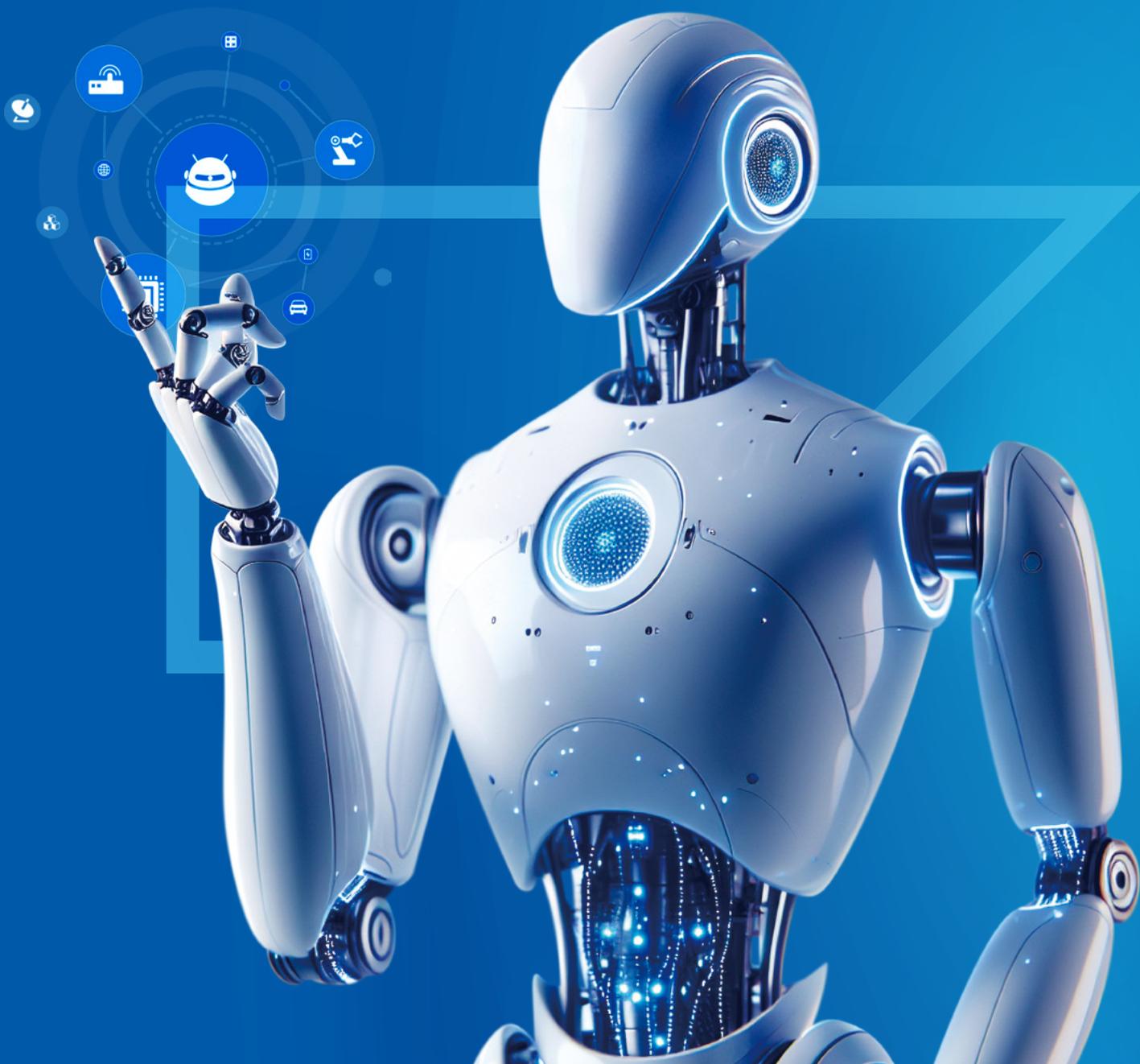


2025 具身智能机器人 场景应用白皮书





南立新
创业邦创始人兼CEO

奔向现实的具身智能

长期以来，人类对机器人的想象被锁死在科幻电影的银幕上。而如今，从春晚舞台上与演员跑酷共舞的机器人方阵，再到工业产线上精准作业的柔性机械臂，这些承载着智能的物理实体，正以前所未有的速度奔向现实。我们正在步入一个全新时代——智能不仅存在于代码与云端，更拥有了四肢与感官，开始在物理世界中自主感知、决策与行动。

据睿兽分析统计，2025年具身智能领域迎来资本端热烈拥抱：全年融资事件超520起、融资金额逼近560亿元人民币，创下行业历年新高，更深刻折射出市场共识。资本正精准滴灌产业链各关键节点：上游，支撑机器人“感知世界”的多模态传感器、“思考决策”的机器人大脑（VLA/世界模型）、“灵巧操作”的末端执行器与核心部件成为押注核心；中游，具备跨场景泛化能力的“通用型”人形机器人跻身资本焦点，技术路线与产品形态加速迭代；下游，物流仓储、汽车制造、商业服务等能快速验证商业价值的场景率先突破，成为产业落地的先锋阵地。

步入2026年，资本市场热度再攀新高：一季度尚未收官，具身智能领域投融资事件总数已突破130起，128家生态内企业累计吸引超300亿元资本流入，超10亿的单轮融资比比皆是，参与押注的投资机构数量高达358家。这股持续升温的资本热潮清晰表明，一个万亿级规模的实体智能市场正蓄力成型。

技术炫酷与资本喧嚣，终究要经真实商业场景检验。调研近50家产业链核心企业后我们发现，行业已告别单点演示阶段，迈入“技术多元探索”与“场景深度落地”并行的新阶段：工厂里，机器人从重复劳作的“工具”升级为能完成异形分拣、精密装配、柔性打磨的“智能工匠”；仓库中，无人设备协同构建高效城配网络；酒店商场内，机器人集群实现全流程服务闭环。这种从“能动”到“会思考、善协作”的跨越，标志着具身智能正从“替代人力”向“创造价值、重构产业链”进阶。

调研中，我们发现具身智能进入物理世界远非“让机器动起来”那么简单，它正面临一场关于“行动意义”的终极拷问。一个能精准分拣物料的机械臂，如果无法实时对接ERP系统、读不懂订单脉动与库存逻辑，它本质上仍是一个昂贵的“数据孤岛”，无法在复杂多变的工业现场做出最优决策。同样的，配送机器人的自主导航能力若不商业流程、用户诉求深度契合，也只能流于“实验室展示”。物理执行智能与商业决策智能之间的断层，已成为具身智能规模化商用的关键。

面对这种商业逻辑的断层，我们急需一套基于一线的坐标系。这也正是创业邦联合SAP发布本白皮书的初衷。我们通过扎实的行业调研与案例剖析，全景呈现工业制造、商业服务等领域的一线进展。我们也观察到：

首先，具身智能的爆发将率先发生在“半结构化”环境（如物流与商服），而非全封闭场景。其次，能够将软件大脑、执行硬件与业务系统深度整合的“软硬一体”集成商，将比纯硬件厂商更早迎来盈利时刻。

虽然真正进入工厂与家庭仍需不断的技术迭代，但具身智能的“ChatGPT时刻”尚需经年，而我们更有可能率先见证的，是机器人战胜人类经验法则的“AlphaGo时刻”。

商业世界的法则是，具身智能企业要保证自己能够等来这个黎明，就必须获得客户和资本的持续认同。胜者从来不是技术参数有多先进，而是它是否真正以更便宜、更便捷的方式，帮助人类解决实际工作和生活中真实和刚性的需求。



徐劭

SAP 大中华地区客户咨询团队总经理

从“计算”到“进化” 具身智能开启工业硅基时代

当“智能”从云端的比特流凝聚成物理世界的原子构架，当端到端（End-to-End）算法驱动具身机器人实现“感知 - 认知 - 决策 - 执行”的完整闭环，我们正置身于一场由具身智能（Embodied AI）定义的生产力极点。具身智能机器人不再仅仅是人工智能的简单载体，它是 AI 通往真实世界的“手、脚与眼”。在这个数字与物理现实深度交融的时刻，我谨代表 SAP 大中华地区，对这份凝结了产业前沿洞察的《2025 具身智能机器人场景应用白皮书》的发布表示热烈祝贺。

“如果我们要实现通用人工智能（AGI），智能必须拥有身体，必须在与物理世界的交互中学习进化。”正如斯坦福大学教授李飞飞所言，具身化是智能进阶的终极形态。在工业与制造领域深耕逾半个世纪的 SAP，见证了从机械化到信息化的跃迁。今天，我们正站在“自主化”的新起点。过去，机器人是预设程序的执行者；现在，基于世界模型（World Models）与大规模物理推理（Physical Reasoning），机器人正展现出惊人的泛化能力。我们看到，像 Physical Intelligence 的 Pi0 或优必选 Thinker 这样的具身大模型，正在打破场景壁垒。机器人的价值不再孤立于产线边缘，而是通过多智能体系统（Multi-Agent Systems），深度嵌入企业的核心业务流程，成为不可或缺的“硅基员工”。

2026 年被公认为具身智能的“规模化交付元年”。数据清晰地勾勒出这一变革浪潮：2026 年开年仅两个月，中国具身智能领域披露融资已突破 150 亿元人民币，资本正从对“Demo 展示”的狂热转向对“工程化落地”的坚定投入。预计今年国内人形机器人出货量将冲刺 10 万台量级。随着核心零部件国产化率突破 80%，整机成本预计较去年大幅摊薄 35%-45%，进入“量产 - 降本 - 需求爆发”的正向螺旋。国产灵巧手已实现单指 100 万次以上的疲劳寿命，在非结构化环境下的任务复用率已提升至 40% 左右。

在这一进程中，SAP 不仅是观察者，更是机器人产业赋能万企的“连接器”与“加速器”。我们坚信，机器人企业的终极成功，不仅在于核心硬件的突破与算法的精进，更在于如何与真实的、复杂的商业世界无缝对接。为此，我们为机器人企业定义了三层递进的价值路径：首先是构建管理内核，借助 SAP 的 ERP 与智能制造云，实现自身产研供销的数字化运营；其次是生态共创，通过 SAP 链接的全球高质量制造业场景池，将技术领先转化为商业确定性；最后是实现价值闭环，推动机器人解决方案深入企业经营的最末梢，将物理世界的实时反馈转化为企业的决策资产。

具身智能是 AI 兑现价值的“试金石”。英伟达创始人黄仁勋断言：“人工智能的下一波浪潮将是物理人工智能。重工业是 AI 的下一个大事件。”它不仅是劳动力的替代，更是企业从“制造”迈向“自进化智造”的关键变量。展望未来，人工智能的浪潮波澜壮阔，To B 领域特别是工业制造业，将是 AI 价值兑现的主战场。SAP 愿与业界同仁一道，在这一波澜壮阔的硅基时代，以智能技术驱动实体经济，共创万物互联、智能协同的工业新未来。

是为序。

SAP赋能机器人企业 从工业规模化迈向具身智能新纪元

2026年，被全球产业界定义为具身智能规模化交付元年，机器人产业迎来颠覆性历史拐点——彻底告别工业时代单一的标准化量产模式，向着自主进化、全域协同、全球化智联运营的全新赛道加速跃迁，一场由技术革新、场景重构、生态重塑驱动的产业革命全面铺开。作为深耕全球产业数字化逾半个世纪的领军者，SAP凭借全栈式数字化产品矩阵、全链路产业服务能力与全生命周期价值支撑体系，以“全产业链贯通、全价值链激活、全生命周期陪伴”为核心赋能逻辑，依托SAP Business Suite（商业套件）解决方案底座，深度绑定机器人产业升级脉搏，为全球产业链上下游企业筑牢数字化转型底座。

从上游核心零部件的技术攻坚，到中游模块模组的柔性适配，再到下游本体制造与系统集成的场景落地，SAP实现机器人产业全链路覆盖；从初创期的技术破局、成长期的规模扩张，到成熟期的生态领跑、全球化阶段的跨境运营，SAP精准匹配企业全周期发展诉求。依托基于SAP Business Suite打造的差异化、可落地、可迭代的数智化解决方案，直面企业研发创新需求点、生产交付痛点、运营管理难点、全球化布局卡点，打通技术突破到商业变现、本土深耕到全球领跑的最后一公里。更以SAP Embodied AI解决方案为纽带，联动具身机器人硬件厂商、行业应用方开展场景共创，构建开放共生的产业生态，为机器人产业高质量发展注入数字化动能，助力全行业跨越周期、智领未来。

一、锚定产业迭代周期：SAP护航机器人产业三代技术跃迁

机器人产业的进阶之路，是技术迭代、市场需求、政策导向与生态协同的多维共振结果，历经工业机械化、智能协作化、具身自主化三代演进，每一次产业升级都对企业数字化能力提出极致化、精准化要求。SAP始终与产业同频、与时代同步，以SAP Business Suite为核心基座，针对各阶段核心痛点做模块化适配与功能升级，打造阶梯式、适配性数智化方案，护航企业平稳穿越转型周期。

◎ 工业机器人时代：机械化替代，标准化规模量产

这一阶段以“固定程序、固定场景、固定任务”为核心特征，机器人定位为重复性体力劳动替代者，主打工业机械臂、龙门机器人、SCARA机器人等标准化产品，深耕汽车、3C电子、机械制造等标准化产线。企业核心诉求聚焦流程规范化、成本精细化、批量生产高效化与品控一致性，SAP为企业搭建底层数字化管理框架，实现财务、采购、库存、生产计划等核心环节的一体化管控，破解传统粗放式管理难题。

◎ 智能协作时代：人机共融共生，柔性化定制生产

随着传感技术、浅层AI技术落地，机器人产业迈入人机协同新阶段，核心逻辑从“标准化量产”转向“柔性化适配”。协作机器人、AMR/AGV移动机器人成为关注焦点，应用场景突破传统产线，向物流、装配、检测等非标准化场景延伸。企业核心诉求升级为快速响应定制化订单、打通研产联动壁垒、提升供应链敏捷性，SAP深化SAP Business Suite协同能力，升级“ERP+PLM+SCM”一体化模块，实现研产数据无缝对接，支撑柔性生产高效落地。

◎ 具身智能时代：自主决策进化，硅基生命体全域赋能

当下，机器人产业正迈入具身智能新纪元，完成从“被动执行指令”到“主动感知决策”的颠覆性跨越。依托具身大模型、世界模型、物理推理算法，机器人实现“感知-认知-决策-执行-反馈”全闭环，在非结构化环境中自主学习、泛化作业，化身深度嵌入核心业务的“硅基员工”。企业核心诉求聚焦研发提速、规模化交付、全球化智联运营与产业生态协同，SAP以SAP Business Suite为核心，叠加SAP Embodied AI与Joule智能助手，构建“全栈数字化+商业AI”双核赋能体系，以SAP S/4HANA Cloud为云端载体，联动全产品线实现端到端智能化管控，全面适配新时代产业诉求。

二、贯通全产业链生态：破解上下游卡点，实现协同升级

机器人产业是高度耦合的复杂生态体系，划分为上游核心零部件、中游模块模组、下游本体制造与系统集成三大核心环节，环环相扣、协同共生。SAP深耕产业全链路，精准洞察各环节差异化痛点，基于SAP Business Suite打造定制化数智化方案，推动全产业链数据互通、资源共享、价值共创。

◎ 上游核心零部件：攻坚技术壁垒，加速自主可控替代

上游减速器、伺服系统、控制器、智能芯片等核心部件，占据整机成本70%以上，是技术壁垒最高、价值密度最大的核心环节，更是国产自主替代的主战场。这类技术密集型企面临研发投入高、周期长、试验成本高、品控严苛等难题，SAP依托SAP Business Suite中的“PLM+IPD+ERP+MES”核心模块，聚焦研发创新、全流程质量管控、成本精益化、供应链协同，助力企业突破技术瓶颈、降本增效，加速国产替代步伐。

◎ 中游模块模组：柔性敏捷适配，高效衔接上下游

中游模块模组企业是产业链的“枢纽桥梁”，承接上游零部件、对接下游本体商，主打关节、驱动、感知等定制化模组，核心特征为订单碎片化、多品种小批量、产品迭代快。SAP基于SAP Business Suite柔性化配置能力，聚焦敏捷研发、柔性排产、供应链精准协同，通过标准化变更管理、柔性化生产计划、精细化成本核算，实现订单快速响应、产品快速迭代，高效衔接产业链上下游。

◎ 下游本体与集成：场景深度落地，规模化智联交付

下游企业是机器人商业落地的终端出口，涵盖各类本体制造商与行业系统集成商，核心竞争力聚焦场景适配、规模化交付与全球化服务。SAP以SAP Business Suite为核心，搭载“IPD+O2D+全生命周期管理”模块，打通研产转产、柔性生产、质量追溯、售后闭环、全球化运营全链路，搭建产业生态协同平台，破除数据孤岛，推动全产业链协同升级。

三、全生命周期陪伴：护航企业从初创破局到全球领跑

机器人企业的发展是阶梯式进阶的过程，会历经初创期、成长期、成熟期、全球化四大阶段，各阶段业务重心、核心痛点、发展目标差异显著。SAP摒弃一刀切的服务模式，以SAP Business Suite为统一底座，打造模块化、可扩展、可升级的全周期解决方案，全程陪伴企业跨越发展瓶颈，实现跨越式成长。同时，作为SAP Business Suite商业套件的核心应用，SAP Cloud ERP [ERP云]帮助企业构建“应用、数据、AI”三位一体的飞轮效应，

助力企业提升韧性、聚焦战略与创新、实现持续成长。

◎ 初创期：轻量化筑基，合规起步+技术验证

初创企业聚焦技术原型验证、小规模试产，资源有限、体量偏小，核心诉求为低成本数字化落地、合规经营。SAP提供SAP Business Suite的核心应用——SAP Cloud ERP解决方案，它具备开箱即用、轻松部署、AI驱动、持续升级等特点，助力企业快速上线标准管理，快速搭建研产管基础框架，筑牢数字化根基。

◎ 成长期：协同化提效，规模扩张+市场突围

成长期企业产品逐步量产、市场份额提升，核心诉求为破除部门数据壁垒、提升运营效率、优化成本结构。SAP 基于 SAP Business Suite 全模块协同能力，构建“ERP+PLM+MES+SCM+CX”一体化体系，支撑企业规模化扩张、客户拓展与效率升级，实现从技术导向到市场导向的转型。

◎ 成熟期：生态化领跑，创新驱动 + 品牌进阶

成熟期企业占据行业头部地位，核心诉求为巩固领跑优势、构建产业生态、持续创新。SAP 深化 SAP Business Suite 与 AI 技术融合，搭建“全栈数字化 + 商业 AI+ 生态协同”体系，借助 AI 赋能研发与运营，推动企业从规模导向到创新生态导向转型。

◎ 全球化阶段：跨境化智联，合规运营 + 全球共赢

全球化企业布局全球研产销网络，核心诉求为全球合规、跨境协同、本地化适配。依托 SAP 全球应用架构、数据架构和技术架构，在全球财务管控、全球研发、全球供应链、全球采购、全球产品交付、海外营销和服务、全球人才管理等维度，助力企业构建全球运营核心能力，实现全球合规、全球可持续发展以及全球数字化等核心治理能力构建。

四、SAP Embodied AI 场景共创：以具身智能激活生态新价值

迈入具身智能时代，SAP 打破数字世界与物理世界的壁垒，推出 SAP Embodied AI 解决方案，深度联动具身机器人硬件厂商、行业客户开展场景化生态拓展，让机器人真正读懂企业业务逻辑，实现“业务指令 - 物理执行 - 数据反馈”的全闭环，推动具身智能从技术演示走向规模化商用。

◎ 核心技术价值：让具身机器人拥有商业大脑

SAP Embodied AI 以 Joule 智能助手为智能中枢，深度融合 SAP Business Suite 全链路业务数据，打破传统机器人“只执行、不懂业务”的痛点。通过实时对接订单、库存、生产计划、售后运维等核心业务信息，让具身机器人具备自主决策、动态适配能力，在非结构化场景中精准响应业务需求，实现“感知业务、自主执行、闭环优化”。

标杆客户场景：落地多元行业，验证生态价值。

工业制造场景：联手 Humanoid、Martur Fompak 打造汽车座椅智能拣配方案，具身机器人与 SAP 仓库管理系统深度集成，实时获取订单与库存数据，实现复杂产线自主精准作业，大幅提升装配效率与良品率。

资产巡检场景：与宇树科技共创四足机器人智能巡检项目，机器人从固定指令执行，升级为实时响应业务巡检需求，自主规划路线、识别异常、回传数据，实现高危场景无人化运维，降低人员作业风险。

智慧物流场景：联动 NEURA、BITZER 落地仓库 7×24 小时自动化作业，具身机器人依托 SAP Embody AI 承接供应链指令，完成拣选、转运、入库全流程操作，提升仓储资源利用率与订单响应速度。

◎ 生态拓展布局：共建具身智能产业共同体

SAP 以 SAP Embodied AI 为生态纽带，搭建开放合作平台，汇聚全球具身机器人厂商、系统集成商、行业应用方，开展 POC 共创、标准共建、场景共享。通过统一业务接口、数据标准，降低产业链协同成本，助力机器人企业快速切入垂直场景、拓展全球客户，构建“技术共生、场景共创、价值共享”的具身智能生态体系。

立足具身智能时代风口，SAP 以 SAP Business Suite 为统一底座、SAP Embodied AI 为创新引擎，围绕全产业链、全价值链、全生命周期三维赋能，依托深厚的行业积淀与全栈数智化能力，打造可落地、可复制、可进化的数字化解决方案。未来，SAP 将持续深耕机器人产业，深化场景共创与生态协同，助力中国机器人企业突破发展瓶颈、锻造核心竞争力，推动产业从规模优势向技术优势、生态优势转变，加速迈向全球产业价值链顶端，共筑具身智能产业新未来。

报告顾问

王宏涛：浙江大学求是特聘教授、交叉力学中心执行主任，拥有清华大学工程力学系学士及博士学位、哈佛大学应用物理博士学位。2009年入职浙江大学后，历任副教授、教授，2018年起担任交叉力学中心执行主任，主导机械智能与人工智能交叉研究。其学术成果包括提出柔性孪生机器人概念、开发世界首台四维透射电镜设备，研究成果在《自然》《物理评论快报》等顶级期刊发表SCI论文100余篇。截至2023年，已获国家专利18项，部分成果应用于高铁导线及国防装备制造。

调研企业

北京千诀科技有限公司	上海具识智能科技有限公司
北京他山科技有限公司	上海擎朗智能科技股份有限公司
北京星动纪元科技有限公司	上海松应科技有限公司
北京因时机器人科技有限公司	深圳市大象机器人科技有限公司
北京中科慧灵机器人技术有限公司	深圳市光鉴科技有限公司
常州市黑戈尔电机有限公司	深圳市和意精工智能制造有限公司
成都阿加犀智能科技有限公司	深圳市文德数慧科技开发有限责任公司
成都安努智能技术有限公司	深圳市越疆科技股份有限公司
成都航天凯特机电科技有限公司	深圳逐际动力科技有限公司
村田制作所	枢途科技（深圳）有限公司
戴盟（深圳）机器人科技有限公司	西湖交互机器科技（杭州）有限公司
广东拓斯达科技股份有限公司	新石器慧通（北京）科技有限公司
杭州程天科技发展有限公司	雅可比（广州）机器人有限公司
跨维（深圳）智能数字科技有限公司	亚博汉科技（深圳）有限公司
坤维（北京）科技有限公司	英诺基金
灵心巧手（北京）科技有限公司	原力无限科技控股（浙江）有限公司
南京埃斯顿酷卓科技有限公司	浙江迦智科技股份有限公司
南京江行联加智能科技有限公司	浙江人形机器人创新中心有限公司
南京景曜智能科技有限公司	中科慧远视觉技术（洛阳）股份有限公司
宁波斯帝尔科技有限公司	
帕西尼感知科技（深圳）有限公司	
上海非夕机器人科技有限公司	

具身智能 (Embodied Artificial Intelligence) : 具身智能是人工智能 (AI) 与其他学科交叉融合发展的新范式, 从字面可理解为“具身+智能”, 通过给AI 赋予“身体”, 使其能够与物理世界产生交互, 并在交互中主动探索世界、认识世界、改变世界。

离身智能 (Disembodied Intelligence) : 与“具身智能”相对, 指智能可以脱离具体的物理载体 (身体) 而存在, 主要依赖于抽象符号、逻辑推理和离线数据进行处理。传统AI和大多数大语言模型属于此类。

智能机器人 (Intelligent Robot) : 智能机器人集机械学、电子学、计算机科学、控制论、人工智能等多学科知识于一身, 具备自主决策、学习和适应能力, 在工业、医疗、教育、家政、无人驾驶等领域的应用不断拓展, 为人类生活带来便利和效率。涵盖“有物理形态”和“无物理形态”两类。

具身智能机器人 (Embodied Artificial Intelligence Robot) : 具身智能机器人是智能机器人中“有物理形态”的高阶分支。具身智能机器人需要满足两个条件: 一是具有物理的身体, 二是能够与物理世界构成感知、思考、交互和行动的能力。与非具身智能机器人相比, 具身智能机器人需要理解环境, 适应变化的环境, 准确和高效地完成任 务, 还需要更复杂的软件算法, 其计算系统设计更具挑战。具身智能机器人的算法和任务是具身智能机器人的基础, 理解具身智能机器人计算系统中的任务和软硬件系统, 对于设计和理解具身智能机器人系统十分重要。

专用机器人 (Specialized Robot) : 为特定、明确的任务而设计和优化的机器人。通常功能单一、形态多元、特定场景作业效率极高, 但泛化能力弱。

通用机器人 (General-Purpose Robot) : 以人形机器人为代表, 是一种理想化的机器人概念, 旨在像人类一样能够执行广泛、多样且未经预先编程的任务, 并能适应新环境和新情况。

人形机器人 (Humanoid Robot) : 人形机器人是具有躯干、头和四肢, 外观和动作与人类相似的机器人。通常而言, 人形机器人的狭义定义是拥有双臂手作业、双足行走的拟人化形态, 同时拥有机器大脑、机器小脑的交互与学习进化能力, 能够模仿人类适应多样化的任务场景的智能机器人。而人形机器人的广义定义则为拥有双臂手作业、足/轮行走等部分拟人化特征, 采用大模型或具身智能等人工智能算法驱动, 能够在专用或通用场景中完成指定的任务, 并具有一定智能涌现或技能泛化能力的智能机器人。

生成式人工智能 (Generative Artificial Intelligence) : 生成式人工智能是一种能够创建新数据样本的人工智能技术。这些样本可以是文本、图像, 也可以是音频、视频等形式, 它们既源于训练数据又超越了原始数据的范畴。

Agentic AI : Agentic AI 是一类具备自主性 (Autonomy)、目标导向 (Goal-Directed) 和交互性 (Interactivity) 的人工智能系统, 能够像人类代理一样在复杂、多变的环境中感知信息、进行推理、制定决策并执行任务, 从而实现目标驱动的智能行为。

物理AI : 物理 AI 是指使用运动技能理解现实世界并与之进行交互的模型, 它们通常封装在机器人或自动驾驶汽车等自主机器人中。

VLA (Vision-Language-Action) : 一种多模态AI模型, 它直接整合视觉感知、语言理解和动作控制, 是迈向通用机器人的关键技术。VLA模型接收视觉和语言指令, 直接输出机器人动作。VLA模型的核心是打破传统AI中“视觉 (仅识别)、语言 (仅理解)、动作 (仅执行)”的孤立状态, 通过多模态融合实现“感知-理解-动作”的端到端协同。

世界模型 (World Model) : 世界模型是理解现实世界动态的神经网络, 包括物理和空间特性。它们可以使用输入数据, 包括文本、图像、视频和运动, 来生成模拟真实物理环境的视频。物理人工智能开发人员使用世界模型来生成定制的合成数据或下游人工智能模型, 用于训练机器人和自动驾驶汽车。

Sim2Real (Simulation to Reality, 即仿真到现实) : 是一种旨在将仿真环境中训练的人工智能模型或系统有效迁移并应用于现实物理世界的技术, 主要应用于机器人、自动驾驶及具身智能等领域。现实世界的数据采集往往面临成本高、安全风险大以及效率低下等瓶颈, 而仿真环境则能提供一个廉价、安全且可加速采样的“虚拟训练场”。然而, 仿真环境与真实世界之间不可避免地存在“域差距” (Domain Gap), 例如传感器噪声、物理参数 (如摩擦系数)、光照条件以及物体纹理等方面的差异。

Part 1	具身智能机器人成为连接数字智能与物理 AI 的重要桥梁	11
	1. 人工智能革命浪潮驱动机器人加速进化，万亿市场蓄势待发	14
	2. 具身智能产业仍在初创高成长期，目前进入小批量落地与百花齐放阶段	15
	3. 「形神兼备」，耦合进化，软硬件技术路线尚未收敛	16
	4. 全球市场释放需求空间，中国具身智能产业正迈向全链出海	19
	5. 2025 年资本热情高涨，具身智能赛道如虎添翼	21
	6. 多地政策加码，从鼓励培育到规范引导	26
Part 2	在具身智能时代重新定义「工业机器人」	28
	1. 注塑：从实验室走向产线验证，迈向自主决策、柔性协同	29
	场景案例：拓斯达 X 某注塑行业头部客户 - 首家在注塑工艺应用落地的人形机器人	30
	2. 搬运 / 上下料：最优先、最有望实现商业化的场景之一	32
	场景案例：安努智能 X 智元机器人 X 富临精工 - 周转箱线边拆垛上料	33
	3. 物流运输：从试点探索阶段迈入真正的规模化商业落地	36
	场景案例：新石器无人车 - 同城即时配送	36
	4. 分拣：从「结构化」迈向「非结构化」的关键场景	39
	场景案例：他山科技 X 小龙虾加工龙头企业 - 小龙虾虾尾自动化加工分拣	39
	5. 精密装配：对高精度工艺要求极高且最难攻克场景之一	42
	场景案例：非夕科技 X 理想汽车 - 汽车电机悬置装配	42
	6. 巡检：藉由群体智能系统实现鲁棒性，成功落地较为标准化的行业解决方案	44
	场景案例：江行智能 X 电网某场站 - 变电站智能巡检	45
	场景案例：景曜科技 X 重庆地铁 - 地铁车辆段智能巡检	47
	7. 打磨：在通用性与精细打磨间达成新的平衡	50
	场景案例：斯帝尔 X 新能源汽车电池箱体产线 - AI 柔性打磨去除表面焊疤及毛刺	50
	8. 质检：仍在验证阶段，瞄准长尾及小批量柔性需求	53
	场景案例：灵宝 CASBOT X 中科慧远 - 工业具身质检柔性应用场景	53
Part 3	SAP Embodied AI 在工业场景中的强效赋能	56
	1. Physical AI 与商业智能间存在显著 Gap	57
	2. SAP Embodied AI 为机器人赋予商业智能	57
	3. SAP Embodied AI 与 Joule 智能体	58
	4. SAP 赋能具身智能机器人工业场景案例	61
	案例（一）：SAP X 宇树科技 - 智能巡检共创工业落地场景	61
	案例（二）：SAP X NEURA X BITZER - 前沿科技验证可量化的生产力提升	63
	案例（三）：SAP X NEURA X Sartorius - 重塑仓库运营	64
	案例（四）：SAP X Martur Fompak X Humanoid - 优化 Martur Fompak 汽车生产流程	65
		09

Part 4	具身智能机器人在 B 端逐步投入落地，C 端仍在早期探索	67
	1. 配送：自适应交付「最后一公里」或「最后一百米」	69
	场景案例：擎朗智能 X 香格里拉盛贸酒店 - 全球首个“通用 + 专用”机器人智慧酒店	70
	2. 清洁：商业与家庭领域并行，场景复合性及动态性亟待技术赋能	72
	场景案例：光鉴科技 X MOVA - 家用扫地机器人轻薄化与高精度感知方案	72
	3. 无人零售：通过数智化转型全方位提升消费体验	74
	场景案例：银河通用 X 美团买药 24 小时智慧药店 - 药物分拣、递送及打包	74
	4. 商业综合服务：机器人从专用到通用泛化的试验基地	76
	场景案例：跨维智能 X 广东省广晟控股集团 - 办公园区机器人咖啡小站应用	76
	5. 娱乐：充当情绪价值「放大器」，解锁未来娱乐新范式	79
	场景案例：宇树科技 - 全球首例机器人演唱会伴舞	79
	6. 科研：在与时俱进和多学科交叉融合中发挥独特价值	81
	场景案例：星动纪元 X 斯坦福大学 - 验证灵巧操作技能迁移技术路径	81
	场景案例：大象机器人 X 爱荷华州立大学 - 基于深度强化学习的植物遮挡感知与柔性操作研究	83
Part 5	打通物理智能与商业智能，在机器人进化中构建具身智能新范式	85
	1. 趋势一 数据资产化：构建物理世界与数字商业的通用语言	86
	2. 趋势二 商业智能赋能：从“动作自适应”到“业务决策执行”	86
	3. 趋势三 多重产业标准逐步构建	87

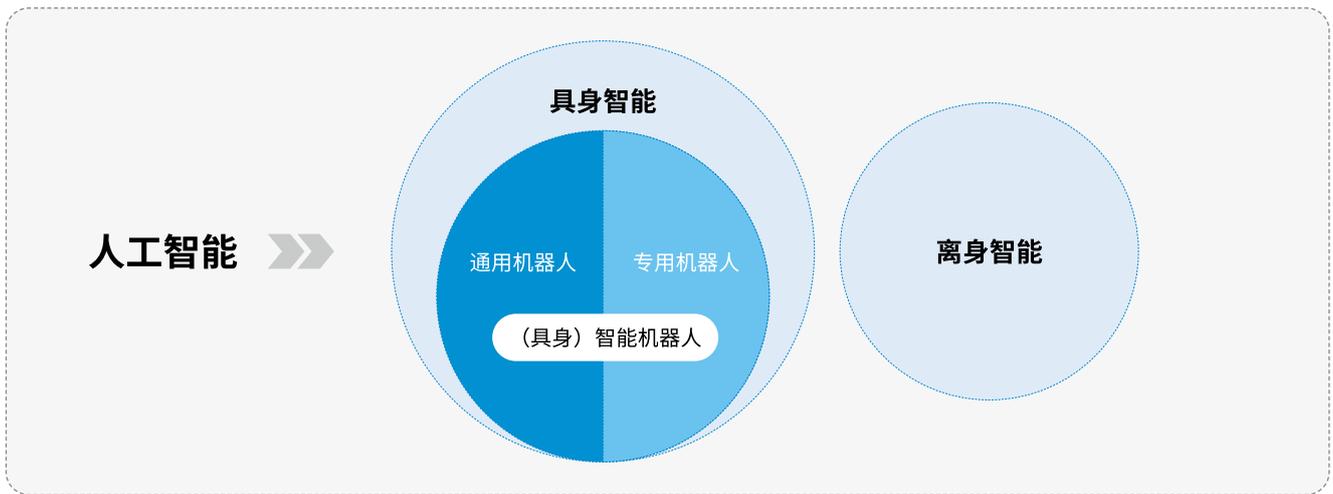
PART 1

具身智能机器人成为连接数字智能与物理AI的重要桥梁



具身智能机器人 成为连接数字智能与物理AI的重要桥梁

2025年，“具身智能”首次被写入《政府工作报告》，与生物制造、量子科技、6G等产业一起，成为国家重点培育的未来产业之一。

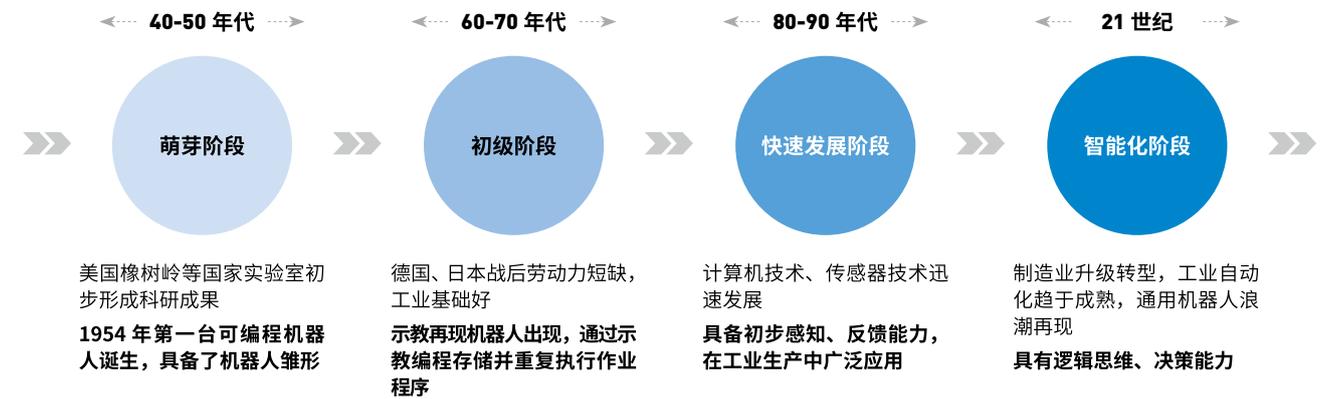


数据来源：公开资料，创业邦研究中心整理

与之相对，“离身”智能的主要数据支撑是语言、文本、图像，主要在2D世界中运作，例如ChatGPT、DeepSeek，通义千问等，均为无实体载具的智能体；而具身智能（Embodied AI）则是人工智能与机器人学交叉的前沿领域，聚焦于3D真实物理世界，这一概念最早可追溯至1950年，计算机科学之父艾伦·图灵在其论文《计算机与智能》中首次提出了具身智能的设想，其核心在于智能必须拥有一个物理实体，并通过该物理实体与周围环境进行实时互动、感知和学习，从而产生智能行为，并具备自适应调节能力。而机器人作为具身智能的核心物理实体，成为连接数字智能与物理AI的重要桥梁。

纵观机器人进化史，其中蕴含了人类对于将机械技术来复刻自然万物的独特理解。1996年，麻省理工学院的博士生大卫·巴雷特 (David Barrett) 创造了仿生机器人 RoboTuna，用于研究鱼类如何在水中游泳；2011年，由 Festo 的仿生学习网络创建的自主扑翼机 SmartBird 在汉诺威博览会上亮相，模拟了鸟类的自然振翅飞行。具身智能，正是将过往天马行空的创意与畅想，变成全面落地的现实生产力。

机器人发展阶段



数据来源：公开资料，创业邦研究中心整理

专用机器人与通用机器人是基于具身智能核心逻辑分化出的两大核心分支，二者的诞生、迭代与融合，本质是机器人对不同应用场景的适应性进化过程，共同构成了具身智能机器人从“功能特化”到“能力泛化”的演进历程。

机器人结构



数据来源：公开资料，创业邦研究中心整理

专用机器人是机器人进化历程中场景适配的特化产物，其形态设计追随具体任务场景，以单一或某类垂直场景的效能最大化为核心目标。这类机器人无需拘泥于固定形态，而是根据作业需求演化出多元结构，如工业场景的关节型机械臂、物流场景的AGV搬运机器人、医疗场景的微创手术机器人等，其具身智能体现在“感知-动作”的精准闭环上——通过适配特定场景的传感器与执行机构，实现对单一任务的高效、稳定完成，是具身智能在垂直领域的深度落地形态。

通用机器人则是机器人进化向复杂开放环境突破的泛化探索，以人形机器人为典型代表，设计根植于“身体结构适配人类社会”的进化逻辑，追求在多场景、非结构化环境下的通用交互能力。这类机器人以模仿人类身体形态与运动模式为基础，搭载多模态感知系统与全身协调控制算法，其出现标志着机器人从专用到泛化的突破，体现在“感知-决策-动作”的灵活联动上——能够自主适应家庭、服务、救援等不同场景的任务需求，完成跨场景的复杂操作与社交交互，是具身智能向通用智能演进的核心载体。

从进化视角来看，专用机器人与通用机器人并非割裂对立的存在，而是在不同进化阶段相互支撑、协同演进：

专用机器人的场景化技术积累，能够为通用机器人的泛化能力提供底层支撑；

而通用机器人（人形机器人）的泛化探索方向，又可以在顶层设计上为专用机器人的功能拓展出新的进化路径。

随着应用场景的深化，具身智能不仅需要感知和执行能力，还需要理解业务场景、业务逻辑和业务目标，才能真正融入企业的端到端业务流程、成为企业运营的智能资产，从场景端实现真正的「智能涌现」。

1 人工智能革命浪潮驱动机器人加速进化，万亿市场蓄势待发

机器人的发展离不开人工智能技术的迭代。

2022 年底，ChatGPT 在 5 天内获得超百万用户，生成式人工智能革命爆发；

2025 年初，中国推出经济高效的大语言模型 DeepSeek R1，再次引发人工智能行业剧变。

2025 年 3 月，英伟达 GTC 大会上，黄仁勋提出 AI 技术演进的三大阶段：生成式 AI、Agentic AI、物理 AI。目前正处于从生成式 AI 向 Agentic AI 和物理 AI 过渡和跃升的关键节点，而由机器人、人工智能两个行业所融合催生的“具身智能机器人”，既承载了大模型赋予的“数字决策能力”，能够理解复杂指令、分析场景逻辑；又依托高精度传感器、灵巧执行结构等硬件实现“物理执行能力”，可在工业制造、商业服务、医疗康养等复杂任务场景中完成自主规划、柔性操作与动态适配。

AGI 发展三阶段

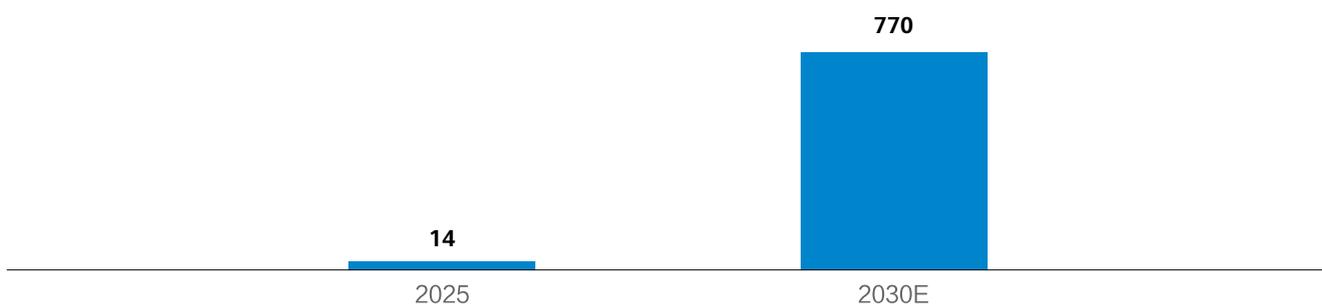


数据来源：红杉资本全球 AI 峰会、黄仁勋演讲等公开资料，创业邦研究中心整理

这种“能思考、会行动”的特性，使其成为践行物理 AI 的最佳范式，不仅打通了 AI 从虚拟世界走向现实世界的关键链路，更成为人类通向通用人工智能（AGI）的核心探索方向，推动新一轮科技革命与产业变革向更深层次演进。

根据 IDC《中国具身智能机器人应用市场分析与典型应用实践，2025》，2025 年中国具身智能机器人用户支出规模预计超过 14 亿美元，到 2030 年将飙升至 770 亿美元，年均复合增长率（CAGR）高达 94%。照此增长速度，未来十年内具身智能机器人的用户支出规模将突破万亿级。

中国具身智能机器人用户支出规模预测

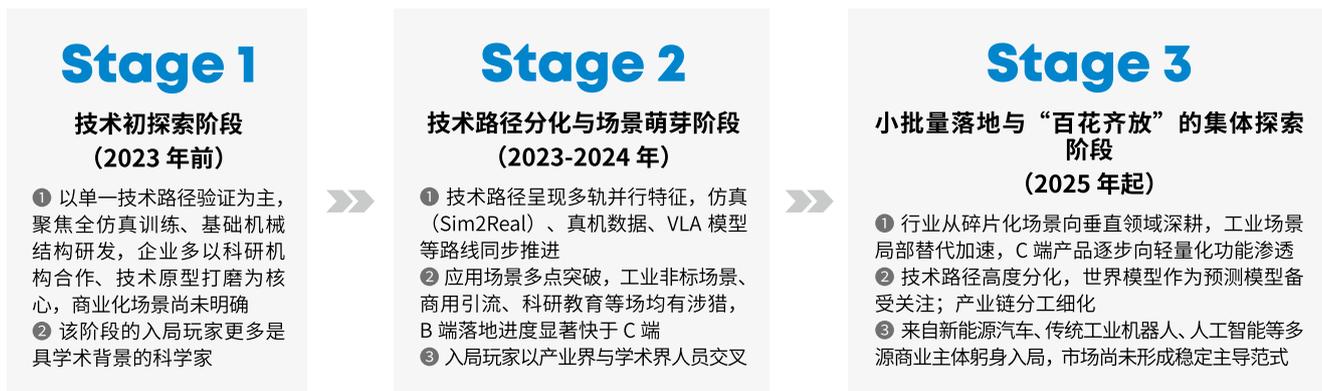


单位：亿美元

数据来源：IDC，创业邦研究中心整理

2 具身智能产业仍在初创高增长期,目前进入小批量落地与百花齐放阶段

发展历程



数据来源：公开资料及调研，创业邦研究中心整理

在 2023 年前，具身智能在机器人方向的应用以单一技术路径验证为主，在软件层面聚焦数据全仿真训练，硬件层面侧重基础机械结构研发，技术瓶颈集中在算法泛化性不足，陷入“高投入、低产出”的困局。在该阶段，加速进化、松延动力等人形机器人本体公司陆续进入大众视野。

2024 年，具身智能在机器人方向的应用进入技术路径分化的并存阶段。在数据采集与模型训练上，仿真 (Sim2Real) 训练、真机数据协同、VLA 模型等路线同步推进，其中，基于 VLM 发展起来的 VLA 模型路线成为主流。在场景应用上，更多产业侧玩家的进入使得具身智能概念在机器人上探索出更多场景落地的可能性。

B 端场景加速渗透，成为商业化主力。例如，擎朗已搭建人形、配送、清洁等全产品矩阵，可完成各类服务场景下的任务闭环。目前，擎朗专用服务机器人出货量已超 10 万台，覆盖全球 600 多个城市。然而，尽管基于 ChatGPT 衍生的 VLMs (如 LLaVA) 实现了“视觉 - 语言 - 动作”端到端学习的突破性进展，但受制于落地成本与交互自然度不足，场景应用局限在技术能力的展示。

2025 年，行业从碎片化场景向垂直领域深耕，场景应用呈多点突破态势，在 B 端局部领域实现规模化替代加速，

同时 C 端人群对机器人的关注度与接受度持续增加。工业场景中，智能机器人成为柔性生产核心抓手，例如越疆相继推出 X-Trainer、DOBOT ATOM、ATOM-W 等多款具身智能机器人产品，构建起全球首个“机械臂 + 人形 + 轮式 + 多足”具身智能机器人平台；戴盟以视触觉传感器赋能二指夹爪、五指灵巧手等机器人执行末端，破解物流异形包裹分拣痛点；C 端的商业服务场景中，星动纪元轮式导览机器人实现迎宾讲解与物品递送。

从产业背景来看，该阶段的具身智能产业吸引了多类背景的企业同步进入。

一类是以新能源汽车及自动驾驶企业为代表的制造型公司，其在系统工程、电动化平台、规模化制造和供应链整合方面具备成熟经验，具备将上游核心零部件快速产品化与量产化的能力，例如汽车主机厂比亚迪、小鹏汽车，上游零配件厂商绿的谐波、鸣志电器等等；

第二类则具备工业机器人背景，其长期深耕运动控制、可靠性工程与工业场景，对复杂工艺流程和现场需求理解深入，正通过引入具身智能模型推动产品向柔性化、智能化升级，例如越疆科技、大象机器人、坤维科技、黑戈尔；

第三类则是以人工智能和软件技术为核心的企业，依托大模型、算法与数据能力，从智能体与通用决策系统角度切入具身智能赛道，尝试突破传统机器人以规则控制为主的技术路径，例如百度、商汤科技、科大讯飞等；

此外，宇树科技、银河通用、智元机器人、星动纪元、乐聚机器人等全栈式通用人形机器人研发厂商更是具身智能产业生态的重要构成。这种来自不同产业体系与学术背景的主体同时入场，使得当前具身智能机器人产业在起步阶段即呈现出高度开放与多路径并行的特征。一方面，多元背景推动了技术思路的发散创新与产品形态的快速迭代，加速了行业整体探索进程；另一方面，也意味着产业尚未形成统一的技术范式与主导路线，当前仍处于对未来发展方向进行广泛验证与试错的阶段。

国务院发展研究中心发布的《中国发展报告 2025》也显示，当前中国在具身智能大模型研发和产品制造方面具有较好基础，但具身智能产业的发展仍处于起步期。市场规模在进一步实现大幅扩容后，将引领并带动交通物流、工业制造、商业服务等多个应用领域新质生产力进一步跃升。

3

「形神兼备」，耦合进化，软硬件技术路线尚未收敛

作为具身智能触达物理世界的“形”，硬件的性能直接决定了智能涌现的落地方向，决定了机器人可以「做什么」的问题；而模型能力则决定机器人能够「做到多好」。

在硬件形态演进中，机器人早已突破单一产品形态的桎梏，呈现出前所未有的多元化生态：从通用人形机器人到类人结构、机械臂、机器狗等多形态物理载体，均在经历关键性技术迭代。这一进程的底层驱动力，源于硬件模块的系统性升级——高扭矩关节电机、高精度力觉 / 触觉传感器、轻量化材料结构以及低延迟通信模组等等。

触觉与力觉传感成为具身智能机器人的核心部件。在传统工业机器人中，力传感器与触觉传感器多为高端选配，仅用于装配、分拣等特定工艺。而在具身智能体系中，触觉与力觉正在成为机器人理解物理世界的基础能力。多维触觉、六维力传感器开始被系统性引入机器人末端，用于感知接触力、摩擦、材质、形变等信息，使机器人具备精细操作和闭环控制的可能性。

灵巧手成为通用能力的关键入口。末端执行器正从传统夹爪向多自由度灵巧手演进。尽管由于成本和稳定性等优势，目前夹爪仍是工业应用主流方案，但行业已逐步形成共识：真正具备通用操作能力的机器人，必须具备类人手部结构。搭载传感器的五指灵巧手正成为具身智能实现「最后一厘米」的重要技术载体。

每一次硬件性能的提升，都在为 AI 模型打开全新的场景操作空间：

◎ **核心零部件多模态能力提升：**单一触觉感知向复合型（触觉 + 力觉 + 视觉）升级，适配更多柔性化场景。例如

他山科技的柔性电子皮肤与高灵敏度电容式触觉感知，能够实现接近检测、三维力感知、材质识别及滑移趋势识别，并可与视觉系统进行多模态融合，已在灵巧手、工业抓取及具身机器人等场景中实现规模化应用；帕西尼自研的 6D 霍尔阵列式多维触觉传感器可测量包括六维力、纹理、回弹等 15 种丰富的感知维度，赋予机器人媲美人手的触觉感知能力，目前广泛覆盖精密制造、物流仓储、汽车产线、商超零售、智能家居、医疗康养等重点领域，全球销量第一。戴盟机器人的视触觉传感器能将指尖区域做成像素级感知单元，其分辨率已超越人手，能敏捷感知软材料的形变、法向力、切向力、纹理变化、接触面积及滑移趋势，对于处理电缆、玻璃等精巧物件至关重要。

◎ **产品形态模块化与一体化**：将传感器前装 / 嵌入到机械臂末端是一大趋势，能有效提升产品易用性和美观度。因时机器人自研的微型伺服电缸集成电机、减速器、丝杠、传感器及驱动控制器等，集成后尺寸远小于传统拼装方案，适配晶圆搬运清洗、医疗设备等场景；非夕科技一体化力控关节内置力和力矩传感器，可在开放式环境中完成复杂任务，实现动态适配，柔性作业；黑戈尔的高扭矩电机及关节模组适配户外、重载、特种应用场景的机器人。

◎ **轻量化设计**：硬件形态（如微型伺服电缸、角度传感器、触觉传感器）向极致紧凑方向发展，例如灵心巧手核心零部件（电机、减速器、关节模组、电子皮肤等）全部自研，通过材料创新实现轻量化和成本控制；帕西尼推出轻量化多维触觉人形机器人 TORA-DOUBLE ONE，以应对商业化场景及家庭场景中更复杂的工作环境及多变的工作需求。

上述机器人硬件产品与场景深度耦合，已从“支撑 AI”迭代为“定义 AI 能力边界”——只有当力控精度及响应延迟处于相应区间范围，AI 模型才能真正实现“感知 - 决策 - 执行”的闭环。

而 AI 模型则是具身智能赋予机器人的灵魂，其算法能力决定了机器人的“神”：从端到端的具身大模型，到多模态感知融合算法、尚未有所清晰定义的预测性世界模型，AI 模型的优化才能让现有硬件发挥出超出设计预期的性能。具身智能模型能力的发展不再单纯追求模型参数数量的扩大，而是更注重数据效率、物理解、实时可靠和成本可控。围绕着数据、算力及算法，与模型相关的技术路径仍在分化与发散：

● **数据采集：稀缺性成行业共识，多种数据生产、采集方式并行：**

作为核心生产要素，物理空间的数据匮乏成为全行业的共识，而数据生产采集路线的选取成为具身智能厂商绕不过的话题。在实际场景验证中，真机数据采集与 Sim2Real、视频转化采集数据等方式多为相互补充的关系：

a、遥操作 / 真机数据采集：质量高但效率极低、成本高昂，严重依赖特定机器人本体，面临“跨本体是否适配”的长足痛点。当前，智元机器人等厂商仍以真机数采路线为主。

b、仿真数据 Sim2Real：被视为解决数据规模问题的关键。通过高保真物理仿真引擎，可自动化、低成本生成海量训练数据，大幅降低对真实物理世界的依赖。2025 年初，银河通用机器人发布了全球第一个预训练完全基于仿真合成大数据的具身大模型——端到端具身抓取基础大模型「GraspVLA」。此外，也有仿真平台致力于为仿真合成数据生产提供完备基础设施。例如，松应科技以国产异构兼容的物理 AI 仿真平台为核心，通过创新的数据策略，为机器人等智能体提供高效的虚拟训练道场。

c、其他路径：除了真机数据与仿真数据，目前市场上尚存有其他创新型数采模式。例如视频数据路径，其数据量大、获取成本低、覆盖场景丰富，但与真实物理世界的对齐成本高，需通过增加力觉、触觉等多模态数据来完善。例如，枢途科技利用算法从普通 2D 视频中自动化提取 3D 动作轨迹数据，实现极低成本、跨本体的通用数据采集；它石智航首创“Human-centric”的数据采集新范式，基于大规模人类行为视频为具身基座模型实现 Scaling Law 提供关键语料，以此来破解遥操作数据采集规模化成本高、仿真数据在 sim2real 时存在 GAP、难以丝滑迁移到现实世界的痛点。但视频路径需在真机交互数据足够丰富才能释放潜能。

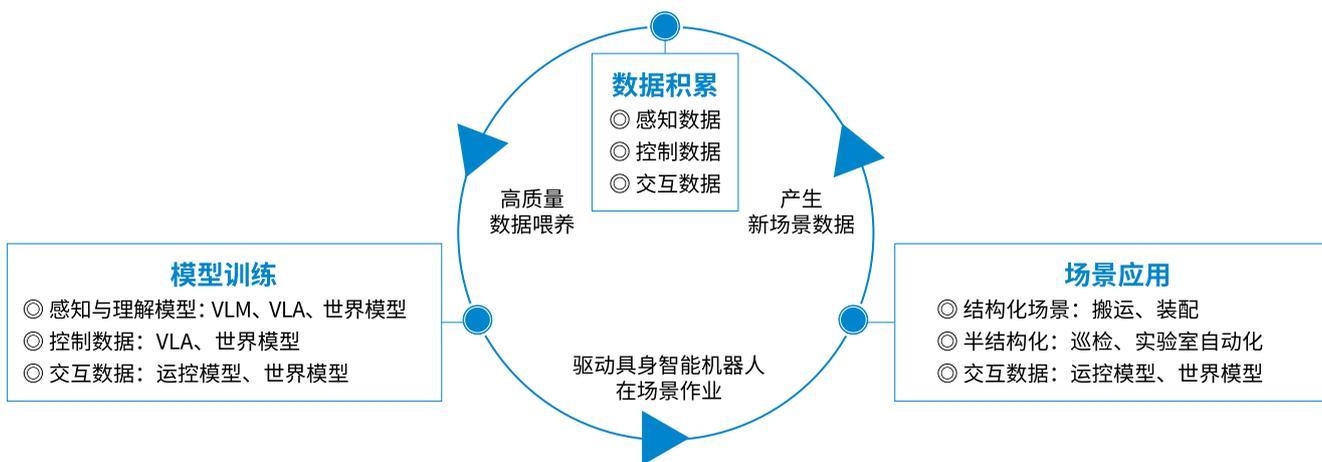
除此之外，UMI（通用操作接口）的数采路径也逐渐在市场上崭露头角。通过将数据与特定机器人本体的关系解耦并标准化，UMI 可以使其所采集数据在多种机器人本体上实现通用。鹿明机器人、穹彻智能均是最早探索 UMI 数据

路线的代表。其中，鹿明机器人通过发布背包版 UMI 数采设备，让真实世界成为具身数据采集道场。作为支撑真实世界的长期数据供给方式，UMI 有着长足、可观的市场空间。

● 模型训练：VLA 模型仍为当前具身模型主流，数据飞轮亟待构建

在具身智能初期探索阶段的 2023 年，模型训练以全仿真为主，以银河通用等厂商为代表；2024 年以来，依托开源 VLM 模型同时叠加真机动作数据的 VLA 模型成为主流。

2025 年，世界模型路线被行业更多提及，而构建「数据积累 - 模型训练 - 场景应用」的飞轮则成为解决数据贫瘠的有效路径。星动纪元在 2024 年 9 月发布了融合世界模型的 VLA 算法框架 PAD (Prediction with Action)，通过融合世界模型，实现了机器人从互联网视频数据中学习物理世界规律的能力，为解决具身智能数据稀缺瓶颈提供了突破性方案；2026 年，根据 WorldArena 评测，清华陈建宇（星动纪元创始人）团队联合斯坦福 Chelsea Finn (PI 创始人) 团队研发的 Ctrl-World 世界模型具身任务能力位列全球第一，视频生成能力全球第二。



数据来源：公开资料，创业邦研究中心整理

而在模型训练上，不同技术路径对应差异化数据需求——VLA 路径需采集真机数据，全身运控路径需人体骨骼/动捕数据，仿真路径需优化仿真器和构筑仿真平台来生成相关数据，未来“数据复用性”将成关键，人体数据因跨本体适配性高（人类骨骼形态趋同）或成为重要突破方向。目前具身智能行业仍处于早期，技术边界在探索，技术本身存在不足，探索场景与收集数据需双线并行，形成数据与模型的飞轮。

● 世界模型仍在构建中，大小脑训练方式终将走向融合

世界模型 (World Model) 被普遍认为是下一代技术方向，它能让机器人在行动前对物理结果进行预测和模拟，实现更优的规划和决策。而以液态神经网络为代表的类脑模型更接近生物神经网络的架构，千诀科技、灵心巧手等公司在此方向有所探索，追求低功耗、高能效和更强的环境适应性，以应对边缘部署的算力限制。

此外，行业普遍采用“大脑”（高层任务规划与决策）+“小脑”（底层运动控制）的分离架构。其中，“小脑”技术相对成熟，基于传统控制理论和模仿学习，能实现稳定行走和基础操作。越疆机器人的神经驱动灵巧操作系统 (NDS)、非夕科技的全身力控是其中的代表。而“大脑”技术则是当前算法精进的主要瓶颈。

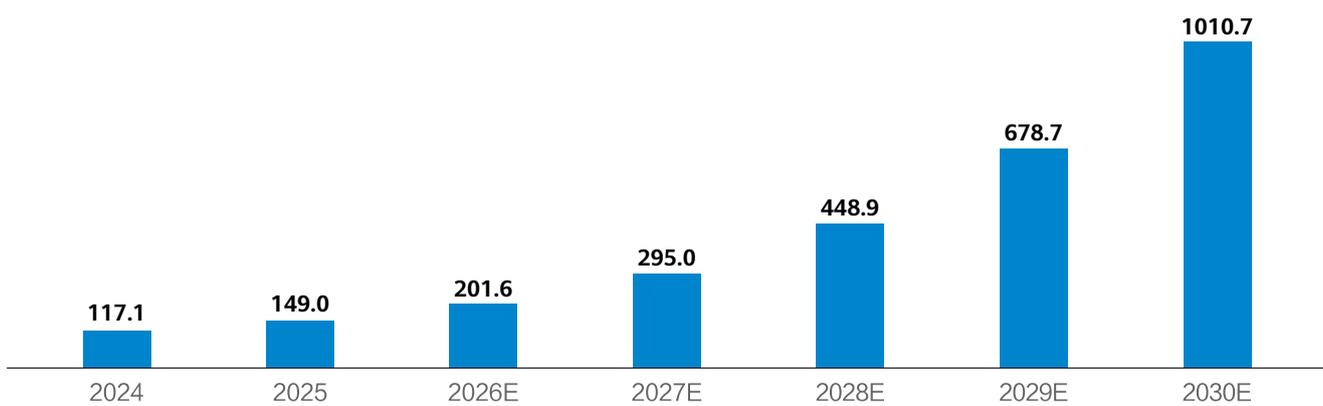
未来，大小脑训练最终需要实现端到端的一体化，以便于让高层决策能无缝驱动底层精细控制。

4 全球市场释放需求空间，中国具身智能产业正迈向全链出海

随着全球制造业亟待转型升级，制造业升级、医疗康养、物流仓储等领域对具身智能的需求旺盛。根据沙利文调研预测，全球具身智能机器人市场规模预计将从 2024 年的 117.1 亿美元大幅增长至 2030 年的 1,010.7 亿美元，年复合增长率达到 43.2%。

而中国具身智能机器人以上游核心零部件为根基、中游整机制造为载体、下游场景应用解决方案为核心，依托多年技术积累与供应链优势，在欧美、日韩、东南亚、中东等市场实现精准突破，正在形成“硬件+软件+服务+生态”的多元出海格局——中国机器人产品的出海已告别单一产品贸易阶段，正在迈入生态全链出海的新阶段，成为中国智造全球化的核心引擎。这一点，在近几年工业机器人经历结构性变革、且具身智能势起后，变得更为鲜明。

2024-2030 年全球具身智能机器人市场规模预测



单位：亿美元

数据来源：沙利文分析，创业邦研究中心整理

在具身智能产业链上游，企业出海以技术主导，同时依托性价比与开源生态抢占先机。

以高端传感器、灵巧手等精密集成零部件企业为代表，其出海主要依托技术领先性进入欧美日韩等高端市场，通过设立研发中心、与当地科研机构合作实现技术本地化适配。例如，坤维科技、因时机器人、灵心巧手等凭借在传感器、灵巧手等核心部件领域的技术突破和成熟的中国供应链，向全球市场输出高性价比产品，快速切入海外科研与工业客户。其中，坤维科技凭借其在力传感器技术、产能、供应链等方面的综合能力，深度服务北美核心人形机器人客户，助力客户在成本控制与产品快速迭代上形成了显著的竞争优势；灵心巧手通过代理商模式对 shadow 等欧美高价竞品的高自由度灵巧手实现了部分替代。在软件方面，枢途科技为海外大脑企业提供数据服务。轻资产运营和本地合规适配则成为其出海成功的关键制约因素。

中游的整机与集成厂商在出海上主要由场景驱动，依靠成熟方案与本地化合作快速落地。

在出海策略上，中游厂商高度依赖本地代理商或集成商网络，并在重点市场（如欧美、东南亚、中东）设立分子公司以构建销售与服务网络。其中，东南亚、中东等新兴市场通常作为企业向欧美等成熟市场拓展的跳板。该产业环节的厂商是具身智能产业出海的主力军，他们通常基于物流、制造、商业服务等已验证的垂直场景，将国内成熟的解决方案进行快速适配后推向海外。例如宇树科技在阿里速卖通、沃尔玛美国网站等渠道上线了其人形机器人等产品，

过去几年，宇树有 50% 的业绩来自海外市场；越疆科技的协作机器人及具身智能产品通过覆盖全球 100 多个国家的服务网络和与当地大型集成商的战略合作实现规模化落地，其协作机器人已连续 8 年出口量第一。

在下游，具身智能的场景应用企业在全球化上呈现出“本地化拓展”的特点。

企业出海时，落地的场景从相对简单的工业 / 物流仓储等结构化场景，也逐步尝试切入更具本地特色的服务场景。其成功的关键在于能否针对不同区域的市场进行深度适配。例如，非夕科技已在美国硅谷、德国慕尼黑、新加坡、马来西亚吉隆坡等地设立海外办公室，公司自适应机器人及解决方案等产品已应用于全球汽车、电子、医疗等多个行业。其中，非夕科技在北美已与特斯拉等企业建立深度合作，通过提供高精度力控、实时感知与安全交互的硬件载体，成为多个客户的首选物理执行平台。

在配送场景，擎朗智能的海外业务已覆盖全球 60 多个国家和地区，重点市场主要有日本、韩国与欧美。

在物流运输场景，新石器无人车管理着全球最大的无人驾驶车队，基于其适配全球多区域复杂场景的 L4 级无人配送产品与服务，覆盖了中东、欧洲、东南亚、东亚、拉美五大区域的 15 个国家和地区。

在家庭消费场景，AI 具身家庭机器人系统提供商卧安机器人通过提供手指机器人、门锁机器人、窗帘机器人以及控制中枢系统等智能家庭机器人产品，从 2022 年至 2024 年在日本市场中营收占比分别达到 61.4%、62.3%、57.7%，连续三年零售额第一。

此外，科研等场景在海外也面临广阔应用市场。例如，大象机器人就是一家全球基因显著的公司，海外营收占 70%，核心市场是英美德法日韩等较为成熟的工业化国家。

海外拓展模式与策略上，「因地制宜」同样是具身智能机器人企业所遵循的全球化宗旨：

在营销模式上，直销与分销、代理、租赁等相结合。直销主要通过 Amazon 等电商平台、自建站（DTC）以及直接参加海外展会接触客户。例如帕西尼已积极构建起自身的全球化战略布局，产品上线 AliExpress 与 Amazon 双电商平台，携手全球合作伙伴构建海外销售网络，并陆续在欧美、日韩等国家及地区实现商业化落地；越疆通过积极参与海外展会，结合本地化运营策略，成功将智能制造解决方案推向全球——在美国、德国、日本设立分公司，形成了辐射全球的生产、销售与服务网络，覆盖全球 100 多个国家和地区，为全球客户提供及时、高效、专业的技术支持与服务。直销模式在北美、欧洲等“自由市场”导向区域效果较好。

而在日本、中东、东南亚等“关系导向”市场，企业普遍选择与当地代理商、集成商或方案商合作，有助于快速建立本地渠道、理解文化并处理合规事务。例如，原力无限已通过参加 2025 年沙特首届具身智能展，并与当地主权基金、运营商等接洽，搭建海外生态；擎朗智能直接销售面向连锁餐饮、酒店集团等大客户，如日本萨莉亚（Saizeriya）、韩国乐天酒店。租赁模式降低客户初始投入，按需收费（如月租模式）。

除此之外，“被集成”也不失为另一种本土化策略。例如，作为供应商，云深处选择将硬件本体或解决方案销售给海外的集成商或机器人公司，由后者进行二次开发和本地化交付；星纪元通过将灵巧手等核心零部件、机器人本体售卖给海外客户，以实现其进行模型训练、解决方案集成的需求；在技术方案与产品交付上，中国企业的个性化定制开发、快速响应的服务机制与高性价比成为角逐海外市场的独特优势。

在政策方面，国家层面出台专项政策为出海铺路，八部门联合印发的《“人工智能 + 制造”专项行动实施意见》明确支持企业定制海外适配方案，开展“海外版”产业深度行，并打造金砖国家人工智能合作中心等国际平台。地方层面，广东推出 12 条政策，支持粤港澳协同攻关核心零部件，并借助港澳国际化平台推动企业“走出去”，形成“技术研发 + 全球渠道”的联动优势。政策红利不仅降低了企业出海的合规成本，更推动出海模式从「产品输出」升级为全链「生态能力输出」。

整体而言，中国具身智能机器人的全球化出海仍处于产品输出与场景试水的早期阶段，但强大的供应链和制

造能力构建出护城河。但在技术适配、政策合规、文化差异、成本控制等方面，仍面临着巨大挑战。随着中国具身智能产业链企业出海向「生态能力输出」的方向演进，其海外布局成功的关键将在于是否能灵活组合本土化布局模式，深刻理解并适配目标市场的技术、法规和文化环境，同时充分利用中国制造在成本、速度和供应链方面的核心优势。

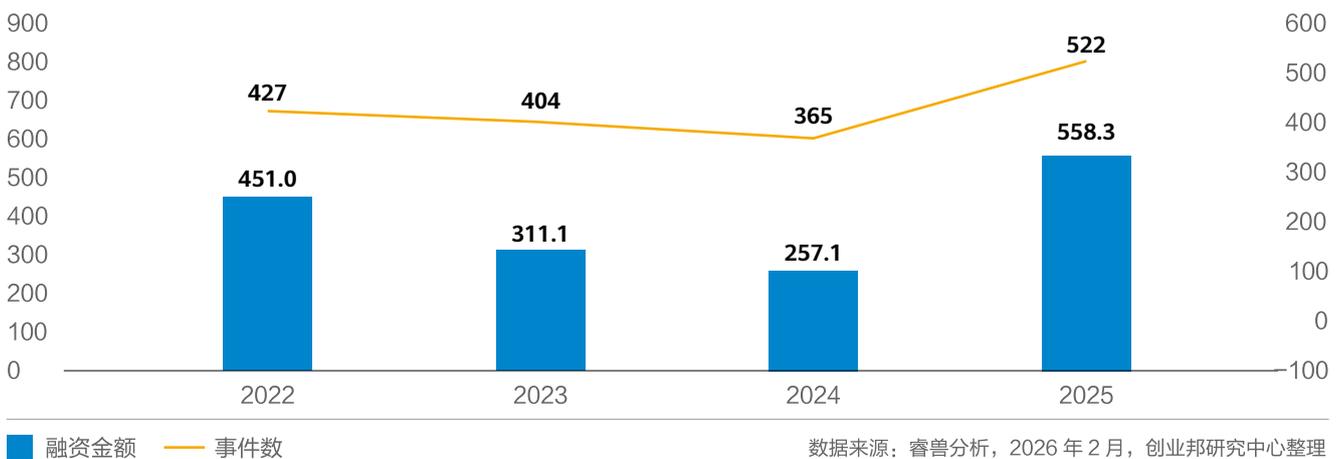
5 2025 年资本热情高涨，具身智能赛道如虎添翼

睿兽分析数据显示，中国具身智能领域的投融资呈现出“先抑后扬”的发展态势：2023-2024 年经历调整期，2025 年实现强势反弹，投融资事件数与金额均创四年新高，共计发生 522 起融资事件，已披露融资金额高达 558.3 亿元人民币。反映出产业对该领域的长期信心显著增强。

作为具身智能概念兴起的早期阶段，2022 年投融资事件数（427 起）与金额（451 亿元）均处于高位，反映资本对“AI+机器人”融合赛道的关注度初显；2023-2024 年，资本市场趋于理性与审慎，聚焦“去伪存真”，从追求数量转向关注技术壁垒与场景落地能力，导致项目融资难度增加；而 2025 年以来，在政策惠及、技术革新及市场需求的多重驱动下，资本对具身智能领域的关注度持续提升。

2022-2025 年中国一级市场具身智能领域投融资事件数及金额

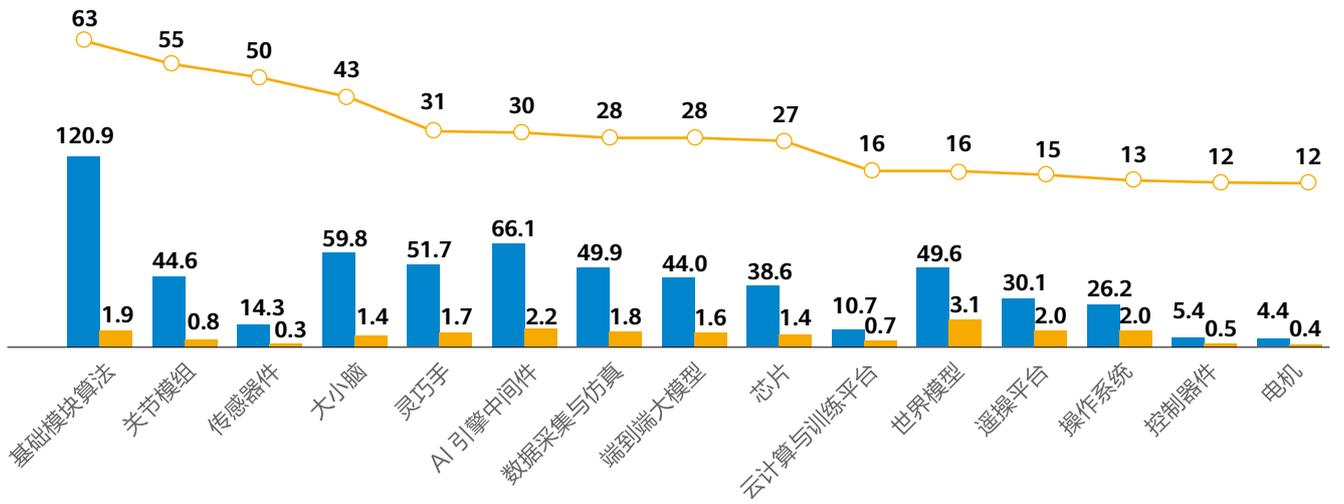
单位：亿元，仅统计已披露部分



从获投的细分热门方向来看，在上游核心技术环节，基础模块算法以 120.9 亿元的融资额居首，显著领先其他领域；AI 引擎 / 中间件（66.1 亿元）、大小脑（59.8 亿元）、数据采集与仿真（49.9 亿元）、世界模型（49.6 亿元）等方向紧随其后，成为资本重点投入的核心赛道，反映出市场对这些底层技术与智能集成类方向的强资金倾斜性；从融资事件数来看，基础模块算法以 63 起事件位列第一，投资活跃度最高；关节模组（55 起）、传感器（50 起）、大小脑（43 起）、灵巧手（31 起）及 AI 引擎 / 中间件（30 起）等领域的事件数也居于前列，表明这些方向在一级市场中更易获得频繁的关注，赛道竞争与创新迭代节奏较快。

单笔（平均）融资金额方面，世界模型以 3.1 亿元的单笔均值拔得头筹，AI 引擎 / 中间件（2.2 亿元）、遥操平台（2 亿元）、操作系统（2 亿元）、基础模块算法（1.9 亿元）、数据采集与仿真（1.8 亿元）、灵巧手（1.7 亿元）等方向紧随其后，这类领域因技术复杂度高或商业化潜力强，单次融资规模相对更大，也侧面印证了资本对其技术壁垒与成长价值的认可。

2025 年中国一级市场具身智能领域上游（核心技术）获投热门方向分布



注明：各赛道间存在交叉；仅呈现获投资事件 >10 的细分技术方向；融资金额单位：亿元

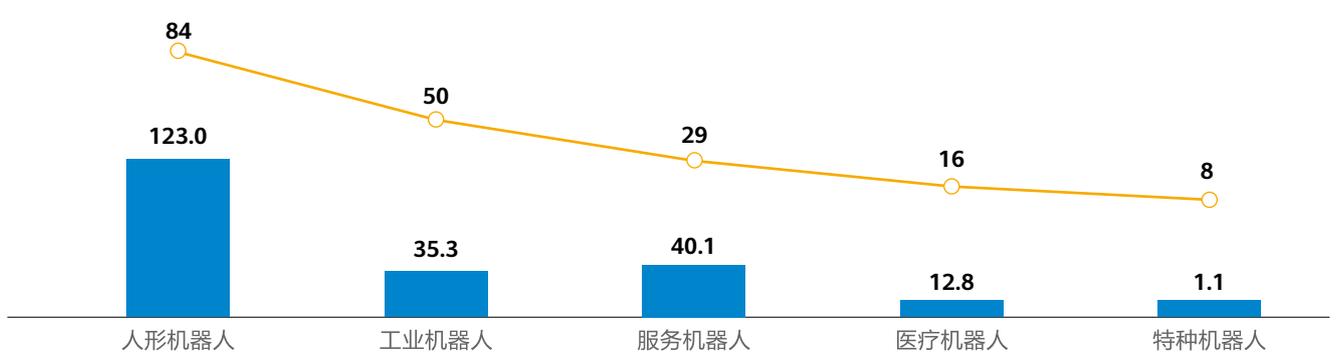
■ 融资金额 ○ 事件数 ■ 单笔融资金额

数据来源：睿兽分析，2026 年 2 月，创业邦研究中心整理

从中游本体集成环节来看，人形机器人在融资规模与频次上占据绝对主导：以 123.0 亿元的融资金额与 84 起融资事件居首位，成为中游环节最受资本青睐的领域。服务机器人以 40.1 亿元的融资金额位列第二，但融资数量（29 起）低于工业机器人（50 起、35.3 亿元），反映出该领域单笔融资规模更大（或技术门槛、应用场景价值更高）。

整体来看，中游本体集成环节的资本呈现头部集中的趋势——人形机器人因技术前沿性与市场想象空间获得海量资本的倾斜，而医疗、特种机器人等尚处培育期的赛道暂未形成大规模融资规模，赛道间分化显著。

2025 年中国具身智能产业中游（本体集成）获投热门方向分布



注明：各赛道间存在交叉；金额单位：亿元

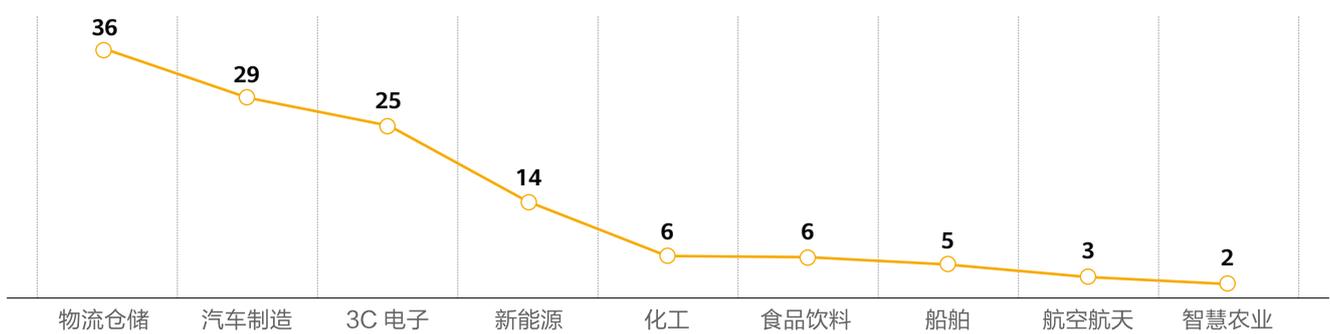
■ 融资金额 ○ 事件数

数据来源：睿兽分析，2026 年 2 月，创业邦研究中心整理

从下游行业应用环节来看，物流仓储以 36 起融资事件居首，汽车制造（29 起）和 3C 电子（25 起）紧随其后，三者合计占比超七成，构成下游应用的投资“第一梯队”；新能源以 14 起居第四，化工、食品饮料（均 6 起）、船舶（5 起）、航空航天（3 起）、智慧农业（2 起）的数量逐级递减。

这一分布表明，下游行业应用的投资分布与产业数字化基础、自动化升级需求强相关——物流仓储、汽车制造、3C 电子等领域的制造业 / 物流属性，使其成为具身智能技术落地的“优先试验区”；而化工、食品饮料等传统领域的投资规模相对有限，智慧农业等新兴场景仍处早期探索阶段。

2025 年中国具身智能产业下游（行业应用）获投热门方向分布



注明：各赛道间存在交叉

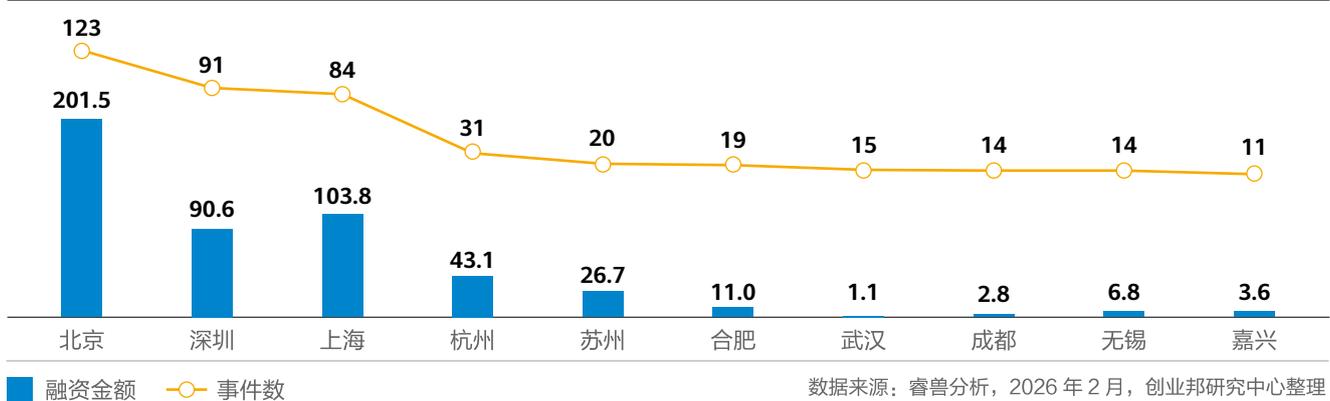
数据来源：睿兽分析，2026 年 2 月，创业邦研究中心整理

从区域城市分布来看，北京以 123 起高居榜首，深圳（91 起）、上海（84 起）紧随其后，三城事件数总和占前十城市的约 70%，形成“断层式”领先；杭州（31 起）、苏州（20 起）等城市位列其后，而武汉（15 起）、成都（14 起）、无锡（14 起）、嘉兴（11 起）的事件数量则相对较少。融资金额方面，北京（201.5 亿元）同样遥遥领先，上海（103.8 亿元）、深圳（90.6 亿元）也均突破 90 亿元，三城融资总额占前十城市的约 80%，体现出超一线城市在资本聚集上的绝对优势；杭州（43.1 亿元）、苏州（26.7 亿元）处于第二梯队，合肥（11.0 亿元）及之后的城市融资金额则显著降低，武汉（1.1 亿元）、成都（2.8 亿元）等城市尽管事件数进入前十，但融资规模相对有限。

中国具身智能领域的融资活动高度向北京、上海、深圳等头部城市集中，这些城市在政策、人才、产业基础等方面的资源优势，使其成为具身智能一级市场投资的沃土。

2025 年中国一级市场具身智能融资事件数量前 10 城市及对应（已披露）融资金额

单位：亿元，仅统计已披露部分



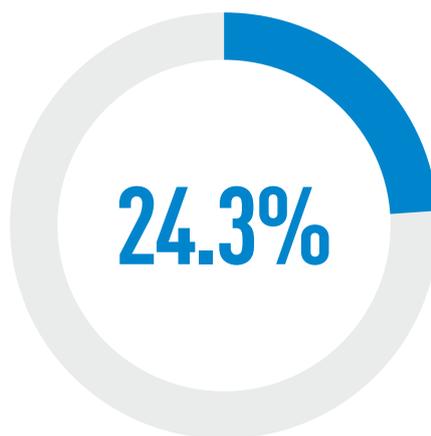
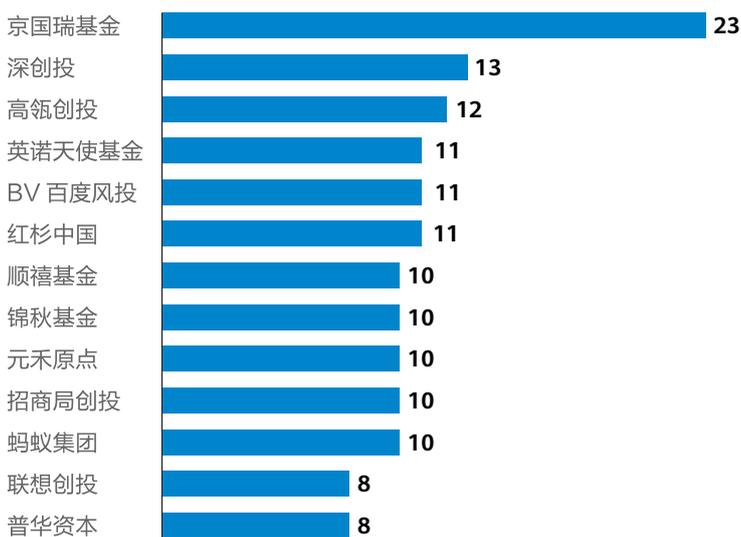
数据来源：睿兽分析，2026 年 2 月，创业邦研究中心整理

从参投资方来看，整体而言，京国瑞基金以 23 次参投高居首位，深创投（13 次）、高瓴创投（12 次）分列第二、第三；英诺天使基金、BV 百度风投、红杉中国也有较高频次的出手。其中，京国瑞基金投资了加速进化、宇树科技、小雨智造、星动纪元、星海图、松延动力、灵心巧手、自变量机器人及银河通用等明星企业。

从参投资方属性来看，CVC 在该领域的参投数量为 127，占比达 24.3%。其中，蚂蚁集团、联想创投等在其中表现突出，参与了星海图、灵宝、逐际动力、宇树科技等一线项目的投资布局。这表明 CVC 已强势进军具身智能领域，通过躬身入局的方式成为在一级市场布局具身智能不容小觑的重要构成。

2025 年中国一级市场具身智能领域参投热门机构分布

2025 年中国一级市场具身智能领域 CVC 机构参投程度



数据来源：睿兽分析，2026 年 2 月，创业邦研究中心整理

附录：2025 年中国一级市场具身智能领域大额（>5 亿人民币）融资事件

企业简称	一句话简介	地区	融资时间	融资轮次	融资金额	投资方
新石器无人车	载物型无人车研发制造商	北京	2025-10-23	D 轮	过 6 亿美元	Stone Venture, 信宸资本, 高成投资, 鼎晖投资, 中移资本, 云启资本, 北京科创基金, 华泰创新, 君联资本 Legend Capital, 朝希资本, 高榕创投 Gaorong Capital, 顺禧基金
			2025-02-20	C+ 轮	10 亿人民币	中金资本
壁仞科技	通用智能芯片设计研发商	上海	2025-02-27	C 轮	23.9775 亿人民币	临港科创投、广州产投、知识城集团
银河通用	通用具身多模态大模型机器人研发商	北京	2025-12-19	B 轮	过 3 亿美元	中移资本、中金资本、天奇股份、海通创意资本、苏创投
			2025-06-23	A+ 轮	11 亿人民币	宁德时代, 溥泉资本, 国开科创, 京国瑞基金, 纪源资本 GGV Capital

地瓜机器人	机器人软硬件通用底座提供商	广东	2025-12-11	B 轮	数亿美元	Prosperity7 Ventures
			2025-05-28	A 轮	1 亿美元	Monolith 砺思资本,Vertex Growth Fund, 九合创投, 五源资本 5Y Capital, 和暄资本 Hermitage Capital, 敦鸿资产, 梅花创投, 沸点资本, 线性资本, 高瓴资本 Hillhouse Investment, 黄浦江资本
乐聚机器人	人形机器人制造商	广东	2025-10-22	Pre-IPO 轮	近 15 亿人民币	盛奕基金, 合肥产投集团, 联新资本, 道禾长期投资, 金石投资等
爱芯元智	人工智能视觉处理器芯片研发商	浙江	2025-04-09	C 轮	过 10 亿人民币	镇海产业基金, 韦豪创投, 启明创投, 和聚百川, 冯源资本, 舟山知芯股权投资, 大宇资本
星迈创新	智能清洁泳池机器人研发商	江苏	2025-09-23	A+ 轮	10 亿人民币	美团龙珠, HHK Investment Holdings, LPF, 顺为资本, Monolith 砺思资本, 云沐资本, 凯辉基金, 源码资本, 安克创新
星动纪元	具身智能及通用机器人研发商	北京	2025-11-20	A+ 轮	近 10 亿人民币	吉利控股, 顺禧基金, 北汽产投, 京国瑞基金, Singtel Innov8 新电投资
元鼎智能	智能清洁机器人研发商	广东	2025-04-02	B+ 轮	近 10 亿人民币	XVC, 云启资本, 复星锐正资本, 蜂巧资本, Fluidra
众擎机器人	通用型人形机器人研发商	广东	2025-07-21	A1 轮	近 10 亿人民币	京东, Stone Venture, 银泰集团, 华控基金, 合肥滨湖金融投资集团, 国香资本, 弘晖基金 Highlight Capital, 浔商创投, 溥泉资本, 国晨创投, 黄浦江资本, 星航资本
自变量机器人	机器人研发商	山东	2025-09-08	A+ 轮	近 10 亿人民币	国科投资, 阿里云, 君联资本, 国开金融, 漠策资本, 红杉中国, 联想之星, 美团战投部
它石智航	AI 驱动的具身智能技术服务商	上海	2025-07-08	天使 + 轮	1.22 亿美元	美团战投部, 临港科创投, 国汽智联投资, 建发新兴投资, 碧鸿投资, 线性资本, 襄禾资本, 赛富, 钧山投资
			2025-02-08	天使轮	1.2 亿美元	恒旭资本, 启明创投, 襄禾资本, 高瓴创投, 蓝驰创投, 线性资本, 洪泰基金, 联想创投
星海图	具身智能机器人研发商	北京	2025-07-09	A5 轮	过亿美元	美团龙珠, 美团战投部, IDG 资本, 亦庄国投母基金, 今日资本, 凯辉基金, 襄禾资本, 京国瑞, BV 百度风投
海尔新能源	数智化分布式智慧清洁能源解决方案服务商	山东	2025-04-25	A 轮	过 7 亿人民币	普超资本, 星航资本, 恒旭资本, 国投创益, 中石油昆仑资本
傅利叶智能	康复机器人研发商	上海	2025-01-07	E 轮	近 8 亿人民币	Prosperity7 Ventures, 国鑫投资, 浦东创投, 钧山投资, 张江科投, 浦东投资控股, 华建函数
Flexiv 非夕科技	自适应七轴机械臂研发商	上海	2025-06-23	C 轮	亿级美元	咏归基金, 广发信德, eGarden Ventures, MFund 魔量资本, 华控基金, 洪泰基金, 高榕创投 Gaorong Capital
云深处科技	具身智能技术研发商	浙江	2025-12-09	C 轮	过 5 亿人民币	中国电信、中国联通、中芯聚源、云晖资本、京国瑞基金、前海母基金、华夏基金、华映资本、招银国际资本、海通创意资本、达晨财智、首程控股
千寻智能	智能机器人研发商	浙江	2025-07-21	Pre-A+ 轮	近 6 亿人民币	京东, Prosperity7 Ventures, 中网投, 千乘资本, 华发集团, 华控基金, 华泰紫金, 复星锐正资本, 弘晖基金 Highlight Capital, 靖亚资本, 顺为资本
			2025-03-31	Pre-A 轮	5.28 亿人民币	Prosperity7 Ventures, 弘晖基金 Highlight Capital, 适达投资, 千乘资本, 达晨财智, 杭州嘉富泽芯股权投资, 招商局创投, 东方富海, 靖亚资本, 哈勃投资, 东方嘉富, 华金资本, 广发信德

数据来源：睿兽分析，2026 年 2 月，创业邦研究中心整理

6 多地政策加码，从鼓励培育到规范引导

据统计，目前全国已有 20 多个城市明确提出发展具身智能产业。其中，以北京、上海、深圳、杭州为代表的一线城市基于自身技术研发底蕴、产业集群及供应链生态资源等优势，在具身智能机器人领域走在全国前列。其中，“技术创新”与“场景应用落地”已成为多地政策共同支持的重点方向。

2025年中国智能机器人相关重点政策统计

级别	相关条例	颁发时间	内容重点	关键词
国家级	《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》	2025年8月	将具身智能纳入“人工智能+”重点领域。在重点行动上，围绕“人工智能+”科学技术、产业发展、消费提质、民生福祉、治理能力、全球合作六大领域，强调突破具身智能“大脑”“小脑”“肢体”关键技术，推动其在工业制造、医疗康养、特种作业等场景落地，同时强化模型基础、数据供给、智能算力等支撑，优化开源生态与人才队伍建设	大脑、小脑、肢体、场景落地
	《2025年政府工作报告》	2025年3月	首次将“具身智能”和“智能机器人”纳入国家战略，明确培育生物制造、量子科技、具身智能等未来产业	国家战略、未来产业
地方政府	《北京具身智能科技创新与产业培育行动计划》	2025年2月	提出到2027年突破100项关键技术、培育50家核心企业、形成万台量产规模、打造千亿级产业集群的目标。技术上重点突破多模态融合感知、具身智能大模型、运动控制等技术，研制国产高性能芯片与核心零部件；平台建设上构建世界模型仿真、数据采集、中试、测试等新型研究平台；场景应用上推动科研教育、工业商业、个性化服务规模化落地，如在汽车制造、电子制造等领域实现危险岗位替代；生态优化上建设2个以上特色产业集聚区，打造产教融合基地，深化国际交流合作，举办世界人形机器人“一会一赛”	技术突破、平台建设、场景应用、生态优化
	《上海市具身智能产业发展实施方案》	2025年7月	提出2027年核心产业规模突破500亿元，突破20项核心算法与技术，落地100个创新场景。重点包括模型创新、公共平台建设、场景示范、群链协同、生态塑造	产业规模、核心算法与技术、创新场景
	《广东省推动人工智能与机器人产业创新发展若干政策措施》	2025年3月	提出构筑高技术、高成长、大体量产业新支柱，支持关键核心技术攻关、培育优质企业、打造“人工智能+”“机器人+”场景、推动产业集聚，同时丰富数据要素供给、完善开源生态、引育领军人才、加强投融资与标准建设，探索“监管沙盒”模式。	技术攻关、场景
	《深圳市具身智能机器人技术创新与产业发展行动计划》	2025年3月	目标2027年关联产业规模达1000亿元，突破核心零部件、AI芯片、仿生灵巧手等技术，打造公共服务平台矩阵（重点实验室、创新服务平台、检验检测平台等），拓展政务服务、工业制造等50个以上十亿级场景	核心零部件、AI芯片、仿生灵巧手
	《浙江省人形机器人产业创新发展实施方案》	2025年9月	目标2027年核心产业规模达200亿元，关联产业500亿元，整机年产量2万台。重点包括打造杭甬整机引领区、零部件协同区、智能系统赋能区；以企业为主体攻关关键技术、加速成果产业化、强化创新能力；开展产业链精准招引，培育链主与专精特新企业，建设未来产业先导区；推动“人形机器人+制造”“人形机器人+服务”场景应用，实施示范工程；加强统筹协调、金融支持、人才保障与国际交流。	产业规模、量产、产业协同、场景应用
	《南京市具身智能机器人产业发展行动计划》	2025年6月	目标2027年核心产业规模超100亿元，培育5家整机量产企业，打造2个集聚区，推动制造、特种、服务领域场景落地	产业规模、量产、场景落地
	《苏州市支持具身智能机器人产业创新发展的若干措施》	2025年6月	涵盖重大项目集聚、创新平台建设、技术攻关、场景应用、金融支持等，对首台（套）装备给予最高100万支持，人形机器人产品支持金额上浮20%	技术攻关、场景应用
	《无锡市具身智能机器人产业发展实施方案》	2025年6月	计划三年产业规模超300亿元，聚焦主体培育、技术创新、场景应用与要素集聚，建设8个特色园区、300个典型场景	主体培育、技术创新、场景应用

2025年，多个省市出台了围绕具身智能、机器人、大模型训练数据等相关的产业政策，将“数采工厂”“数据采集基地”等内容纳入当年科技创新与产业落地重点。一些地方结合本地制造业与高科技企业集聚优势，打造面向机器人感知、操作、交互等场景的真实数据采集平台，旨在解决行业长期存在的数据稀缺与数据孤岛问题。例如，帕西尼已于2025年在天津建立全球规模最大、数据采集体量领先的具身智能数据采集与模型训练基地——帕西尼 Super EID Factory，并将于今年建设覆盖全国华北、华东、华中、西南、华南五大区域的具身智能数据采集工厂集群，以十万平级实景基地、“百亿级”实采数据，破解行业发展难题，全面加速中国乃至全球的具身智能产业跃迁。

与此同时，政策引导也逐步转向对行业健康有序发展的关注。2025年11月，国家发改委已提示需防范重复度高的人形机器人产品“扎堆”上市；2026年3月，我国首个覆盖全产业链、全生命周期的《人形机器人与具身智能标准体系（2026版）》正式发布，标志着产业从鼓励培育阶段迈入规范引导的新周期。

PART 2

在具身智能时代重新定义「工业机器人」



在具身智能时代重新定义「工业机器人」

具身智能机器人产品在 B 端应用已实现小批量落地。例如在工业领域，新石器无人车、非夕科技、江行智能、斯帝尔等在物流运输、精密装配、巡检、打磨等场景已形成较为标准化的解决方案。

具身智能机器人产品在工业场景的落地进度评估

应用场景	必要性	技术成熟度	商业化进度
注塑	高（应用刚需）	中（PoC 验证期）	小批量落地（商业化初期）
物流运输	高（应用刚需）	高（已规模化）	批量落地
分拣	中（效率提升）	高（已规模化）	小批量落地（商业化初期）
搬运 / 上下料	中（效率提升）	高（PoC 验证期）	小批量落地（商业化初期）
精密装配	高（应用刚需）	中（PoC 验证期）	小批量落地（商业化初期）
巡检	高（应用刚需）	高（已规模化）	批量落地
打磨	高（应用刚需）	高（已规模化）	小批量落地（商业化初期）
质检	中（效率提升）	中（PoC 验证期）	试点推广

在工业领域，驱动机器人迭代的核心动力，是制造业从大规模流水线向柔性制造的转型。工业制造是当前具身智能机器人最具落地潜力的领域，已在物流仓储、汽车、3C 电子、家电、食品包装等行业实现局部替代，典型任务包括注塑、搬运、分拣、物流运输、精密装配（小部件）、巡检、打磨抛光及质检等。其应用优势体现在流程标准化、环境相对可控、需求明确（替代重复性人工或高危岗位）。场景的不确定性及非标准化造就任务环境的复杂性：

企业对机器人的需求从执行“单一动作”升级为完成一系列的“复合任务”，例如汽车零部件检测机器人，不仅要识别零件表面缺陷，还需自主判断缺陷类型、记录数据并触发后续的分拣动作，这要求机器人具备“感知 - 决策 - 执行”的闭环能力；智能仓储中的 AGV 机器人，需应对货架位置临时调整、人员穿梭、货物包装规格不一等突发状况。而传统工业机器人仅限于“能动”；此外，3C、精密器械等领域的制造业普遍采用小批量、多批次生产模式，例如手机厂商可能每月需切换多种机型的组装任务，每种机型的零件布局、装配顺序均存在差异，传统机器人的“固定编程序”难以适配。生产环境不再高度可控，而是包含更多动态变量。

1 注塑：从实验室走向产线验证，迈向自主决策、柔性协同

注塑场景的工业自动化已形成覆盖全流程的设备体系，包括机械手、6 轴关节机器人等取件设备，真空上料机、中央供料系统等原料处理设备，以及自动削浇口机、视觉检测系统等辅助加工、检测与物流设备。这些设备凭借重复定位精度、毫秒级响应速度等技术优势，实现了注塑件取出、原料处理、温度控制、质量检测到成品转运的自动化衔接，支撑了行业规模化生产需求。

但在实际应用中，受制于注塑场景“多品种、小批量、高精度、强周期”的特征，以及自身设计逻辑，上述工业自动化设备难以完全适配行业特性：

● **柔性不足**：换产需重新编程、更换夹具，耗时久且成本高，对异形件、变形件等非标准化工件的适配性差，不同品牌设备接口不统一也增加了集成难度；

● **复杂工艺环节覆盖不全**：模内嵌件植入、毛刺清理等工序仍依赖人工，模具粘料等突发异常需人工干预，造成停机损失；

● **感知与决策能力薄弱**：缺乏 3D 视觉和力觉反馈，仅能执行预设程序，无法应对环境变化与生产波动，且设备间数据孤岛严重，难以实现全流程质量追溯与预测性维护；

而具身智能机器人可以通过自主感知、决策与执行能力，精准破解传统设备的痛点，与注塑行业特征形成高度契合。在柔性生产方面，其搭载的 3D 视觉 + 力控系统可自主识别工件类型、适配抓取策略，无需更换夹具即可兼容多数产品，将换产时间缩短，一台设备即可服务多台不同规格的注塑机；

在工艺覆盖上，能实现智能化码垛与摆盘工艺，集成产品质量检测与缺陷识别功能形成全流程无人化闭环，减少人工干预，提升作业效率；

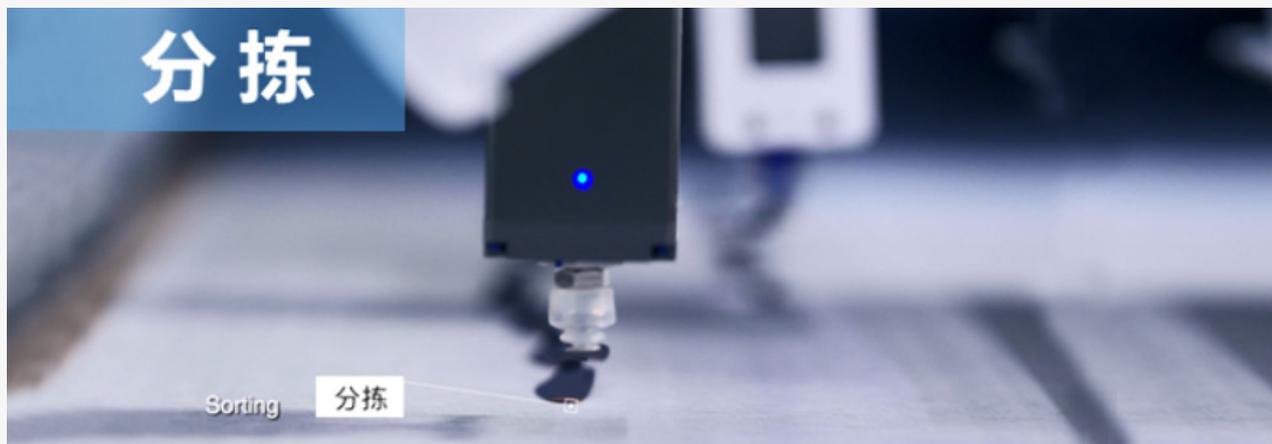
在智能化升级上，AI 视觉检测精度进一步提升，可动态优化取件路径与工艺参数，结合振动、温度数据实现预测性维护，有效降低维护成本；

同时，通过安全传感器与自主避障算法实现人机同区域协作，简易编程与远程运维模式也降低了对专业人员的依赖，提升生产灵活性与运营效率。

场景案例

拓斯达 × 某注塑行业头部客户 - 首家在注塑工艺应用落地的人形机器人

拓斯达旗下小拓是国内首款在注塑工艺场景中实现落地应用的人形机器人，通过音频扬声器、麦克风、AI 视觉传感器、以及各类激光雷达，能够实现智能作业与导航避障。续航方面，搭载了 3 千瓦时的大容量电池，能满足 6 小时以上的满负荷作业，同时它还支持自主充电、快速换电以及直插供电等不同供电方式。目前，小拓主要应用于人形机器人根据相机获取位置和筛检结果的场景，将注塑好的无人机桨叶按照一定的顺序和码型放到码盘中。在注塑工艺应用时，小拓具备以下三大核心特点：





① 智能化

搭载了智谱旗舰大模型 GLM-4.5，推理速度是行业平均水平的 4 倍，同时部署了高达 3352TOPS 的端侧算力，高效实现云边端协同。

② 模块化

采用了模块化的设计理念，可以根据实际作业场景与任务搭建出人形双臂机器人与机械臂方案，以更高性价比的方案来服务于实际需求。

③ 工业级

全身采用拟人化的设计理念，整机 21 个自由度，负载 20kg；高度 120cm 至 180cm 可调节。可 360°全向行走，最大速度为 1.5m/s(约 5.4 公里/小时)，与人类正常行走速度相当。小拓支持灵巧手、夹爪、吸盘等多种末端执行器，轻松适应不同的工作任务。手臂采用了基于静力学和动力学耦合优化设计方法，实现单手臂负载 10kg，但自重仅有 15kg，负载自重比高达 0.67，远超一般工业机器人 0.2-0.3 的负载自重比例，重复定位精度高达 0.05mm，达到了工业级别。此外，手部力觉传感器和触觉传感器能够实现碰撞检测功能与对环境的实时感知，让人机协作安心、放心。

基于上述，小拓在注塑工艺场景的应用落地，有效解决了传统解决方案的三大核心痛点：

一是替代了对熟练工人的依赖，消除了人工分拣一致性差的问题；二是克服了传统自动化分拣调试复杂、部署困难的挑战；三则是实现了产线的快速换产与柔性生产能力，显著提升了生产灵活性与效率。

拓斯达累积近 20 年的经验和大量场景，服务超过 15000 家客户，覆盖 3C、医疗、汽车、日化等多个领域，在需求挖掘、前期验证、客户拓展等方面均有竞争优势，形成了一定的竞争壁垒，为人形机器人的落地应用提供扎实的验证基础和丰富的拓展空间，有力支持人形机器人在工业场景中迈向规模化应用。未来拓斯达将聚焦具身智能在工业行业的应用落地，并不断探索商业、家庭场景的场景机会，推动具身智能赋能千行百业，真正创造价值。



以拓斯达为例，具身智能机器人在注塑场景的介入为注塑行业本身“定制化需求与规模化生产”的特征提供了系统性解决方案。其认知工艺逻辑的决策能力、快速适配新场景的学习能力、无缝协同的协作能力，以及适应车间高温、粉尘环境的鲁棒性，恰好弥补了传统设备的刚性缺陷，为柔性化、智能化、无人化生产提供了核心支撑，成为注塑行业突破发展瓶颈的关键载体。

2 搬运 / 上下料：最优先、最有望实现商业化的场景之一

从需求侧来看，相比传统自动化产线，许多搬运和上下料场景具有非标化、柔性化的特点，例如离散型工站的来料、半成品搬运，是传统工业机器人难以覆盖的领域。而无人叉车、AMR、复合型机器人（AGV 等移动底盘 + 机械臂）等专用机器人可以精准适配此类场景。此外，人形机器人（通用机器人）也具备填补传统自动化难以覆盖的流水线空白，例如在汽车产线物料搬运、物流仓储搬箱等搬运场景中，越疆的 Atom 人形机器人可充当“全能工人”，在多个工位间

灵活走动、联动设备。

调研显示，在具身智能机器人的落地探索中，搬运 / 上下料也被普遍认为是最优先、最有望实现商业化的场景之一。因为该场景的任务相对简单和结构化，多为从 A 点到 B 点的移动和物料抓放拿取，作业空间可控性较强，技术挑战低于精密装配等复杂操作。此外，机器人在该场景的应用可替代重复性高、劳动强度大的人工搬运岗位。

实际作业中，智元机器人、优必选、逐际动力等企业普遍将其作为具身智能能力的“试金石”，通过此类场景打磨机器人的移动、导航、基础抓取等核心能力，并积累宝贵的真机运行数据。

具身智能机器人在搬运 / 上下料场景中的高效运作依赖于多模态感知融合、智能导航与移动能力及先进算法模型等创新技术的组合。

通过视觉系统实现初步定位，并结合力触觉与视触觉传感器在接触过程中实时感知物体形变及判断夹空或滑移状态，从而实现自适应调力以保障抓取可靠性；同时，采用移动底盘与机械臂集成的复合型机器人架构，融合传统 SLAM 定位与多模态大模型语义理解的导航技术，显著提升路径规划的智能性与复杂环境适应能力；在算法层面，VLA 模型有效支撑短期任务执行效率，通过” 抓取、移动、递交” 等任务的闭环执行，系统性地实现了从感知到决策再到执行的全流程自动化，使机器人在工业领域的物流仓储场景中任务成功率得到提升，为具身智能机器人在非结构化环境中的规模化落地提供了可复制的技术范式。

场景案例

安努智能 × 智元机器人 × 富临精工 - 周转箱线边拆垛上料

富临精工周转箱拆垛上料项目机器人作业范围从最初的线边超市 2 个产线点位，拓展至动力总成、减速器两大核心车间的 24 个上料口。场景深入产线深处，作业空间狭小，人机互动频繁。为适应多个点位上料口的连续配送需求，安努构建了“具身机器人 +AMR” 的深度协同系统，其中具身机器人 A2-W 负责多层料架周转箱上料，AMR 负责车间内重载整托物料运输。依托生产系统的智能派单与动态叫料机制，AMR 将物料从拣选室配送至线边上料点，具身机器人 A2-W 可自动识别箱体、自主调整姿态，完成拆垛上料，实现从物料出库、产线上料的流程作业。



安努智能自主开发工业场景中各种垂类模型所需的工具链与基础环境，解决了机器人量产应用的“最后一百米”难题。安努拥有全球领先的自研多模态大模型通用调度系统，与同类企业相比，具备独有的在线自主升级、自我权重微调功能，该系统能有效实现跨本体跨模型安全校验等高复杂度的功能，填补了国内具身智能研究领域的空白。

安努智能还拥有全球领先的自研仿真复杂工况物理求解器。团队自主研发的传热物理求解器和流场求解器，补齐了业界主流机器人仿真系统没有真实热传导 / 热对流能力，缺乏真实空气动力学能力，不能模拟设备发热、热扩散、热风险、室内通风、有毒气体泄漏、烟雾扩散等物理仿真场景的短板。

此外，安努智能拥有国内领先的世界模型。安努与北大合作开发的世界模型在具身智能海量仿真数据生成、动态交互训练和新一代游戏平台方向具备国际一流的国内领先水平，为具身智能世界模型打下了坚实的基础。安努智能的产品和解决方案可以为广大本体与场景企业提供可落地的量产解决方案。

在上述富临精工线边上料场景的部署中，安努智能采用了智元的工业机器人 A2-W，通过应用基于规则的算法 + 高功率的垂类模型的框架，既保证了机器人动作预期可控，人机混场工作安全，又可以优化节拍，提高机器人投资的经济性；既实现了基于数据驱动感知能力、基于强化学习的操作泛化能力，又降低了对数据采集、边缘计算复杂度的需求。安努智能通过自研多模态大模型通用调度系统将任务需求转化为针对机器人本体底层能力、垂类模型的映射与配置，结合针对异常情况提供的自主纠错算法，实现场景的高效部署。

安努智能通过整合机器人视觉感知、运动控制和环境建模等功能，结合 AMR 的调度系统，工厂产线智能派单系统，拣选室配料系统等，实现场景全流程的数字化、程序化控制。为实现机器人深入产线，连续为多个工位的多个上料口配送多种不同的物料，减少机器人来回固定托盘与上料口的距离，安努智能创新性地采用“具身机器人 + AMR”的深度协同系统，通过 AMR 负责车间内重载整托物料运输，具身机器人负责多层料架周转箱搬运上料这一组合，充分发挥了 AMR 与具身机器人的优势，大大提升了整体搬运的效率。

为适应线边上料狭小空间的作业与人机安全，安努采用了优化的动作设计、机器人工作状态指示灯、以及行人检测技术，减小机器人的工作空间需求，方便人机通信，更保障了产线工人的安全。为减少机器作业的人为干预需求，安努优化了软件栈，设计了全面的故障捕捉机制，及时捕获机器人本身的故障，感知故障，物料问题等多个影响持续作业的因素，通过重复尝试、预定操作、远程上报等多个层次进行自动化解决，减少了人为干预需求。



工业客户一般采用 ROI 来计算项目经济效益，按照一台机器人一个班代替 0.7 个人工，一天两个班代替 1.4 个人工，按照中国西部人工 8 万年薪，一台 A2W 机器人的购置成本最多 3 年可以收回。从这个角度看，西部地区最多三年可以回本，东部高生活水平地区的工厂机器人代替人类成本回收时间可以更短。从目前富临精工 pilot 项目的运行状态看，周转箱线边拆垛上料这一工业通用场景已趋近量产成熟度，可以开始向同类场景市场展开拓展。

安努智能的全球化布局

作为全球领先的具身智能“大脑与中枢神经”供应商，安努智能在海外市场的核心定位并非单纯的硬件销售商，而是具身智能工程化落地的赋能者。依托于自主研发的具身智能通用调度系统及高保真物理仿真求解器，安努智能向全球客户输出具备高度自适应能力、跨本体协同能力的垂直应用模型，致力于将中国在复杂工业场景中积累的“真机数据”与“算法经验”，转化为能够适配全球不同地域工况的标准化解决方案，实现具身智能的“即插即用”。

安努智能目前在全球市场战略规划中重点覆盖以下区域：

◎ **东南亚市场：**承接全球制造业转移带来的自动化缺口。安努智能关注新建工厂的柔性适配需求，提供具备极高性价比、能够快速上线且无需大规模改造现有产线的柔性搬运与上下料方案。

◎ **中东市场：**响应当地资本转型与基础设施建设的战略愿景。安努智能重点推广能够适应当地文化及环境的具身技术，聚焦于能源、文化、旅游等智能执行场景。

◎ **北美市场：**借助股东方在北美市场的成熟渠道，探索家庭园林、个人陪伴等 C 端场景。针对极高的人力成本，计划提供能解决具体痛点（如家庭辅助、智能整理）的灵巧作业机器人。

当前安努智能与全球半导体龙头企业 Intel 及其相关生态企业开展深度合作。同时正在海外多个核心工厂布局具身智能灯塔项目，解决传统自动化难以覆盖的柔性工位难题。

通过“生态出海”，安努智能也构建了技术与市场的双重护城河：

◎ **顶级算力与平台合作：**作为全球科技巨头 Intel 在具身智能领域的核心合作伙伴，与其深度打通技术系统，共同发布行业应用白皮书，并借助其全球供应商体系覆盖海外市场。

◎ **渠道与供应链伙伴：**依托具备全球化制造与销售体系的产业股东，快速复用其在欧美市场的售后服务网络与品牌积累，确保海外交付的稳定性与可靠性。

尽管具身智能机器人在此类场景的柔性与非标环节有较大发挥空间，但在任务稳定性、产品成本等方面仍面临一些挑战与限制：

效率与稳定性：当前具身方案效率可能不如人工或专机，且稳定性需持续提升。

产品成本：具身智能机器人的解决方案成本仍需降低，以匹配搬运场景通常对 ROI 的敏感要求。

长尾问题：面对海量 SKU、复杂包装（软包、异形件）时，抓取的泛化能力仍是挑战。而帕西尼、灵心巧手等厂商在触觉感知上持续进行投入正是为了应对此问题。

系统集成：需要与工厂现有的 WMS、MES 等系统打通，实现任务调度和信息流闭环。

未来，随着移动底盘、机械臂、视觉 / 触觉感知、任务规划等技术的持续进步与成本下降，以专用机器人为主的具身智能体在搬运 / 上下料场景的应用将从当前的 PoC 和小批量试点，逐步向更大规模的、混合 SKU 的、人机混场的柔性物流场景渗透，最终成为智能制造和智慧物流的基础设施。

3 物流运输：从试点探索阶段迈入真正的规模化商业落地

相比传统有人驾驶的物流车辆，无人物流车在运营连续性、效率提升以及人力成本节约上潜力显著。无人物流车是一种基于自动驾驶技术的智能运输工具，通过激光雷达、摄像头与高精度地图感知环境，依托人工智能算法实现货物全流程无人化配送的自动化系统。其以自主导航、动态避障和集群调度为核心能力，覆盖仓储分拣、干线运输及末端配送等物流环节，旨在提升效率并降低人力成本。

从技术路径来看，无人物流车在感知系统上形成了不同的方案选择：

一些车型采用以视觉为主、激光雷达辅助感知的方案，此方案成本相对较低，更适合对价格敏感的规模化应用场景；另一种则是激光雷达、视觉与毫米波雷达相结合的多传感器冗余架构，通过传感器融合确保在复杂环境下也能实现高可靠性的感知与避障，以满足更高安全性和复杂路况的要求。此外，不同厂商也会根据其技术积累和产品定位，在算力平台、决策算法以及车辆底盘控制等方面形成自身的特点，以适应从低速封闭场景到开放道路等不同层级的应用需求。

场景案例

新石器无人车 - 同城即时配送

新石器的 X6 款无人车作为同城即时配送的核心载体，凭借全栈自研技术实现商业化规模化落地新突破，核心技术涵盖全域智能调度系统与行业首创的 Neolix-VA 视觉动作大模型，搭配 1 颗激光雷达与 12 个高清摄像头组成多模态感知矩阵，构建 120 米范围 360 度无死角探测网络，结合优化后的滑板式底盘与多源融合定位技术，即便在一些丘陵路段及雨雾天气下，仍能保持厘米级定位精度与稳定通行。其 6 立方米货舱、1.13 吨载重、207 公里续航，以及满足全天 24 小时不间断配送的能力。其场景运行流程大致分为：用户在线下单、待接单车辆响应、车辆到达发货点、发货人装货、车辆在途自动配送、收货人卸货。目前已在青岛实现 1200 台车辆规模化运营，成为全球无人车单城实际部署规模第一的标杆案例。



新石器无人车在生鲜批发市场应用

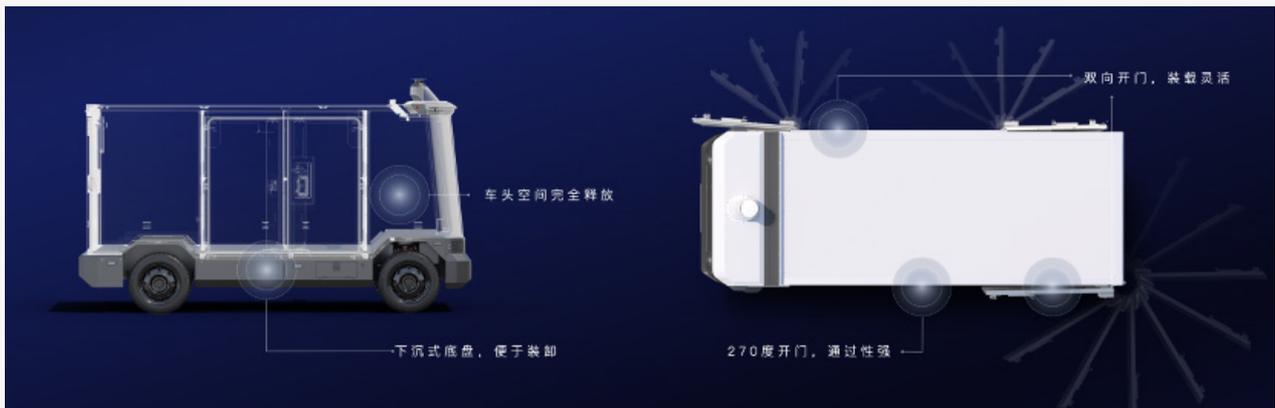


新石器无人车车队夜间配送

新石器是全球最大的 L4 级无人城配 (RoboVan) 解决方案提供商，自主研发的 L4 级无人车具备在城市公开道路场景的自动驾驶能力，目前广泛服务于快递物流、生鲜冷链、商超零售、医药配送、汽配运输等多种物流场景。新石器无人车具备软硬件自研、整车制造及智能调度等全栈技术能力，拥有全球首个 L4 级无人配送车万台规模车队，

累计申请专利超 1500 项。

新石器的 X6 款无人车作为同城即时配送的主力运营车型，以“多拉、快跑、安全、好用”为核心定位，在车身设计上，最大化提升装载效率与场景适配性：通过车头空间完全释放设计，配合下沉式底盘布局，在相同车型条件下实现装载空间最大化，相较于传统微卡装载空间提升 50%，单台车单次可装载 800-1000 件包裹；配备 270 度开门结构与多向开门设计，既强化了车辆在狭窄巷道、楼宇间等场景的通过性。性能方面，新石器 X6 具备 6 立方米装载空间、1130kg 载重能力及 207km 续航里程，可高效覆盖城乡区域半径 100km 范围内的多点配送任务，兼顾大载重、长续航与广覆盖需求。



新石器无人车X6设计示意图

其两大核心技术壁垒，为场景化落地与规模化运营提供核心支撑。其一，L4 级无图技术打破了对高精地图的依赖，可通过环境实时感知、动态路径规划，在城市复杂路况、园区内部道路等多场景下实现安全、高效的自主行驶，大幅降低不同场景的适配成本与落地门槛，提升车辆在场景中的通用性与灵活性。其二，凭借全域智能调度系统，筑牢规模化运营基础。该系统具备十万台规模车队的统筹管理、动态调度、任务分配及状态监控能力，可实现十万台级车辆的协同运作与高效管控，有效解决大规模部署下的调度难题，为无人车的商业化规模化推广提供坚实的技术保障，凸显车型在批量运营场景中的核心优势。

在青岛，新石器实现了 1200 台无人车的交付，打造了全球最大的单城市无人驾驶车队，验证了其无人驾驶方案的规模化落地能力和运营能力。在场景落地模式上，新石器无人车既补位基层物流网络运力需求，也能融入城市公共交通协同体系，创新出多元运营模式。

降本提效显著：在青岛汽配运输场景中，合作企业引入新石器无人车后，月度物流费用从 5000-6000 元降至 2000 余元，成本直接降低 50% 以上；在关键成效方面，国内城市物流配送的平均运输成本约为每公里 3 元。新石器无人车使得单票配送成本同步下降 40%。随着自动驾驶与智能调度技术的持续迭代优化，有望进一步降低成本。

运营效率大幅提升：无人配送车较三轮车、微面、轻卡等传统城市配送方式，运输效率提升 40%-50%，正广泛服务于快递、生鲜、商超、汽配等行业的运输配送，为企业、中小商户及个人用户提供高性价比的物流服务，为城市经济高效循环与高质量发展贡献力量。

截至 2026 年 1 月，新石器无人车全球城配相关车队规模突破 1.6 万辆，累计安全运营里程超 8500 万公里，广泛覆盖快递物流、生鲜冷链、商超零售、医药配送、汽配运输等多元城配场景。



新石器无人车车队

区域覆盖规模：国内市场已覆盖北京、深圳、青岛、杭州、重庆、合肥等数百个城市，其中杭州市已投入超 750 辆无人车服务于末端快递配送、生鲜配送、商超配送等城配业务，青岛单城部署量达 1200 辆，成为“全球无人车第一城”核心运营载体。县域场景中，新石器已在重庆秀山等全国多地实现网点到驿站、仓到店的常态化接驳配送，构建起“城市 - 县域 - 乡镇”三级城配网络。同时，在中国以外，新石器已进入 15 个不同的国家，实现全球化布局初步落地。

场景渗透深度：快递场景成熟度最高，新石器无人车已成为行业常态化配送方案，目前新石器在头部快递企业的市占率超 70%；在医药场景，新石器无人车已获得国药集团、华润医药、九州通等头部企业认可，形成标准化服务模式并快速复制。同时，在生鲜、汽配、商超、零售等即时物流场景中，新石器无人车的使用也加速突破，青岛地区已形成“无人车 + 即时配送”的稳定运营模式，服务超 30 万货主的高频次配送需求。

整体来看，新石器无人车在城配领域通过可量化的降本增效成果验证了商业模式可行性，同时以多场景、全时段、广区域、大规模的优势，巩固了行业领先地位，为无人城配的大规模扩张普及奠定了基础。

📍 新石器无人车的全球化布局

管理着全球最大的无人驾驶车队，新石器一直致力于将在中国打造的行业领先智慧物流解决方案向全球输出。依托“算法 + 硬件”深度融合的核心技术实力，并且依托全球首个 RoboVan 无图方案，新石器打造出适配全球多区域复杂场景的 L4 级无人配送产品与服务，旨在构建规模化、低成本、高可靠的全球智能物流新基建。目前，新石器无人车已成功进入日本、韩国、阿联酋、新加坡等 15 个国家和地区，核心覆盖中东、欧洲、东南亚、东亚、拉美五大区域。

2026 年 1 月，公司携 X1、X3、X6 三款旗舰无人配送产品首次亮相美国 CES（国际消费类电子产品展览会），凭借领先的技术方案与产品实力引发行业广泛关注；未来，公司还将进一步拓展美洲、澳大利亚等关键市场，持续扩大全球版图。

4 分拣：从「结构化」迈向「非结构化」的关键场景

工业领域的分拣场景是具身智能机器人在工业领域探索和落地的重要场景之一。分拣场景的任务明确，需从 A 点识别并抓取物品，放置到 B 点，但物品形态、材质、堆叠方式等因素导致其作业环境复杂多样，与搬运 / 上下料场景相比，延伸出的“识别”过程带来任务完成的复杂度。此外，分拣场景也正从“固定工位分拣”走向“移动分拣”，复合机器人（移动底盘 + 机械臂 / 灵巧手）成为主流形态，实现“货到人”或跨工位、跨楼层的柔性作业。

当前企业正通过提升感知能力、优化抓取算法、结合移动底盘等方式，从传统的、高度结构化的分拣，逐步向非结构化、小批量、多品种的柔性分拣渗透。其成功的关键在于在效率、成本、可靠性上找到优于传统自动化或人工的平衡点，并能够快速适配不断变化的产线需求。

在分拣场景中，准确的物料定位、多模态感知技术和灵巧操作的末端执行器是实现高效柔性分拣的关键。

首先，通过视觉（2D/3D 相机）进行初步的目标识别和粗略定位。其次，在接触时感知物体材质（软 / 硬）、形变、判断是否夹空、有无滑移，实现自适应调力，达到“既不掉落又不挤坏”的效果（对于软包、异形物尤为重要），可以补偿视觉定位的偏差；灵巧手等末端执行器则需要根据不同物体的形状、大小和材质自适应调整分拣时的抓取姿态和力度；此外，在仓储或大型车间内，也需要融合 SLAM、视觉导航等技术实现分拣后的自主移动和避障。

国内创新企业纷纷在触觉及末端执行器方向进行布局，坤维科技、他山科技、戴盟机器人、帕西尼等厂商的相关产品在分拣场景均对应解决方案。其中，戴盟机器人自研的视触觉传感器，可以有效解决视觉盲区问题，以高频率多模态的触觉信息，实现对物体的智能感知，赋能自适应调整。因时机器人的灵巧手则被集成到机器人末端，应用于汽车厂、家电厂等场景的零件挑选、分类、拿取放置等任务；灵心巧手的高自由度灵巧手凭借侧摆、旋转等自由度可适配 3C 产线的自适应分拣，降低客户切换成本。

场景案例

他山科技 X 小龙虾加工龙头企业 - 小龙虾虾尾自动化加工分拣

场景应用方为国内小龙虾加工龙头企业，在小龙虾主产区拥有多个核心加工基地，具备大规模小龙虾加工产能。本次场景部署的是他山科技自主研发的小龙虾虾尾自动化加工设备，核心技术涵盖视觉定位识别技术、触觉感知自适应抓取技术、基于力反馈的闭环控制算法及多维度品质分级算法，设备核心部件均采用食品级材料设计，符合食品加工卫生安全标准。

该分拣场景的运行流程如下：

设备接入企业现有小龙虾加工产线，承接冷却工序后的小龙虾来料；首先通过自动上料装置将小龙虾稳定输送至前置视觉检测工位，完成直腹、黑腹等不良品的初步分拣；随后视觉定位系统获取小龙虾姿态数据，引导机械臂将其按固定头尾方向摆放；接着带触觉传感器的专用夹爪夹取虾头，基于力反馈数据动态调整力度完成虾尾剥离；最后通过后置视觉识别系统完成带脚、平头、黑壳等不合格品分类及虾尾品质分级，不同品类虾尾分别输送至对应收集工位。

小龙虾虾尾自动化加工是他山科技触觉感知闭环能力在食品加工领域最后一厘米的核心落地场景，也是企业践行“智能装备赋能食品工业升级”战略的关键载体，旨在通过视觉 + 触觉融合的具身智能技术，替代传统人工的小龙虾剥尾、分拣、分级等重复性劳作，解决小龙虾加工环节劳动力依赖强、产品一致性差等痛点，构建“自

“自动化 + 高精度 + 高卫生标准”的食品加工新模式。

他山科技核心技术涵盖视觉定位识别、触觉感知自适应控制、闭环算法模型、多维度品质分级四大技术体系，主推食品加工专用具身智能装备系列产品及自动化加工整体解决方案，应用领域覆盖水产加工、果蔬分拣、畜禽加工三大食品细分赛道，客户群体包括规模化食品加工企业、食品产业园、农业产业化龙头企业等。



本场景涉及的具身智能装备产品形态为“自动化输送线 + 视觉检测模组 + 触觉感知实训平台 + 分级分拣终端”一体化加工设备，适配食品加工车间的洁净、连续作业需求，所有与食材接触部件均具备防水防尘、易清洁特性。

具体应用产品及功能：

小龙虾虾尾自动化加工设备：核心配置为食品级自动化输送线、3D 工业相机、防水夹爪、防水防腐蚀触觉传感器、多自由度协作机械臂及 4G/5G 通信模块；核心功能包括自动化上料、不良品前置分拣、小龙虾姿态定位与定向摆放、触觉自适应虾尾剥离、不合格品分类、虾尾品质分级及数据上传。

食品加工智能管理平台配套云端平台，支持多设备协同调度、加工数据实时展示（处理量、完整度、合格率等）、设备运行状态监控、故障预警推送及加工数据追溯，可实现加工全流程可视化管理。

核心壁垒体现在：

◎ 食品级场景深度适配能力，基于小龙虾主产区加工工艺调研，针对性开发食品级材料选型、防水防尘结构设计及快速清洁方案，符合食品加工卫生安全标准。

◎ 视觉 + 触觉融合技术优势，自主研发的防水防腐蚀触觉传感器搭配闭环控制算法，可精准控制剥尾力度，保障虾尾完整度，为效率提升提供品质保障。

◎ 全栈自研的算法体系，实现不良品、不合格品及品质分级的高精度识别，减少流程冗余。

◎ 产线适配能力，可接入企业现有加工产线，无需大规模改造，同时支持不同规格小龙虾加工，兼容性强，为后续规模化落地提供灵活适配基础。

目前该分拣场景在合作企业核心加工产线已完成设备初步调试，实现了核心加工功能的稳定落地，设备故障率控制在预期范围内；设备可满足连续化加工的基础需求，每批次加工完成后可快速完成清洁消杀，符合食品行业卫生标准；目前正重点推进设备稳定运行优化及效率提升工作，持续提高单位时间加工量，为规模化应用奠定基础。在初步试运行阶段，虾尾出肉率已实现显著提升，不良品与不合格品分类准确率处于行业较高水平，品质分级精准度逐步满足加工基本要求，为产线产能提升提供了有力支撑。

在初步测试阶段，单台设备初步实现稳定的虾尾加工能力，虾尾加工合格率较传统自动化模式大幅提升，有效减少因产品破损导致的损耗；在基础功能落地的前提下，通过持续的效率优化，正逐步迈向产线产能的阶梯式升级。此外，凭借核心功能的稳定表现与及食品级场景适配优势，他山已与国内多个小龙虾加工核心产区与多家规模化加工企业达成合作意向，为后续技术复制、稳定运行升级及规模化量产，积累了良好的市场基础。

◎ 他山科技的全球化布局

近年来，他山科技围绕高精度触觉感知与具身智能交互技术，逐步构建起面向全球市场的业务布局，并在多个国家与地区形成了具有代表性的技术落地与商业合作成果。

在美国与韩国市场，他山科技已获多家来自全球估值前十的头部企业及机器人公司的正式订单与技术合作。这些客户覆盖消费电子、汽车、智能制造与人形机器人等前沿领域，其共同特点是对多模态触觉感知、力觉反馈与复杂场景理解能力有着极高要求。他山触觉传感器已在其机器人末端执行器、灵巧手及交互系统中完成集成验证，并进入持续合作阶段。

在中东地区卡塔尔，他山科技与多所高校及科研机构展开深度产学研合作，围绕当地特色应用场景开展具身智能探索，例如：复杂材质分拣、特殊环境下的接触识别、人机协作安全感知等，推动触觉感知技术在科研创新与实际应用场景中的结合落地，成为当地具身智能与智能硬件交互研究的重要参与方。

在香港地区，他山科技正积极推进与高校及科研机构的协同合作，构建触觉感知在机器人、康养及智能设备领域的联合研发与成果转化机制，进一步加强国际产学研联动。

未来，他山科技将以既有业务为起点，持续覆盖欧洲市场与产业合作网络，推动触觉感知与具身智能在全球范围内的标准化应用与规模化落地。

当前具身智能在分拣场景的解决方案在速度、成功率上正在赶超成熟的工业自动化产品或人工。客户采购该类产

品更多出于技术尝鲜或数据积累目的，而非纯粹的 ROI 驱动。灵巧手的泛化优势显现，但成本和控制复杂度更高。

5 精密装配：对高精度工艺要求极高且最难攻克场景之一

在搬运 / 上下料、物流运输、分拣等场景之后，精密装配成为智能机器人向更高精度、更复杂场景探索的关键阵地。精密装配的任务链条较分拣场景更长、精度要求更高（毫米级别，甚至需要亚毫米级），尤其在 3C 电子、汽车、半导体等产线，涉及抓取、对准、插入、拧紧等多步骤协同，对机器人的感知、力控、一致性和手眼协调能力要求极高。

具身智能技术在精密装配场景中的应用以高精度感知与视觉引导为核心基础，通过 3D 视觉定位、高精度力控及多模态融合感知技术，实现对复杂装配环境与微小零件的精准识别与位姿估计。例如，思灵机器人通过高达 0.5N 的机械臂力控精度和 0.05mm 的重复定位精度可完成发动机气门、电子连接器得精密装配。在此基础上，灵巧操作与执行能力，特别是多指灵巧手的精细化操控，保障了机器人能够对电子元件、光学镜片等细小易损零件完成稳定、柔顺的抓取，并进行旋转与按压等复杂装配动作。例如，帕西尼所自研的多维触觉双模态灵巧手与多维触觉人形机器人广泛应用于汽车制造、精密装配等长序列复杂工业自动化场景。同时，为适应人机混合作业环境，系统需具备智能的人机协作与交互能力，例如准确识别并理解人类操作意图，并实现动态、安全的避让，确保在人工干预区域内的协同作业流畅与安全。

这三层技术能力相互协同，才可构成支撑机器人在高精度、高柔性装配场景中自主可靠作业的技术闭环。

场景案例

非夕科技 × 理想汽车 - 汽车电机悬置装配

悬置系统对汽车来说，就像“关节 + 软骨”对人体一样关键。由于过程复杂、需要应对多种误差，过往的电机悬置装配多数采用人工手动完成。理想携手非夕，采用自适应机器人搭配视觉和定制化工装，为工厂构建了一个高度集成化、可快速导入产线的电机悬置装配“集装箱”。

该场景需非夕的两台自适应机器人 Rizon 10 & Rizon 4 协同作业，配备 2D 机器视觉、定制化末端工装、可移动平台和外部轴。场景运行流程如下：

◎ **识别来料位姿，力控拨正**：悬置来料在料框中可能左右倾斜。方案使用机器视觉自主识别位姿，如倾斜较大，Rizon 4 采用力控定位方式将悬置拨正，以便顺利抓取。

◎ **力控搜孔，自适应空间角度**：电机由可移动平台运送，会产生左右晃动和空间角度变化。在视觉辅助基础上，Rizon 10 依靠灵敏的力感知能力进行力控搜孔，并实时调整自身角度，保证三孔同时插入，避免螺丝卡死。

◎ **自主跟随，高效预拧紧**：通过切换工具，Rizon 10 能够流畅地连接进行左右悬置的预拧紧作业。在拧紧过程中，机器人会自主跟随实时距离的变化，并根据孔位和角度进行实时垂直调整，避免卡顿或报警。

非夕科技 (Flexiv) 是一家全球领先的通用智能机器人公司，致力于开发、制造和销售集高精度力控、计算机视觉和人工智能技术于一体的自适应机器人产品，为不同行业的客户提供基于非夕机器人系统的整体解决方案和服务。应用领域与客户群体分布于汽车制造、3C 电子、医疗健康、航空航天等多个行业。非夕科技致力于推动通用智能机器人技术在更广泛领域的应用，以其自适应机器人的柔性和高精度特性，解决传统自动化难以应对的复杂、非结构化场景中的挑战，助力制造业的智能化升级。

该场景中涉及到的产品形态是双臂协同自适应机器人工作站，以非夕 Rizon 10 和 Rizon 4 为核心的模块化集成系统。产品功能如下：

◎ **高精度力控**：机器人具备灵敏的力感知能力，能够进行力控搜孔，解决传统机器人无法应对的装配过程中的偏差和晃动问题。

◎ **自适应性**：能够实时调整自身姿态和力度，适应来料位姿和移动平台带来的空间角度变化，保证复杂装配任务的成功率和效率。

◎ **双臂协同与集成化**：两个机器人高效配合，结合视觉、定制工装和移动平台，形成一个高度集成、快速部署的模块化工作站，显著提升生产效率和装配质量。



该模块化工作站已成功应用于理想汽车的生产线，实现了汽车电机悬置装配的自动化和智能化：

◎ **效率提升**：实现了双臂高效协同装配，显著提升了装配效率。

◎ **质量保障**：通过力控搜孔和实时调整，保证了三孔同时插入，避免了螺丝卡死等质量问题，提高了装配精度和良品率。

◎ **柔性化**：模块化设计使其可快速导入产线，并能适应不同型号的装配需求，具备高度柔性。

◎ **人工替代**：替代了复杂且易出错的人工手动装配，降低了人力成本和操作风险。

📍 非夕科技的全球化布局

非夕科技（Flexiv）正加速推进全球化战略，在北美、东南亚及欧洲等关键市场构建以自适应机器人为核心的具身智能应用生态。在北美，公司已与包括特斯拉在内的先进制造企业建立深度合作，并成为多家前沿具身智能初创公司（如 Generalist AI）的首选物理执行平台，为其 AI “大脑” 提供高精度力控、实时感知与安全交互的硬件载体。在日韩、新加坡及东南亚等地区，非夕实现了涵盖医疗理疗、食材加工、实验室自动化等非结构化任务，自适应机器人的价值得到了当地市场和生态伙伴的认可。

与此同时，公司正积极布局欧洲市场，聚焦汽车制造、精密装配与实验室自动化等高价值领域。依托自研的 Elements 操作系统、RDK 开发套件及 NOEMA AI 视觉平台，非夕不仅输出高性能机器人本体，更开放完整的技术栈，降低海外开发者构建具身智能应用的门槛，推动“感知 - 决策 - 执行”闭环在全球范围内的快速验证与部署。

当前，具身智能在精密装配领域的应用正从传统“硬定位”向“柔顺装配”演进。在此过程中，多模态感知融合成为刚需。触觉与力觉传感器变得至关重要，它们能实时检测接触力与力矩，是实现零力拖动、碰撞检测和自适应贴合的关键。在末端执行器方面，应用呈现分化趋势：对于规则的标准件，高效低成本的夹爪仍是主流；而对于不规则、易损或需要多指协同的复杂部件（如线束、软性连接器），灵巧手的泛化操作优势开始显现，未来可能走向根据任务定制的混合末端执行器方案。此外，数据驱动与技能学习正成为能力提升的核心路径，通过仿真生成海量数据进行预训练，再结合真机数据微调，让机器人学习复杂的装配策略。最终，这些智能体需要与工厂现有的制造执行系统（MES）、可编程逻辑控制器（PLC）等深度集成，实现任务调度、数据追溯和信息流的闭环，才能真正融入智能生产体系。

精密装配是具身智能在工业领域技术含量最高、价值最大但也最难攻克场景之一。

首先，在复杂装配环境下，机器人的稳定性和可靠性需达到极高的标准（如 99.99% 以上）才能满足工业级要求；其次，成本是制约普及的关键因素，一台性能较好的具身智能机器人售价可能高达数十万元，对中小企业构成较高门槛。尽管国内供应链在降低成本方面已显现优势，例如将灵巧手价格控制在较低水平，但整机成本仍需进一步优化。最后，高质量多模态交互数据的匮乏与高昂的算力成本，限制了模型能力的快速进化。不同厂商设备与系统的标准化集成问题，以及实现稳定、低成本的大规模量产能力，都是产业从技术验证迈向量产须跨越的鸿沟。

6 巡检：藉由群体智能系统实现鲁棒性，成功落地较为标准化的行业解决方案

巡检是当前具身智能机器人已实现商业化落地并形成明确需求的核心场景之一，尤其是轮式、四足及复合机器人等本体形态，主要聚焦于能源电力、轨道交通、工业制造等对安全、效率有高诉求的 B 端领域。巡检场景的任务边界清晰，例如检查设备仪表读数、识别异常发热、监测环境泄漏等，目标明确且易于量化；作业环境也相对可控，工业场景（如工厂、电站、管道）或基础设施（如地铁隧道、桥梁）的空间布局相对稳定，便于机器人建图、导航与长期适应。

在电力能源巡检场景，智能机器人可替代人工进行设备外观检查、仪表读数（如：油温表、油位表）、红外测温、局放检测、异物识别等。可覆盖室内外，适应草地、台阶等复杂地形，实现无人化、常态化巡检；在列车（地铁、高铁、货车）巡检场景，机器人沿轨道自主移动，对车底、车侧进行闸瓦磨损、零部件缺失、渗漏油等高精度视觉检测，轮廓测量，声纹异常检测等；此外，在化工等防爆场景巡检中，机器人可有效替代人工对设备、环境进行日常监测巡查，体现出极强刚需性。

具身智能机器人在巡检场景中的高效运行，依赖于一系列关键技术的协同支撑。首先，通过多传感器融合技术，集成 2D/3D 视觉相机、红外热成像仪、超声波传感器、声纹传感器及局放检测仪等，实现多维度、高精度的数据采集，

支持螺丝松动、设备过热等毫米级缺陷识别；其次，在 GPS 拒止的室内或复杂环境中，机器人借助 SLAM 导航技术并结合 VLM（视觉语言模型）语义导航的方案，实现智能路径规划与动态避障；同时，边缘计算与实时分析能力在机器人端或站端部署算力，完成图像识别、缺陷检测等 AI 处理，满足低时延与数据安全要求，该技术尤其适用于电网内网环境；机械臂操作技术使机器人从巡检感知延伸至简单操作，如转动阀门、按下按钮，实现“巡检 + 简单维修”的闭环；

除此之外，巡检场景对于机器人群体智能协同作业的诉求也较为显著。例如，优艾智合等头部企业推出了“一脑多态”架构支持单一智能中枢控制千台不同形态机器人协同作业，为电站、矿山等大规模无人化系统奠定基础。最后，5G-A 通信凭借毫秒级低时延、大上行带宽和高可靠性，可以保障超高清视频实时回传与远程精准操控，成为解锁机器人规模化应用的关键神经网络。

这些技术共同构成了具身智能机器人在巡检场景中从数据采集、自主行动到智能决策与协同作业的全链路支撑体系。

场景案例

江行智能 × 电网某场站 - 变电站智能巡检

在电网某变电站，基于具身智能技术的智能巡检机器人已实现常态化巡检作业。该机器人凭借强大的环境感知、灵活的行动能力与智能决策水平，对站内主变、GIS、110kV 开关室及电缆层等关键区域进行全天候自动巡检，覆盖三百余处检测点。巡检过程中，机器人可自主识别设备表面缺陷、异常发热、异物侵入、指示状态异常及局放异常等风险，并在发现异常后自动生成巡检报告和告警信息，实时回传至后台运维平台，辅助运维人员精准定位故障点并开展复核处理，有效提升变电站巡检的智能化水平与运维安全性。



变电站智能巡检为江行智能具身智能机器人应用落地的核心场景，旨在通过替代高强度、高风险的人工巡视，构建具备物理世界自主感知与复杂场景决策能力的人机协作巡检模式。当前，江行智能自主掌握多模态感知、SLAM 与高精度地图、具身智能决策、自主可控、轻量高效的智能计算底座，以及边云协同训练平台等多项核心技术。围绕上述核心能力，江行智能推出具身智能机器人及“机器人 + 边云智能平台”一体化解决方案，广泛服务于能源电力、轨道交通、应急管理及大型工业客户，持续为头部企业提供可复制、可规模化的智能化升级能力。在具身智能战略上，江行智能坚持“模型—系统—场景”协同演进路径，夯实工程化与规模化优势，未来将加速模型研究与行业场景深度融合，构建长期技术与生态护城河，逐步向各级市场输出原创的智能化装备与服务。

在上述变电站智能巡检场景中，所采用的巡检机器人形态为四足具身智能巡检机器人，以宇树机器狗本体作为高机动运动平台，并在此基础上进行面向行业场景的深度二次开发与系统集成。其中，具体配置与产品形态包括：

◎ **标准型变电站智能巡检机器人**：面向站内道路、设备区域等常规巡检场景；基于宇树四足本体，具备良好的越障与复杂地形通过能力；集成多倍通无线通信模块与双光检测云台（可见光 + 红外），实现设备外观缺陷、温升异常等关键指标的自动采集与识别，满足日常巡检与状态监测需求。

◎ **增强型变电站智能巡检机器人**：针对高风险、高精度检测需求场景，在标准型基础上进一步搭载机械臂、局部放电检测装置及 Jetson Orin 边缘算力板，支持近距离精细化检测、复杂设备状态感知与多模态数据融合分析；整机采用 CNC 一体化加工外观与防护套件，提升电磁环境适应性与长期运行可靠性，适用于无人值守或少人化运维场景。



江行智能具身智能解决方案的核心壁垒并非来源于单一硬件或算法，而是基于对电力巡检工艺与安全规范的深度理解，对四足本体、感知模组、通信算力与末端执行器进行系统级协同设计，形成面向变电站场景的可适配、可迭代、高可靠软硬一体化具身智能巡检解决方案，具备较强的工程化落地能力与行业复制价值。

以电网某 220kV 变电场站为例，在常态化运行模式下，单条四足具身智能巡检机器人可连续稳定巡检 4-5 小时，完成全站 300 余个关键检测点位的自动巡检任务，覆盖主变、GIS 及站内重点风险区域。通过替代高强度、高风险区域的人工巡检作业，在保障巡检频次与检测质量的同时，有效降低人员作业风险与现场运维压力，显著提升变电站巡检的安全性与效率。

目前，该巡检方案已在 220kV、500kV 等多电压等级变电站以及大型水利水电场景中落地应用并实现常态化运行，验证了其在复杂环境、长时运行与多场景适配方面的可靠性，为能源电力与重大基础设施的智能化运维提供了可复制、可推广的具身智能巡检解决方案。

场景案例

景曜科技 × 重庆地铁 - 地铁车辆段智能巡检

在西南地区某大型轨道交通车辆段,景曜科技的智能巡检机器人应用了先进的智能复合机器人、前沿 AI 大模型、3D 机器视觉检测等先进技术,覆盖上万个检测项点。较传统人工夜间目视巡检,智能巡检机器人大大提高了检修效率和服务质量,保障了生产业务数据全生命周期链路的有效管理,并且降低了列车综合维修成本。

在作业流程上,机器人通过自主导航进入检修工位后,基于预设检修工艺路径,利用自研技术和算法,克服检修库内复杂光照、部件遮挡等干扰因素,完成高质量数据采集;通过融合语义分割、孪生网络对比等 AI 模型,自动识别列车部件松动、丢失、漏油、温度异常等故障;检测完成后实时生成结构化检修报告,同步推送至后台管理系统,支持人机协同作业闭环。

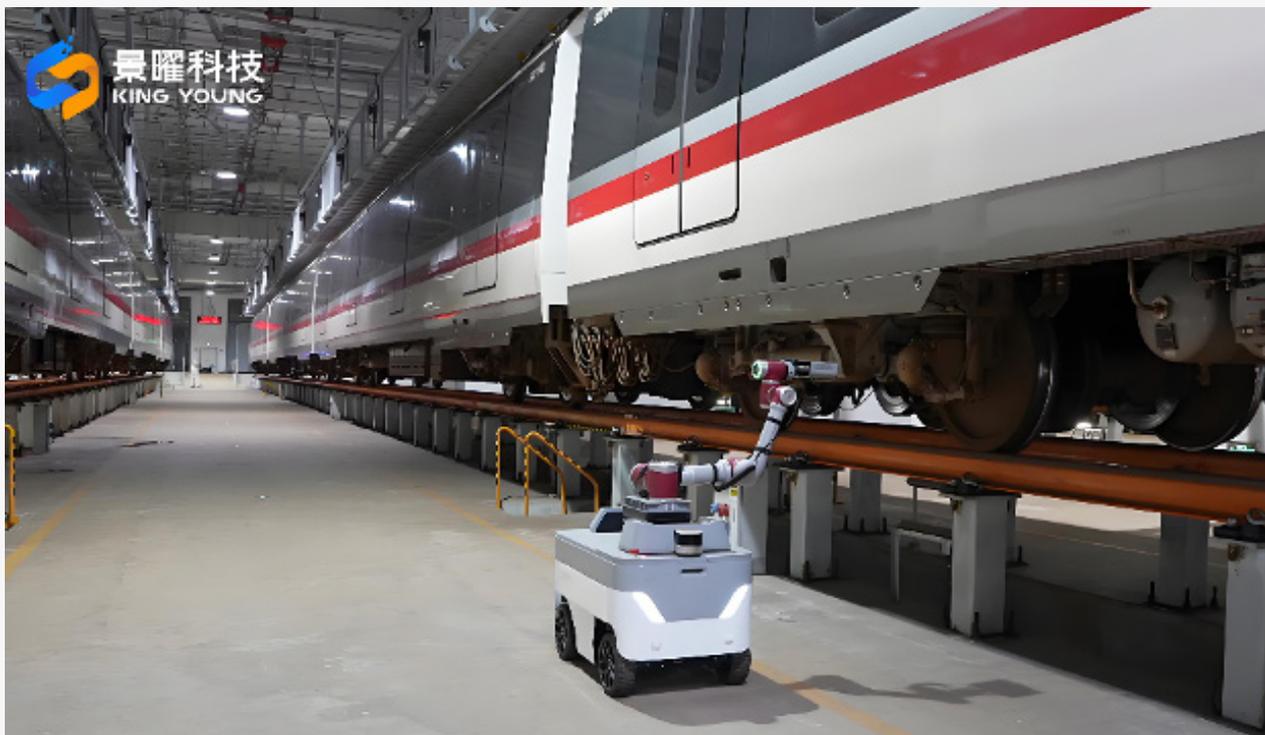


轨道交通智能巡检是景曜科技复合机器人的核心落地场景,旨在打破传统的人工夜间目视巡检的局限性,推动轨道交通运维从“工人目测”向“智能检测”的转型。

当前,景曜科技构建了全栈自研核心技术体系,涵盖高精度 3D 机器视觉检测、多模态感知融合、SLAM 导航、力位混合控制等多项核心技术,并将其应用于轨道交通智能运维、能源电力重大基础设施监控及应急管理等领域,服务于国家铁路集团、中国中车、城市轨道交通公司、国家能源集团、国家电网等行业龙头企业,成为行业数字化转型和智能化升级的核心合作伙伴。

在具身智能方向,景曜科技以“软硬一体自研+行业深度绑定”为定位,聚焦高危、高精度 B 端场景的差异化竞争,通过技术研发积累与行业标准参与,构建长期的行业应用护城河;并同步推进海外市场布局,打造全球领先的具身智能机器人行业解决方案服务商。

在上述轨道交通巡检场景中,所涉及到的智能巡检机器人形态为复合机器人,采用“特制轮式底盘+6 轴协作机械臂+多模态感知模组”的一体化设计。



其中应用到的具体产品主要是列车智能巡检机器人。该巡检机器人专为全类型轨道交通车辆（涵盖铁路动车、货车、机车及城轨地铁、轻轨、有轨电车）的日常检修与测量设计，其核心壁垒在于创新性地融合了四转四驱式运动平台与多地形自适应悬挂系统，实现毫米级高精度定位及复杂轨道环境下的稳定作业；通过机械臂末端多模态检测模组与 AI 大模型深度集成（语义分割、SAM、无监督检测、孪生网络），构建了行业领先的异常检测引擎，可精准识别松动、丢失、漏油、温度异常、异物、漏气等 18+ 类故障；这一“硬件 - 软件一体化”的系统设计形成了难以复制的技术壁垒，显著降低人力成本 50% 以上，并将故障识别准确率进行大幅度提升，为轨道交通运维提供可量化、可验证的智能化解决方案。



景曜科技在轨道巡检领域的核心壁垒并非单一技术堆砌，而是以“全栈自研”为战略根基，深度融合轨道交通检修工艺本质，将多模态感知、专用底盘、控制算法与可靠性工程实现有机耦合，构建出行业独有的软硬一体

化技术体系。这一系统性创新彻底规避了行业普遍存在的“技术堆叠”模式，通过从实际检修场景反推技术架构的设计逻辑，确保解决方案在可适配性、可迭代性与高可靠性三重维度实现突破，精准匹配B端市场对安全零容忍、精度毫米级、环境复杂适应性的严苛需求，从而在轨道交通智能运维领域构筑了难以被简单复制的深度技术护城河。

以国内某地铁线路24全列19运4检1备运营模式计算，单台机器人每晚可执行4列以上全列车辆的无电巡检作业，可节省替代2-3名工作人员，在提高检车作业效率情况下，极大减少人员巡检作业压力，减低人员安排成本。同时在安全方面，替代人工在狭小、昏暗、潮湿的检修沟道内作业，规避高空坠落、磕碰损伤、电气风险等安全隐患，实现“零安全事故”运维。



目前，景曜科技已在轨道交通行业多个智能场景提供了卓越的解决方案，并实现了国内多家地铁公司和地方铁路局的广泛应用，各项应用指标均为行业领先。

在具身智能巡检机器人的规模化应用进程中，仍面临多维度挑战。

在技术可靠性方面，当前系统在精细维修等高精度操作和复杂突发情况应对上仍有不足，对于满足工业场景要求极高的稳定性存在一定鸿沟；户外风雨、温差、楼梯泥地等复杂环境适应性会对机器人的稳定运行构成持续挑战。同时，海量巡检数据中快速精准识别真实威胁的有效性有待提升，且多数机器人仅具备“发现问题”的能力，缺乏“处理问题”（如清除异物）的闭环执行功能。成本与投资回报（ROI）层面，整套解决方案价格较高，可达百万级别，需向客户清晰论证其长期价值优于人工及传统自动化设备。行业认知与标准缺失也是关键制约，国企等大型客户在采购过程中决策链长、对新技术持审慎态度，且行业缺乏统一的采购标准、性能评估体系及责任认定机制。

此外，巡检场景的深度适配要求极高，不同行业、站点的需求差异大，需要机器人厂商具备深厚的行业知识（Know-how）并进行大量定制化开发与数据积累。

7 打磨：在通用性与精细打磨间达成新的平衡

在工业领域，打磨可分为磨削、抛光、去毛刺三大类。人工打磨通用性强但效率低、质量不稳，易出现不均匀、过磨或漏磨。同时打磨作业粉尘多、噪音大、振动强，对工人健康损害大，存在“招工难”问题。磨床效率高、精度高但通用性差，难以实现诸如工艺品、复杂曲面工件等小批量、多品种的定制化打磨需求；而智能机器人在打磨场景的落地应用，不仅可替代高危劳动，解决招工痛点，也能保证产品前后一致性，也有望在生产线上适应柔性生产需求，快速调试定制化打磨方案。长期来看，智能机器人可减少工伤、废品率及培训成本，提高设备利用率。

当前，具身智能机器人在打磨场景主要面向汽车与新能源、航空航天与军工和高端装备等方向。其中，新能源汽车结构件、电池包外壳、铝合金轻量化部件、风电叶片的表面打磨与抛光是重点应用行业。而在航空航天与军工领域，飞机结构件、发动机叶片、火箭、导弹壳体等打磨对尺寸精度和表面光洁度要求极为严苛，技术实现难度较高。

在产品形态上，目前智能机器人在打磨场景仍以专用机器人（例如，固定工位的工业机器人形态，单臂或双臂配置）为主，用于处理 95% 以上的主要打磨任务，侧重于高效率 and 稳定性；而通用机器人（例如，人形机器人或轮式 / 多足移动机器人）则作为补充，用于处理工业机器人难以进入的狭小空间、复杂姿态或对节拍要求不高的工作。

在技术路径上，单纯依赖视觉无法满足工业打磨场景的精度要求。需构建融合“脑-手-眼”协同的多模态能力系统，“脑”指代大小脑在分析决策层与运控路径规划方面的协同，替代传统预先导入工件数模的环节，实现端到端的自主作业；“手”更多指代通过精细力控模拟达到工匠手感，实现精准力控。“眼”则是采用 3D 视觉技术自主识别异形工件、判断打磨区域、规划路径。此外，声觉（通过声音判断材料与磨料的交互状态）的加入也可作为算法训练与模型能力优化的辅助。根据调研，在汽车、军工等领域的打磨场景，斯帝尔提供全栈自研的软硬件一体化解决方案；和意精工则提供免编程的自主轨迹规划软件平台，通过 3D 视觉扫描自动生成打磨路径，大幅降低自动化部署门槛和周期。

场景案例

斯帝尔 × 新能源汽车电池箱体产线 - AI 柔性打磨去除表面焊疤及毛刺

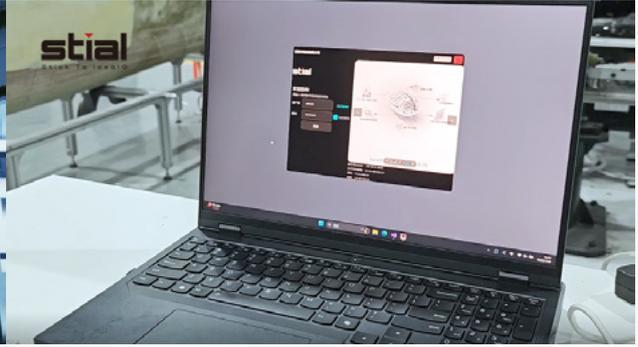
在国内知名新能源车企的电池外壳产线上，斯帝尔提供“感知-分析-决策-执行”全闭环 AI 柔性打磨一体化方案，有效解决了电池外壳打磨效率低、一致性差、过磨漏磨等行业难题。方案通过部署 AI 柔性打磨工作站，覆盖电池外壳大盖板、大箱体等关键工件的打磨任务。系统集成 3D 机器视觉与柔性力控技术，实现多模态环境感知；依托自主研发的 AI 柔性打磨智脑——NextBrain™ AI 磨菇云系统，进行多源异构数据分析与智能决策，快速分析并在线自主规划最优打磨轨迹与工艺参数；最终由搭载 PolishX 柔性力控装置及力 / 位混合控制算法的 AI 柔性打磨机器人执行高精度作业。

实际应用中，单机双旋转工位的工作站设计方案支持 24 小时连续运行，单件打磨效率提升 3 倍以上，焊疤去除率达 100%，一致性达标率达 98%，显著降低人工成本与耗材损耗，全面满足客户对打磨质量与效率的严苛要求。

斯帝尔将新能源汽车电池外壳等零部件打磨作为 AI 柔性打磨机器人的核心落地场景之一。作为专注于复杂打磨的具身 AI 柔性机器人企业，斯帝尔率先立足于打磨场景，构建覆盖“感知-分析-决策-执行”的物理 AI 完整技术闭环，重新定义“打磨机器人”的技术标准。



斯帝尔AI柔性机器人工作状态图



斯帝尔NextBrain™AI磨菇云系统

斯帝尔 AI 柔性打磨技术体系以 AI 赋能工艺规划，使机器人具备工艺自决策与持续迭代能力；通过“柔性力控组件 + 力位混合算法”，赋予其工匠级的精准手感；融合力觉、视觉、声觉等多模态感知技术，构建全域环境感知能力。基于此，AI 柔性打磨机器人实现了从“重复执行”到“自主决策”的跨越，成为具备判断力的智慧工匠。

从高精度模块化硬件，到集“决策大脑”与“运控小脑”于一体的软件系统，结合在多材质工件打磨、抛光、去毛刺工艺上的深厚积累，斯帝尔为新能源汽车、航空航天等领域提供“高柔性、高精度、自适应、自决策”的 AI 柔性打磨一体化解决方案，并将持续推动大模型与工业打磨的深度融合，拓展精密制造场景，赋能全球智能制造升级。

在具体应用中，斯帝尔为案例客户提供的核心产品为搭载自主研发的 AI 柔性打磨智脑——NextBrain™ AI 磨菇云系统的单机双旋转工位 AI 柔性打磨工作站。其关键构成与能力闭环如下：

- ◎ **柔性执行单元**：采用自研力控 xFlex 系列机器人，集成 PolishX 柔性力控技术，六轴结构配合实时重力补偿与主动力控，接触力控制精度达 $\pm 0.5\%FS$ ，可精准适应电池外壳多角度、多曲面的复杂打磨任务。
- ◎ **协同运动系统**：配备双旋转变位机，与机器人实现轨迹协同，保障工件多方位高效、精准打磨。
- ◎ **智能决策核心**：内置 NextBrain™ AI 软件平台，具备机器人建模、任务规划、仿真、数字孪生及多模态感知分析能力，为打磨工艺提供自规划、自决策的数字化支撑。



斯帝尔AI柔性打磨机器人整体工作站示意图

面对打磨工艺中柔性加工与质量一致性的核心挑战，斯帝尔通过多维感知融合确保实时精准的工况识别；依托 AI 工艺智库积累的海量数据支撑工艺自分析与优化；凭借 NextBrain™ AI 磨菇云实现高效、精准的自主决策；并以柔性力控技术保障执行过程的柔顺与精确补偿。由此斯帝尔形成了以全栈技术为支撑的可闭环、可复制、可迭代的 AI 柔性打磨技术能力，精准应对高端制造的复杂打磨挑战。

该项目方案已在新能源车企完成稳定运行 3 个月，累计加工工件超 4000 件，一次合格率 98.5%，客户反馈核心指标（焊疤去除、表面光顺度）达标；

- ◎ **效率提升**：单件加工时间较人工缩短 67%（人工打磨大箱体需 15-20 分钟 / 件，机器人仅需 9 分钟）；
- ◎ **质量优化**：表面一致性较人工提升 80%，返工率从 15% 降至 1.5% 以下；
- ◎ **成本节约**：单条生产线年节约人工成本 30 万元以上，耗材损耗率从 15% 降至 10.5%；
- ◎ **安全价值**：避免人工长期处于粉尘、噪音环境，作业安全风险显著降低。

目前，该解决方案已在 3 家国内头部新能源汽车零部件供应商的电池壳产线中落地应用，于华东、华南两大制造基地共部署 5 套 AI 柔性打磨工作站。同时，该方案已拓展应用至航空航天结构件、工程机械核心部件等复杂曲面打磨场景，累计完成 12 个落地项目。面对下一代固态电池技术发展趋势，斯帝尔将持续攻关与之匹配的高精细、高柔顺打磨工艺，为电池技术迭代提供制造赋能。在此基础上，将进一步拓展海外新能源汽车供应链市场，推动业务实现系统化、规模化布局。

综上，具身智能打磨机器人并不会简单替代传统磨床或协作机器人，而是以补位和升级的角色，重点解决传统自动化因柔性不足、无法处理复杂异形件而无法覆盖的“边缘”场景、或人工难以持续保持高精度的精密作业。在未来，技术将持续向更智能、更柔性的方向发展。打磨场景对硬件算力要求较高，高精度力控与路径调整需毫秒级响应；同时，存在一定的工艺知识壁垒，力度、转速、路径、材料特性、磨具类型等打磨工艺参数复杂，相关数据采集的有效性需进一步保障，数据标注与算法训练成本高昂。于机器人厂商而言，这是其产品后续在柔性打磨场景实现规模化应用亟待解决的问题。

8 质检：仍在验证阶段，瞄准长尾及小批量柔性需求

具身智能机器人在质检场景的应用，目前主要定位于传统固定式、高成本非标自动化光学检测设备（AOI）难以覆盖的长尾、小批量、多品种、柔性化质检需求，以及产线中仍需人工参与的复判环节。其发展关键在于持续提升视觉算法的泛化能力、降低部署成本，并深入理解各垂直行业的工艺需求。

同样基于多模态感知融合（视觉、触觉、力控）技术，具身智能机器人在质检场景中的落地需要融合 Sim2Real（仿真到现实）技术与 AI 算法来进行缺陷分类、深度学习和多源信息综合判断，以此实现对工件的高精度、全方位检测。具身在此场景的应用可以有效弥补人工检测易受疲劳、情绪影响及对微小缺陷识别率低的局限性，能够稳定满足电子、半导体等行业对微米级精度与高节奏生产的检测需求，并在高温、有毒、辐射等复杂危险环境中展现出不可替代的应用优势。更重要的是，智能机器人支持 100% 全检与自动数据记录，形成可追溯的数字档案，便于质量分析、工艺优化与模型能力的提升。

场景案例

灵宝 CASBOT × 中科慧远 - 工业具身质检柔性应用场景

场景应用聚焦在中科慧远所提供质检服务的制造业企业。中科慧远作为国内领先的工业质检 AOI 设备资深企业，拥有多年 AOI 技术及产品工程经验，核心需求是研发开拓更通用、具身、柔性灵活部署的类人质检设备，补齐当前 AOI 设备的短板，利用具身智能技术的“手眼协同”模式，打造行业新范式，使工业质检既能适应复杂多变场景，又能兼具导入效率；既有统一确定的形态，以人机替换人机协同的模式下，及不改变现有产线，又具备灵活调整及持续学习升级能力。

本次灵宝 CASBOT 与中科慧远双方联合研发推出业内首款工业具身质检机器人 CASIVIBOT，核心技术涵盖机器人本体运动控制、AOI 视觉检测、质检大模型算法，端到端实现低响应延迟、高质检效率，真正意义上实现“手-眼-脑”协同控制高效精准质检。该产品已在深圳某汽车电机定子生产客户现场进行落地验证，它能够精确识别微米级微小裂痕和毛刺，并单件检测时间小于 5 秒，为期 3 月，百万条有效数据采集，同期也完成了该设备的抗疲劳测试。

场景运行流程（以小电机定子检测为例）：

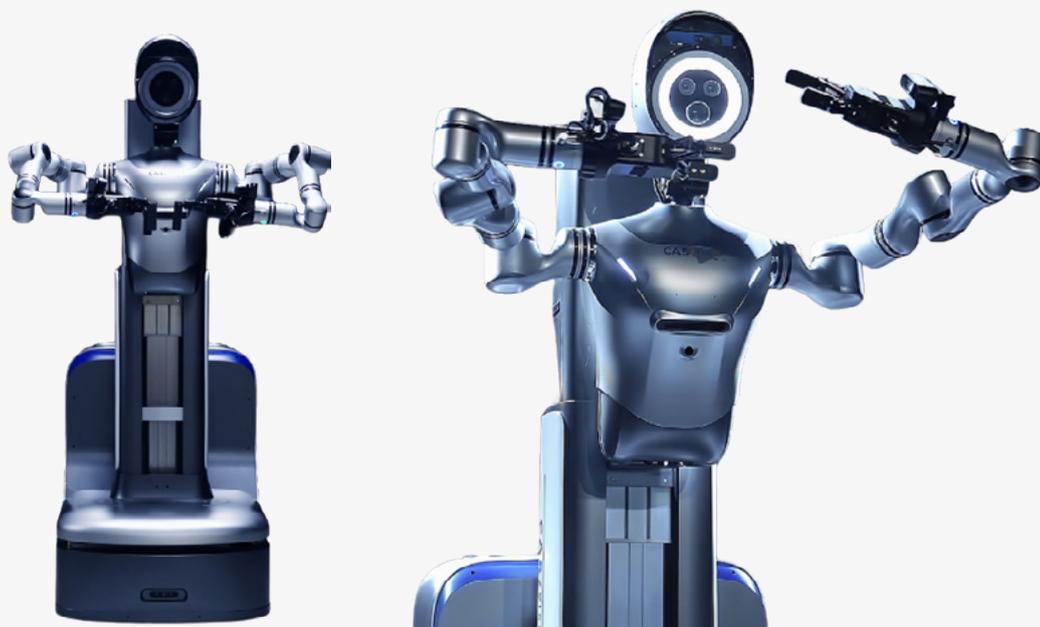
- ① 产线物料通过输送系统抵达检测工位。
- ② 机器人基于轻量化的 VLA 操作模型，快速识别物料定位；“手”部机械臂与自适应夹具协同作业，完成物料抓取、物料翻转，左右“手”交替作业。
- ③ 机器人“眼”部多光谱感知系统结合物料抓取的节拍完成物料外观全识别，对外观缺陷进行视觉检测。
- ④ 基于视觉语言大模型的“鉴心”平台，对小样本缺陷特征进行识别与成因分析。
- ⑤ 检测数据实时同步至“鉴云”云端平台，实现跨工位数据互通与集中管理。

上述工业质检场景是灵宝 CASBOT 的核心业务场景之一，其核心技术为全栈自研机器人软硬件平台，以轮式机器人为载体，硬件上具备操作、搬运、包装、纠正等本体行为能力，服务中大型制造企业与系统集成商。软件

平台上具备机器人管理能力，在调度过程中会有数据的记录与反馈，以及突发情况的人员接管实时摇操等应急预案。公司战略定位“工业具身领航者”，未来将深化与中科慧远的合作，拓展工业质检场景中“检测 - 修复 - 分拣 - 包装 - 搬运”的闭环应用，以降本增效为主旨，以灵活商业落地为基准（以租代买，计件，直接购买），与工业场景中具备核心数据、核心产品、资质认证、用户反馈良好的公司深度绑定，共同打造云网端全智能化柔性产线。

中科慧远则依托多年 AOI 技术与质检大模型积累，主攻工业质检算法与解决方案，实现算法高精度与通用性，可快速打开并开发多类工业质检场景，服务 3C 电子、汽车等行业客户。未来将持续联合灵宝，共建更通用、拟人化的柔性质检生态。

CASIVIBOT 采用具身设计，依托“手 - 眼 - 脑”协同的技术架构，实现工业产线的灵活操作。“眼”由三组相机组成的多光谱感知系统，可进行大视野扫描与微米级精准检测，支持不同材质、复杂曲面及高反光工件的识别需求。“手”是机械臂与可切换的灵巧夹具组合，模拟人类手臂的灵活动作，并可通过轨迹规划算法双臂协同自主避障和调节操作路径。“脑”则是基于中科慧远在工业质检场景积累的工程经验，自主研发“慧脑”AI 平台，具有垂直行业模型及百万级精标注缺陷样本数据库，具备行业内类间小样本迁移能力，可通过语言描述引导识别，实现多模态融合检测。正是这三大核心模块的“仿人”与“协同”，使 CASIVIBOT 真正具备了“看得见、抓得准、判得明”的全链路智能质检能力。



CASIVIBOT 不仅能模仿质检工人的行为动作，投入到重复、高强度的质检工作中；伴随着质检工作人员不断给予其监督、指导的经验，可以不断自主学习增强机器的自主性，基于模型的比对、记忆、推理等能力放大经验的价值。在群体部署层面，机器人可通过云端进行集中管理，实现“一机训练、群体部署”，同时支持知识在设备间快速迁移，使企业在不同工厂、不同产线、不同产线类目中都能快速部署高效质检能力。

整体上来看，CASIVIBOT 致力于推动工业质检从传统专机向智能柔性化升级，在提升检测效率与精度的同时，降低对人工经验的依赖，实现工业质量控制的智能化转型。其场景应用的核心壁垒包括：

- ◎ **技术体系自主化**：从多光谱偏振成像感知硬件，到“慧脑”AI 决策算法，再到人机协同控制软件，构建全栈自研技术架构，无核心技术依赖；
- ◎ **小样本泛化能力**：基于视觉语言大模型的缺陷检测方案，解决小批量生产场景下标注数据不足的行业痛点，新品类适配效率较行业平均水平提升 80%；
- ◎ **系统协同性优势**：“手 - 眼 - 脑 - 云”全链路协同设计，感知精度、决策速度与执行效率深度匹配；
- ◎ **场景适配灵活性**：自适应夹具与模块化设计，支持多品类产品快速换型，同时兼容不同产线布局，部署成本较定制化质检设备降低 30%。

在质检场景中，具身智能的应用面临技术与产业层面的双重挑战。技术层面，其可靠性与精度高度依赖真实场景的质检数据，而此类数据往往匮乏且采集成本高昂，导致 AI 模型泛化能力不足，难以快速适应新的质检项目或产品变种；产业层面，系统集成复杂度高，需将机器人、传感器、算法平台与生产管理系统（如 MES/QMS）进行无缝整合，是一项复杂的系统工程；同时，各工厂缺陷数据私有化严重，缺乏公开、权威的缺陷数据集，对算法的持续进步与公平评测也形成一定制约。

PART 3

SAP Embodied AI在工业场景中的强效赋能



SAP Embodied AI在工业场景中的强效赋能

1 Physical AI 与商业智能间存在显著 Gap

2025 年以来,随着资本频繁入局、政策不断引导、技术持续迭代更新,多元具身智能机器人产品呈现百花齐放的状态。毋庸置疑,具身智能浪潮正重塑工业自动化。然而,机器人硬件本身(身体)与通用人工智能 AGI(大脑)的结合,在实际场景应用中并不能直接解决企业的核心业务问题。

● **缺乏业务场景感知**:大多数机器人公司专注于实现“如何移动”的技术突破(如灵巧操作、自主导航),但缺乏对行业 know-how 的理解。机器人不了解实时订单优先级、质量规范、客户承诺或库存约束,其行动无法与动态变化的业务目标对齐。

● **数据与流程孤岛**:机器人在物理世界执行任务,其产生的操作数据(如传感器读数、执行结果)与企业核心业务系统(如 ERP、WMS)相互割裂,无法形成“感知-决策-执行”的闭环。这导致机器人只是执行了自动化任务,却未能融入端到端的业务流程,无法实现全局最优。

● **集成与部署壁垒高**:企业若想部署机器人,需要投入大量资源进行定制化开发,以连接机器人系统与已有的企业软件,过程复杂、成本高昂、风险大。

● **成本核算始终是难以跨越的难题**:在没有业务智能引导的情况下,人机协同、任务分配等容易陷入单纯的技术优化,而不是基于客户需求、生产效率或利润目标进行驱动,导致 ROI 无法最大化。

基于上述,一个强大、聪明的具身智能机器人躯体在实现软硬协同的前提下,也需要一个懂企业运营的“认知大脑”,才能真正成为高效、智能的企业资产。

2 SAP Embodied AI 为机器人赋予商业智能

在 2025 年 11 月 4 日 SAP TechEd 全球大会上,SAP 宣布了与全球 7 家头部机器人企业合作,以 SAP Embodied AI 解决方案,为机器人赋予商业智能。其中包括 4 家中国的机器人公司宇树科技、银河通用、加速进化、智元机器人,以及 3 家国外机器人公司 NEURA Robotics、Anybotics、Humanoid。

SAP Embodied AI 解决方案面临的业务环境是什么?

从全球来看,75% 的全球雇主难以填补职位空缺,43% 的仓储和配送企业因 2024 年人员短缺而损失收入,全球制造业工人预计到 2030 年短缺 790 万人,一半的现场服务技术人员年龄超过 50 岁,因为难以找到技术工人 32% 的组织将维护工作外包,以及越来越多的高危高压工作引起了人们的关注。

在这样的环境下,企业面临着“以更少资源实现更多价值”的挑战,需在资源有限的情况下推动增长、提升敏捷性。最受企业关注的业务需求包括:降低运营成本、确保业务连续性、快速扩展运营、适应不断变化的需求、处理高体力强度任务、以及提供始终如一的高精度质量等。

企业从依赖人工的运营转型为自动化劳动力解决方案。到 2030 年,全球劳动力中将有 2% 为 20 万个人形机器人和 10 万四足机器人,助力实现 20% 的工业流程自动化。在这个过程中,SAP 希望成为产业赋能者,提高机器人的灵

巧操作与移动性，增强机器人的感知能力，提升机器人的自主决策与规划能力，适配业务场景与业务逻辑。

作为企业应用和商业 AI 的全球领导者，SAP 的愿景是：“基于 SAP Joule 智能体，通过具身机器人将 SAP 的业务逻辑从数字世界执行到物理世界，从而链接 SAP 业务逻辑与具身机器人，给机器人赋以商业智慧”。SAP 具身 AI 智能体将基于实时业务场景，提供最佳的行动原因和时机，以弥合业务软件与现实世界执行之间的鸿沟。

3 SAP Embodied AI 与 Joule 智能体

作为真正了解企业业务的 AI 智能助手，SAP Joule 与 SAP 业务系统深度集成，基于自然语言处理技术，为用户提供全面洞察，帮助完成各种任务，还能保障数据安全，提升企业运营效率和决策质量。Joule 基于企业数据，提供安全、基于角色的智能洞察，确保符合 SAP 治理规范与 AI 伦理原则。Joule 在保持人类主导控制权的同时，推动效率提升、数据驱动决策与持续的业务转型。

而具身人工智能（Embodied AI）旨在将人工智能与物理形态（如机器人）相结合，使其能够在现实世界中感知并执行动作。SAP 的具身 AI 智能体通过让机器人具备认知能力，将 SAP 商业 AI 的价值延伸至物理场景，帮助企业更快适应不断变化的业务环境。SAP 的具身 AI 智能体架构包含以下关键部分：

● AI 基础平台

AI 基础平台是一套 AI 操作系统，可通过单一统一入口，大规模构建、运行及集成定制化 AI 智能体与复杂 AI 解决方案。Joule 智能体是嵌入在 SAP Business Suite 商业套件中的自主式、业务感知型 AI 智能体，可跨业务职能运作，链接数据、决策与行动，简化 workflow 并实现端到端流程自动化。依托 SAP 知识图谱、SAP 业务数据云及 SAP 多种应用，Joule 智能体通过深度理解企业数据与实时业务，实现业务活动的智能协同运作。SAP Joule 智能体可与用户其他智能体协同，在复杂业务环境中完成推理、执行与自适应，从而提升运营效率、决策准确性与组织敏捷性。SAP AI Core 提供对 SAP 及非 SAP AI 模型的集成访问，包括基础大模型，以及面向特定场景的定制训练模型。

● Joule 智能体

具身 AI 智能体架构中，Joule 智能体作为认知层，连接物理体系与 SAP 业务应用，提供实时业务感知与决策能力。借助 Joule Studio，用户可通过简易操作，创建、部署、监控与管理基于 Joule 的定制化智能体和功能。低代码、无代码体验大幅加速智能体落地，从而拓展 Joule 的使用价值并优化业务流程。

SAP Joule 智能体，全面激活企业运营效率。Joule 智能体不仅了解业务流程，并且以安全合规的方式访问数据。凭借超过 1,300 项技能，Joule 智能体能够将导航任务和事务型任务执行速度提高 90%，而且这些智能体能够在企业内部实现跨部门、跨业务的协同运作，全面提高工作效率并节省资金。

• 具身 AI 智能体

SAP 具身 AI 智能体是可与现实环境中的物理设备直接集成的智能系统。它们作为认知核心，既能理解实时业务，也能解析物理环境感知信息，并依据企业战略目标执行自主行动。这类智能体可部署于补货、视觉检测、零售合规、客户履约等多种场景，并执行以下任务：

- ◎ 实时感知并解析物理环境
- ◎ 针对异常、延迟或环境变化做动态自适应
- ◎ 依据业务优先级与运营规则进行自主行动

注

职责划分：

物理设备提供商（如机器人、无人机、自动驾驶设备）负责设备的物理运动与感知功能；而 SAP 具身 AI 智能体则专注于判断感知信息的业务意义，并选择由业务驱动的恰当响应。

部署考量：

具身 AI 智能体的实施与部署取决于底层物理设备与平台的能力及限制——例如信息延迟、网络连接、边缘计算能力等。

作为企业自主物理体系的中枢神经系统，具身人工智能层（具身 AI 层）提供持续服务，以标准化并管理自主物理系统与 SAP 数字业务核心之间的交互，确保运行智能、安全且与业务目标保持一致。该层的核心是空间知识，它为认知机器人提供相关的执行支持。位置与空间数据管理组件通过跨厂商航点 / 兴趣点（POI）标注系统、物理世界地图集成等服务，向自主系统提供易于理解的、标准化的物理世界信息，确保位置数据的互通性以及在不同业务线应用间的统一性。该底座支持认知学习、评估优化与可解释性，且所有环节均发生在实际业务任务中。至关重要的一点是，它能够感知业务优先级、行为准则与安全规则，确保自主系统完全符合企业标准运行。SAP Embodied AI 解决方案则保障与各类认知机器人（如人形机器人、四足机器人、无人机）实现标准化、易配置的连接。

SAP Embodied AI，是将 Joule 具身化，它不是一个模拟层，而是运行在机器人内部边缘设备上的运营 AI 层。它作为基础层，赋能 Joule 智能体在物理环境中安全、高效、持续优化地运行。

SAP Embodied AI 具备以下四项核心能力，形成闭环：

- 1. 学习管理：**从物理反馈、仿真和历史数据中持续学习，优化任务准确性。
- 2. 仿真协调：**利用数字孪生（如与 NVIDIA Omniverse 合作）在虚拟环境中预验证和优化机器人行为，降低部署风险。
- 3. 执行指引：**将 SAP 业务事件（如“新订单到达”、“设备报警”）转化为具体的机器人指令序列。
- 4. 实时处理业务事件与数据：**实时访问并理解来自 SAP 系统的业务事件和结构化数据，确保行动与业务 KPI 对齐。

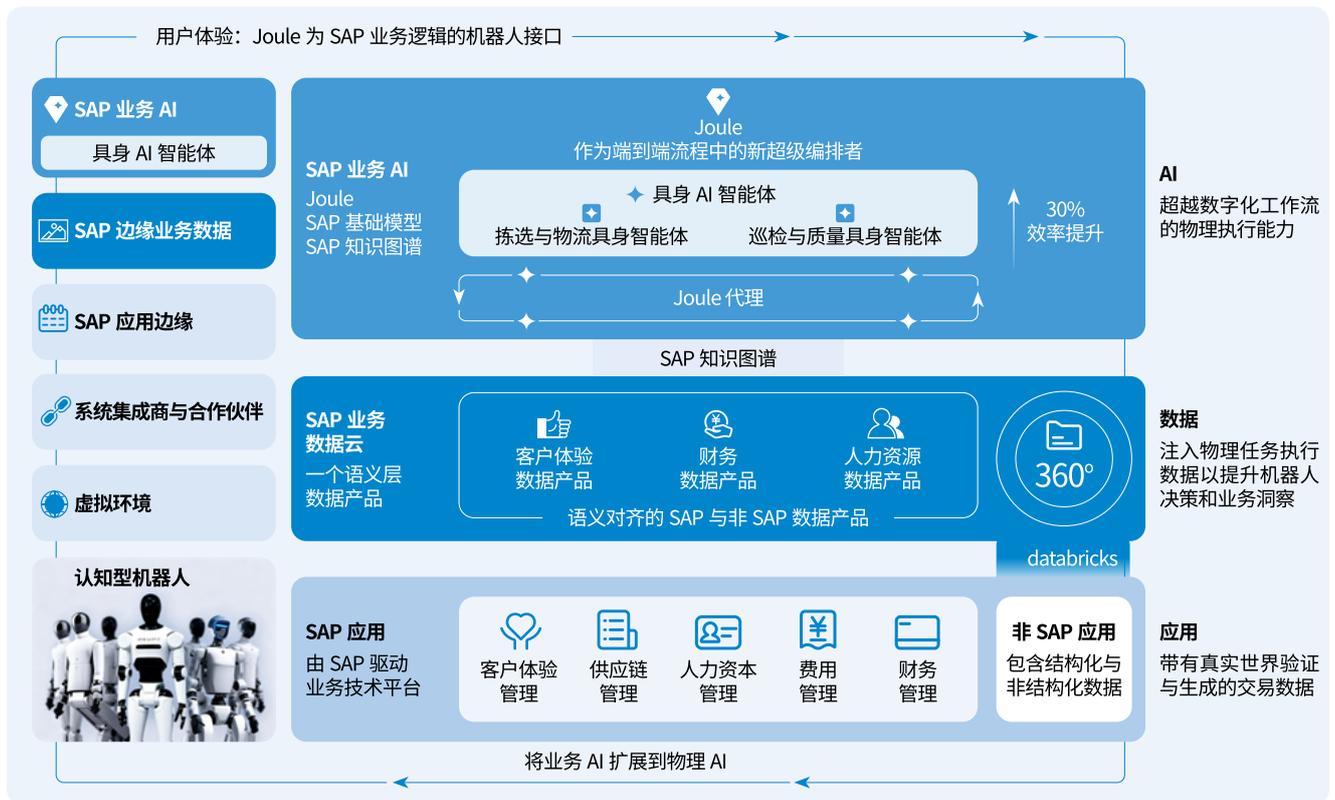
Joule 的工作模式是充当“物理世界 - 数字世界”的桥梁。机器人通过具身化 Joule 感知物理环境，同时 Joule 从 SAP 系统获取“为什么做”的业务意图，生成“如何做”的物理指令，执行后再将结果反馈回业务系统，形成数字记录与实际状态一致的闭环。

而 Joule 的独特优势在于，不仅能解决“如何移动机器人”（技术层），更能解决“机器人为何以及何时应该移动”（业务层），从而让机器人理解企业业务，真正跟企业业务打通。

SAP Embodied AI 解决方案给业界带来的价值是：在业务场景和流程对齐下执行物理任务；以业务优先级为导向，将行动与数字化工作流连接；应用行业最佳实践以高效执行任务；为 AI 智能体扩展物理技能和基于任务的洞察。从时间线来看，当前机器人是情境化物理任务执行，即“我们知道机器人需要在什么业务场景下执行任务”；在结合了 SAP Embodied AI 解决方案之后，变为业务成果优化，即“我们知道为什么以及何时采取行动，以获得机器人带来的最佳业务成果”；而这个方案从远期看，可以实现端到端物理流程交付，即“我们为您的企业运行并优化物理任务执行”。

SAP 凭借以下差异化优势，在具身智能的未来布局中占据独特地位：

1. SAP 有全面的企业应用集成。SAP 基于 Business Suite 解决方案，在企业财务管理、供应链管理、人力资源管理、费用管理、客户体验管理等方面为企业赋能。服务企业包括 500 强企业、高增长企业、还有一些融资在 A 轮但具有长期发展规划的初创企业。将物理流程与 SAP 全套应用深度互联，打造功能独特的 Embodied AI 智能体，其融合了企业真实交易数据，确保数字真实反映运营实际。



2.SAP有端到端的全面数据体系。基于SAP业务数据云(SAP Business Data Cloud),在全面真实数据可用的基础上,捕获物理世界运营数据,实现双向企业智能。既可以优化机器人决策,又可以优化企业业务洞察。

3.SAP有单一界面提高端到端效率。通过SAP,用户可通过自然语言与智能机器人交互。这种简洁性,搭配具备业务场景理解能力的机器人,让不同技能水平、不同业务职能的人员,都能基于企业数据自动化执行复杂的物理操作。

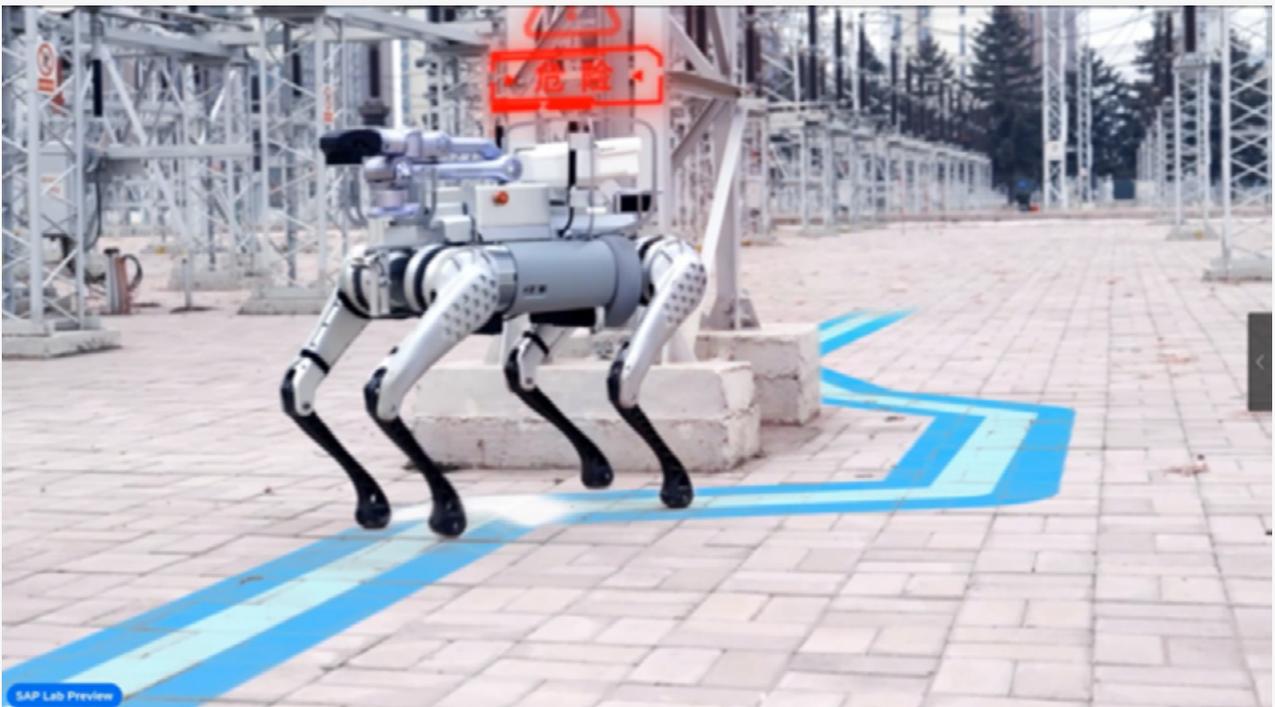
作为企业应用和商业AI的全球领导者,SAP在190+国家与地区开展业务,有25个不同行业的专业解决方案,100+创新与研发中心,超过2.58万生态合作伙伴。这些积累也都为布局具身机器人赛道,沉淀了难以复制的战略性资源。

4 SAP 赋能具身智能机器人工业场景案例

案例 SAP X 宇树 - 智能巡检共创工业落地场景

SAP 开放 APM 资产管理系统，与宇树四足具身机器人共创了巡检场景。

典型场景为：SAP APM 是 SAP 供应链管理体系中的一个资产管理系统，系统发出一条原水泵资产检测的预警通知，系统提示原水泵因过热而漏水，并展示了一周内的轴承温度变化。一键唤起 AI 智能助手 Joule，Joule 生成原水泵漏水预警，发起对该资产执行视觉检测的任务，并向机器人发出实时指令。宇树四足机器人接收到指令，并实时进行资产巡检，发现目标资产、拍照、检测信息实时回传系统。系统收到反馈，“检测到异常，生成泵体漏液维修保养请求，并发起更换泵体连接件的任务”，并生成新预警和通知。SAP APM 系统资产检测任务关闭。



技术对接过程中的主要节点：

- 1. 数据集成：**主数据集成（从 SAP APM 任务到生成宇树巡检计划），宇树平台的 API 确认可用。将纯文本任务转换为宇树指令，如通过 SAP Integration Suite 提供生成式 AI 辅助。转换后的数据通过 REST API 写入宇树 SLAM 数据库。
- 2. 由具身智能体赋能：**SAP APM 事件警报，由系统唤起 Joule 智能助手；Joule 触发宇树平台内的异常检测，在宇树平台中创建任务；由宇树视觉检测模型提供视觉检测功能：宇树拍摄照片，并在宇树的硬件上执行视觉检测推理；结果通过可用的 REST API 发送给 APM。
- 3. 下游处理：**在 SAP PM 中创建维护通知。

The screenshot displays the SAP Embodied AI interface. On the left, an 'Alerts (67)' table lists various technical objects and their status. The table includes columns for Alert Type, Technical Object, Origin, Occurred On, and Last Update. One alert for 'Leakage' on a 'Raw Water Pump' is highlighted. To the right, a 'Water Chart' shows a line graph of 'Reading Temperature (°C)' over time. Below the chart, a chat interface shows a user asking 'How can I help you?' and receiving a response about a 'Leakage' alert. A task card titled 'Insert Visual Inspection' provides details about the alert and the required action: 'Maintenance Request for Pump-Fit Leak Repair: Replace Pump Filings'. The interface also includes a 'SAP Log Problems' button and a 'Message Input' field.

Alerts (67)

Alert Type	Technical Object	Origin	Occurred On	Last Update
Surface Damage	Insulator 10640193	Rule	Aug 21, 2025, 01:32:17 PM	Aug 21
Leakage	Raw Water Pump 10000228	Rule	Aug 21, 2025, 03:35:14 PM	Aug 21
Surface Damage	Transformer, 300K VA 10001511	Rule	Aug 21, 2025, 04:22:07 PM	Aug 21
Surface Damage	Transformer, 300K VA 10000347	Rule	Aug 23, 2025, 02:12:15 PM	Aug 23
Leakage	Raw Water Pump 10000502	Rule	Aug 23, 2025, 03:11:05 PM	Aug 23
Surface Damage	Transformer, 300K VA 10000503	Rule	Aug 23, 2025, 03:37:55 PM	Aug 23
Surface Damage	Transformer, 300K VA 10000531	Rule	Aug 24, 2025, 01:02:17 PM	Aug 24
Surface Damage	Insulator 10640193	Rule	Sep 01, 2025, 10:11:12 PM	Sep 01
Leakage	Raw Water Pump 10000228	Rule	Sep 01, 2025, 11:54:43 PM	Sep 01

Water Chart

Reading Temperature (°C)

Water Chart

Task Start Time: 11:48:48 AM

Insert Visual Inspection
Quality Inspection Request
Image Accuracy Identified

Task Information

- Asset Inspected: Raw Water Pump (10000228)
- User Identified: Leakage
- Location: Maintenance Request for Pump-Fit Leak Repair: Replace Pump Filings

Working on the task...

Message Input

SAP 与宇树科技共创的 Embodied AI 巡检场景，所带来的价值是：

- 1 这个场景改变了机器人的行动模式，机器人从过去仅作为功能性工具存在，依据固定指令执行单一离散任务，变成了智能化执行任务。通过智能推理与自主行动，在物理世界中自主完成业务 workflows。这类场景的深化和扩大，将提高机器人的智能化水平。在这个场景中，四足机器人感知到了业务需求，从工业自动化驱动的单一行，转为实时响应业务的需求，从而提高了巡检效率。
- 2 企业管理末梢延伸到具身机器人，使企业数字化水平进一步提高，管理效率提升。
- 3 在该 POC 落地过程中，SAP 跟宇树一起共创了解决方案，也为双方将这个解决方案一起进行产业方落地提供了一种崭新的模式。

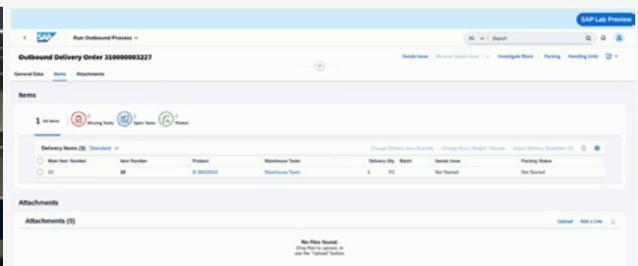
案例

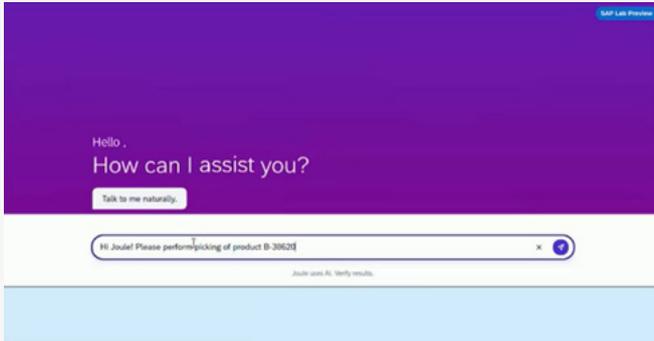
SAP × NEURA × BITZER – 前沿科技验证可量化的生产力提升

制冷、空调及热泵技术领域的领军企业 BITZER 与 SAP 及 NEURA Robotics 合作，对仓库物流进行革新。在近期的概念验证试点中，BITZER 的仓库成为欧洲最先进人形机器人之一 4NE1 的测试平台，该机器人可自主实时完成物品拣配任务。



这个拣配任务由 SAP Embodied AI 智能体发起，通过 SAP BTP（业务技术平台），集成了来自 SAP S/4HANA 扩展仓库管理（EWM）的业务逻辑。在任务部署到仓库实际场景之前，4NE1 已通过 NVIDIA Isaac Sim 软件完成了虚拟训练，确保机器人可直接投入实际作业。通过将 SAP Embodied AI 融入仓库运营，BITZER 实现了 7X24 全天候资源利用和高响应度。





该技术可以在需求波动与高峰期提供支持，从而提升业务效能，并以灵活、可扩展的能力配合常规业务安排，确保运营在波动负荷下仍保持敏捷高效。得益于统一数据源，任务可实时新增或取消，机器人能瞬时执行变更，大幅提升响应速度。这使BITZER在优化资源利用的同时，维持高水平服务水平。



我们非常高兴与 SAP 和 NEURA 共同推进具身 AI 项目。我们相信此次合作将提升我们的运营效率，并推动流程创新。

——Christian Stenzel, BITZER 企业组织与 IT 副总裁

案例

SAP x NEURA x Sartorius - 重塑仓库运营

想象走进一座智能机器与人类并肩协作的仓库。Sartorius 首个具身 AI 概念验证项目证明了这一愿景的可行性，也标志着其迈向新一代物流体系的重要里程碑。

该概念验证项目同样由 SAP 与 NEURA Robotics 合作交付，展示了具身机器人如何在高端仓库环境中为人类提供支持。人形机器人 4NE1 在 NEURA Robotics 实验室中完成了针对 Sartorius 产品的相关训练。

该解决方案的部署依赖 Sartorius SAP S/4HANA 迁移以及 2025 年 5 月上线的 SAP 扩展仓库管理 (SAP EWM) 模块，为充分发挥 SAP 最新科技优势奠定了基础。

项目成果显著提升了运营效率，增强了业务韧性。“我们非常荣幸能与 SAP 和 NEURA 携手，共同引领这一崭新时代。” Sartorius 运营与供应链业务流程管理经理 Steffen Dietz 表示。

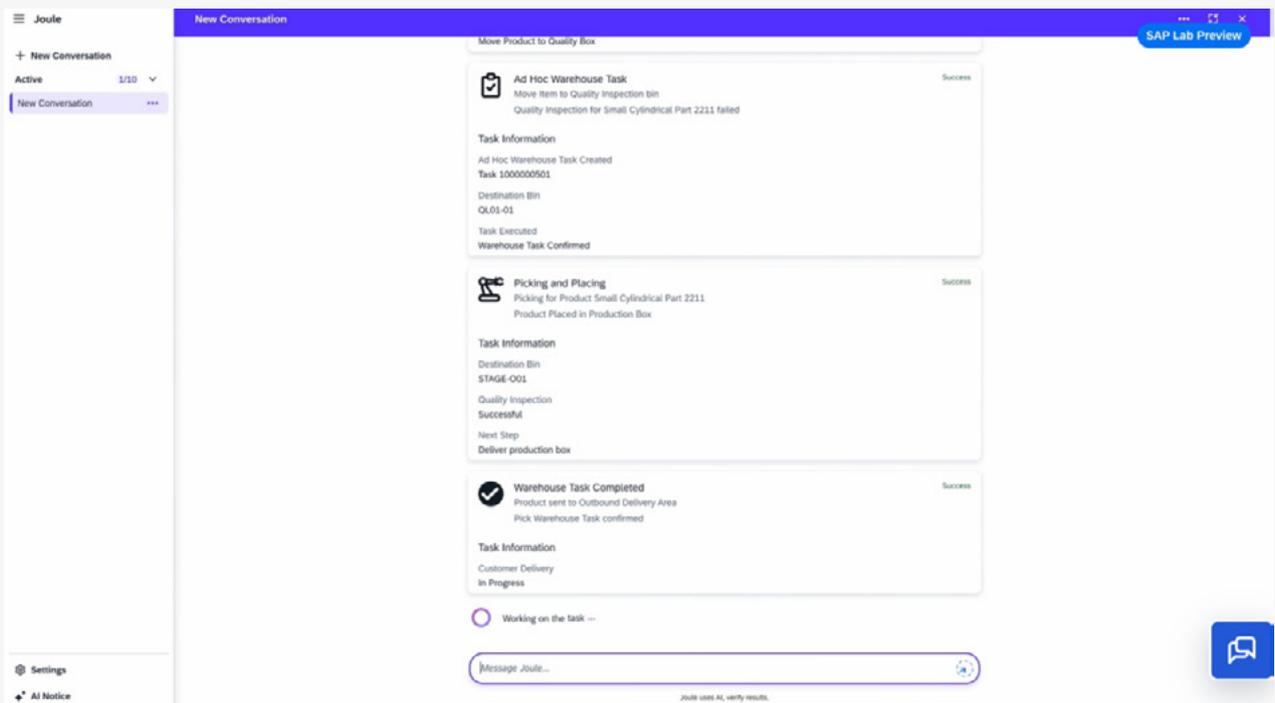


迄今为止，与许多企业一样，我们一直聚焦于定序自动化——专用设备仅能完成单一任务。如今，我们正让自动化变得更智能、更具动态适应性，以助力我们应对快速变化的世界。

——Steffen Dietz, 运营与供应链业务流程管理经理

案例 SAP x Martur Fompak x Humanoid – 优化 Martur Fompak 汽车生产流程

全球汽车座椅系统领域的领军企业 Martur Fompak 与 Humanoid 及 SAP 展开合作，探索人形机器人如何革新现场作业流程。



Humanoid 提供具备高性价比的工业自动化与仓库解决方案机器人，其模块化设计可灵活适配物流作业、资产监控及现场服务场景。双方团队正共同测试具身机器人如何为该公司遍布全球多个国家与地区的 30 座生产基地提供拣配与包装作业支持。

这个项目将 Humanoid 机器人与 SAP 解决方案深度集成，可执行零部件抓取和放置、料盘装载、精准放置进生产容器等任务。SAP Embodied AI 智能体则基于生产订单与零部件型号提供业务感知支持。

初步结果已证明，拆解零部件、料盘搬运、物料配套等重复性和高工效负荷的作业，实施自动化的价值显著。这些实验将为更广泛的转型奠定基础——未来人形机器人将深度参与由 SAP 驱动的制造环境与物流流程。

“

SAP AI 平台赋予机器人智能，使其能够根据企业业务需求自适应与规模化扩展，从而打造柔性自动化。

——Artem Sokolov, Humanoid 创始人兼首席执行官

PART 4

具身智能机器人在B端逐步投入落地，C端仍在早期探索



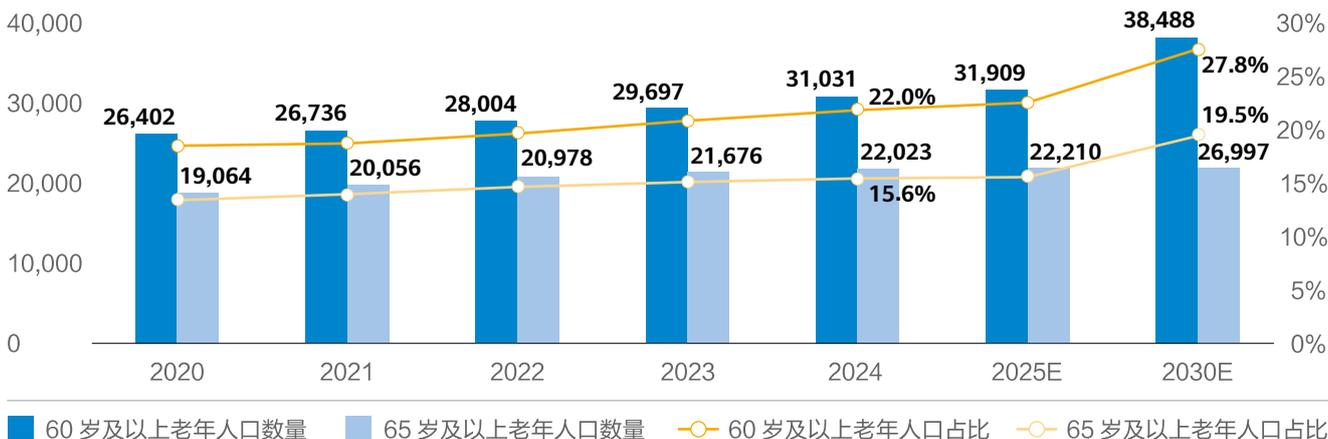
具身智能机器人 在B端逐步投入落地、C端仍在早期探索

C端应用场景则面临更多的开放性与不确定性，例如家庭服务、陪护等需求复杂，场景开放性较强，技术成熟度与成本未达消费级要求。此外，受制于C端用户的认知与安全伦理问题，具身智能在此方向的应用多处于早期探索阶段，尚未投入规模化应用。

在服务领域，老龄化加剧劳动力短缺，同高品质生活服务的需求升级形成鲜明矛盾，也正在加速催生具身智能落地的空间。

世界范围内，人口老龄化成为各个国家和地区面临的共同挑战。根据联合国预测统计，全球65岁以上老年人在总人口中的占比可能由2000年的6.8%上升至2040年的14.3%，步入中度老龄化阶段；2050年该数值可能上升至16.3%，本世纪下半叶中后期可能达21%，步入重度老龄化阶段。其中，亚洲将成为老年人口最多的区域之一。根据相关统计，2020-2030年中国65岁及以上老年人口数量将从1.9亿上升至2.7亿；其占比将从2024年的15.6%上升至2030年的19.5%。

2020-2030E 中国老龄化人口数量（万人）及占全国人口比重情况



数据来源：国家统计局，2024 国家老龄事业发展公告，《中国人口老龄化的过去、现在和未来（乔晓春）》，来源

短期来看，老龄化带来对于医疗保健、养老康护的需求；长期来看，还会伴随有劳动力短缺和经济增长压力的问题。国家统计局数据显示，从2012年到2023年的十几年中，平均每年15-59岁劳动力资源数量净减少500-600万人左右。而具身智能机器人的势起，在这两者上均有极具潜力的发挥空间。此外，人类生产生活领域中仍存有大量亟待解决的复杂任务场景，成为具身智能机器人真正参与到生产、制造、流转、销售与服务各个领域的入口。

● 养老护理成刚性缺口

随着失能老人数量不断攀升，护理需求与康护服务人员需求更为显著。而具身智能机器人可承担助行、喂饭、翻身、健康监测等基础护理工作，缓解护理人力不足的压力，同时避免人工护理中的疏忽风险。

● 家庭服务场景同步扩容

从衣物叠放、餐具清洗到家居清洁、儿童陪伴，具身智能机器人需适配不同户型、不同物品形态的复杂场景，例如自主规避家居障碍物、识别不同材质衣物的清洗方式。例如，具身智能可以更好地赋予传统扫地机器人更灵活、自主和高效的清洁服务。

● 公共服务效率亟待提升

在酒店配送、商超导购等导览场景中，人流密集、需求分散的特点导致人工服务效率受限，具身智能机器人可通过自主导航、多模态交互（语音 + 视觉等）等技术快速响应需求服务领域中，情绪价值与陪伴价值的提供是具身智能机器人迈向千家万户的重点。

具身智能机器人产品在商业服务等场景的落地进度评估

服务对象类型	应用场景	必要性	技术成熟度	商业化进度
B	配送	中（效率提升）	高（已规模化）	批量落地
B&C	清洁	中（效率提升）	高（已规模化）	批量落地
B	无人零售	中（效率提升）	中（PoC 验证期）	早期商业化
B	商业综合服务	低（门店展示）	低（功能有限）	试点推广
B&C	娱乐陪伴	低（需求复杂）	中（功能有限）	概念验证早期
B&mini B	科研	低（需求复杂）	低（技术瓶颈）	概念验证早期

1 配送：自适应交付「最后一公里」或「最后一百米」

配送场景被多家具身智能公司视为近期商业化落地的重要方向。在园区、社区、餐饮、零售、酒店等相对结构化但又具有一定动态性的环境中，末端配送在高峰期面临显著的劳动力缺口与高昂的人力成本，而传统自动化设备难以应对“多品类商品 + 动态人流 + 空间变化”这一复杂组合。具身智能机器人凭借更强的环境感知、任务理解与自主决策能力，正在从固定路径执行向“理解意图—规划路径—动态调整—完成交付”的全流程智能配送演进，有效应对“最后一公里”乃至“最后一百米”的交付挑战。

当前，轮式专用机器人因其高移动效率、低部署成本和成熟的技术栈，在配送场景的商业化落地速度明显快于通用型人形机器人。例如，越疆推出的 Dobot Atom 系列轮式人形机器人已在展厅导览等轻量级配送场景中实现“端送物品 + 自主移动”；同时，其与药师帮合作探索人形机器人担任智慧零售店“掌柜”，验证了在复杂零售环境中执行商品分拣、打包、交互等全流程自主作业的可行性；擎朗智能通过集成人形机器人与配送、清洁、行李搬运等多款专用机器人，实现迎宾、送物、清洁等酒店全流程智能化服务。依托全栈自研技术、“岗位化”场景设计与智能调度平台，系统显著提升服务响应时效 40%、降低重复性人力需求 30%，并以“一国一策”的本地化策略支撑全球化高效复制；千诀科技则通过类脑大模型赋能配送机器人，使其具备“任务语义理解”能力，可在无预设规则条件下自主避障、绕行、自主操作电梯面板、寻找替代路径，实现真正的“零规则运行”。

场景案例

擎朗智能 × 香格里拉盛贸酒店 - 全球首个“通用 + 专用”机器人智慧酒店

香格里拉盛贸酒店与擎朗智能合作，成为全球首个“通用 + 专用”机器人协同运营的智慧酒店。涵盖人形机器人 XMAN-R1、酒店配送机器人 W3、配送机器人 T10/T3、清洁机器人 C40、大载重行李机器人 S100 等 8 台机器人。系统覆盖前厅迎宾、客房送物、行李搬运、公共区域清洁等全流程场景，实现全链路智能化服务。



擎朗智能 (KEENON Robotics) 成立于 2010 年，作为全球顶尖的通用 + 专用具身人形机器人公司，依托全栈自研技术体系与“研发 - 智造 - 供应链”全链条产业化闭环能力，构建了人形机器人、配送机器人、清洁机器人等行业最全品类的产品矩阵。作为全球商业化落地规模最大的服务机器人企业，擎朗累计出货量超 10 万台，业务覆盖餐饮酒店、医疗康养、工厂商超等全生态场景。

在上述场景中，所涉及的涵盖人形机器人 XMAN-R1、酒店配送机器人 W3、配送机器人 T10/T3、清洁机器人 C40、大载重行李机器人 S100 等 8 台机器人。

其中应用到的具体产品包括：

通用机器人 -XMAN-R1 (人形服务机器人)：具备拟人化交互、自然语言理解、多任务执行能力，适用于迎宾、礼宾服务等场景。

专用机器人矩阵：

- ◎ T10/T3 (配送机器人)：负责客房送物、餐食配送
- ◎ C40 (清洁机器人)：承担公共区域地面清洁
- ◎ S100 (大载重机器人)：执行行李搬运、大宗物品运输
- ◎ W3 (酒店配送机器人)：专为酒店场景优化，支持多楼层协同配送

擎朗智能智能机器人产品矩阵的核心壁垒包括：

◎ “通用 + 专用”系统化协作能力：通过统一的智能调度平台实现多机器人任务分配、路径规划与人机协作，形成服务闭环

◎ 场景理解与岗位化设计：基于海量酒店运营数据，将服务流程拆解为标准化岗位，实现机器人与场景的高

精度匹配

◎ **全球化部署与本地化适配**：产品已通过多项国际认证，支持多语言、多文化场景交互，具备各类环境适应能力。在上述场景中，自 8 台擎朗机器人在酒店全面上岗以来，已稳定融入酒店日常运营体系，成为提升服务效率与宾客体验的重要力量。酒店在该场景中实现了显著的降本提效：

1. 日均服务量级

迎宾接待：人形机器人 XMAN-R1 日均主动迎接与交互宾客可达 200-300 人次，在高峰时段有效分担前台客流压力。

物品配送：配送机器人 W3 日均完成客房送物（外卖、六小件等）80-120 次，实现无人化即时响应。

重物搬运：重载机器人 S100 日均处理行李及大件物品搬运 40-60 趟，显著减轻员工劳动负荷。

环境清洁：清洁机器人 C40 每日自主作业 10-12 小时，覆盖大堂、走廊等近 3000-5000 平方米公共区域。

2. 效率提升与体验优化

服务响应时效提升约 40%：机器人实现全时段的即时响应，物品配送等需求从发起至完成的平均时长显著缩短。

重复性劳动人力需求减少约 30%：员工得以从高频次的跑腿、搬运等任务中释放，人力资源可更有效地分配至对客沟通、场景管理与个性化服务中。

服务标准化程度显著提升：机器人执行的任务实现了流程与结果的完全统一，消除了服务输出中的人为波动，保障了稳定的品质体验。

宾客获取服务等待时间平均缩短约 35%：无论是物品递送还是信息问询，宾客都能获得更及时的反馈，整体入住体验更为高效便捷。

擎朗智能将全球化作为核心战略之一，在全球范围内构建覆盖 60 余个国家、80+ 运营中心的服务机器人网络。公司在日韩、欧洲、北美等市场建立子公司及技术中心，形成研发、生产、销售与服务一体化的全球运营体系。针对不同国家与地区实施“一国一策”战略，擎朗智能的产品适配各地文化与场景，例如日本 → 窄体机身、亲和语音；欧洲 → 地毯地面算法优化；中东 → 高温耐久结构强化。

通过“岗位化”理念（岗位化：基于海量酒店运营数据，将服务流程拆解为标准化岗位，实现机器人与场景的高精度匹配）与多模态算法优势，擎朗实现了产品与场景的本地化适配与智能化迭代，推动服务机器人从单一场景落地向全球规模化复制迈进，成为中国具身智能出海的技术与商业化标杆。

在全球范围内，擎朗不仅获得了软银、现代、韩国电信等合作伙伴的认可，还赢得了希尔顿、喜来登、吉利等全球大型连锁客户的信赖。迄今为止，擎朗智能的机器人产品荣获 IF 设计奖、红点设计奖、CES 创新奖等多项国际设计大奖，通过了 CE、FCC、KC 等多项国际安全与环保认证，产品符合 GDPR 等国际数据安全与隐私保护标准。

然而，在实际配送应用中，具身智能机器人产品的使用仍面临多重挑战：一方面，配送环境的高度动态性（如密集人流、奔跑的儿童、突然窜出的宠物等）对机器人的实时感知、行为预测与安全决策能力提出极高要求；另一方面，公共空间中的路权界定、事故责任归属、数据隐私保护等法规体系尚不健全，尤其在涉及跨楼宇、室外道路等半开放或开放场景时，缺乏明确的法律框架支撑。此外，在酒店与餐饮等服务体验高度敏感的行业，如何让机器人在高效配送的同时兼顾人机交互的自然性与情感温度，也是未来具身智能需持续突破的方向。

2 清洁：商业与家庭领域并行，场景复合性及动态性亟待技术赋能

在清洁场景中，具身智能在酒店、机场、车队等商业场景已通过相对简单的轮式机器人实现落地，解决规则化、大面积的清洁需求。例如，越疆的人形机器人已规划投入到曹操出行的 Robotaxi 运营中，共同探索机器人技术在车辆清洁、维护、补能等环节的创新应用。在此过程中，随着感知算法的持续迭代以及 3D 感知模块的逐步成熟，机器人对环境的理解能力显著提升，这不仅有效保障了作业过程中的安全性，也使其能够高效适配规则化场景下的大面积、高频次清洁任务。

与此同时，家庭是当前清洁需求最为广泛的场景，但面临更高技术挑战，因为家庭清洁被视为需要真正“理解”环境并执行复合任务的下一代智能家庭助手的关键功能之一。其发展依赖于视觉识别、自主规划、灵巧操作等核心技术的进一步突破和成本优化。

场景案例

光鉴科技 × MOVA - 家用扫地机器人轻薄化与高精度感知方案

光鉴科技基于自主研发的 sToF (Structured Time of Flight) 技术，为 MOVA 扫地机器人提供了集成高精度 3D 视觉感知的软硬件系统。该方案可同时输出近距离稠密点云与远距离大视场角点云，具备结构紧凑、低功耗与抗强光干扰等特性，实现了复杂家庭环境中的精准避障与稳定导航。

sToF 技术通过单一模组实现从近到远的三维感知，替代了以往多模组协作的方案，有助于扫地机实现更轻薄的机身设计，从而适应更多清扫场景。在保持整机轻薄的同时，该技术也能可靠识别低矮障碍物、电线、地毯边缘等细小物体，有效提升避障能力与用户体验。系统在弱光、逆光等复杂光线下表现稳定，支持扫地机全天候可靠运行。目前，sToF 技术已完成规模化部署，已落地应用于 MOVA 主流扫地机器人中。



家用清洁领域是光鉴科技 sToF 技术应用的重要落地场景之一。作为全球主动视觉感知技术的领导者，光鉴科技专注于为客户提供高性能、小体积、低成本的 3D 视觉解决方案，推动家用清洁机器人向更高智能化和自动化方向发展。

在机器人领域，光鉴科技通过实施“全球化+场景深化”战略，推动机器人技术实现“传感—感知—决策”闭环，赋予机器人“理解世界”的能力。光鉴科技的机器人感知方案具备超薄、精准、抗光、高效、全面和智能六大核心优势，广泛应用于多个行业，并与多家行业领先企业达成量产合作，推动行业从“多传感器感知”向“深度感知融合”迈进。

光鉴科技的 sToF 解决方案包括 sToF 3D 视觉模组和配套的点云处理与感知算法软件栈，满足家用清洁机器人对高精度、高可靠性环境感知的需求。该技术显著提升了清洁机器人的空间理解 and 环境感知能力，帮助机器人精准识别复杂的家居环境并自主规划清洁路径：

◎ **sToF 3D 视觉模组**：集成光学发射、接收与处理单元，支持从近距离毫米级精度到远距离大范围感知，应用于扫地机的前向避障与全局定位。

◎ **3D 感知算法平台**：提供实时点云分割、障碍物识别、地面检测、SLAM 融合等功能，支持端侧高效运行，确保数据处理的实时性与准确性。



光鉴科技 Nebula sToF 系列深度相机



sToF 技术方案示意图

光鉴科技的 sToF 技术基于自主研发的光学架构与芯片设计，在体积小、功耗低和高集成度方面具有显著优势，凭借一组光学硬件即可实现扫地机器人的 SLAM 与避障功能。通过硬件设计到算法适配的全链路自研技术，有效解决了传统 ToF 技术中的多路径干扰、高低反射率和单频相位包裹问题，深入理解扫地机的运动特性与场景需求，实现了“感知—决策—控制”一体化交付。

在上述场景中，sToF 方案帮助 MOVA 扫地机在保持轻薄机身的同时，实现高精度的环境感知，显著提升了避障成功率和导航稳定性，从而为产品在激烈的市场竞争中创造了差异化优势。目前，光鉴科技正与头部扫地机品牌达成合作，sToF 方案的出货量在 2025 年将实现快速增长，覆盖中高端机型市场。自 2024 年以来，该方案已逐步扩展至商用清洁机器人、移动服务机器人等新兴领域，预计未来两年将有更多项目落地。

传统清洁机器人（如扫地机器人）基于规则和预设地图运行，在物体杂乱、需要整理归位的场景中能力有限。家庭场景非结构化、布局多变，而具身智能的解决方案优势在于更高的自主性和场景泛化能力，能够处理“清洁+整理”的复合任务，适应动态变化的环境。

3 无人零售：通过数智化转型全方位提升消费体验

公开数据显示，中国无人零售市场规模在 2020-2024 年间实现年均复合增长率 26.3%，2024 年市场规模突破 4000 亿元。随着消费者对科技体验需求的不断提升，传统导购模式正面临人力成本高、个性化体验难以满足的转型压力。相关调研显示，65% 的消费者希望获得 24 小时服务，但仅有 30% 的门店能够满足。

具身智能机器人的出现，可以在营业时长及消费体验上实现更多升级。越疆机器人通过 24 小时不间断运营，在迪拜智能咖啡亭实现了单机日销 1440 杯的行业纪录，将坪效与人效提升至传统门店难以企及的水平。银河通用人形机器人 Galbot 在智慧药房中能够完成从接收订单、定位药品、分拣配药到打包交付的完整闭环，确保了 24 小时药事服务的可行性与准确性。

场景案例

银河通用 × 美团买药 24 小时智慧药店 - 药物分拣、递送及打包

美团买药与银河通用共同推出了全球首个由人形机器人驱动的智慧药房解决方案。这一创新方案利用 Galbot 这一先进的具身大模型机器人，实现 24 小时药房无人运营。

在 24 小时智慧药店中，机器人 Galbot 承担了夜间拣药、打包、连续补货和取货等任务。首先对药店做三维重建，记录每一盒药的坐标；订单到来后机器人直达货位，使用视觉能力二次扫描、确认处方单，抓取药品并交付给外卖骑手，单店夜间履约率提升近一倍。此外，药店中有 30% 的货架为“慢病专区”，机器人每晚对高血压、糖尿病等 6 类口服药进行“自动盘点 + 近效期预警”，缺货信号实时回传配送中心，次日清晨补货到位。



Galbot G1 采用轮式底盘、双臂及可折叠单腿设计，身高 1.73m，垂直作业范围 0-2.4m，具备多任务、多技能能力的“小脑”大模型，通过数十亿级仿真合成数据的训练，已展示出多种超高成功率的泛化具身技能。可在狭小空间内完成视觉识别、抓取、打包、交接全链条动作。



截至 2025 年 7 月，银河通用在北京近 10 家 24 小时无人药店里投放了 Galbot G1，作为“24 小时分拣员”常态化运行。试运行 3 个月，专区断货率由此前的 8% 降至 1%，这也为银河通用后续切入“居家药柜”，积累了库存与消费数据。下一步，Galbot 将在同一批药店里上线“自动盘点、智能补货”新技能，把药事服务从订单拣选延伸到库存管理，为后续接入处方药前置审核奠定数据与场景基础。

具身智能机器人在无人零售场景的应用是零售业数字化转型的趋势之一，其价值在于能真正解决人力成本与效率的短板，同时提升消费者体验。尽管面临技术、商业和用户接受度等多重挑战，但随着 VLA 多模态模型与世界模型技术的突破，以及“自主 + 遥操”混合模式的推广，具身智能机器人在零售场景的落地将逐步从演示转向实际落地。

4 商业综合服务：机器人从专用到通用泛化的试验基地

从应用现状来看，具身智能机器人在商业综合服务赛道仍处于示范性阶段，在规模应用上仍在早期。目前主要应用集中在商场、园区、写字楼、展会、酒店等半开放环境，承担迎宾接待、导览讲解、简单咨询、基础配送、巡检安防等任务。从商业价值上看，这类应用更多体现为品牌展示、服务效率补充与人力结构优化，而非对核心服务流程的深度重构。多数项目以单点试点或定制化部署为主，依赖场地方配合与场景改造，尚未形成高度标准化、可复制的规模化商业模式。但与此同时，随着商业空间数字化程度提升，服务复杂度增加，具身智能在“多任务服务载体”层面的想象空间将逐步打开。

从技术演进路径看，具身智能机器人在商业综合服务赛道的突破，依赖多项前沿技术的协同成熟。在软件层面，需要多模态大模型支撑下的环境理解与意图识别能力；在硬件与系统层面，高可靠移动底盘、灵巧操作能力、长时间续航与云边协同架构是保障稳定运行的基础。更进一步，数字孪生、场景级数据闭环和持续学习机制，将成为支撑机器人在商业综合服务中不断提效的关键能力。

场景案例

跨维智能 × 广东省广晟控股集团 - 办公园区机器人咖啡小站应用

在广州某大型集团办公园区内，跨维智能部署基于 DexForce W1 Pro 通用型机器人的“智能咖啡小站”，用于员工咖啡服务与访客接待。该场景依托跨维自研的纯视觉双目感知系统、世界模型与 Engine-driven Sim2Real VLA 技术，实现从语音交互、环境识别到咖啡制作的全流程自主执行。

用户通过语音或界面下达指令后，机器人可独立完成物品识别、设备操作及服务交互，并在动态环境下保持稳定运行。目前，该咖啡小站已在园区核心办公区域实现常态化部署，支持高频连续作业，满足日常办公服务需求。实践表明，通用型机器人在办公与商业服务场景中已具备可持续运行能力，为规模化应用提供了现实验证。



DexForce W1 Pro 咖啡小站落地应用

作为具身智能规模化商业落地的引领者，商业服务场景是跨维智能通用人形机器人落地的核心业务方向。该场景以高频交互、长时序任务和动态环境为特征，对机器人的人机交互、感知精度、灵巧操作与持续稳定运行能力有着极高要求，是检验具身智能从技术走向真实应用的关键试验场。跨维智能以商业服务为切入点，推动人形机器人从展示型应用向真实生产力转化。

围绕该场景，跨维智能通过业界领先的世界模型、多模态大模型、纯视觉感知、Sim2Real VLA 等核心技术，构建了覆盖任务理解、仿真生成、模型训练到现实执行的完整技术体系。以 DexForce W1 Pro 通用人形机器人为核心产品，公司已在咖啡制作、迎宾导览、零售等商业服务场景实现真实落地应用，服务对象涵盖商业综合体、展馆、文旅空间及品牌活动等客户群体。

未来，公司将持续拓展商业服务与多元服务型场景边界，推动具身智能走向更广泛的现实世界应用。



跨维智能在商业服务场景下主推产品为 DexForce W1 Pro 通用人形机器人。该产品集成纯视觉双目感知系统、灵巧双臂与精细化末端执行器，具备从语音交互、环境感知到长时序任务执行的完整能力。

在商业服务场景中，可自主完成物品识别抓取、设备操作及动态干扰下的任务恢复；在迎宾与导览场景中，可承担讲解、互动与服务引导等多类职责，实现一机多岗的商业服务覆盖。

跨维智能的核心壁垒并非单一硬件或算法，而是基于自研 DexVerse™ 具身智能引擎构建的 Engine-driven Sim2Real VLA 体系。该体系通过虚拟环境大规模生成高质量训练数据，并将技能高效迁移至真实商业空间，使机器人在长任务与动态环境中具备高鲁棒性与可迁移性，形成难以复制的系统级竞争优势。



商超零售机器人



健康餐饮服务机器人

截至目前，DexForce W1 Pro 已在全国 10+ 城市的商业服务场景实现真实落地，累计接待用户 10,000+。

在真实运营环境下，机器人可实现 7X24 小时稳定运行，长任务完成率保持在 99% 以上，并具备面对动态干扰自主恢复并持续执行任务的能力。

依托 Sim2Real 训练体系，跨维智能实现商业服务场景的快速复制与部署，显著缩短新场景上线周期，为通用人形机器人在服务领域的规模化应用提供可验证路径。

跨维智能的全球化布局

1 海外业务定位

跨维智能以“技术出海、场景先行”为海外拓展核心理念，聚焦于高人力成本、高服务密度、强数字化基础的海外市场，将商业综合服务场景作为全球化落地的首站。公司致力于输出“硬件+软件+场景解决方案”的一体化能力，推动中国具身智能技术与全球服务业升级需求相结合。

2 标杆案例：香港“维小饭”智慧轻食服务站

香港作为国际化高密度城市，人力成本高、餐饮服务需求集中，是验证机器人服务模式的理想试验场。跨维智能与香港领先的轻食品牌“维小饭”达成战略合作，在其核心商圈门店部署 DexForce W1 Pro 机器人，实现“下单-取餐-加热-递送”全自动化流程。

3 长期愿景

具身智能的本质是“服务即连接”。跨维智能将不仅输出产品，更致力于成为全球服务业数字化转型的赋能伙伴，通过通用人形机器人这一新型服务终端，帮助海外客户构建更高效、更人性、可持续的未来服务生态。

具身智能机器人在商业综合服务赛道进一步扩展的核心限制，主要集中在能力泛化、系统稳定性与商业 ROI 三个层面。一方面，商业综合服务场景高度非结构化，人流密集、任务切换频繁，对机器人在感知、理解、决策与执行上的连续一致性提出了较高要求，现有系统在长时运行、异常处理与复杂交互中仍容易暴露“智能断点”。另一方面，软硬件系统集成复杂，现场维护与运营成本较高，使得整体投入产出比在短期内难以跑通。此外，商业服务对体验感和可靠性的容错空间较低，任何一次识别错误、响应迟滞或行为不自然，都会被直接放大为用户负反馈。

5 娱乐陪伴：充当情绪价值「放大器」，解锁未来娱乐新范式

相较于工业、商业服务等以效率和稳定性为核心目标的赛道，娱乐场景强调的是沉浸感、互动性、角色感与情绪共鸣，这恰好与具身智能“可感知、可行动、可交互”的技术特征高度契合。

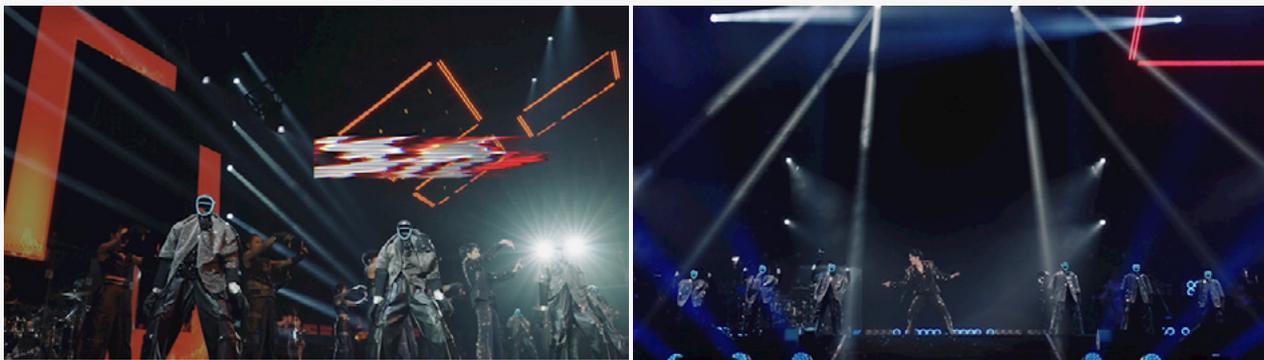
在 B 端，无论是主题乐园、沉浸式演出、互动展览、线下娱乐综合体，还是新型数字娱乐与虚实融合空间，具身智能机器人都有潜力成为集表演者、互动者与内容载体于一体的动态娱乐媒介，其想象空间远超传统服务机器人范畴；目前较多出现在主题乐园 IP 角色互动、展馆导览与表演机器人、商场快闪互动装置、科技馆与艺术展中的互动体验单元等场景。这类应用通常以“预设动作 + 有限交互”为主，强调视觉效果和短时体验，对外可吸引流量、制造话题与增强品牌科技感。2025 年 11 月，金马游乐通过完成对上海矩阵超智系统的战略投资，与其共同出资设立了“金马矩阵”合资公司，发布了首款“文旅智能服务型人形机器人”，该产品专为主题公园、景区、商业综合体等文旅场景研发设计，具备互动交互、多语言服务等核心功能。

在 C 端，陪伴式 AI 玩具也争相进入大众视野。2025 年 12 月，优必选推出了“萌 UU”家族系列新品——“优崽”。这是优必选继 2025 年 6 月发布首款产品萌崽以来，推出的第二款 AI 陪伴产品。优崽在情感交互能力上实现了多重升级，包括与流行人格色彩绑定的性格及成长线、新增的连续对话功能、内置 4G 模块以支持全场景在线陪伴，以及四大“个性色彩” IP 时装形象的设计，旨在增强用户的情感联结。

场景案例

宇树科技 - 全球首例机器人演唱会伴舞

6 台宇树科技 G1 人形机器人登上王力宏演唱会舞台，伴舞歌曲《火力全开》。在表演中，机器人不仅动作整齐流畅，最终还精准卡点完成高难度“韦伯斯特空翻”，现场效果拉满。



宇树科技 G1 人形机器人于 2024 年 5 月发布，2025 年 2 月正式开启线上销售，起售价为 9.9 万元。这款机器人身高约 1.3 米，体重 35 公斤，配备 23 个以上关节自由度，移动速度可达 2 米 / 秒，续航时间约 2 小时。为适应舞台场景，研发团队通过多智能体控制技术，实现了多台机器人同步表演的精准协调，并赋予其基础环境感知能力，使其能在复杂灯光和人员密集环境中自主规避碰撞风险。



娱乐场景对“自然性”和“沉浸感”的要求极高，机器人一旦在动作流畅度、表情表达、语义理解或反应时序上出现割裂感，极易打破用户体验。另一方面，高并发人流、多用户同时交互、复杂光影与噪声环境，对感知与决策系统的鲁棒性提出了严苛挑战。此外，娱乐内容具有强烈的时效性与审美更新周期，机器人系统若缺乏低成本内容更新与快速重构能力，其运营维护成本将显著制约商业可持续性。因此，体验一致性、交互智能深度与运营复杂度成为具身在娱乐场景持续发力的关键。

总体而言，具身智能机器人在娱乐场景的价值不在于“替代人”，而在于创造一种过去不存在的娱乐形态。随着技术成熟度提升与内容生态逐步完善，娱乐或将成为具身智能率先实现情感交互突破与社会接受度扩散的重要窗口。

6 科研：在与时俱进和多学科交叉融合中发挥独特价值

相比于其他赛道，科研场景贯穿于机器人发展的所有阶段。根据调研，具身智能机器人在科研赛道的应用现状呈现出快速探索、实时跟进与多学科交叉融合的趋势，且该方向是当前具身智能机器人（包括通用人形机器人与专用多形态机器人在内）厂商的重要客户群体。

在科研机构 and 高校，具身智能机器人是推动前沿科学研究的重要工具，涵盖领域包括农业自动化、生命科学实验自动化、生态环境监测、材料实验与人机协作等。与传统科研设备不同，具身机器人能够在更复杂的任务与更开放的环境中表现出独特优势：

面对复杂任务，从执行预设的、重复性操作（如液体处理），转向需要实时感知、自主决策和灵巧操作的探索性任务，例如自主进行化学实验合成、在微观尺度操控细胞或组织；

面对开放化的环境，从结构化的实验室台面，逐步尝试进入非结构化、动态变化的真实世界，如野外生态监测、灾害现场样本采集等；

这些应用的核心目标是替代或辅助科研人员完成那些危险、繁重或人类感知与操作精度极限的任务，从而极大加速科学发现的过程。此外，当小 B 端的科研人员、高校与实验室需低成本、可复用的机器人平台用于算法验证与教学，降低研究门槛。在成本核算上，具身机器人也可贡献其独特价值。

场景案例

星动纪元 × 斯坦福大学 - 验证灵巧操作技能迁移技术路径

在该灵巧操作技能迁移研究中，DexUMI 系统中的机器人灵巧手平台作为算法验证与策略执行的重要硬件载体，承担了人类操作技能向机器人操作能力转化的关键角色。DexUMI 通过硬件与软件协同设计，显著缩小了人手与机器人手之间的具身差异（Embodiment Gap），包括运动学结构差异、触觉信息差异以及视觉外观差异，使得人类自然操作行为能够高效转化为机器人可执行的控制策略。

在硬件层面，研究团队设计了可穿戴手部外骨骼装置，通过优化其连杆长度与关节位置，使其指尖工作空间与目标机器人手保持一致，从而实现人手动作到机器人关节动作的直接映射。该外骨骼设备内置高精度编码器与触觉传感器，能够精准记录人手各关节角度及接触信息，为机器人策略学习提供高质量操作数据。同时，该设计允许操作者直接与真实物体接触并获得触觉反馈，使数据采集过程更加自然、直观。

星动纪元作为清华大学交叉信息研究院孵化的人形机器人先锋企业，致力于成为“原生通用具身智能体定义者”。星动纪元专注于为全球具身智能研究与产业应用提供高性能的机器人硬件产品，基于核心硬件体系、适配优化底层算法与软件生态系统，产品全面支持 Linux、C++、Python 及 ROS，内置运动控制算法与仿真控制开发支持，大幅降低了人工智能、机器人学、具身智能等领域前沿算法的开发与验证门槛。在具身智能战略上，星动纪元通过提供极致性能且触手可及的硬件平台，加速学术界与产业界的创新探索，并积极推动其在工业制造、家庭服务、特种作业等场景的预研与落地。

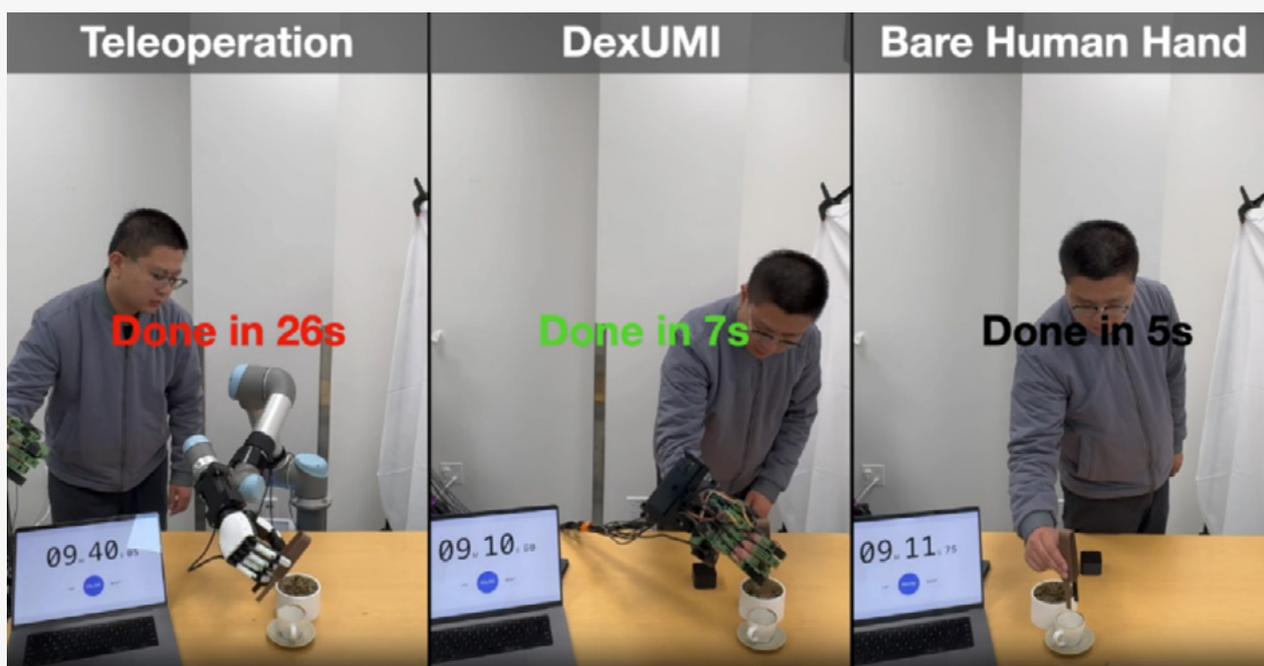
在本灵巧操作研究中，使用 12 自由度全直驱五指灵巧手作为研究的主体执行机构——星动 XHAND1，具备以下核心功能：

● **高性能运动基础**：具备 12 个全主动、全直驱的自由度，其中大拇指和食指各 3 个，其余手指各 2 个。食指支持 $\pm 15^\circ$ 侧摆，拇指可实现与小拇指对指。单手最大握力达 80N，最大负载瞬时 25kg，指尖重复定位精度达 $\pm 0.20\text{mm}$ ，为精细、柔顺地操作提供了可靠的物理基础。

● **全直驱与高反驱特性**：采用纯齿轮准直驱传动，主动关节均在本位且全部解耦。关节具有高反驱透明度与低阻尼特性（反驱阻尼 $\leq 0.1\text{Nm}$ ），支持直接采用电流环做力控，拖动过程无卡滞，提升了示教过程的容错性，给模仿学习、强化学习等 AI 算法的开发提供了“真正的自由”。

● **强大的感知与计算集成**：五指指尖均配有 270° 环绕阵列式高精度高分辨率触觉传感器，每个指尖采集 120 个均匀分布的三维力信息，支持机器人做更精准的力控，并提供接触觉、滑动感知及温度感知能力。

● **开放底层控制与软件生态**：全面开放底层控制，支持位控、电流环力控、力位控制等多种模式。兼容 ROS 系统，提供 Meta Quest 远程操作应用及兼容手套和视觉的 retargeting 函数，方便用户实现机器人运动路径规划算法研究、灵巧操作算法研究等人工智能应用开发。



图片版权归属：Mengda Xu, Han Zhang, Yifan Hou, Zhenjia Xu, Linxi Fan, Manuela Veloso, Shuran Song（论文作者）

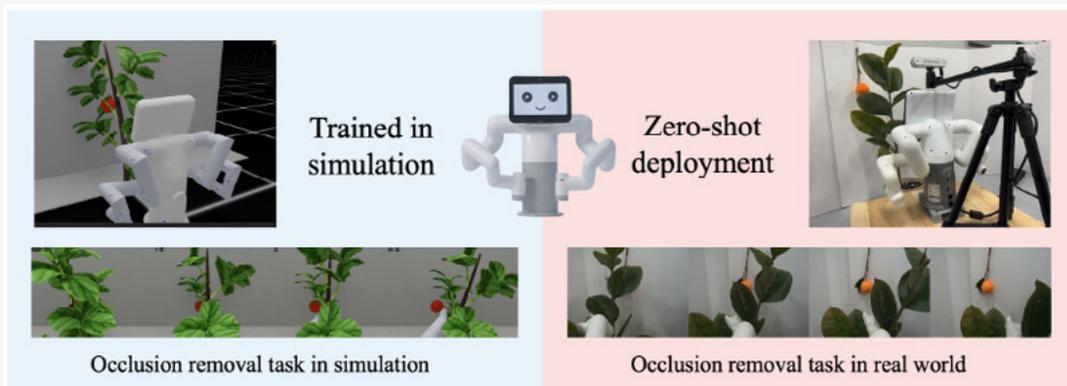
该项研究（DexUMI）基于星动 XHAND1 平台的模仿学习策略，通过创新的软硬件适配框架，成功将人类手部的灵巧操作技能无缝迁移至机器人系统。研究利用 XHAND1 的高精度关节控制和丰富的触觉反馈，在真实物理系统中实现了包括长视野任务、多指协调接触等复杂操作的高成功率（平均成功率达 86%）。此项研究成功验证了使用高性能通用灵巧手平台结合先进 AI 算法解决复杂灵巧操作问题的技术路径可行性。

星动纪元通过支持此类高水平科研，不仅证明了其产品在高要求的具身智能研究中的可靠性与适用性，也积累了在 Sim2Real 迁移、柔顺控制、视觉-动作闭环等关键领域的宝贵场景认知。目前，星动 XHAND1 的技术实力不仅获全球产业界青睐，更跻身全球顶级科研机构供应链，成为顶会论文核心实验设备标配——斯坦福大学、卡耐基梅隆大学、Skild AI 等均采用星动 XHAND1 作为核心末端执行器，持续推动着机器人技术的创新进程。

场景案例

大象机器人 × 爱荷华州立大学
- 基于深度强化学习的植物遮挡感知与柔性操作研究

在爱荷华州立大学的具身智能与农业应用研究项目中，研究团队采用大象机器人的 myBuddy 280 双臂协作机器人作为核心硬件平台，结合深度强化学习（RL）框架、RGB-D 视觉感知与仿真到现实（Sim2Real）零样本迁移技术，构建了一套用于复杂植物环境下遮挡感知与柔性操作的全自主实验系统。系统通过 RGB-D 相机获取场景的多模态观测（RGB 图像、深度信息及仿真训练时的特权果实掩码），由基于 PPO 算法训练的 RL 智能体输出关节空间运动指令，控制机械臂以顺应性方式与柔性植物茎干交互，推开遮挡的枝叶，最终使后方目标果实完全暴露于视野中。该研究在具有明显主茎的植物上取得了最高 86.7% 的遮挡排除成功率，证明了基于通用模型训练的智能策略在真实复杂场景中的有效性与泛化能力。



图片版权归属：Nitesh Subedi, Hsin-Jung Yang, Devesh K. Jha, Soumik Sarkar（论文作者）

在该遮挡感知操作研究中，大象机器人提供的 myBuddy 280 作为一款低成本、开源、高精度的 13 自由度双臂协作机器人，扮演了核心算法验证与系统集成平台的关键角色。大象机器人专注于为全球教育、科研及轻工业创新提供“开源、易用、高性价比”的机器人硬件产品，基于机器人模组及周边全自研，具有核心硬件体系、适配优化底层算法与软件生态系统，产品全面支持 Python、C++、Blockly 及 ROS，内置运动控制算法与仿真控制开发支持，大幅降低了人工智能、机器人学、具身智能等领域前沿算法的开发与验证门槛。

在具身智能战略上，大象机器人通过提供极致性价比且触手可及的开源硬件，加速学术界与产业界的创新探索，并积极推动其在农业自动化、康养保健、家庭服务、轻工业装配、新零售等场景的预研与落地。

在本遮挡感知操作研究中，使用 13 自由度双臂协作机器人作为研究的主体执行机构。

具体产品：

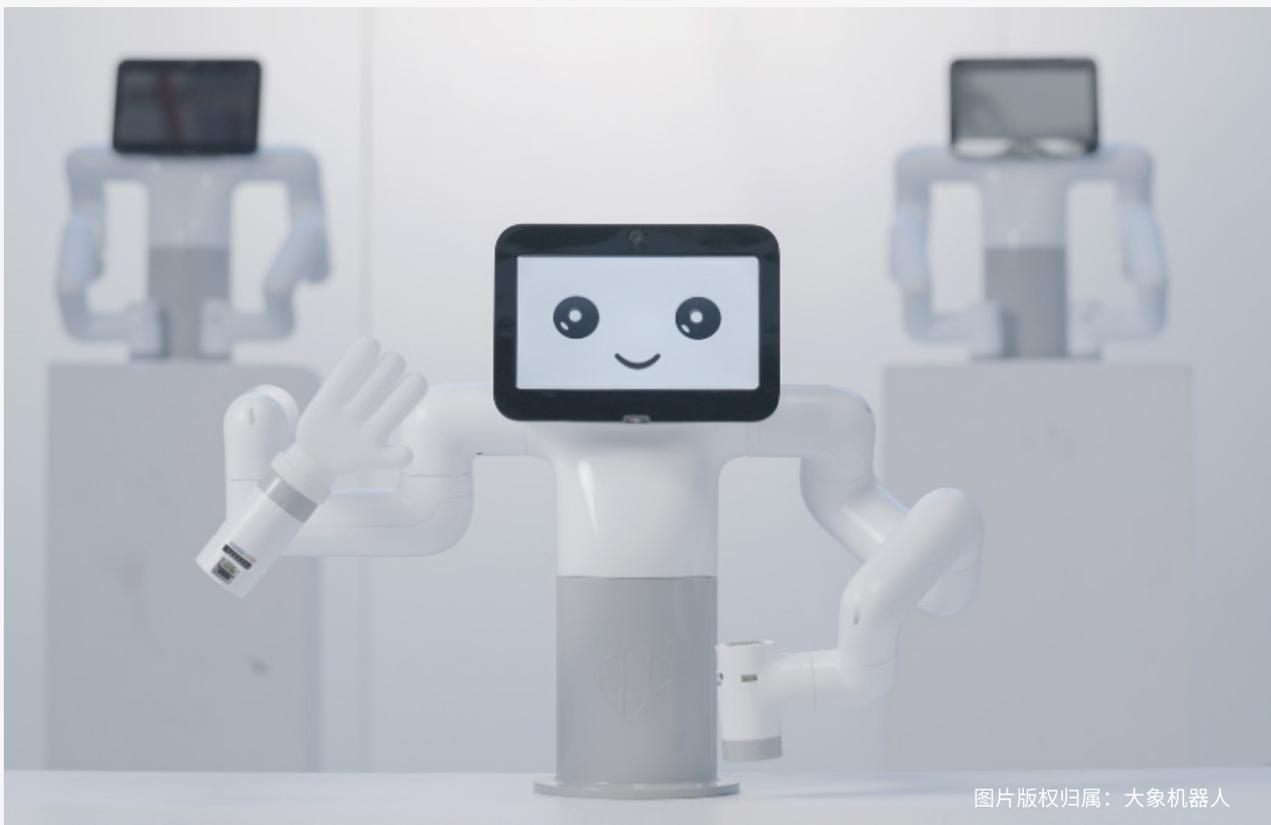
myBuddy 280：作为研究的主体执行机构，是一款 13 自由度的双臂协作机器人。

◎ **高性能运动基础**：具备单臂 280mm 工作半径、最高 250g 末端负载及 $\pm 0.5\text{mm}$ 的重复定位精度，为精细、柔顺地操作提供了可靠的物理基础。

◎ **开源软件生态**：深度集成 ROS，提供 RVIZ、MoveIt 等仿真与规划环境。支持 Python、Blockly 等主流编程语言，满足从教学到前沿算法研发的全链条需求。

◎ **强大的感知与计算集成**：内置视觉开发环境，便于实现物体识别、定位及人脸识别等 AI 应用。

◎ **开放整机运动控制驱动库**：关节角度控制、坐标控制等 100 多个控制接口。方便用户实现机器人运动路径规划算法研究、双臂干扰规避算法研究、机器人视觉学习等人工智能应用开发。



图片版权归属：大象机器人

大象机器人的核心优势在于构建了“科研级性能、消费级价格、全栈式开放”的独特产品生态。myBuddy 系列在保持工业级精度与可靠性的同时，通过开源全部软件栈、提供详尽开发文档与教学案例，将机器人研发的门槛最大程度降低。其对 ROS 生态的深度适配以及一站式机器人应用平台 myStudio，共同构成了强大的技术与服务护城河。这种模式使其成为全球高校实验室进行强化学习、视觉伺服、仿人操控等具身智能前沿研究的首选平台之一。

在该项研究中，基于 myBuddy 280 平台的深度 RL 策略在仿真环境中训练后，实现了零样本（Zero-Shot）向真实物理系统的迁移，无需在真实世界上进行任何微调。

此项研究成功验证了使用低成本通用机器人平台结合先进 AI 算法解决复杂农业操作问题的技术路径可行性。大象机器人通过支持此类高水平科研，不仅证明了其产品在高要求的具身智能研究中的可靠性与适用性，也积累了在 Sim2Real 迁移、柔顺控制、视觉 - 动作闭环等关键领域的宝贵场景认知。目前，大象机器人已成为海外出货量 Top3 的国产机器人品牌，服务了全球 70 多个国家和地区、500 多所高校及科研机构，平均每年有 100 多篇科研论文产出，持续推动着机器人技术的创新进程。

秉持“Enjoy Robots World”的愿景，大象机器人从生活乐趣与工作效率出发，自主研发协作机械臂、人形机器人及仿生陪伴宠物三大系列，广泛应用于教育、科研、智能家居、制造、医疗、物流与零售等场景。海外聚焦教育市场，提供“机器人 + 课程 + 实验手册”一站式方案。我们按区域采用直销 / 跨境电商、国家级总代、代理为主直销为辅、全渠道分销四种模式，年出货量超 6 万台，与伦敦大学学院、东京大学、悉尼大学、休斯顿大学、墨尔本大学等建立了深度合作，在英、美、德、法、日等核心市场获得高度认可。服务 70 多个国家和地区的 1000 余家客户，并已通过 ISO 质量管理等国际认证。

PART 5

打通物理智能与商业智能
在机器人进化中构建具身智能新范式



打通物理智能与商业智能 在机器人进化中构建具身智能新范式

在具身智能机器人从技术验证迈向产业化落地的关键拐点，数据资产正成为贯穿产业生态所有环节的核心要素。基于生态内的数据积累与业务认知，机器人早已超越“产线末端执行工具”的单一定位，演化为具备业务理解力、决策能力和价值创造能力的商业智能终端。

具身智能的下半场，不仅是让机器人“看得见、拿得起、走得稳”，更是要让其“懂订单、知流程、算成本、做决策”。当机器人的感知与执行能力（物理智能），同企业内部的 ERP、MES 系统及供应链逻辑（商业智能）实现无缝对接时，新的生态高度才能形成。

因此，随着行业探索的深入，以下三大趋势正加速显现，共同勾画出具身智能未来的演进路径：通过数据资产化构建物理与数字世界的通用语言，解决最底层的“燃料”问题；其次，通过商业智能赋能推动机器人从“动作自适应”向“业务决策执行”跃迁，解决“大脑”问题；最终，需建立起统一的通信协议、数据接口与安全规范等多重产业标准，才能打破产业链上下游的割裂状态，重塑生态协作模式。

趋势一 数据资产化：构建物理世界与数字商业的通用语言

当前行业仍处于典型的“数据孤岛”状态。本体厂商缺乏高质量、多样化的真实场景数据，场景需求方缺乏系统性的数字化与数据治理能力。未来的破局路径，是以数据驱动模型、以模型落地场景，以场景反哺数据——拥有复杂物理场景的企业开放产线与运营场景，作为具身智能的真实训练场，提供稀缺的高价值交互数据；技术厂商则以智能化升级作为交换，双方共享经过清洗、标注与结构化处理的数据资产。

与此同时，仿真引擎、数字孪生与合成数据能力更进一步成熟，使得企业的 3D CAD 模型、产线数字孪生体，逐步转化为训练机器人世界模型的核心数据资产。

在未来，真机数据与仿真数据双线并行、相互增强，初始数据集与经过场景验证的反哺数据相辅相成，为构建世界模型、实现通用物理智能提供持续燃料。

趋势二 商业智能赋能：从“动作自适应”到“业务决策执行”

现下，具身智能机器人已具备一定的自适应与场景复用能力，但仍停留在“动作智能”阶段，缺乏对真实业务流程的理解。生态协同的关键跃迁在于连接业务智能与动作智能。

当机器人设备接入 ERP、MES 等核心系统后，机器人将一改此前孤立存在的硬件形态，成为企业商业智能系统中的重要节点。当系统发出“订单加急”“产线重排”“资源紧张”等业务指令，机器人可自主调整路径规划、任务优先级与执行策略，形成完整的商业智能闭环。

进一步来看,技能的标准化与模块化将成为规模化扩张的基础。如“精密装配”“质检”“商业服务”等能力,将以“技能包”的方式,被跨品牌、跨本体 / 构型复用,极大提升商业价值复制效率。

趋势三 多重产业标准逐步构建

当前产业链的核心痛点之一在于产业角色间的割裂：上游零部件厂商、中游机器人本体、下游应用方之间缺乏统一的数据标准、业务语言与协作平台。或许在未来,单一机器人产品的交付形态将消失,而是“商业智能软件平台 + 具身智能硬件 + 行业算法包”的系统级打包解决方案。

在此类打包解决方案中,数据 - 模型 - 生态层的多重产业标准协同也将逐步构建,在数据层,数据治理、业务建模与主数据体系有待统一；在模型层,通过 AI 能力共创平台,将业务知识转化为可执行智能,构建可跨本体通用的大模型与垂域模型；在生态层,连接硬件、算法模型、场景集成方、场景需求方等,重构上下游协同方式。

这也意味着具身智能产业正从单薄的机器人产业形态进化为一个以物理智能为入口、独具商业智能特色的新型数字产业生态系统。



光鉴科技创始人、CEO 朱力

当前，具身智能赛道持续升温，但其规模化落地仍面临关键瓶颈。具身智能训练高度依赖真实物理世界的标注，而传统的文本、视频和仿真数据普遍缺乏空间结构、力反馈等核心物理信息，难以支撑有效训练，制约了技术突破与产业化进程。因此，从 2D 视觉向 3D 感知升级，已成为具身智能发展的必然趋势，也将是机器人感知真实环境的关键基础设施。

3D视觉感知通过三大核心能力赋能具身智能，以高性能的光学硬件传感技术，精准捕捉物理世界的空间信息；以高效感知算法体系，实现对环境与目标的深度解析；以极致的感知计算优化，保障复杂场景的实时响应与精准决策。光鉴科技将上述能力进行深度协同，精准契合人形机器人规模化发展的核心需求。

随着应用场景的不断拓展，3D 视觉感知正为机器人构建感知物理世界的“3D 眼睛”，显著提升其环境适应能力与操作执行精度。未来，光鉴科技也期待与更多产业伙伴携手合作，推动具身智能从“感知”向“认知”演进。



跨维智能创始人兼CEO 贾奎

2026年具身智能将在商业服务等特定场景会有落地应用。当前，受限于数据稀缺性、模型成熟度及工业级稳定性要求，人形机器人批量化进入制造业仍面临ROI挑战。相比之下，如吧台服务、零售、调酒等高附加值场景，模型训练需求相对集中，且其提供的体验与情绪价值拥有更强的商业支付意愿，能更快形成正向回报闭环。

与此同时，行业将加速迈向数据驱动的新阶段。低成本甚至趋近于零成本的数据采集设备将开始落地，这标志着行业在解决核心数据瓶颈上迈出了重要一步。然而，这仅是过渡态，真正的未来在于构建能自动、持续从真实物理交互中学习与进化的系统能力。跨维智能正通过自研的Sim2Real与具身智能引擎，致力于从根本上降低数据依赖，推动机器人从“单一技能执行”向“通用场景适应”跨越。



灵宝CASBOT CEO 杨平

工业具身智能的难点，本质上不是让机器人学会更多技能，而是让其能够在高度不确定、强耦合的生产系统中长期稳定工作。工业现场不是任务集合，而是由设备、工序、人员与安全规范共同构成的复杂系统，这要求机器人具备系统级鲁棒性，而非单点能力最优。

因此，工业具身智能必须以工程闭环为核心，将感知、决策、控制、本体与运维纳入统一设计框架，使算法学习结果能够被结构、执行机构与安全机制真实承载。这意味着技术演进不再是模型驱动，而是由工程约束与生产节拍持续反向塑形。

未来，真正具备产业价值的具身智能，将以“融入流程”为尺度，在矿山、电力、制造等高复杂度场景中逐步成为可预测、可维护、可调度的生产要素，从而进入工业体系的基础结构层。



宁波斯帝尔科技有限公司创始人 王红波

我们认为，未来具身智能融入人类工作的关键，在于完成从预设的“自动化”到临场的“自主化”跨越。而工业打磨等复杂场景，本质是机器与物理世界持续、高动态的交互，它极度依赖对材质、力觉和三维形貌的实时感知与自适应调整。因此，为机器人构建理解并响应现实世界复杂性的物理AI技术闭环能力，是具身智能必须重视的技术路径。

下一代打磨机器人的演进方向，是成为承载了“物理世界模型”的具身AI柔性智能体。它不仅需要通过多模态融合进行感知，更需要内化工艺背后的力学原理与因果逻辑，实现如工匠般的实时决策。通过在数字孪生环境中进行预训练与持续学习，将隐性的工匠经验转化为可规模化部署、自主优化的显性技能，最终推动机器人从执行确定程序的“工具”，升级为能够应对现实不确定性的“具身智能体”。这不仅是技术发展的路径，更是产业进阶的必然。



擎朗智能创始人兼CEO 李通

擎朗选择的“岗位化”落地路径不追求一步到位的“通用超人”，而是先聚焦于一个具体岗位，将单一任务做深做透。例如，当专精于汉堡制作的机器人部署到千家门店，我们就能快速积累海量、真实的物理交互数据。这些数据是训练机器人“大脑”的真正养料，也是我们构筑行业壁垒的核心。通过“岗位化”的纵向深耕与“通用+专用”的横向协同，我们正一步一个脚印，从“会干活”走向“懂业务”。

行业最大的挑战并非同行竞争，而是全球市场的教育与认知差异。因此，我们乐见更多有实力的企业共同做大市场蛋糕。中国的服务机器人产业已凭借丰富的场景、快速迭代的算法和完备的供应链，跻身全球第一梯队。我们相信，机器人可以重塑全球的服务业面貌，让智能服务触手可及。



大象机器人 CTO 伍祁林

具身智能正引领机器人技术从“执行预设”迈向“自主交互与决策”的跨越式发展。

作为实现跨越的核心路径，我们认为，具身智能的突破将体现为三个递进阶段：一是感知与执行的深度融合，机器人将不仅仅是看见物体，更能理解物体背后的属性，从而预测交互结果，可以像人一样实现视觉、触觉、思维的多重闭环控制。

二是对现实世界的学习能力，通过感知并解构物理交互的因果关系形成认知模型，在试错与观察中持续优化行为逻辑，从而真正“修炼”出学习能力，成为能在动态现实中持续积累经验、自主优化行为的智能体。

三是实现情感化交互，通过多维感知与情境学习理解人类情感状态、社会习惯及深层需求，在家庭护理等场景中做出恰当且体贴的反应，推动人机交互从“指令执行”升维至“情感协同”。

这将重新定义人机关系——机器人将从工具转变为可信赖、可共情的社会化存在，在物理行动、经验成长与情感协同中完成更接近人类的智能形态构建，开启人机协同新纪元。



新石器慧通（北京）科技有限公司执行总裁 赵优

我们认为无人驾驶会是具身智能机器人或者说物流人工智能赛道第一个规模化落地的场景，而其中最大的赛道无人配送赛道正迎来爆发期，而这背后，政策支持、技术迭代、供应链优势与资本赋能四大因素成为核心驱动力。我们相信无人配送并非取代人力，而是填补人类“不愿做、不能做”的岗位空白，精准匹配城配领域千万级司机用工缺口，我们将深耕无人配送赛道，希望通过坚持降本增效，打造城配物流的“蚂蚁雄兵”，成为智慧城市的新基建。



非夕科技副总裁 高云帆

具身智能机器人的创新核心，不是单一算法或模型能力的突破，而是将多模态感知、智能决策与高精度执行系统深度耦合，使机器人能够在不确定、非结构化环境中稳定运行，并通过持续交互不断提升行为质量。

全球越来越多的具身智能团队选择非夕作为其通用智能落地的物理基座平台，正是因为我们的技术栈（从Rizon本体、Elements操作系统、到集成开发环境IDE等全链路工具平台）完整打通了“感知-决策-执行”闭环，并在制造、服务、医疗、科研等真实场景中验证了通用泛化能力。

未来，具身智能的竞争，将是“全栈能力×场景深度”的竞争。非夕愿与全球创新者携手，共同构建一个智能可行动、技术可落地、价值可衡量的具身智能新生态。



他山科技技术负责人

当前人形机器人与灵巧操作系统面临的核心瓶颈，并不在于算力或算法，而在于缺乏对接触、摩擦、滑动、形变等物理交互信息的精细感知能力。没有触觉，机器人只能“看到物体”，却无法真正“理解如何接触物体”。

触觉感知将成为继视觉之后，具身智能领域最关键的底层感知入口。它不仅决定机器人能否完成精细操作，更直接关系到人机协作安全、自适应抓取、未知物体处理等高阶能力的实现。

未来的具身智能系统，必然是视觉、触觉与本体感知深度融合的多模态体系，而触觉将成为连接算法智能与物理世界之间的核心桥梁。

《具身机器人行业：走向具身智能——从具身智能大脑展望人形机器人发展》，浙商证券

《物理 AI 行业深度：市场现状、发展展望、受益环节及相关公司深度梳理》，慧博智能投研

《汽车行业人形机器人系列专题之本体：AI 技术革命，车企转型具身智能》，国信证券

《华为研究之机器人：华为云赋能泛具身智能，成就机器人商业落地最佳闭环》，东北证券

《中国发展报告2025》，国务院发展研究中心

《中国具身智能机器人应用市场分析与典型应用实践，2025》，IDC

《中国信通院具身智能发展报告(2024 年)》，信通院

机器人技术发展史，https://www.sohu.com/a/933965493_121149699

解读《2024养老护理员职业现状调研报告》，<https://www.qianzhan.com/analyst/detail/329/241216-883a7e6c.html>

《2025中国智能仓储市场调研报告》，AIoT 星图研究院

《2025重新定义打磨工艺——自适应机器人打磨自动化专题报告》，非夕科技

《2025-2030年中国无人零售行业发展前景分析及投资战略预测报告》，中研普华产业研究院

具身智能、智能机器人、人形机器人的概念，中国电子报

《2025年全球及中国具身智能机器人及复合机器人行业白皮书》，沙利文

《具身智能机器人系统》，电子工业出版社

《中国人形机器人创新发展报告2025》，国家地方共建人形机器人创新中心与人形机器人(上海)有限公司

本报告由【创业邦研究中心】与【SAP】联合制作。报告中文字、数据受中国知识产权法等法律保护。除报告中引用的第三方数据及其他公开信息，报告所有权归创业邦与思爱普SAP所有。

【创业邦研究中心】与【SAP】对报告中所引用的第三方数据及其他公开信息不承担任何责任或义务。在任何情况下，本报告仅供读者参考。

如果您对报告中的内容存在异议，可通过research@cyzone.cn联系我们。

【创业邦研究中心】是创业邦旗下的研究与咨询部门。研究中心基于创业邦的创业创新创投服务平台，发挥创业邦生态体系和数据资源的优势，以专注、客观、前瞻的精神打造专业的研究报告、权威的榜单评选、高价值的咨询服务、智能化的睿兽分析DaaS，助力客户成功。

【SAP】SAP（思爱普）1972年创立于德国，是全球领先的企业应用软件提供商。公司为各行业、各规模企业提供数字化解决方案，覆盖财务、供应链、人力、客户体验等场景，助力企业数字化转型与高效运营。

未经允许，不得对报告进行加工和改造。欢迎转载或引用。如有转载或引用，请及时与我们联系，并注明出处【创业邦研究中心】与【SAP】。

创作团队——创业邦研究中心

■ 专家顾问委员会

南立新 | 创业邦 CEO

王宏涛 | 浙江大学求是特聘教授、交叉力学中心执行主任

■ 研究监制

陈文燕 | 创业邦研究咨询中心副总经理

■ 研究分析团队

何 浏 | 创业邦高级分析师

肖 飘 | 创业邦创新咨询副总监

王文楷 | 创业邦创新咨询高级经理

陈 星 | 创业邦创新咨询高级经理

周南南 | 创业邦高级研究员

杨姗姗 | 创业邦数据分析师

■ 视觉设计团队

李 智 | 创业邦设计总监

李斌才 | 创业邦设计经理

邮箱：research@cyzone.cn

地址：北京市朝阳区利泽西街东湖国际中心A座7层

创作团队——SAP

■ 联合出品人

徐勤 | SAP 大中华地区客户咨询团队总经理

薛建敏 | SAP 副总裁，SAP中国研究院南京分院院长，SAP研究与创新事业部中国区负责人

■ 内容支持

徐雪辰 | SAP中国企业解决方案咨询团队负责人

邮箱：anya.han@sap.com

地址：北京市朝阳区润世中心A座8层