复合行业经验，技术带头人行业影响力，是早期企业估值的核心指标。

赛道空间：细分赛道市场规模、增长速度、竞争格局，赛道空间越大、竞争格局越好，估值溢价越高。

7.3.2 2026 年行业估值区间

基于当前行业发展阶段，2026 年中国人形机器人赛道各细分领域估值区间（PS 市销率）如下：

上游核心零部件头部企业：PS 8-15 倍，聚焦减速器、伺服、灵巧手等核心赛道，已实现规模化供货，市场份额领先，毛利率超 45%。

中游整机头部企业：PS 10-20 倍，已实现小批量交付，获得标杆订单，量产能力成熟，具备全栈研发能力。

中游系统软件头部企业：PS 15-30 倍，聚焦具身大模型、具身 OS，技术壁垒高，毛利率超 50%，具备生态价值。

初创企业：按技术壁垒与团队估值，早期企业估值 1-5 亿元，成长期企业估值 5-20 亿元。

随着行业进入规模化量产与稳定盈利阶段，2027-2028 年将逐步从 PS 估值切换为 PE 估值，PE 估值区间预计为 30-50 倍，估值体系将逐步回归盈利本质。

7.3.3 估值溢价与折价因素

估值溢价因素：核心技术全球领先、进入特斯拉/宇树/智元/优必选等头部供应链、获得大额工业订单、团队背景顶尖、国产替代稀缺标的，可获得 20%-50% 的估值溢价。

估值折价因素：技术同质化严重、依赖外部采购、无量产能力、无场景订单、估值过高，将给予 10%-30% 的估值折价。

7.4 黄金投资赛道与布局策略（2026-2028）

基于行业发展趋势与商业化进度，2026-2028 年人形机器人赛道六大黄金投资方向明确，资本布局聚焦确定性高、增长快、壁垒深的细分领域：

具备量产能力的整机头部企业：行业链主地位明确，受益于场景规模化落地，营收快速增长，是核心投资标的。

核心零部件国产替代标的：精密减速器、伺服系统、灵巧手、高端传感器等领域，国产替代空间大，毛利率高，业绩增长确定性强。

具身大模型与世界模型企业：机器人智能化核心，技术壁垒极高，未来生态价值突出，是长期投资核心。

具身 OS 与中间件企业：软硬件生态核心，具备平台属性，用户粘性高，盈利模式清晰。

工业场景标准化解决方案企业：聚焦汽车、3C、电力、物流高 ROI 场景，商业化落地快，盈利确定性强。

测试标定、仿真工具链企业：产业配套刚需，市场需求随量产规模快速增长，竞争格局良好。

投资策略方面，财务资本聚焦成长期头部企业，长期持有分享行业增长红利；产业资本采用“战略投资 + 产业链协同”模式，布局上下游核心环节，完善自身生态；政府产业基金聚焦早期技术攻关与核心部件国产替代，助力产业自主可控。

7.5 投资风险与风险防控

人形机器人赛道仍处于发展早期，面临多重投资风险，资本布局需做好风险防控，核心风险包括五大类：

技术路线风险：双足步态、驱动系统、关节结构等技术路线尚未完全定型，若企业布局路线被淘汰，将面临重大损失；核心技术研发不及预期，无法实现量产与落地。

商业化风险：场景落地进度慢于预期、订单量不足、ROI 周期长于预判、客户接受度低，导致企业营收不及预期，难以实现盈利。

市场竞争风险：科技巨头跨界入场，行业同质化竞争加剧，价格战导致企业毛利率下滑；海外企业抢占国内市场，国产企业市场份额被挤压。

政策与伦理风险：行业安全标准、伦理规范、法律法规出台，提高企业合规成本；就业替代引发社会争议，影响产业推广进度。

估值与退出风险：早期企业估值过高，后续融资估值回调，退出难度大；行业上市通道狭窄，退出周期长，流动性风险高。

风险防控方面，资本需聚焦技术路线成熟、量产能力强、有明确订单的头部企业，规避纯概念、无落地的初创企业；分散投资布局产业链上下游，降低单一赛道风险；关注行业标准与政策动向，规避合规风险；设置合理估值区间，避免高位接盘。

第 8 章 具身智能 vs 新能源汽车：发展对标与经验借鉴

具身智能（人形机器人）与新能源汽车产业具备极高的底层同构性，无论是技术架构、产业链结构、成长周期、政策驱动逻辑，还是资本布局、商业化路径，均高度相似，人形机器人产业是新能源汽车产业的“复刻与升级”。

本章从多维度对标两大产业，精准匹配发展阶段，总结新能源汽车产业发展的可复用经验，结合人形机器人产业特性，提出差异化发展路径，为产业发展提供参考。

8.1 两大产业底层同构性：核心维度深度对标

人形机器人与新能源汽车同属硬科技、高端制造、战略性新兴产业，是推动新质生产力发展的核心载体，二者在五大核心维度呈现高度同构，这也是人形机器人产业能够快速复制新能源汽车发展速度、实现弯道超车的核心原因。

人形机器人与新能源汽车底层同构性



8.1.1 技术架构同源：感知 - 决策 - 执行闭环体系

两大产业均采用“感知 - 决策 - 执行”的智能技术架构，核心技术模块高度同源：

感知层：均依赖多传感器融合，新能源汽车采用摄像头、激光雷达、毫米波雷达、IMU；人形机器人采用视觉传感器、力传感器、激光雷达、IMU、触觉传感器，核心传感器品类重合度超 70%。

决策层：均以中央计算平台为核心，新能源汽车采用车规级芯片与智能驾驶算法；人形机器人采用端侧 AI 芯片与具身大模型、运动控制算法，核心逻辑均为数据处理、自主决策、实时控制。

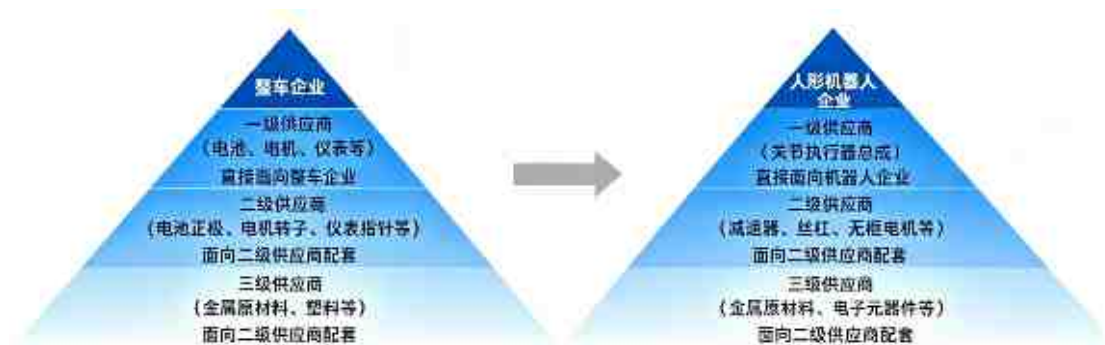
执行层：均以电机驱动为核心，新能源汽车采用驱动电机、减速器；人形机器人采用伺服电机、精密减速器，核心执行部件同源，供应链高度重合。

升级与进化：均支持 OTA 在线升级，通过数据闭环实现持续迭代优化，新能源汽车通过行驶数据优化智能驾驶算法；人形机器人通过运行数据优化运动控制与具身模型，越用越智能。

8.1.2 产业链结构高度重合

两大产业产业链均为“上游核心部件 - 中游整车 / 整机集成 - 下游应用服务”结构，供应链重合度高达 70%-80%：

人形机器人与汽车零部件供应体系对比



上游重合环节：电机、减速器、电池、热管理系统、传感器、芯片、结构件、复合材料，供应链企业高度重叠，宁德时代、三花智控、拓普集团、汇川技术等企业同时为两大产业供货。

中游核心环节：均为集成主导，新能源汽车整车厂为链主；人形机器人整机厂为链主，均负责产品定义、供应链整合、量产制造、品牌销售。

下游应用环节：均从 B 端运营场景切入，逐步拓展至 C 端消费市场，新能源汽车从网约车、出租车切入，逐步普及私家车；人形机器人从工业、商业 B 端场景切入，逐步拓展至家庭 C 端市场。

8.1.3 产业成长周期完全一致

两大产业均遵循“概念爆发 - 技术验证 - 商业化起步 - 规模化爆发 - 全民普及”的成长周期，发展阶段递进逻辑完全一致：

概念爆发期：技术概念提出，资本开始关注，企业扎堆入场，产品处于实验室研发阶段。

技术验证期：首款量产样机 / 车型落地，完成实验室测试与小范围试点，技术可行性得到验证。

商业化起步期：产品进入小批量交付，刚需场景落地，营收快速增长，产业链逐步成熟。

规模化爆发期：产品成本大幅下降，场景全面渗透，市场渗透率快速提升，行业进入高速增长。

全民普及期：产品价格亲民，技术成熟，成为大众消费 / 工业刚需产品，市场格局稳定。

8.1.4 政策驱动路径高度相似

两大产业均为**政策引导 + 市场驱动**的发展模式，政策演进路径完全一致：

早期阶段：出台产业规划、研发补贴、试点示范政策，支持技术攻关与产品研发。

中期阶段：出台应用补贴、税收优惠、产业链扶持政策，推动场景落地与规模化发展。

成熟阶段：制定行业标准、安全规范、合规要求，推动行业规范化发展，逐步取消补贴，转向市场化竞争。

后期阶段：支持全球化布局、标准输出、技术出口，提升国际竞争力。

8.1.5 资本布局逻辑完全相同

两大产业资本布局均遵循“早期炒技术、中期炒量产、后期炒业绩”的逻辑：

早期：资本聚焦技术概念与团队背景，投资早期初创企业，估值以技术壁垒定价。

中期：资本聚焦量产能力与场景落地，投资成长期企业，估值以PS 市销率定价。

后期：资本聚焦盈利与业绩增长，投资成熟期企业，估值以 PE 市盈率定价。

同时，产业资本均成为后期投资主力，整车 / 整机厂带动产业链上下游协同发展。

8.2 发展阶段精准对标：人形机器人 = 2008 年新能源汽车

通过产业规模、技术成熟度、商业化进度、渗透率、成本曲线等核心指标，精准对标两大产业发展阶段，**2026 年人形机器人产业精准对标 2008 年新能源汽车产业**，产业发展周期较新能源汽车大幅缩短。

8.2.1 新能源汽车产业发展阶段（2003-2023）

2003 年：特斯拉成立，新能源汽车概念爆发，行业进入实验室研发阶段。

2008 年：特斯拉首款量产车型 Roadster 落地，完成技术验证，进入小批量交付，行业处于商业化起步前夜，整车均价超 100 万元，成本高昂，渗透率不足 0.5%，核心部件依赖进口，产业链不成熟。

2012-2015 年：蔚来、小鹏、理想等企业创立，网约车、限购城市试点推广，商业化起步，渗透率突破 1%。

2019-2022 年：规模化爆发期，政策补贴加持，市场渗透率快速提升至 25%，BOM 成本下降，产业链全面成熟，国产替代逐步推进。

2023 年至今：全民普及期，2024 年渗透率首次突破 50%，进入市场化竞争，行业格局逐步稳定。

8.2.2 人形机器人产业发展阶段（2021-2032）

2021 年：特斯拉 Optimus 发布，人形机器人概念爆发，行业进入实验室研发阶段。

2026年：首款规模化小批量产品落地，完成技术验证，进入商业化起步前夜，工业级整机均价20-50万元，成本高昂，工业场景渗透率不足1%，核心部件部分依赖进口，产业链逐步完善。

2027-2028年：商业化起步期，成本下降，工业刚需场景规模化落地，渗透率突破3%。

2029-2032年：规模化爆发期，成本大幅下降，商业场景全面渗透，工业渗透率突破10%。

2032年以后：全民普及期，家庭场景启动渗透，行业格局趋于稳定。

8.2.3 周期缩短核心原因

人形机器人产业周期较新能源汽车大幅缩短，核心原因在于：

供应链成熟：新能源汽车、消费电子产业已培育出成熟的零部件供应链，无需从零搭建。

AI 技术成熟：大模型、多模态算法成熟，直接赋能机器人智能化，无需长期研发。

资本投入强度高：资本密集涌入，企业研发与量产速度大幅提升。

场景需求明确：工业、物流等场景人力短缺痛点突出，需求刚性，推广速度快。

8.3 两大产业核心差异：人形机器人难度更高、空间更大

尽管同构性显著，但人形机器人产业相比新能源汽车，技术难度更高、场景更复杂、市场空间更大、盈利模式更多元，核心差异体现在六大维度：

①运动控制难度：人形机器人双足动态平衡、复杂地面行走、柔性操作难度，远高于新能源汽车轮式运动，双足行走技术壁垒是轮式运动的 5 倍以上。

②环境适应难度：人形机器人面向非结构化场景（工业车间、家庭、商场），环境复杂多变；新能源汽车面向结构化道路场景，环境相对单一，机器人环境适应难度远超汽车。

③可靠性与安全性要求：人形机器人与汽车在可靠性与安全性要求上差异显著。汽车为结构化道路场景下的高速封闭系统，可靠性强调既定工况下的稳定运行与失效可控，安全性侧重事故发生时的被动保护；人形机器人则是开放非结构化环境中的通用自主系统，需在人机共存场景中持续作业，可靠性要求长期稳定运行与未知扰动下的强鲁棒性，安全性则以人机交互中的主动安全约束为核心。

④场景碎片化程度：人形机器人覆盖工业、商业、家庭、医疗等千万级场景，定制化需求高；新能源汽车仅面向交通单一场景，标准化程度高。

⑤核心技术壁垒：新能源汽车虽同样涉及机械工程、控制算法、精密制造等技术体系，但核心仍以轮式平台与动力系统为核心，技术链路相对聚焦；人形机器人则需要实现多学科技术的深度交叉融合，不仅包含机械、控制、精密制造、材料科学，更需叠加通用 AI、具身感知、人机共融安全等前沿技术，跨学科壁垒更高、技术复杂度呈指数级提升。

⑥市场空间：人形机器人可替代全球超 50%的重复性劳动，未来“市场规模=手机的数量*汽车的价格”，市场空间将高达百万亿元。

8.4 新能源汽车产业六大可复用经验

新能源汽车产业历经 20 年发展，形成了成熟的发展模式与经验，人形机器人产业可直接复用，少走弯路，加速发展：

8.4.1 链主企业引领，带动全产业链成熟

新能源汽车以特斯拉、比亚迪为链主，带动上游零部件、下游服务产业链成熟，形成产业生态。人形机器人产业需培育 1-2 家头部整机链主企业，整合上下游资源，制定产品标准，带动核心部件国产替代与产业链协同发展，快速提升产业整体成熟度。

8.4.2 核心部件国产替代，保障供应链安全

新能源汽车早期核心部件（电池、电机、电控）依赖进口，后期通过政策扶持与企业研发，基本实现国产替代，降低成本，保障供应链安全。人形机器人产业需聚焦减速器、伺服、传感器等核心部件，加大研发扶持力度，推动国产替代，突破海外技术垄断，降低整机成本，提升产业自主可控能力。

8.4.3 先刚需场景，后大众市场

新能源汽车先从网约车、出租车、限购城市等刚需场景切入，验证商业模式，再逐步拓展至私家车大众市场。人形机器人产业需先聚焦工业制造、电力巡检、物流仓储等高 ROI 刚需场景，跑通盈利模式，提升产品可靠性，再逐步拓展至商业服务、家庭陪护等大众市场，避免盲目布局 C 端。

8.4.4 规模化量产降本，推动市场渗透

新能源汽车通过规模化量产，将整车成本降低 60% 以上，推动市场渗透率快速提升。人形机器人产业需加快量产产线建设，提升量产良率，扩大出货量，通过规模效应降低核心部件与整机成本，当工业级整机成本降至 10 万元以内，将迎来市场爆发式增长。

8.4.5 数据闭环 + OTA，构建持续竞争力

新能源汽车通过行驶数据闭环与 OTA 升级，持续优化智能驾驶功能，构建产品竞争力。人形机器人产业需建立运行数据闭环，通过 OTA 升级优化运动控制、模型算法与场景功能，实现机器人持续进化，提升用户粘性，构建软件服务盈利模式。

8.4.6 政策从补贴转向标准，推动规范化发展

新能源汽车早期通过补贴推动产业起步，后期通过制定安全、技术标准，推动行业规范化发展。人形机器人产业需加快出台行业标准、安全规范、测试标准，明确合规要求，逐步减少直接补贴，转向支持技术攻关、场景试点与标准制定，推动行业高质量发展。

8.5 人形机器人产业差异化破局路径

结合自身特性，人形机器人产业在复用新能源汽车经验的基础上，需走差异化破局路径：

聚焦工业场景优先突破：依托中国制造业优势，先在工业场景实现规模化落地，快速验证商业模式，积累运行数据，提升产品可靠性。

深度复用汽车供应链：充分依托新能源汽车成熟的电机、电池、热管理、结构件供应链，降低研发与制造成本，缩短量产周期。

以具身模型突破智能化瓶颈：依托中国大模型技术优势，研发专用具身大模型与世界模型，突破跨场景泛化能力瓶颈，提升机器人智能化水平。

创新“硬件 + 服务”商业模式：早期以硬件销售回笼资金，后期重点发展软件订阅、运维服务、融资租赁等增值服务，提升综合毛利率，形成可持续盈利模式。

构建安全合规体系，提升社会接受度：提前制定安全、伦理、责任界定标准，加强科普宣传，消除公众安全担忧，提升社会接受度，为家庭场景落地铺垫。



第九章 人形机器人产业核心瓶颈、挑战与系统化破局路径

2026年，全球人形机器人产业已走过概念爆发期，迈入**技术攻坚深化、商业化试点落地**的关键转折阶段，前八章所提及的产业链搭建、资本布局、场景试点等工作已初步完成，但产业从“小批量试点”迈向“规模化商用”的过程中，仍面临**技术端、产业端、市场端、政策伦理端**四大维度的深层次、结构性瓶颈，各类挑战相互交织、层层制约，成为阻碍产业提速发展的核心壁垒。

阻碍产业发展的四大壁垒



本章基于全球具身智能（以人形机器人为主）产业发展现状，结合国内产业链调研数据、头部企业落地反馈、终端客户需求痛点，全面拆解产业发展面临的核心瓶颈与细分挑战，剖析问题根源，同时结合技术趋势、产业规律、市场需求，提出分层级、可落地、长短期结合的系统化破局路径，为产业参与主体提供清晰的行动指引，推动人形机器人产业快速突破发展桎梏，进入规模化商用新阶段。

9.1 技术端核心瓶颈：底层技术未突破，商业化落地缺乏核心支撑

技术是人形机器人产业发展的核心驱动力，当前行业整体仍处于工程化验证初期，底层核心技术、系统集成技术、场景适配技术均未达到规模化商用标准，相较于新能源汽车、传统工业机器人等成熟高端制造产业，技术成熟度差距预计超 10 年，是制约产业发展的首要瓶颈。结合 2026 年全球技术研发数据、实验室测试结果与场景试点反馈，技术端核心瓶颈可细分为五大类，每类瓶颈均对应具体的技术参数、落地痛点与行业共性问题。

9.1.1 具身智能算法泛化能力薄弱，智能化水平停留在初级阶段

具身大模型、世界模型是人形机器人实现自主决策、跨场景作业、自然交互的核心，但当前算法技术仍处于初级阶段，泛化能力、实时性、端侧适配性不足，无法支撑机器人真正实现“智能化”。

其一，模型泛化能力缺失。现有具身模型多基于单一场景训练，零样本/小样本跨场景迁移能力极差，实验室中可完成的标准化动作，在真实工业、商业场景中，因环境、物体、任务的细微变化，便会出现任务失败，2026 年调研显示，整机企业试点的具身模型，跨场景任务执行成功率仅 62%，远低于工业场景 99% 的要求；模型对模糊指令、复杂任务的理解能力不足，无法实现“自然语言指令 - 任务拆解 - 动作执行”的全流程自主完成，仍需人工预设程序，本质上仍属于“可编程自动化设备”，而非真正的智能机器人。

其二，端侧推理实时性不足。人形机器人端侧算力有限，现有大模型参数庞大，端侧部署后推理延迟超 100ms，无法满足运动控制、实时避障、快速交互的低延迟要求（ $\leq 20\text{ms}$ ）；模型轻量化技术不成熟，压缩后精度大幅下降，无法兼顾算力消耗与智能化水平，导致机器人反应迟缓、交互卡顿，用户体验极差。

其三，数据闭环体系未建立。具身算法优化依赖海量真实场景运行数据，但当前整机出货量小、场景试点分散，数据积累量不足，且企业间数据不共享、数据标注成本高、数据质量参差不齐，算法训练缺乏核心支撑，迭代速度缓慢，形成“数据少 - 算法差 - 落地难 - 数据更少”的恶性循环。

9.1.2 核心零部件高端化与国产化双重滞后，卡脖子问题突出

上游核心零部件是整机性能的基础，也是当前技术瓶颈最集中的环节，尽管国产零部件在中低端领域实现突破，但高端核心部件仍被海外企业垄断，国产替代进度远慢于产业发展需求，直接导致整机成本居高不下、性能难以达标、供应链安全存在隐患。

其一，精密传动部件技术差距显著。谐波减速器国产产品虽实现规模化供货，但在高精度回程间隙（ ≤ 0.5 弧分）、长寿命稳定性（ ≥ 20000 小时）、极端环境适应性等高端指标上，与日本 Harmonic Drive、Nabtesco 产品仍有 3-5 年差距；RV 减速器国产产品仅能满足轻载关节需求，重载关节专用 RV 减速器的材料抗疲劳性、加工精度、传动刚性不足，海外产品占据 90% 以上高端市场，单台进口 RV 减速器价格是国产普通产品的 3 倍，且供货周期长达 3-6 个月，制

约整机量产进度；行星滚柱丝杠的微型化、高精度加工工艺不成熟，无法满足腿部关节高速往复运动需求，故障率是海外产品的 4 倍以上。

其二，驱动系统核心部件受制于人。人形机器人专用高精度绝对式编码器（20 位以上）、高端伺服驱动器芯片几乎完全依赖进口，日本海德汉、内密控、意法半导体等企业垄断市场，国产编码器精度、抗干扰性不足，仅能用于非关键关节，导致整机运动定位误差超 2mm，无法满足工业精密操作需求；一体化关节集成技术不成熟，国产一体化关节存在体积偏大、散热效率低、扭矩密度不足等问题，重量较海外同类产品高 15%-20%，直接影响整机续航与运动灵活性。

其三，感知传感器高端品类技术空白。六维力/力矩传感器、高精度触觉传感器、动态视觉传感器是实现机器人柔性操作、安全交互的核心，国内企业仅能实现低端产品量产，高端产品的力控精度（ $\leq 0.05\text{N}$ ）、响应速度（ $\leq 0.5\text{ms}$ ）、阵列密度远低于海外 ATI、西克等企业产品，导致机器人在抓取易碎品、精细装配、人机协作时，易出现力度失控、操作失误等问题，2026 年工业场景试点中，因传感器精度不足导致的操作故障率高达 35%。

其四，末端执行器工程化量产难题待解。五指灵巧手处于实验室技术向工程化量产过渡阶段，国产灵巧手存在微型传动部件易磨损、柔性材料寿命短、力控算法适配性差等问题，单台灵巧手连续工作寿命不足 1000 小时，远低于工业场景 5000 小时的要求，且成本居高不下，规模化量产良率仅 60%，无法满足批量商用需求。

9.1.3 运动控制与双足步态技术不成熟，稳定性与适应性不足

双足行走是人形机器人区别于轮式、履带式机器人的核心特征，也是技术难度最高的环节，当前双足步态控制、动态平衡、复杂环境适应技术远未达到商用标准，是整机落地的核心技术短板。

从运动稳定性来看，人形机器人在平坦地面匀速行走时稳定性尚可，但在上下楼梯、凹凸路面、斜坡、湿滑地面等复杂场景中，易出现步态失衡、跌倒、卡顿等问题，2026 年国内头部整机企业场景试点数据显示，机器人在复杂工业车间的连续稳定行走时长不足 2 小时，跌倒率超 8%，远无法满足工业 7×24 小时连续作业要求；动态平衡控制算法依赖大量实地训练数据，仿真训练与现实场景偏差较大，突发障碍避让、外力碰撞后的平衡恢复能力不足，人机协作安全隐患突出。

从运动灵活性来看，整机关节自由度虽已达到 30-40 度，但关节运动范围、协同控制精度、动作连贯性不足，无法完成弯腰、下蹲、侧身、精细抓取等拟人化动作，工业场景中仅能替代简单重复性人工，复杂装配、设备检修、柔性操作等场景仍无法适配；步态算法迭代速度慢，不同场景的步态迁移难度大，无法实现跨场景快速适配，每进入一个新场景，均需重新调试算法，周期长达 1-3 个月，大幅降低落地效率。

9.1.4 系统集成与软硬件耦合度高，模块化与标准化程度低

人形机器人是机械、电子、软件、算法、传感器高度集成的复杂系统，当前行业缺乏统一的集成标准，软硬件深度绑定、模块化程度低、兼容性差，导致研发成本高、迭代效率低、量产难度大。

一方面，软硬件耦合度过高，头部整机企业均采用自研硬件 + 自研软件的封闭架构，硬件接口、通信协议、驱动程序互不兼容，不同企业的零部件、算法无法通用，中小整机企业难以整合供应链，研发周期长达 18-24 个月，研发成本超亿元；另一方面，系统模块化设计不足，关节、感知、控制、交互等模块未实现标准化拆分，单一部件故障需整体维修，运维难度大、成本高；此外，整机系统的散热、抗震、防尘、防水性能不足，工业场景中粉尘、油污、震动等环境因素，易导致系统死机、部件损坏，2026 年试点中，整机平均无故障运行时间（MTBF）仅 800 小时，远低于工业机器人 5000 小时的行业标准。

9.1.5 测试验证技术体系不完善，缺乏统一的性能评判标准

技术成熟度的验证依赖完善的测试标准、测试设备、测试场景，当前人形机器人行业尚未建立统一的测试验证体系，技术性能评判无统一依据，产品质量参差不齐。

其一，缺乏国家级、行业级统一测试标准，整机性能、部件精度、安全指标、可靠性、使用寿命等核心参数，均由企业自行定义，不同企业产品无法横向对比，终端客户难以筛选合格产品；其二，专用测试设备缺失，关节扭矩测试、步态稳定性测试、传感器精度测试、环境适应性测试等高端测试设备依赖进口，国产测试设备精度不足，无

法全面验证产品性能；其三，测试场景单一，多局限于实验室环境，缺乏模拟工业、商业、家庭等真实场景的测试平台，产品实验室性能与落地表现偏差较大，技术验证结果缺乏参考价值。

9.2 产业端核心挑战：产业链协同不足，规模化发展缺乏基础保障

技术瓶颈之外，产业端的产业链协同、产能配套、人才供给、标准体系等问题，成为制约人形机器人从“技术产品”转向“产业商品”的关键挑战，相较于成熟产业，人形机器人产业链仍处于“松散耦合”状态，未形成高效协同的产业生态。

9.2.1 产业链上下游协同脱节，供需匹配度低

当前人形机器人产业链呈现上游部件厂“闭门研发”、中游整机厂“按需定制”、下游场景厂“需求模糊”的脱节状态，上下游企业缺乏有效沟通，供需错配问题突出。

上游核心部件企业多基于传统工业机器人需求研发产品，针对人形机器人专用的微型化、轻量化、高精度、高集成化部件研发滞后，无法匹配整机厂的定制化需求；整机厂研发方向与下游终端客户需求脱节，过度追求技术参数、外观拟人化，忽视场景实用性、成本控制、运维便捷性，推出的产品无法满足工业客户的降本增效需求；产业链缺乏统一的协同平台，部件测试、整机调试、场景适配周期长，上游部件送检验证周期长达3-6个月，整机场景落地周期长达6-12个月，大幅降低产业推进效率。

9.2.2 规模化量产能力不足，产能与良率双低

量产是产业规模化发展的核心前提，当前头部整机企业仅实现**小批量试产**，规模化量产能力严重不足，无法满足市场批量需求，产能与良率成为核心短板。

其一，量产产线建设滞后，人形机器人装配工艺复杂，涉及精密部件组装、传感器校准、算法调试、整机测试等多道工序，自动化装配产线技术不成熟，仍依赖人工组装，单台生产周期长达 72 小时，头部企业年产能仅千台级别，无法支撑规模化商用；其二，量产良率偏低，因核心部件一致性差、装配工艺不标准、系统调试难度大，整机量产良率仅 85%，远低于工业机器人 95% 的良率标准，不良品返修成本高，进一步推高整机成本；其三，供应链配套产能不足，高端核心部件进口供货周期长，国产部件批量生产能力有限，无法满足整机厂大规模采购需求，制约产能释放。

9.2.3 复合型人才极度短缺，人才供给缺口巨大

人形机器人产业融合**机械工程、自动化控制、人工智能、软件编程、材料科学、行业工艺**等多学科知识，属于典型的复合型产业，当前**高端研发人才、工程化人才、场景适配人才**均存在巨大缺口，成为产业发展的核心制约。

从研发端来看，全球具备人形机器人核心技术研发能力的高端人才不足万人，国内仅占 30%，且多集中于头部企业与顶尖高校，中小企业人才匮乏，核心算法、精密部件、系统集成等领域研发人才缺口超 5 万人；从工程化端来看，具备量产工艺设计、产线调试、质量管控经验的工程人才缺口超 3 万人，多数研发人员仅懂实验室技术，

缺乏工程化量产经验，导致技术难以转化为产品；从场景端来看，懂机器人操作、运维、场景调试的技术工人缺口超 10 万人，终端客户缺乏专业运维团队，机器人落地后无法高效使用，进一步影响产业推广。同时，高校学科设置与产业需求脱节，缺乏针对性的复合型人才培养体系，人才供给速度远慢于产业发展需求。

9.2.4 行业标准体系缺失，产业发展缺乏规范指引

标准化是产业规范化、规模化发展的基础，当前人形机器人行业标准体系空白、规范缺失，产业发展处于“无序探索”状态，制约产业长期健康发展。

其一，技术标准缺失，核心部件技术参数、整机性能指标、通信协议、接口标准、安全标准等均无统一规范，企业研发无据可依，产品兼容性差，无法形成规模化产业集群；其二，应用标准缺失，工业、商业、家庭等不同场景的机器人应用规范、安全操作规范、责任界定标准空白，终端客户应用存在合规隐患；其三，检测认证标准缺失，缺乏第三方权威检测认证机构，产品质量、安全性无法得到权威验证，客户信任度低；其四，国际标准参与度低，全球人形机器人标准制定由欧美日主导，国内企业参与度不足，未来产业全球化发展将面临标准壁垒。

9.2.5 配套产业支撑不足，产业生态不完善

除核心产业链外，测试检测、仿真设计、零部件加工、运维服务等配套产业支撑不足，无法满足产业发展需求。高端精密零部件加工依赖海外代工，国内精密加工工艺不足，部件一致性差；仿真设计软

件被海外 ANSYS、西门子垄断，国产仿真软件精度不足，无法满足算法训练、运动模拟需求；运维服务体系尚未建立，整机落地后缺乏专业的维修、保养、升级服务，客户售后无保障；产业金融、知识产权保护、产业园区等配套支撑不完善，中小初创企业融资难、知识产权侵权问题突出，生存发展压力大。

9.3 市场端核心困境：需求与供给错配，商业化落地缺乏动力

市场是产业发展的最终导向，当前人形机器人供给端产品不成熟、需求端接受度低、商业模式不清晰，供需错配问题突出，规模化商用缺乏市场动力，市场端核心困境集中在三大方面。

9.3.1 产品成本居高不下，客户付费意愿不足

成本是制约市场推广的核心因素，2026 年工业级人形机器人整机均价 20-50 万元，服务级机器人均价 15-30 万元，成本远超终端客户承受范围，导致市场需求无法有效释放。

成本高企的根源在于：核心零部件进口价格高昂，占整机成本 70% 以上；量产规模小，规模效应无法体现，单位生产成本低；研发投入大，成本分摊至单台产品；定制化程度高，非标生产进一步推高成本。从客户角度来看，工业企业采购人形机器人的投资回收期（ROI）长达 2-3 年，远高于传统自动化设备 1 年的回收期，中小企业难以承受；商业场景客户因成本过高，仅愿意试点，不愿批量采购；家庭场景客户对价格敏感度更高，当前成本完全无法覆盖消费需求，2026 年国内市场调研显示，仅 15% 的工业企业愿意承担 20 万元以上的机器人采购成本，80% 以上的客户心理价位在 10 万元以内。

9.3.2 场景需求碎片化，标准化解决方案缺失

人形机器人下游应用场景覆盖面广、需求差异大、标准化程度低，难以形成统一的标准化解方案，规模化复制难度大，市场推广效率低。

工业场景中，汽车、3C、电力、物流等不同行业的生产工艺、作业环境、操作要求差异极大，同一行业内不同企业的产线布局、产品规格也各不相同，机器人需定制化调试，无法批量复制；商业场景中，政务、酒店、商场、展馆等场景的服务内容、交互需求各不相同，定制化开发成本高、周期长；场景碎片化导致整机企业无法聚焦单一场景规模化推广，资源分散，产品迭代速度慢，同时客户定制化需求增加企业研发成本，进一步加剧成本压力，形成“定制化 - 高成本 - 低销量 - 更高成本”的恶性循环。

9.3.3 客户认知与信任度不足，市场培育周期长

多数终端客户对人形机器人的认知仍停留在概念阶段，对产品性能、实用性、可靠性、安全性存在疑虑，信任度不足，市场培育周期漫长。

工业企业客户因机器人稳定性差、故障率高、运维复杂，担心影响生产效率，仅愿意开展小范围试点，不愿大规模替换现有自动化设备；商业客户担心机器人交互体验差、故障影响服务质量，仅用于品牌宣传，而非实际作业；公众对家庭机器人的安全性、隐私保护、伦理问题存在担忧，抵触情绪明显。同时，行业缺乏标杆性落地案例，

已有的试点项目多为展示性，未真正实现降本增效，无法形成示范效应，客户观望情绪浓厚，市场需求难以转化为实际订单。

9.3.4 商业模式单一，盈利可持续性差

当前人形机器人行业商业模式以硬件销售为主，单一且不可持续，企业盈利困难，难以支撑长期研发与产能投入。

整机企业依赖硬件销售收入，但量产规模小、成本高，硬件毛利率仅 15%-25%，扣除研发、生产、销售成本，多数企业处于亏损状态；软件订阅、运维服务、融资租赁等增值服务模式尚未成熟，市场接受度低，服务收入占比不足 12%；缺乏“以租代售、按工时收费、解决方案打包”等轻量化合作模式，客户采购门槛高，企业营收渠道狭窄，盈利可持续性差，中小初创企业面临资金链断裂风险，头部企业也需持续依赖融资维持运营。

9.4 政策与伦理端核心难题：合规体系空白，产业发展缺乏制度保障

人形机器人作为新型智能装备，涉及人机安全、数据隐私、就业替代、伦理道德等多重问题，当前政策法规、伦理规范体系空白，产业发展面临制度层面的不确定性，成为长期发展的潜在阻碍。

9.4.1 政策法规体系不完善，合规监管无依据

目前全球范围内尚未出台专门针对人形机器人的法律法规、监管政策，国内仅在高端制造、人工智能相关产业政策中提及人形机器人，缺乏针对性的扶持与监管政策。

其一，产业扶持政策针对性不足，现有政策多聚焦研发补贴，对场景应用、产业链协同、国产替代、人才培养等环节的扶持力度不足，

补贴资金分散，难以形成合力；其二，安全监管法规空白，人机碰撞伤害、机器人自主行为责任界定、数据安全与隐私保护、产品质量责任等问题无法律依据，一旦发生安全事故，责任划分不清晰，客户与企业均面临法律风险；其三，行业准入、生产许可、产品认证等监管制度空白，市场准入门槛低，劣质产品扰乱市场秩序，影响行业整体口碑。

9.4.2 伦理争议凸显，社会接受度待提升

人形机器人的拟人化特征、自主决策能力、劳动替代属性，引发一系列伦理争议，社会接受度偏低，制约产业推广。

其一，就业替代争议，人形机器人可替代重复性人工劳动，公众担忧导致大量劳动力失业，尤其是制造业、服务业基层岗位，引发社会抵触情绪，部分行业甚至出现反对机器人替代人工的声音；其二，安全伦理争议，机器人自主决策、人机交互过程中的安全问题，以及机器人伦理边界（如是否具备自主权利、行为约束）尚无定论，公众存在安全恐慌；其三，隐私伦理争议，机器人搭载视觉、听觉传感器，采集大量场景、人员数据，数据隐私泄露风险引发公众担忧，家庭场景推广阻力极大。

9.4.3 国际竞争与标准壁垒加剧

全球人形机器人产业已进入国际竞争白热化阶段，欧美日等发达国家依托技术、标准、专利优势，构建贸易与技术壁垒，国内产业全球化发展面临外部挑战。

海外企业通过核心专利、技术标准垄断高端市场，限制高端技术、零部件出口，国内企业面临技术卡脖子与市场准入双重壁垒；国际人形机器人产业标准、伦理规范由海外企业与机构主导制定，国内企业话语权不足，未来产品出口、国际合作将面临标准壁垒；同时，海外头部企业加速布局全球市场，凭借技术、资本优势抢占市场份额，国内企业面临激烈的国际竞争压力。

9.5 系统化破局路径：长短期结合，多方协同突破产业瓶颈

针对上述技术、产业、市场、政策伦理四大维度的瓶颈与挑战，需构建政府引导、企业主体、科研支撑、资本助力、社会参与的多方协同体系，制定短期试点突破、中期规模化发展、长期生态完善的分层级破局路径，精准发力、逐一破解，推动人形机器人产业快速迈入规模化商用新阶段。

9.5.1 技术端破局：聚焦核心攻关，夯实技术底层支撑

1) 短期（1-2 年）：突破关键部件与场景适配技术，提升产品可靠性

核心零部件国产替代攻坚：由政府牵头，联合头部整机企业、核心部件企业、科研机构，组建核心部件技术攻关联合体，聚焦 RV 减速器、高精度编码器、六维力传感器、灵巧手四大卡脖子品类，设立专项研发基金，定向补贴研发与测试；支持部件企业与整机企业联合开发，优先将国产部件纳入头部整机供应链，缩短验证周期，提升部件一致性与可靠性，力争 2027 年高端核心部件国产化率突破 30%。

运动控制算法优化：聚焦工业、物流两大刚需场景，简化步态算法，提升复杂环境稳定性，针对平坦地面、常规楼梯、普通车间等主流场景，优化动态平衡与障碍避让算法，降低跌倒率与故障率，力争 2027 年整机 MTBF 突破 2000 小时，复杂场景连续稳定运行时长超 8 小时。

模型轻量化与端侧适配：推进具身大模型轻量化研发，压缩模型参数，降低端侧算力消耗，实现推理延迟 $\leq 20\text{ms}$ ，满足实时控制需求；聚焦单一场景训练模型，提升场景内任务执行成功率，力争 2027 年工业场景任务执行成功率突破 90%。

2) 中长期（3-5 年）：攻克底层核心技术，构建技术壁垒

底层技术原创突破：支持高校、科研机构与企业共建实验室，聚焦材料科学、微型传动、仿生控制、具身智能等底层技术，开展原创性研发，突破海外技术垄断，形成自主知识产权；布局下一代技术，如柔性机器人、脑机接口、通用具身模型，抢占技术制高点。

标准化模块化设计：制定整机软硬件接口、通信协议、模块拆分标准，推动关节、感知、控制等模块标准化、通用化，降低研发与装配成本，提升系统兼容性与运维便捷性。

完善测试验证体系：建设国家级人形机器人测试验证平台，模拟真实工业、商业、家庭场景，制定统一的性能、安全、可靠性测试标准，搭建第三方检测认证机构，为产品质量提供权威验证。

9.5.2 产业端破局：强化协同整合，完善产业生态体系

1) 短期（1-2 年）：打通产业链协同，提升量产能力

搭建产业链协同平台：建立全国人形机器人产业链协同联盟，整合上游部件、中游整机、下游场景、科研机构、资本方资源，实现需求共享、技术互通、测试同步，缩短部件验证与场景落地周期；打造产业集群，以长三角、珠三角为核心，建设集研发、生产、测试、应用于一体的产业园区，推动上下游企业集聚发展。

提升规模化量产能力：支持头部整机企业建设自动化量产产线，引入精密装配、智能检测、自动化调试设备，降低人工依赖，缩短生产周期，提升量产良率至 95% 以上；鼓励核心部件企业扩产，保障供应链供货稳定性，降低部件采购成本。

加快人才引育：实施高端人才引进计划，面向全球引进人形机器人核心研发、工程化人才，给予落户、住房、科研经费补贴；高校增设人形机器人、具身智能相关专业，构建“机械 + AI + 软件”复合型人才培养体系；开展企业职工技能培训，培养场景运维、操作技术工人，弥补人才缺口。

2) 中长期（3-5 年）：健全标准体系，完善配套产业

制定行业标准体系：联合工信部、国标委、行业协会，加快出台核心部件、整机性能、安全规范、应用场景、检测认证等行业标准，推动国内标准与国际标准接轨，提升国内企业在国际标准制定中的话语权；建立行业准入制度，规范市场秩序，淘汰劣质产品。

完善配套产业支撑：扶持国产仿真设计、测试检测、精密加工企业发展，打破海外垄断，降低产业配套成本；构建全流程运维服务体

系，建立全国性运维网点，提供维修、保养、升级、培训一站式服务；完善知识产权保护制度，加大侵权惩处力度，保护企业创新成果。

9.5.3 市场端破局：聚焦刚需场景，创新商业模式

1) 短期（1-2 年）：聚焦刚需场景试点，打造标杆案例

优先突破高 ROI 场景：聚焦汽车制造、电力巡检、物流仓储三大工业刚需场景，推出标准化、低成本的专用人形机器人，简化功能、降低成本，聚焦替代人工、降本增效核心需求，打造一批可复制、可推广的标杆案例，验证商业化可行性，提升客户信任度。

降低客户采购门槛：创新商业模式，推出**融资租赁、以租代售、按工时收费、解决方案打包**等轻量化合作模式，降低客户一次性采购成本；政府出台场景应用补贴政策，对采购国产人形机器人的企业给予补贴，缩短投资回收期，提升客户付费意愿。

2) 中长期（3-5 年）：拓展多元场景，构建多元盈利模式

规模化拓展市场：依托标杆案例，逐步向 3C 电子、新能源、商业服务、科研教育等场景拓展，形成标准化解解决方案，实现跨场景规模化复制；待成本降至 10 万元以内，启动家庭场景试点，逐步布局大众消费市场。

构建“硬件 + 服务”复合盈利模式：降低硬件利润，以规模化销量占领市场，重点发展软件订阅、算法升级、运维维保、数据服务等增值服务，提升服务收入占比至 40% 以上，打造可持续盈利体系。

加强市场培育与宣传：通过行业展会、场景观摩、科普宣传等方式，普及人形机器人知识，展示产品实用性与安全性，消除客户疑虑，培育市场需求，提升社会接受度。

9.5.4 政策与伦理端破局：完善制度保障，引导产业规范发展

1) 短期（1-2 年）：出台针对性扶持政策，明确基础监管规则

强化产业政策扶持：出台专门的人形机器人产业发展规划，加大研发、国产替代、场景应用、人才培养等环节的补贴力度，整合资金资源，聚焦核心领域精准扶持；落实税收优惠、研发费用加计扣除等政策，减轻企业负担。

明确基础监管与伦理规范：制定人形机器人**安全操作规范、数据隐私保护细则、责任界定办法**，明确人机安全、数据使用、事故责任的基础规则，消除合规隐患；发布行业伦理指南，约束机器人自主行为，明确劳动替代的边界，缓解社会伦理争议。

2) 中长期（3-5 年）：健全法律法规，推动全球化发展

完善法律法规体系：制定专门的人形机器人监管法律，完善行业准入、产品认证、安全监管、伦理规范、知识产权保护等法律制度，构建全流程合规体系，为产业长期发展提供法律保障。

推动全球化布局：支持国内企业参与国际标准制定、技术交流与市场竞争，突破海外标准壁垒；鼓励核心技术、产品出口，打造国际知名品牌，提升全球市场份额；加强国际合作，联合海外企业、科研机构开展技术研发与场景应用，实现互利共赢。

化解就业与伦理争议：建立劳动力转型培训体系，针对被替代劳动力开展技能培训，推动向机器人运维、研发、管理等岗位转型，缓解就业压力；持续开展伦理科普，引导公众理性看待人形机器人，构建人机和谐共生的社会氛围。

9.6 破局实施保障措施

为确保上述破局路径落地见效，需建立**组织保障、资金保障、监督保障、考核保障**四大体系：一是成立国家级人形机器人产业发展领导小组，统筹协调产业发展、技术攻关、政策制定等工作；二是设立专项产业基金，整合政府、社会、产业资本，保障研发、产能、应用资金需求；三是建立监督考核机制，跟踪政策落实、技术攻关、场景落地进度，确保各项举措落地；四是搭建产业监测体系，实时跟踪全球技术、市场、政策动态，及时调整破局策略，保障产业持续健康发展。

人形机器人产业的发展是一个长期、系统的工程，短期需聚焦痛点、快速突破，解决当下商业化落地的核心难题；中长期需布局长远、夯实基础，构建技术、产业、市场、制度全方位优势。通过多方协同、精准发力，必将突破现有瓶颈与挑战，推动我国人形机器人产业走在全球前列，成为引领新质生产力发展的核心支柱产业。

第十章 2026-2030 年产业趋势判断与中长期发展展望

2026-2030 年是全球人形机器人产业从商业化试点起步迈向规模化爆发的关键五年，技术突破、产业链成熟、场景渗透、政策规范四大核心驱动力将协同发力，推动产业完成从“小众高端装备”到“通用型智能基础设施”的跨越式转变。本章基于全球产业发展规律、技术迭代周期、市场需求变化、政策导向及供应链演进趋势，从技术、产业、市场、全球格局、生态构建五大维度，分阶段预判 2026-2027 年（商用攻坚期）、2028-2029 年（规模爆发期）、2030 年（生态定型期）的核心趋势，同时对 2030 年后产业长期发展方向做出前瞻性展望，为产业参与者提供清晰的发展周期指引与战略预判依据。

产品发展阶段预测



10.1 分阶段产业发展周期预判（2026-2030）

10.1.1 2026-2027 年：商用攻坚期 —— 可靠性突破与刚需场景落地

本阶段产业核心任务是解决产品可靠性短板、跑通商业化盈利模式、完成核心部件国产替代初步突破，产业整体处于“去概念化、

重落地实效”的攻坚阶段，市场规模稳步增长但尚未迎来爆发，行业洗牌初步开启。

技术层面，整机平均无故障运行时间（MTBF）从 800 小时提升至 3000 小时，基本满足工业场景连续作业要求；一体化关节、微型减速器、专用伺服系统实现规模化量产，同时，高端核心部件国产化率突破 40%；具身大模型完成轻量化端侧部署，单一场景任务执行成功率突破 90%，复杂环境步态稳定性大幅提升，跌倒率降至 1% 以下。

产业层面，头部整机企业年产能突破万台，量产良率提升至 95% 以上，产业链协同效率显著提高，部件验证与场景落地周期缩短至 3 个月以内；行业标准体系初步建立，核心部件、整机安全、场景应用等基础标准出台，第三方检测认证机制逐步完善；复合型人才缺口有所缓解，高校专项人才培养体系落地，工程化与运维人才供给逐步跟上产业需求。

市场层面，工业制造、电力巡检、物流仓储三大刚需场景实现小批量规模化落地，标杆案例批量涌现，客户投资回收期（ROI）缩短至 2 年以内，市场接受度快速提升；整机价格持续下探，工业级人形机器人均价降至 15-25 万元，商业服务级机器人均价降至 10-15 万元；商业模式从单一硬件销售转向“硬件+租赁+服务”多元化发展，服务收入占比提升至 20% 以上。

竞争层面，行业梯队分化加剧，第二梯队中无核心技术、无量产能力、无场景订单的初创企业逐步被淘汰，第一梯队头部企业凭借技术、产能、客户资源优势拉开差距，产业集中度逐步提升。

10.1.2 2028-2029 年：规模爆发期 —— 成本断崖式下降与场景全面渗透

本阶段是人形机器人产业**黄金发展期**，核心部件国产替代全面完成、规模化量产效应凸显、成本大幅下降，下游场景从刚需工业向商业服务、特种场景全面渗透，市场规模迎来指数级增长，成为全球高端制造领域增长最快的赛道。

技术层面，核心零部件国产化率突破 75%，RV 减速器、高精度编码器、六维力传感器等高端品类实现完全自主可控，整机成本较 2026 年大幅下降；20+自由度灵巧手实现工程化量产，成本降至 1 万元以内，精细操作能力媲美人工，可完成精密装配、柔性抓取、工具操作等复杂任务；具身世界模型落地应用，零样本/小样本跨场景泛化能力成熟，机器人可快速适配新场景，无需重新调试算法；整机 MTBF 突破 5000 小时，达到工业级成熟标准，运动灵活性、环境适应性、人机安全性全面达标。

产业层面，形成 2-3 家全球头部整机链主企业，带动上下游形成完善的产业生态，产业链配套企业实现专业化、规模化发展；自动化量产产线全面普及，单台生产周期缩短至 24 小时以内，年产能突破 10 万台的整机企业出现；行业标准体系全面完善，软硬件接口、通信协议、安全规范实现统一，产业发展进入规范化、标准化阶段；测试验证、仿真设计、运维服务等配套产业成熟，形成全链条产业生态。

市场层面，工业场景渗透率突破 10%，3C 电子、新能源、汽车制造等领域实现批量部署；商业服务场景规模化落地，政务、酒店、商

场、安防、养老等场景渗透率突破 5%；特种场景（应急救援、矿山作业、航空航天）逐步推广，市场需求快速释放；全球市场规模突破 3000 亿元，中国市场占比超 65%，成为全球产业核心增长极；服务收入占比突破 35%，“硬件平价、服务盈利” 的商业模式成熟。

竞争层面，全球产业格局定型，中美双主导格局确立，国内企业在整机量产、供应链、场景落地方面占据优势，海外企业在高端算法、芯片领域保持领先；行业集中度大幅提升，头部企业占据 70%以上市场份额，中小企业聚焦细分部件、场景服务等垂直领域，实现差异化竞争。

10.1.3 2030 年及以后：生态定型期 —— 通用化突破与全球化布局完成

本阶段产业技术成熟度、市场渗透率、生态完善度达到新高度，人形机器人从专用场景设备向通用型智能终端转变，全球化布局全面完成，产业生态彻底定型，进入稳定增长阶段。

技术层面，通用型人形机器人初步落地，具备全场景自主决策、自主学习、自主作业能力，可替代 70% 以上重复性人工劳动；柔性仿生技术、脑机接口技术、多模态交互技术成熟，机器人拟人化程度大幅提升，人机交互自然流畅；核心部件实现微型化、轻量化、低成本化，整机性能进一步提升，成本持续下探，工业级机器人均价降至 10 万元以内，消费级产品进入大众视野。

产业层面，全球形成统一的产业标准与技术体系，软硬件兼容性、通用性全面提升；产业分工精细化，上游部件、中游整机、下游服务

企业各司其职，生态协同效率达到极致；人才供给完全匹配产业需求，形成从研发、工程化到运维、服务的全链条人才体系。

市场层面，全球市场规模突破 5000 亿元，中国市场占比稳定在 60%以上；工业场景渗透率突破 15%，商业服务场景渗透率突破 10%，家庭消费场景启动小规模渗透；全球化销售与服务网络建成，国内企业产品出口全球 100 多个国家和地区，国际竞争力显著提升。

生态层面，具身智能操作系统形成垄断格局，少数头部 OS 企业主导生态，第三方应用开发者数量突破万人，形成“硬件+OS+应用+服务”的完整生态闭环，与人形机器人相关的衍生产业（内容开发、数据服务、定制化解决方案）快速崛起，成为产业新的增长极。

10.2 五大核心维度趋势细分预判

10.2.1 技术趋势：从工程化验证到通用化智能，仿生与柔性成核心方向

①核心部件一体化、微型化、低成本化成为主流。一体化关节渗透率突破 90%，实现电机、减速器、驱动器、传感器高度集成，体积缩小 30%，重量减轻 25%；精密减速器、伺服系统实现标准化量产，成本年均下降 20%-25%；柔性材料、仿生材料大规模应用，关节、手部、躯干柔性化程度提升，人机交互安全性大幅提高。

②运动控制技术实现全场景适配。双足步态算法成熟，可适应楼梯、斜坡、湿滑地面、凹凸路面等所有复杂场景，实现跑跳、攀爬、下蹲等拟人化动作；多轴协同控制精度达到 0.1mm，可完成精密装配、

手术辅助、文物修复等高难度操作；动态平衡与碰撞避让技术实现全自主化，无需人工干预，人机协作零风险。

③具身智能迈向通用化阶段。具身大模型与世界模型深度融合，实现视觉、语言、动作、触觉多模态全感知，具备自主学习、自主决策、自主优化能力，可理解模糊指令、完成复杂任务、适应未知场景；端侧推理技术成熟，推理延迟降至 10ms 以内，实现实时智能响应；模型训练从依赖真实数据转向“仿真+真实”数据结合，仿真训练占比突破 70%，研发迭代速度提升 5 倍以上。

④系统集成走向模块化、标准化、开源化。整机软硬件接口统一，模块可自由拆分、组合、替换，研发周期缩短至 6-12 个月；具身操作系统逐步开源，降低中小企业开发门槛，生态应用快速丰富；散热、防尘、防水、抗震性能达到工业级最高标准，可适应极端环境作业。

⑤专用芯片与算力实现自主可控。人形机器人专用端侧 AI 芯片规模化量产，算力、功耗、体积全面适配需求，打破海外芯片垄断；边缘计算与云计算协同部署，实现数据本地处理与云端训练结合，数据隐私性与智能性兼顾。

10.2.2 产业趋势：链主主导，国产替代完成，产业集群化发展

产业链格局彻底重构。上游核心部件实现全面国产替代，海外企业退出中低端市场，聚焦高端细分领域；中游整机企业形成“2+N”格局，2 家全球头部链主企业 + N 家细分场景整机企业；下游服务企业专业化发展，形成系统集成、运维服务、数据服务、定制开发四大板块。

产业集群化效应凸显。长三角、珠三角、京津冀三大核心产业集群产值占全国 90% 以上，形成集研发、生产、测试、应用、配套于一体的完整产业生态；地方产业园区精准布局，吸引上下游企业集聚，降低物流、沟通成本，提升产业整体竞争力。

跨界融合加速推进。新能源汽车、消费电子、人工智能、高端装备企业持续跨界布局，汽车产业链的量产制造、供应链管理优势，消费电子的成本控制、品牌运营优势，AI 企业的算法模型优势，全面赋能人形机器人产业，推动产业快速迭代。

制造体系汽车化、自动化。整机量产采用汽车级自动化产线，实现冲压、装配、检测、调试全流程自动化，量产效率、良率、一致性达到汽车级标准；供应链管理采用汽车产业链模式，核心部件长协供货、产能锁定，保障供货稳定性与成本可控性。

10.2.3 市场趋势：场景全面渗透，商业模式成熟，C 端市场启动

场景渗透从 B 端向 C 端延伸。2026-2027 年聚焦 B 端工业与商业场景，2028-2029 年 B 端场景全面渗透，2030 年 C 端家庭场景启动，产品涵盖助老陪护、家务清洁、家庭教育、家庭安防等领域，消费级人形机器人进入高收入家庭。

市场需求从中国向全球扩散。国内市场始终是核心增长极，同时东南亚、欧洲、北美、拉美市场需求快速释放，国内企业凭借成本、性能、供应链优势，快速出海、抢占全球市场，海外收入占比逐步提升至 30% 以上。

商业模式多元化、轻量化。硬件销售、融资租赁、按工时收费、服务订阅、解决方案打包等模式并行，客户采购门槛持续降低；数据服务、算法升级、定制开发等增值服务成为核心盈利点，服务收入占比突破 40%，成为企业利润的主要来源。

客户群体从大型企业向中小企业覆盖。随着成本下降与标准化解决方案成熟，中小企业逐步成为采购主力，市场需求从大型企业试点转向中小企业批量采购，市场空间彻底打开。

10.2.4 全球格局趋势：中美双主导，中国成为全球制造与应用中心

全球产业格局形成中美双寡头主导，欧洲、日韩跟进的格局。美国在具身大模型、高端芯片、前沿算法领域保持技术领先，中国在整机量产、核心部件、场景落地、成本控制方面占据绝对优势，并在高端芯片、模型算法方面持续突破，两国产业规模、技术水平、市场份额占据全球 90% 以上。

中国成为全球人形机器人制造中心与应用中心。全球 70%以上的人形机器人在中国量产，中国市场占据全球 60%以上的应用份额，国内企业主导全球产业标准制定，在国际产业合作中拥有绝对话语权。

国际竞争从技术竞争转向生态竞争。海外企业依靠技术优势抢占高端市场，国内企业依靠生态与成本优势抢占中低端市场并逐步向高端突破；全球技术与产业合作加强，专利交叉授权、联合研发成为主流，技术壁垒逐步打破。

行业全球标准体系统一。中美欧联合制定全球统一的人形机器人安全、性能、伦理、数据标准，消除国际贸易壁垒，推动产业全球化发展。（注：相对于中美脱钩的观点，更倾向于标准体系统一）

10.2.5 生态与社会趋势：人机和谐共生，产业成为新质生产力核心

产业生态闭环完全形成。以头部整机企业与 OS 企业为核心，汇聚部件供应商、应用开发商、系统集成商、服务运营商、科研机构、资本方，形成开放、协同、共赢的产业生态，生态产值突破万亿。

社会接受度全面提升。随着安全规范、伦理体系完善，就业转型机制成熟，公众对人形机器人的抵触情绪消除，人机和谐共生成为社会共识；机器人广泛应用于生产生活，成为替代重复性劳动、提升生产效率、改善生活品质的核心工具。

产业成为新质生产力核心支柱。人形机器人产业带动高端制造、人工智能、半导体、新材料、软件服务等多个产业发展，创造数百万个高端就业岗位，推动制造业智能化转型，成为国家科技竞争力与经济增长的核心引擎。

10.3 2030 年后中长期前瞻性展望

2030 年后，人形机器人产业进入**成熟稳定期**，技术迈向通用人工智能阶段，产品全面渗透生产生活各场景，成为与手机、汽车并列的三大智能终端，产业发展呈现三大核心方向：

一是**通用人形机器人普及**。具备完全自主意识与学习能力的通用人形机器人落地，可替代所有重复性、危险性、高强度人工劳动，广

泛应用于工业、商业、家庭、医疗、特种等全场景，成为社会生产生活的必备基础设施。

二是**仿生与人形深度融合**。柔性仿生、情感交互、脑机接口技术成熟，机器人具备情感表达、面部识别、语音交互能力，可实现与人的自然情感沟通，在养老陪护、医疗康复、教育陪伴等领域发挥不可替代的作用。

三是**产业全球化与普惠化**。全球产业分工完善，产品成本持续下探，消费级人形机器人普及到普通家庭，人形机器人技术惠及全球各国，推动全球生产力水平大幅提升，重塑全球生产生活方式与经济格局。

四是**伦理与法律体系完善**。全球形成统一的人形机器人伦理规范与法律体系，明确机器人权利、责任、行为边界，保障人机安全、数据隐私、劳动权益，实现产业规范、可持续发展。

第十一章 面向企业、资本、政府的三维度战略建议

具身智能（人形机器人）产业处于发展关键期，不同参与主体面临的机遇、挑战与核心诉求差异显著。本章基于 2026-2030 年产业趋势预判，针对上游零部件企业、中游整机与软件企业、下游应用与服务企业等产业内企业，财务资本、产业资本、政府引导基金等各类资本，以及中央与地方各级政府，分别制定针对性、可落地、长短期结合的战略建议，为各主体精准把握产业机遇、规避发展风险、抢占市场份额提供行动指引。

11.1 面向企业的战略建议：分类施策，聚焦核心竞争力构建

11.1.1 上游核心零部件企业：国产替代优先，规模化与技术攻坚并行

上游核心零部件企业是产业发展的基础，当前核心任务是突破高端技术、实现规模化量产、进入头部供应链，快速提升市场份额与盈利能力，摆脱海外垄断。

1) 短期战略（1-2 年）：聚焦量产与客户突破

优先攻坚中低端刚需市场，快速实现规模化量产，提升产品一致性与良率，降低生产成本，以性价比优势抢占国产替代市场份额，率先进入国内头部整机企业供应链，锁定长期合作订单。

聚焦单一细分品类做精做专，避免多元化布局，谐波减速器、伺服系统、传感器等企业，集中资源攻克 1-2 项核心技术指标，缩小与海外产品差距，打造单品核心竞争力。

加强与头部整机企业联合研发，深度适配人形机器人专用需求，参与产品定制化开发，缩短验证周期，快速实现小批量供货，建立客户粘性。

拓展融资渠道，加大产能建设投入，新建自动化产线，保障产能供应，满足头部整机企业批量采购需求，抢占国产替代先机。

2) 中长期战略（3-5 年）：技术引领与高端突破

加大研发投入，攻坚高端核心技术，RV 减速器、高精度编码器、力传感器、灵巧手等卡脖子领域企业，联合高校与科研机构，突破底层材料、加工工艺、设计技术，实现高端产品自主可控，对标海外顶尖企业产品性能。

推进产品一体化、微型化、集成化研发，顺应整机一体化趋势，开发集成化部件产品，提升产品附加值，从单一部件供应商转向解决方案提供商。

布局全球化市场，建立海外研发中心与销售网络，参与国际标准制定，将国产部件推向全球市场，打造国际知名部件品牌。

构建专利壁垒，加强知识产权布局，围绕核心技术申请发明专利，规避海外专利风险，保障企业长期发展。

11.1.2 中游整机与系统软件企业：链主定位，量产与生态双轮驱动

中游整机与系统软件企业是产业链主，核心任务是提升量产能力、优化产品性能、构建生态壁垒、拓展场景落地，引领产业发展方向，抢占市场主导权。

1) 短期战略（1-2 年）：量产落地与场景攻坚

放弃参数堆砌与概念炒作，聚焦产品可靠性与实用性，优先优化整机稳定性、故障率、运维便捷性，满足工业刚需场景基本需求，打造标杆落地案例，验证商业化盈利模式。

加快自动化量产产线建设，提升量产良率与产能，降低生产成本，缩短交付周期，快速响应客户订单需求，抢占场景落地先机。

聚焦 1-2 个高 ROI 刚需场景，推出标准化专用机型，简化冗余功能，降低产品价格，快速打开市场，形成规模化订单，实现营收突破。

系统软件企业聚焦轻量化、实时性研发，适配整机端侧算力需求，优化模型算法与操作系统，提升产品运行效率，与整机企业深度绑定，实现软硬件协同发展。

2) 中长期战略（3-5 年）：生态构建与全球化布局

打造全栈技术能力，完善整机、软件、算法、场景解决方案全链条布局，构建技术壁垒，避免核心技术受制于人，提升产业链话语权。

构建具身智能生态，开放操作系统与开发接口，吸引第三方应用开发者，丰富场景应用，构建“硬件 + OS + 应用”生态闭环，形成生态壁垒。

拓展全场景产品线，覆盖工业、商业、特种、家庭等全场景，满足不同客户需求，提升市场覆盖率；推进产品全球化销售，建立海外生产、销售、服务网络，抢占全球市场份额。

跨界整合资源，联合新能源汽车、消费电子、AI 企业，整合供应链、技术、渠道资源，提升企业综合竞争力，打造全球头部链主企业。

加强人才团队建设，引进全球顶尖研发、工程化、管理人才，构建全链条人才体系，保障企业技术迭代与规模化发展。

11.1.3 下游应用与服务企业：场景深耕，服务增值与差异化竞争

下游应用与服务企业是产业价值变现的关键，核心任务是**深耕场景需求、提升服务能力、创新商业模式**，实现差异化竞争，分享产业增长红利。

聚焦垂直场景深耕，选择工业、电力、物流、商业等单一细分场景，深度挖掘客户需求，打造场景专属解决方案，形成场景差异化竞争力，避免跨场景盲目布局。

提升系统集成与运维服务能力，组建专业的集成调试、运维维保团队，为客户提供全流程一站式服务，提升客户满意度与粘性，打造服务品牌。

创新商业模式，推广融资租赁、以租代售、按工时收费等轻量化模式，降低客户采购门槛，拓展营收渠道；开展软件订阅、数据服务、定制开发等增值服务，提升盈利水平。

加强与头部整机企业合作，成为其专属场景合作伙伴，依托头部企业产品与品牌优势，快速拓展客户资源，实现规模化发展。

积累场景数据与落地经验，优化解决方案适配性，形成场景壁垒，逐步从区域服务商走向全国乃至全球服务商。

11.2 面向资本的战略建议：精准布局，价值投资与产业赋能并重

人形机器人产业资本热度高，但分化明显，资本需**精准把握赛道机遇、规避投资风险、坚持价值投资**，兼顾短期收益与长期产业布局，实现资本增值与产业发展共赢。

11.2.1 投资赛道选择：聚焦核心，布局高确定性领域

优先布局核心零部件国产替代赛道，重点关注**减速器、伺服系统、传感器、灵巧手**等卡脖子领域，尤其是已进入头部供应链、具备量产能力的企业，该赛道盈利确定性强、国产替代空间大，是当前最具投资价值的赛道。

重点布局中游头部整机与系统软件企业，聚焦具备全栈技术、量产能力、场景订单的头部企业，该类企业是产业链主，长期成长空间大，具备 IPO 退出潜力；适度布局具备核心算法、操作系统技术的软件企业，分享生态增长红利。

适度布局下游高 ROI 场景应用企业，聚焦工业、电力、物流等刚需场景，投资具备落地案例、客户资源的系统集成与服务企业，该类企业现金流稳定、风险较低。

规避纯概念、无核心技术、无量产能力、无场景订单的初创企业，该类企业技术风险、商业化风险极高，极易被行业洗牌淘汰。

11.2.2 投资策略与节奏：长短期结合，分阶段布局

短期(1-2年): 聚焦成长期企业, 重点投资已实现小批量供货、具备营收规模的企业, 规避早期天使轮纯研发企业, 降低投资风险; 采用“领投+跟投”模式, 联合产业资本共同投资, 分散风险。

中长期(3-5年): 布局头部龙头企业, 长期持有分享产业爆发红利, 参与头部企业 Pre-IPO 轮融资, 把握退出机遇; 适度布局前沿技术研发企业, 抢占未来技术赛道。

产业资本: 采用“战略投资+产业链协同”模式, 投资产业链上下游核心企业, 锁定供应链资源、拓展市场渠道, 完善自身产业生态, 实现产业协同与资本增值双重收益。

政府引导基金: 聚焦早期技术攻关、核心部件国产替代、产业公共服务平台建设, 引导社会资本投向产业薄弱环节, 助力产业技术突破与生态完善。

11.2.3 风险防控: 规避泡沫, 坚守投资底线

严控估值风险, 规避估值过高、脱离基本面的企业, 坚持以技术实力、量产能力、订单规模、盈利预期为核心估值指标, 避免盲目跟风投资。

分散投资风险, 布局产业链上下游不同赛道, 避免单一赛道集中投资, 降低技术路线、市场竞争等风险带来的损失。

加强投后管理, 为被投企业提供资源对接、人才引育、市场拓展、规范治理等投后赋能, 助力企业快速发展, 提升投资成功率。

关注政策与技术风险, 跟踪行业标准、政策法规、技术路线变化, 及时调整投资策略, 规避政策变动、技术淘汰带来的投资损失。

11.3 面向政府的战略建议：引导赋能，规范发展与产业扶持同步

政府是产业发展的引导者与保障者，核心任务是完善政策体系、突破卡脖子技术、规范行业发展、优化产业生态、推动场景应用，营造良好的产业发展环境，助力我国人形机器人产业抢占全球制高点。

11.3.1 强化顶层设计与政策扶持

出台国家级人形机器人产业发展专项规划，明确产业发展目标、重点任务、赛道布局，统筹全国产业资源，引导产业有序发展，避免区域同质化竞争。

加大财政资金扶持力度，设立产业发展专项基金，重点支持核心零部件技术攻关、量产产能建设、场景示范应用、人才培养等环节，采用研发补贴、税收优惠、贷款贴息、首台套补贴等方式，降低企业负担。

落实产业扶持政策，将人形机器人纳入高端装备、人工智能、新质生产力重点扶持领域，享受高新技术企业、研发费用加计扣除、进口设备免税等优惠政策。

11.3.2 推进核心技术攻关与国产替代

牵头组建国家级产业创新联合体，整合高校、科研机构、龙头企业资源，聚焦RV减速器、高精度编码器、高端传感器、具身大模型等卡脖子技术，开展联合攻关，突破海外技术垄断。

建设国家级技术创新中心、重点实验室、工程研究中心，支持底层技术、前沿技术研发，提升产业原创技术能力；完善知识产权保护体系，加大专利侵权惩处力度，保护企业创新成果。

鼓励核心部件国产替代应用，建立国产部件推广目录，引导整机企业优先采购国产部件，对采用国产部件的整机企业给予补贴，加快国产替代进程。

11.3.3 完善行业标准与规范体系

加快行业标准制定，联合国标委、行业协会、龙头企业，制定核心部件、整机性能、安全规范、检测认证、场景应用、数据隐私、伦理规范等全链条标准体系，推动国内标准与国际标准接轨。

建立国家级检测认证平台与第三方权威认证机构，开展产品质量、安全性、可靠性检测认证，规范市场秩序，淘汰劣质产品，提升行业整体质量。

出台伦理规范与监管细则，明确人机安全、责任界定、数据使用、劳动替代等规则，引导产业规范发展，化解社会伦理争议。

11.3.4 推动产业集群与生态建设

优化产业布局，支持长三角、珠三角、京津冀建设世界级人形机器人产业集群，打造集研发、生产、测试、应用、配套于一体的产业园区，完善产业链配套设施，吸引上下游企业集聚发展。

搭建产业链协同平台，促进上下游企业供需对接、技术合作、资源共享，提升产业链协同效率；培育配套产业，支持测试检测、仿真设计、运维服务等企业发展，完善产业生态。

加强人才引育，实施高端人才引进计划，引进全球顶尖产业人才；支持高校、职业院校增设相关专业，培养复合型研发、工程化、运维人才，弥补人才缺口。

11.3.5 促进场景示范与全球化发展

开展场景示范应用工程，在工业制造、电力巡检、物流仓储、政务服务、养老陪护等领域，建设一批示范项目，打造标杆案例，推广成熟解决方案，培育市场需求。

降低应用门槛，对采购人形机器人的企业给予补贴、税收减免，鼓励企业批量应用，推动产业规模化落地；建立劳动力转型培训体系，对被替代劳动力开展技能培训，缓解就业争议。

支持企业全球化发展，鼓励企业参与国际标准制定、技术交流、海外参展，推动产品、技术、标准出口；搭建国际合作平台，支持企业海外布局，拓展全球市场，提升国际竞争力。

第十二章 产业风险预警与全维度应对预案

人形机器人产业兼具技术密集、资本密集、人才密集属性，处于发展早期阶段，技术、产业、市场、政策、国际竞争、伦理社会等多重风险交织，若风险应对不当，将制约产业发展、造成企业与资本损失。本章全面梳理产业发展面临的六大类核心风险，明确风险等级、影响范围与爆发概率，针对性制定全维度、可落地的应对预案，为企业、资本、政府提前规避风险、化解危机提供保障，确保产业平稳健康发展。

12.1 核心风险梳理与等级判定

结合 2026 年产业发展现状与未来趋势，将产业核心风险划分为技术风险、市场风险、产业风险、政策伦理风险、国际竞争风险、资本风险六大类，按照高、中、低三个等级判定风险严重程度，明确风险核心表现与影响范围。

核心风险清单

风险类别	风险等级	核心表现	影响范围
技术路线迭代风险	高	核心技术路线淘汰、研发方向失误、技术突破不及预期	整机、零部件、软件企业，资本投资
核心部件卡脖子风险	高	海外禁运、供货中断、价格上涨，国产替代进度滞后	全产业链，产业自主可控
商业化不及预期风险	高	场景落地缓慢、订单不足、ROI 周期过长、客户接受度低	整机、应用企业，资本收益
行业同质化竞争风险	中	产品同质化、价格战、毛利率下滑、行业洗牌加剧	全产业链企业，市场秩序

风险类别	风险等级	核心表现	影响范围
政策与标准变动风险	中	行业标准出台、监管政策收紧、补贴退坡、合规成本上升	全产业链企业，产业发展节奏
伦理与社会争议风险	中	就业替代、安全隐私、伦理争议，社会抵触情绪	产业推广，市场需求
国际竞争与壁垒风险	中	海外技术封锁、标准壁垒、贸易摩擦，国际市场受阻	整机、部件企业，全球化布局
资本泡沫与退出风险	低	估值过高、融资遇冷、退出渠道狭窄，资金链断裂	初创企业，资本投资

12.2 分维度风险应对预案

本小节基于上面梳理的核心风险清单，构建覆盖全维度、分场景、分层级的风险应对预案，同步建立“监测预警 - 应急处置 - 长效防控”三位一体的保障机制，为产业参与主体提供清晰的风险识别、应对与化解路径，进而推动产业在机遇与挑战中平稳、健康、可持续发展。

12.2.1 技术风险应对预案：多元布局，迭代跟进，自主可控

①技术路线迭代风险

应对措施：

1. 企业采用“主路线 + 备用路线”双技术布局，避免单一技术路线押注，同步跟踪全球前沿技术动态，及时调整研发方向；

2. 加强与高校、科研机构合作，参与技术研讨与标准制定，精准把握技术发展趋势，降低研发失误风险；

3. 控制研发投入节奏，避免过度投入单一技术，预留技术迭代资金，灵活应对路线变化。

②核心部件卡脖子风险

应对措施：

1. 政府加大核心部件攻关扶持力度，建立应急储备机制，锁定国产替代核心企业，加快技术突破；
2. 企业建立多元化供应链体系，避免单一海外供应商，同步推进国产部件验证与替代，降低对海外依赖；
3. 行业建立核心部件应急供应联盟，突发禁运、供货中断时，统筹调配国产部件资源，保障产业链稳定。

12.2.2 市场风险应对预案：聚焦刚需，创新模式，培育需求

①商业化不及预期风险

应对措施：

1. 企业聚焦高 ROI 刚需场景，放弃非刚需、低效率场景，打造标准化、低成本产品，缩短投资回收期；
2. 创新轻量化商业模式，降低客户采购门槛，拓展订单来源；
3. 政府加大示范应用推广力度，打造标杆案例，加强市场科普与培育，提升客户接受度；
4. 企业加强客户需求调研，优化产品性能与功能，贴合客户实际需求，提升产品实用性。

②行业同质化竞争风险

应对措施：

1. 企业聚焦细分领域，打造差异化核心竞争力，零部件企业攻坚高端技术，整机企业深耕垂直场景，避免低端同质化竞争；

2. 行业协会加强自律，引导企业有序竞争，杜绝恶性价格战，维护行业毛利率；

3. 政府加强市场监管，规范市场秩序，淘汰劣质、低效企业，提升行业集中度。

12.2.3 产业风险应对预案：协同发展，完善生态，保障供给

应对措施：

1. 搭建产业链协同平台，加强上下游供需对接，解决供需错配问题，提升协同效率；

2. 企业加快量产产线建设，提升产能与良率，保障产品供应，降低生产成本；

3. 政府加强人才引育，完善人才培养体系，弥补人才缺口；

4. 加快配套产业发展，完善测试检测、仿真设计、运维服务体系，保障产业全链条供给。

12.2.4 政策与伦理风险应对预案：提前布局，合规经营，沟通引导

①政策与标准变动风险

应对措施：

1. 企业提前跟踪行业标准、政策法规动态，参与标准制定，提前调整产品设计与生产，确保合规；

2. 合理规划资金与发展节奏，避免过度依赖政府补贴，逐步转向市场化发展；

3. 加强与政府部门沟通，反馈行业发展诉求，推动政策与标准科学制定，兼顾产业发展与合规需求。

②伦理与社会争议风险

应对措施：

1. 企业严格遵守伦理规范，保障人机安全与数据隐私，主动公开产品安全指标，提升公众信任度；

2. 政府加强科普宣传，引导公众理性看待产业发展，化解伦理争议；

3. 建立劳动力转型培训机制，推动被替代劳动力转岗就业，缓解就业矛盾；

4. 行业发布伦理自律公约，规范企业行为，树立良好产业形象。

12.2.5 国际竞争与资本风险应对预案：自主可控，多元布局，理性投资

①国际竞争与壁垒风险

应对措施：

1. 加快核心技术自主可控，摆脱海外技术依赖，提升国际竞争力；

2. 积极参与国际标准制定，推动国内标准国际化，突破海外标准壁垒；

3. 布局多元化海外市场，规避单一区域贸易摩擦风险，加强国际产业合作，实现互利共赢。

②资本泡沫与退出风险

应对措施：

1. 资本坚持理性投资，严控估值，聚焦基本面优质企业，规避纯概念企业；
2. 企业合理规划融资节奏，控制估值，拓展多元化融资渠道，避免过度依赖股权融资；
3. 拓宽退出渠道，推动优质企业 IPO、并购重组，提升资本退出效率；
4. 政府完善资本市场支持政策，为产业资本退出提供便利。

12.3 风险应急与长效保障机制

12.3.1 建立风险监测预警机制

由政府牵头，行业协会、龙头企业、科研机构参与，搭建产业风险监测平台，实时跟踪技术、市场、政策、国际竞争等风险动态，设定风险预警指标，提前发布风险预警信号，为各主体应对风险提供时间窗口。

12.3.2 构建应急处置联动机制

建立政府、企业、行业协会、资本方联动应急机制，突发重大风险（如技术禁运、供应链中断、安全事故）时，快速启动应急预案，统筹调配资源，协同处置风险，最大限度降低风险损失，保障产业链供应链稳定。

12.3.3 完善长效风险防控体系

①持续推进核心技术自主可控，从根源上化解技术卡脖子、国际竞争风险；

②规范产业发展秩序，完善标准与监管体系，化解市场、政策伦理风险；

③加强产业生态建设，提升产业链韧性，增强产业抗风险能力；

④强化理性投资与产业培育理念，推动产业平稳、健康、可持续发展。

人形机器人产业机遇与风险并存，各参与主体需提前预判风险、主动应对，通过技术自主、产业协同、规范发展、理性布局，有效化解各类风险，抓住产业发展黄金机遇，推动我国人形机器人产业实现全球领先，成为新质生产力发展的核心引擎。



结语

具身智能(人形机器人)产业,是人工智能技术从虚拟走向实体、从实验室走向现实场景的终极落地形态,更是推动新质生产力发展、重塑全球产业格局、改善人类生产生活方式的颠覆性产业。站在 2026 年的关键节点,我国人形机器人产业已走过萌芽探索期,迎来了前所未有的发展机遇,也面临着技术、产业、市场、伦理等多重挑战,前路虽有荆棘,但未来无限光明。

回望产业发展历程,从概念雏形到样机落地,从技术攻坚到场景试点,从产业链空白到生态初建,我国人形机器人产业实现了跨越式发展,凝聚了科研人员、企业、资本与政府的共同努力,彰显了我国在高端制造与科技创新领域的强大实力。放眼未来,随着核心技术持续突破、产业链不断成熟、成本稳步下降、场景全面渗透,人形机器人必将走出实验室、走进工厂、走进商业场所、走进千家万户,成为继手机、汽车之后的第三大智能终端,深刻改变制造业生产模式、服务业服务模式与家庭生活方式。

产业发展非一日之功,技术突破非一蹴而就。推动人形机器人产业高质量发展,需要政府做好顶层设计与政策引导,完善标准体系与产业生态,筑牢发展根基;需要企业坚守创新初心,聚焦技术攻坚与场景落地,摒弃浮躁、深耕细作,打造核心竞争力;需要资本坚持价值投资,理性布局、长期赋能,助力企业突破发展瓶颈;需要科研机构潜心底层技术研究,为产业发展提供源源不断的技术支撑;更需要社会各界理性看待、包容支持,构建人机和谐共生的良好社会氛围。

道阻且长，行则将至；行而不辍，未来可期。我国具备人形机器人产业发展的天时、地利、人和，只要各方凝心聚力、协同发力、久久为功，必将突破所有发展桎梏，推动我国具身智能（人形机器人）产业领跑全球，打造具有全球竞争力的产业集群，为实现制造强国、科技强国战略目标，为推动全球新质生产力发展、造福人类社会，贡献不可替代的中国力量！



附录：国内外重点产业政策文件汇编

本附录收录近几年国家级、行业级核心政策，剔除地方性普通通知，保留对产业具备顶层指导、资金扶持、标准制定的关键文件。

A 国家级顶层政策

政策文件全称	发布单位	发布时间	核心政策举措
《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》	-	2026年3月	我国机器人产业要提升创新体系整体效能，加强原始创新和关键核心技术攻关，推动与人工智能等新技术深度融合，发展先进适用的智能机器人产品。
2026年国务院政府工作报告	国务院	2026年3月	2026年明确纳入“十五五”规划核心赛道
《“人工智能+制造”专项行动实施意见》	工信部等8部门	2026年1月	对人形机器人产线升级项目给予最高30%的设备补贴，优先在汽车、3C、高端装备制造场景落地，建设国家级实训场与测试验证平台，完善工业场景应用标准
《人形机器人与具身智能标准体系（2026版）》	工信部人形机器人与具身智能标准化技术委员会	2026年2月	构建基础共性、类脑与智算、肢体与部组件、整机与系统、应用、安全伦理6大核心板块，规划300+项行业标准，明确标准研制的优先级与时间节点
《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》	国务院	2025年8月	将具身智能纳入人工智能核心突破方向，明确突破具身智能“大脑-小脑-肢体”全链条技术，推动工业、特种、医疗、民生等10大领域场景规模化落地，完善算力、数据、人才配套支撑
《未来产业发展行动方案》	工信部、发改委等7部门	2025年12月	将人形机器人、具身智能列为未来产业六大核心方向之一，部署创新体系建设、核心技术攻关、产业链培育、场景示范应用、国际合作5

政策文件全称	发布单位	发布时间	核心政策举措
			大任务，完善金融、人才、税收配套支持

B 地方重点产业政策

省市	核心政策文件	核心产业目标	核心支持举措
北京	《北京市具身智能科技创新与产业培育行动计划（2025-2027年）》	2027 年建成千亿级具身智能产业集群，实现万台级人形机器人量产，培育 50 家以上核心企业	聚焦具身大模型、核心零部件、整机研发攻关；建设国家级创新平台；开放全场景测试验证环境
北京	北京经开区“具身智能十条”（2025.8）	打造全国具身智能产业创新核心区	全国首创数据券、打样券、销售补贴、算力支持；单家企业年度最高补贴超 1 亿元；对实场景、供应链平台给予专项支持
上海	《上海市具身智能产业发展实施方案（2025-2027 年）》	2027 年具身智能核心产业规模突破 500 亿元，突破 20 项核心技术，落地 100 个标杆场景	算力券单家企业年度最高支持 4000 万元；对销售 / 租赁企业最高补贴 500 万元；建设全球具身智能创新高地
深圳	《深圳市具身智能机器人技术创新与产业发展行动计划（2025-2027 年）》	2027 年产业集群相关企业超 1200 家，关联产业规模 1000 亿元以上	实施科技重大专项攻关核心技术；对国家级创新中心最高支持 5000 万元；打造 50 个十亿级应用场景

C 海外核心产业政策

国家 / 地区	核心政策文件	发布单位	发布时间	核心产业目标	核心支持举措
韩国	《第四个智能机器人基本计划	韩国产业通商资源部	2024 年 1 月	提出“K-Robot 经济”概念，到	公私合作投资超 3 万亿韩元，重点攻克传感器等 5 项

国家 / 地区	核心政策文件	发布单位	发布时间	核心产业目标	核心支持举措
	(2024-2028年)》			2030 年培育 150 家专业智能机器人企业，普及超 100 万台机器人，巩固机器人产业作为第四次工业革命核心产业的地位	硬件技术和自主运动等 3 项软件技术；培养 15,000 名 AI 和软件领域前沿人才；修订《智能机器人法》完善产业基础设施
韩国	K - 人形机器人联盟相关扶持政策	韩国产业通商资源部	2025 年 4 月	到 2030 年跃身为全球人形机器人强国，开发出机器人通用 AI 基础模型	优先支持联盟内企业联合技术开发项目，2025 年预算 2000 亿韩元，预计总投入超 1 万亿韩元；整合 40 余家产学研机构，推动技术研发与产业场景落地
德国	《德国高科技议程 2025》	德国联邦内阁	2025 年 7 月	到 2030 年实现德国 10% 的经济产出基于人工智能，推动人工智能与机器人技术融合应用，重返国际技术竞争顶峰	启动“人工智能机器人助推器”，包括多功能机器人主导项目、具身人工智能技术示范窗口、扩建研究基础设施、建立测试和继续教育中心；参与欧洲共同利益重点项目（IPCEI）人工智能项目，推动工业自主 AI 模型开发
德国	《技术主权研究与创新框架计划 2030》	德国联邦教育与研究部	2025 年 1 月	确保德国和欧洲的数字和技术主权，推动机器人和工业 4.0 领域的技术创新与应用	将机器人和工业 4.0 列为四大关键技术领域之一，重点支持核心技术研发、技术转移与创新、专业人

国家 / 地区	核心政策文件	发布单位	发布时间	核心产业目标	核心支持举措
					人才培养、欧洲和国际合作、规范和标准制定
新加坡	全国机器人计划 (NRP) 相关产业扶持政策	新加坡全国机器人计划办公室	2025年10月	构建具有国际竞争力的本地机器人生态系统，打造全球机器人测试与创新高地	搭建 RoboCluster 科研协作平台，推动机器人在多领域应用推广；推出 RoboNexus 初创企业加速计划，对接风险投资资源；建设共享测试床、制定机器人互操作性国家标准、强化机器人专业人才培养
新加坡	内政团队人形机器人中心 (H2RC) 建设计划	新加坡内政科技局 (HTX)	2026年2月	打造全球首个专注于公共安全的人形机器人研发与应用中心，2027年实现人形机器人在应急场景的规模化部署	投入 1 亿新元建设研发中心，重点研发适用于火患、危险物质泄漏、搜救行动等场景的人形机器人技术；搭建测试验证环境，推动技术落地应用
欧盟	《欧盟 AI 法案》	欧洲议会、欧盟理事会	2024年3月	建立全球首个全面的 AI 监管框架，推动 AI 与机器人技术的安全、合规发展，增强欧盟科技竞争力	2026年8月全面实施，将工业人形机器人列为高风险 AI 系统，明确合规要求与责任划分；配套研发资金支持，推动欧盟本土 AI 与机器人技术创新，减少对外部供应链的依赖
欧盟	《工业加速器法案 (IAA) 》	欧盟委员会	2026年3月	提升欧盟制造业竞争力，到2035年将制造业占欧盟	推出“欧盟制造”采购规则，公共采购项目要求最低欧盟原产含

国家 / 地区	核心政策文件	发布单位	发布时间	核心产业目标	核心支持举措
				GDP 比重从 14% 提升至 20%，推动机器人等先进制造技术的本土供应链建设	量；收紧外国投资审查，推动机器人等战略领域的本土生产与技术研发；配套税收激励与补贴政策，支持企业技术升级与产能建设
美国	《美国人工智能倡议》	白宫	2019 年 2 月	将 AI 提升至国家战略高度，推动具身智能相关技术研发，巩固美国在 AI 与机器人领域的全球领先地位	减少行政监管对技术创新的限制，推动 AI 与机器人技术融合应用；要求联邦机构制定“人工智能行动计划”，开放公共数据集，降低企业研发门槛
美国	《赢得人工智能竞赛：美国的人工智能行动计划》	白宫	2025 年 7 月	巩固美国在 AI 领域的全球领先地位，推动具身智能 / 人形机器人技术创新与产业化	延续“轻监管、重发展”思路，消除创新障碍，放宽工业机器人安全审查要求，允许企业在更灵活的环境中测试高风险项目；开放更多可用于训练机器人感知与决策的公共数据集，推动 5G、物联网与机器人平台的互联互通
美国	拟出台《机器人技术国家战略》（机器人行政令）	白宫（特朗普政府）	预计 2026 年	推动美国本土人形机器人 / 具身智能产业崛起，应对中日韩产业竞争，实现制造业回流目标	通过税收激励、研发资金扶持、贸易壁垒三大政策，联合 Aptronik、Boston Dynamics、Tesla 等本土企业推动技术研发与产业化；

国家 / 地区	核心政策文件	发布单位	发布时间	核心产业目标	核心支持举措
					简化人形机器人产品审批流程，推动技术快速从实验室走向市场
美国	《美国安全机器人法案》 (American Security Robotics Act)	美国国会 (跨党派议员)	2026年3月	保障美国联邦政府机器人采购的国家安全，限制对手国家相关产品进入美国市场	禁止联邦政府采购或使用来自对手国家的人形机器人及无人地面机器人系统，禁止使用联邦资金支持相关采购或部署；强化对机器人设备的国家安全审查
美国	国家机器人委员会相关立法提案	美国国会共和党议员	2025年12月	建立国家级机器人产业统筹协调机制，推动美国机器人产业整体发展	提议修订《国防授权法案》(NDAA)，设立国家机器人委员会，统筹产业政策制定、研发资源分配与国际竞争布局

结束

期待与您共同开启机器人新篇章！

