

# 网络安全研究

赛迪研究院 主办

2025年4月15日

第 ] 期

总第82期

## 本期主题

□ 具身智能产业发展趋势研究及安全威胁分析报告

## 『 所长导读 』

“具身智能”是指将人工智能融入机器人等物理实体，赋予它们感知、学习与环境动态交互的能力。在人工智能与物理世界深度融合的当下，具身智能正以颠覆性姿态重塑全球产业格局。具身智能通过赋予机器“大脑”，使其具备感知、决策与执行的全栈能力，正在工业、医疗、服务等领域催生万亿级市场机遇。2025年，具身智能被写入我国政府工作报告，标志着具身智能正式成为国家未来产业的重点发展方向。目前，从国家层面到地方政府，我国出台了一系列政策措施，重点围绕核心技术攻关、重点场景应用、资金和人才保障等方面，积极营造良好的发展环境，积极推动具身智能产业飞速发展。整体来看，具身智能产业呈现多技术融合推动具身智能系统能力泛化升级，具身智能数据生态向质量标准化、多元规模化、通用协同化发展迈进，仿真平台大量涌现将重塑具身智能产业发展模式，具身智能机器人应用场景分阶段商业化落地，材料革命重塑具身智能产品形态和场景应用等发展趋势。然而，随着具身智能相关技术和产品的快速迭代，应用发展过程中也带来了网络安全、数据安全、伦理安全等前所未有的安全风险。

本期阐梳理了国外具身智能产业发展情况，总结了我国具身智能产业发展情况、面临的问题，分析了全球具身智能产业发展趋势，以及具身智能应用发展面临的安全威胁，最后从产业创新和安全风险应对两方面提出了对策与建议。希望本期内容能为政府部门、企业机构和社会组织提供参考和借鉴，并欢迎各界读者不吝赐教。

赛迪研究院网络安全研究所所长温晓君

2025年4月15日



# 目录

## CONTENTS

本期主题：具身智能产业发展趋势研究及安全威胁分析报告

<b>一、基本概述</b> .....	1
(一)概念与内涵.....	1
(二)发展历程与演进.....	2
(三)技术体系.....	3
(四)产业链构成.....	6
<b>二、具身智能产业发展情况</b> .....	7
(一)全球产业发展情况.....	7
(二)我国产业发展情况.....	15
(三)我国产业发展面临的问题.....	27
<b>三、全球具身智能产业发展趋势分析</b> .....	29
(一)多技术融合推动具身智能系统能力泛化升级.....	29
(二)具身智能数据生态向质量标准化、多元规模化、通用协同化发展迈进..	29
(三)仿真平台大量涌现将重塑具身智能产业发展模式.....	30
(四)具身智能机器人应用场景分阶段商业化落地.....	30
(五)材料革命重塑具身智能产品形态和场景应用.....	31
<b>四、具身智能应用发展面临三大安全威胁</b> .....	32
(一)数实风险叠加提升具身智能系统网络攻击危害程度和防范难度.....	32
(二)具身智能系统采集多维度数据对个人隐私、国家安全造成潜在威胁...32	
(三)具身智能系统面临责任模糊等伦理安全问题.....	33

**五、对策建议.....33**

- (一)完善具身智能政策法规保障体系..... 33
- (二)加快构建开放共享的具身智能产业生态..... 33
- (三)加强具身智能核心技术研发创新和人才培养..... 34
- (四)建立分级分类具身智能标准测试体系..... 34
- (五)加快推动具身智能产品场景落地..... 34

## 本期主题：

# 具身智能产业发展趋势研究及安全威胁分析报告

## 一、基本概述

### (一) 概念与内涵

#### 1、定义

根据中国计算机学会 (CCF) 发布的《具身智能 | CCF 专家谈术语》，具身智能 (Embodied Intelligence) 是指一种基于物理身体进行感知和行动的智能系统，其通过智能体与环境的交互获取信息、理解问题、做出决策并实现行动，从而产生智能行为和适应性。该定义强调智能行为是身体与环境动态交互的结果，而非仅依赖抽象计算或孤立的大脑功能。2025年，具身智能被首次写入政府工作报告，标志着它正式成为国家未来产业的重点发展方向。

#### 2、与人形机器人、智能体等概念辨析

具身智能  $\neq$  人形机器人，人形机器人只是一种物理实体形态，但

被广泛认为是最理想的应用形态。

具身智能  $\neq$  智能体，智能体 (AI Agent) 是一种能够自主感知环境、进行决策并执行任务的智能系统，其表现形式可以是一个程序、一个系统或是一个机器人，如聊天机器人 ChatGPT、虚拟苹果助手 Siri、智能机器人等都属于智能体。

#### 3、特点

传统的人工智能，更多是指存在于计算机程序、云端服务器中的虚拟智能，无法直接感知和影响物理世界。具身智能通过物理载体与环境交互实现智能行为的涌现，突破了传统 AI 依赖符号处理或数据驱动的限制性，更贴近生物智能的本质。

(1) 物理交互性：传统的 AI 更多指存在于计算机程序、云端服务器中的虚拟智能，无法直接感知和影响物理世界。而具身智能依赖

物理实体(如传感器、机械部件)与环境直接互动,而非仅处理抽象数据。

(2) 环境适应性: 传统的AI只能按照预设程序重复机械动作,而具身智能通过感知实时环境、执行物理交互行动、根据环境实时反馈,形成“感知-行动-反馈-调节”的自我改进闭环,可实现根据复杂环境变化、不同任务要求,自主调整行为策略,如机器人避障、任务重新规划等。

(3) 具备生产力型技能: 具身智能凭借物理执行能力、与环境交互的实时学习能力,以及与人类协作的灵活性,可执行传统AI无法完成的实体任务,如工业机械臂精准装配、手术机器人辅助操作、仓储机器人分拣搬运,都直接提升生产效率。

#### 4、分类

具身智能的核心在于“具身性”(即物理载体的存在),其类别包括以下形态:

(1) 类人机器人 (Humanoid Robots, 俗称人形机器人), 如特斯拉Optimus、优必选Walker S1,

设计模仿人类身体结构,适应人类环境。

(2) 仿生机器人 (Bionic Robots): 借鉴生物形态(如动物、昆虫)的机器人,适应特定环境需求,例如宇树科技四足机器人、波士顿动力机器狗Spot、仿生鱼机器人。

(3) 环境嵌入式系统 (Embedded Agents):

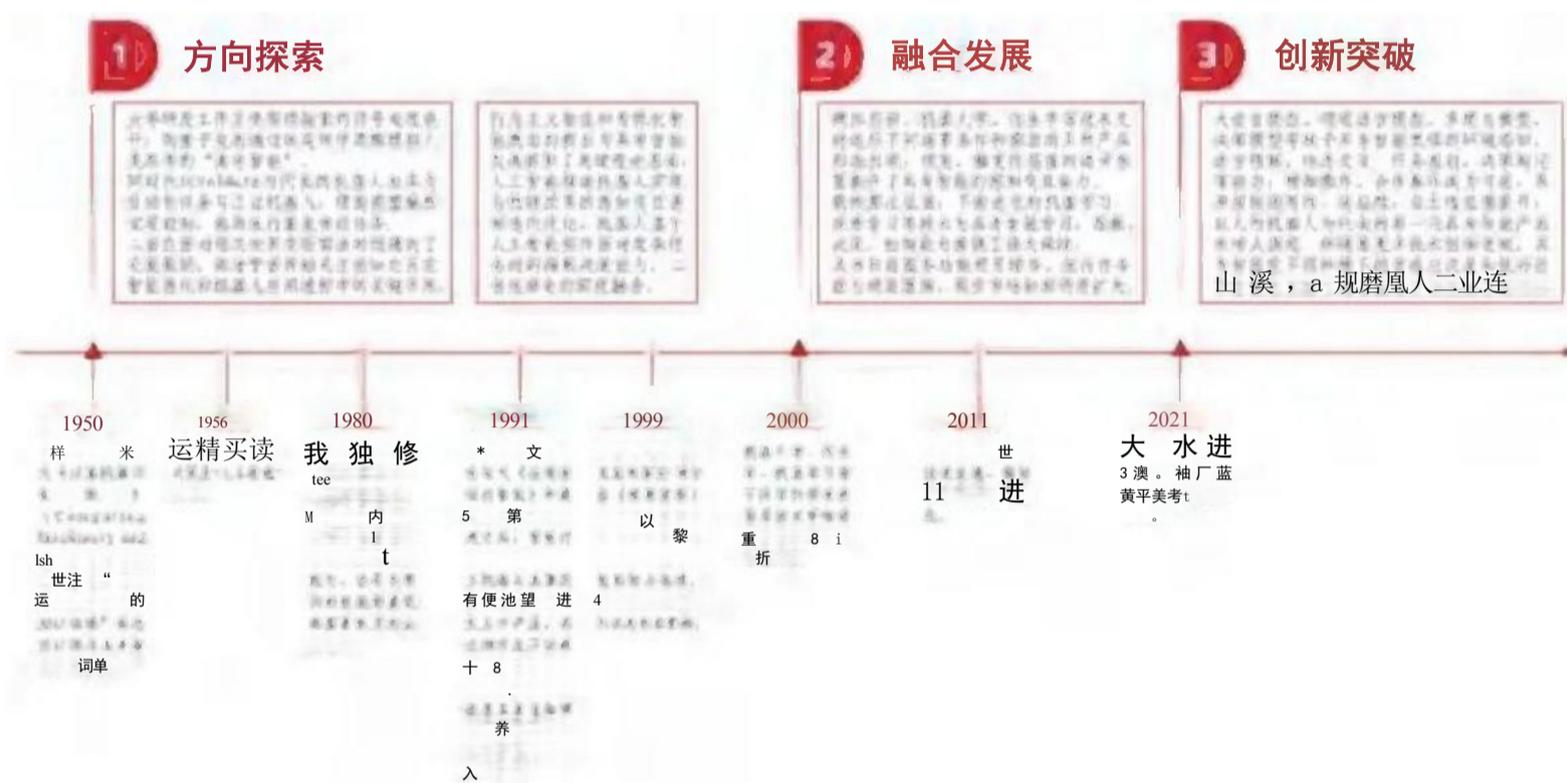
与固定环境深度融合的智能体(如智能网联汽车、智能家居设备、无人机、工业机械臂),例如ABB工业机器臂、达芬奇系统的手术机器人。

#### (二) 发展历程与演进

具身智能的发展主要可以分为方向探索、融合发展、创新突破三个阶段。方向探索阶段始于1950年艾伦·图灵提出“赋予机器感知能力并加以训练”这一具身智能最初认识,终于1990年代罗德尼·布鲁克斯、罗尔夫·普费弗和克里斯蒂安·谢尔等形成行为主义智能和身体化智能概念,业界花费近50年时间明确具身智能发展的理论基础和前进方向。第二阶段自2000年到

2020年，期间不同学科领域的前沿技术被集中应用于具身智能研发，具身智能感知、理解、控制等能力持续提升，服务功能多样化、任务场景多元化，商业市场份额明显扩大。第三阶段为2021年至今，大模型的迅猛发展赋予具身智能更强的

环境感知、语言理解、信息交互、任务规划、决策制定等能力，具身智能通用性、适应性、自主性显著提升，全球各界给予广泛关注、投资，以人形机器人为代表的新一代具身智能产品井喷式涌现，规模化应用近在眼前。如下图所示。



### (三) 技术体系

具身智能的技术体系可分为“感知—决策—行动—反馈”4部分<sup>1</sup>。

#### 1、感知模块：多模态融合与动态环境解析

感知模块是具身智能与外界交互的基础，通过多种传感器模拟人

类的感知能力，为后续的决策和行动提供信息输入，包括视觉感知、听觉感知、触觉感知、嗅觉和味觉等其他感知。

(1) 视觉感知，主要依赖摄像头等成像设备获取环境图像，运用计算机视觉算法，如卷积神经网络 (CNN) 进行图像识别、目标检测、

语义分割和场景理解等任务，主要涉及机器视觉技术、机器视觉技术等。

(2) 听觉感知，借助麦克风等音频采集设备获取声音信号，利用语音识别技术将声音转换为文字，同时结合自然语言处理技术理解语音中的语义和意图。此外，还包括声源定位技术，能够确定声音的来源方向，帮助具身智能物理载体判断周围环境中的声音信息，主要涉及自然语言处理技术、基于深度学习的自然语言处理技术等。

(3) 触觉感知，通过在具身智能物理载体表面或执行器上部署触觉传感器来感知与物体接触时的压力、纹理、温度等信息。同时，需要相应的信号处理算法将传感器采集到的原始信号转换为有意义的触觉信息，以便具身智能物理载体做出正确的反应。

#### (4) 其他感知

除了视觉、听觉和触觉感知外，具身智能还可能涉及嗅觉、味觉等感知方式。在嗅觉感知方面，主要通过气体传感器检测环境中的气体成分和浓度，利用模式识别算法对气味进行分类和识别。味觉感

知技术则相对更具挑战性，目前主要集中在对简单味觉物质的检测和识别，通过化学传感器或生物传感器实现。

## 2、决策模块：大模型驱动与任务规划

决策模块是具身智能的核心，负责根据感知模块获取的信息，做出合理的决策和行动规划，包括大模型决策、分层决策模型、端到端模型等技术。

### (1) 大模型决策

利用GPT、RT-2等大模型强大的语言理解和生成能力，结合感知到的环境信息，进行任务理解、规划和决策。

### (2) 分层决策模型

通常分为三层：策略控制系统 (SLC) 通过大模型整合任务、环境和本体感知信息，制定高层策略；环境交互的控制系统 (ELC) 通过具身模型实现环境感知和动作规划，将高层策略转化为具体的动作序列；行为控制系统 (PLC) 通过传统控制算法输出机器人控制的力矩实现最终动作。这种分层架构使得决策过程更加清晰和可管理。如

OpenAI 与 Figure 合作的 Figure01 的分层决策模型。

### (3) 端到端模型

利用一个神经网络完成从输入到感知、推理、决策和行为指令输出的全过程。输入是任务和对象的组合，输出是一系列动作。端到端模型通过在大规模互联网数据和机器人任务数据上的预训练和微调，实现对复杂任务的直接处理。例如，以 Google RT-2 为代表的端到端模型。

## 3、行动模块：运动控制与精细操作

行动模块负责将决策模块生成的动作规划转化为实际的物理运动，使具身智能载体能够在环境中执行任务。涉及机器人学相关技术、仿生学技术等。

### (1) 机器人学相关技术

包括机器人的机械结构设计、运动学和动力学建模、运动控制算法等。合理的机械结构设计能够确保机器人具备良好的运动性能和负载能力，例如人形机器人的关节设计需要兼顾灵活性和稳定性；运动学和动力学建模用于描述机器人的运动规律和力学特性，为运动控制

提供理论基础；运动控制算法则根据规划的动作轨迹，实时调整机器人各关节的驱动力或运动参数，实现精确的运动控制。

### (2) 仿生学技术

借鉴生物的运动方式和结构，设计和制造更具适应性和灵活性的机器人。例如，模仿昆虫的腿部结构和运动方式，设计出能够在复杂地形快速移动的微型机器人；模仿人类的手部结构和肌肉控制原理，开发出具有高灵活性和抓握能力的灵巧手。仿生学技术还包括对生物感知和行为模式的研究和模仿，以提高机器人的智能水平。

## 4、反馈模块：闭环学习与仿真验证

反馈模块是具身智能实现自我优化和持续学习的关键，通过对行动结果的反馈，智能体能够调整决策和行动策略，提高任务执行能力。涉及强化学习和迁移学习技术、物联网和通信技术等。

### (1) 强化学习和迁移学习技术

强化学习通过具身智能载体与环境的交互，根据环境反馈的奖励信号不断调整自身的行为策略，以最大

化长期累积奖励。迁移学习则是将在一个任务或环境中学习到的知识和经验迁移到其他相关任务或环境中，加速新任务的学习过程。在具身智能中，强化学习和迁移学习技术相结合，使具身智能载体能够在不同场景下快速适应和优化行为。

### (2) 物联网和通信技术

物联网技术实现了具身智能载体与外部设备、系统之间的连接和数据传输，使具身智能载体能够获取更丰富的环境信息，并与其他具身智能载体或人类进行协同工作。通信技术则确保了数据传输的稳定性和实时性，包括无线通信技术(如

Wi-Fi、蓝牙、5G等)和有线通信技术。

### (四) 产业链构成

具身智能产业链的上游聚焦原材料与零部件供应，由实现具身智能所需要的软硬件等基础支撑构成。中游是本体制造与系统集成环节，专注于将上游的基础资源整合，开发具身智能系统与机器人整机产品，包括人形机器人、仿生机器人、环境嵌入式系统等。下游面向多元应用领域，由工业、服务、特种、农业、服务等应用场景构成。如下图所示。



## 二、具身智能产业发展情况

### (一)全球产业发展情况

#### 1、政策环境

当前，全球各国纷纷制定相关政策规划抢占创新科技制高点，从人工智能、机器人、具身智能等视角出发引导支持产业发展，主要包括以下五个方面：一是提升具身智能战略地位，赋予具身智能科技产业发展工作更高的优先级。二是明

确具身智能发展方向，助力推动重点核心技术难点攻关。三是扩大具身智能应用场景，支持产业主体探索多元适配的落地方案。四是构建具身智能生态体系，在标准制定、人才培养、安全监管等领域加以优化完善。五是提供具身智能发展保障，拨付足额资金以保证相关政策规划实施效果。如表1。

表 1 主要各国近年支持具身智能发展政策概览

类别	年份	国家	名称	主要内容
	2024	美国	人工智能政策路线图	提出一系列政策建议激励创新、应对挑战，确保美国在人工智能领域继续保持领先地位，解决人工智能技术可能带来的社会、经济和伦理问题，推动研究、助力应用。强调需要跨党派合作和公私伙伴关系，希望将美国价值观融入人工智能发展。
	2023	美国	国家人工智能研发战略计划	2023年第二次修订版本重申了前序版本在人工智能研发方面的8项战略目标，调整完善各战略的具体优先事项，包括长期投资研究、人机协作、伦理安全等，并新增第9项战略以强调国际合作。
	2022	美国	2022芯片与科学法案	法案整体金额达2800亿美元，旨在加强美国半导体制造、研究和供应链的韧性。法案提供527亿美元的资金，其中包括390亿美元的制造业激励和132亿美元的研发和劳动力发展，以减少对外国芯片的依赖，尤其是来自中国芯片；提供240亿美元的投资税抵免；提供2000亿美元的科研经费支持，重点关注人工智能、机器人技术等前沿科技。
	2019	美国	美国人工智能倡议	旨在确保美国在人工智能技术发展方面的全球领导地位。重点领域包括加大人工智能研发投入、开放人工智能资源、设定人工智能治理标准、培养人工智能劳力、国际参与等。

类别	年份	国家	名称	主要内容
	2025	欧盟	Invest AI	拟调动2000亿欧元用于人工智能领域投资，包括设立200亿欧元的欧洲基金专门用于建设人工智能超级工厂，以训练高度复杂的大规模人工智能模型。
	2024	欧盟	人工智能法案	旨在通过基于风险的方法监管欧盟市场上可用的人工智能系统，保护欧盟公民的基本权利、健康与安全免受人工智能技术的威胁。法案明确禁止违背欧洲价值观且对基本权利、健康与安全构成过高风险的人工智能实践，要求高风险系统履行严格的合规义务。
	2021	欧盟	人工智能协调计划	2021年修订版本计划旨在促进欧洲人工智能的研发和应用，协调各成员国行动以实现欧盟在全球人工智能领域的领导地位。提出委员会和成员国应加速人工智能技术投资、根据人工智能战略和计划采取行动、调整人工智能政策以避免各自为政现象等。
	2024	日本	综合创新战略2024	强调人工智能技术对日本社会的重要意义，提出围绕人工智能等重要技术推进综合战略，基于全球视角加强国际合作，确保在人工智能领域的技术安全和竞争力。
	2022	日本	人工智能战略2022	作为指导日本人工智能技术发展的宏观战略，认为日本应致力于实现人工智能等技术创新与结构变革并发挥全球领导力，围绕人才、产业竞争力、技术体系和国际化等领域提出战略目标。
	2024	韩国	人工智能基本法案	视人工智能技术为国家经济和安全的核心要素，旨在构建可信赖的人工智能应用基础。通过指定人工智能产业集聚区、推进人工智能数据中心政策、促进人工智能融合等支持人工智能生态系统的创新发展。
	2024	韩国	国家人工智能战略政策方向	明确韩国在全球人工智能竞争中的战略方向，包括四大旗舰项目和四大政策方向，旨在推动韩国未来30年人工智能转型与发展。四大旗舰项目包括建设国家人工智能计算基础设施、促进民间人工智能投资、推进全社会人工智能+X转型、确保人工智能安全与全球领导力。人工智能生态系统发展的四大政策方向涉及初创企业和人才培养、人工智能核心技术和基础设施创新、包容与公平的人工智能生态系统、建立人工智能时代新规范等。

类别	年份	国家	名称	主要内容
机器人	2021	美国	国家机器人计划3.0	以前序项目为基础推动机器人技术的研究与开发，寻求对集成机器人系统的研究创新。
具身智能	2024	加拿大	国家人工智能与机器人战略	设立10亿加元专项基金支持人形机器人在极地科考、灾害救援等特种场景的应用。推动多伦多大学、滑铁卢大学等高校与企业合作建立人形机器人技术转化中心。制定人形机器人数据隐私保护法规，确保技术应用符合伦理标准
	2023	日本	机器人新战略2035	将人形机器人列为“社会5.0”战略的核心技术，重点支持其在医疗护理、家庭服务等民生领域的应用。投入1000亿日元用于人形机器人的关键技术研发(如仿生关节、多模态交互系统)。推动产学研合作，成立“人形机器人创新联盟”，加速技术转化。
	2024	韩国	第四个智能机器人基本计划(2024-2028年)	提出“K-Robot经济”概念，围绕强化技术、人才、企业核心竞争力，积极拓展市场规模，建立机器人友好的基础设施三大核心战略开展工作。

## 2、市场状况

### (1) 市场规模

根据Dimension Market Research研究数据<sup>2</sup>，在人工智能和机器人技术进步的推动下，全球具身智能市场正在不断增长，2024年市场规模为25.335亿美元，预计到2033年将达到87.565亿美元，年复合增长率为15.0%。制造业、医疗保健、

物流和汽车等不同行业对自主系统日益增长的需求推动了具身智能市场规模的发展。

### (2) 商业模式

具身智能的商业化路径主要包括通用场景中的软硬结合、软件路径、以及垂直领域中的软硬结合三种，包括销售或租赁整个机器人、根据接口收费等商业模式。如表2。

2、数据来源于<https://dimensionmarketresearch.com/report/embodied-ai-market/>。

表2具身智能产业商业化类型和模式

商业化类型	商业模式	主要机制	代表厂商
通用场景 软硬结合	销售或租赁 整个机器人	采用通用的硬件和软件来应对各种多变的使用场景	特斯拉、Figure、Sanctuary AI等
软件路径	根据接口收费	向硬件厂商提供API接口	Nvidia等
垂直领域 软硬结合	销售或租赁 整个机器人	垂直领域部署机器人软件和硬件	1X、ANYbotics、发那科、ABB Robotics、iRobot等

### (3) 市场竞争格局

当前，全球具身智能行业竞争激烈，科技巨头积极布局，初创具身智能公司争相创新，传统机器人公司探索转型，整体呈现出百花齐放的市场态势。依据主要研发产品类型，市场主体主要可分为三类。

一是具身智能一体化研发公司，此类公司具备较强的全流程研发实力，探索实现具身智能一体化解决方案。如特斯拉基于FSD纯视觉+深度学习神经网络+Dojo超级计算平台等实现从芯片、数据训练、大模型到本体制造、运控模型自研自产，并还在其汽车生产车间中评估商业化应用效果。二是具身智能大模型研发公司，主要为在人工智能领域具备技术优势、已有优秀大模型产品的科技公司，探索智能领域

发展可能。如英伟达依托其芯片能力拓展大模型、开发平台，为十余家机器人厂商提供具身智能研发底层支持；Google 依托RT系列模型、Gemini 模型等与机器人厂商联手开发新一代具身智能。三是具身智能物理载体研发公司，多聚焦在机器人本体研发以及推进量产工作，大模型智能方面依托前类外部厂商合作，包括波士顿动力等传统机器人企业和Figure 等具身智能初创公司。从地域角度分析，美国相对处于全球具身智能产业发展的领先地位，在类人机器人、智能网联汽车等领域具备较为明显的技术先进性、主体多样性、场景丰富性；欧洲国家、日本等在仿生机器人、环境嵌入式系统中仍占有关键地位。

如表 3。

表3具身智能产业企业竞争格局

类别	企业名称	总部位置	成立时间	主要技术和产品	应用领域
具身智能一体化研发公司	特斯拉	美国	2003	Model系列车辆、Optimus(人形机器人)	交通工业
具身智能大型研发公司	Nvidia	美国	1993	GROOT(通用人形机器人基础模型)、GROOT N1(开源人形机器人功能模型)、Isaac GROOT Blueprint(通用机器人数字孪生训练场)	
	Google	美国	1998	RT-1&2(机器人控制模型)、Gemini2.0(多模态大模型)、AutoRT(机器人训练系统)、Apollo(人形机器人)	物流零售
	OpenAI	美国	2015	GPT-4o(大模型)	
具身智能物理载体研发公司	波士顿动力	美国 韩国	1992	Spot(机器狗) Atlas(人形机器人)	科研工业
	IX	挪威	2014	EVE(轮式机器人)、NEO(人形机器人)	物流零售 家庭
	Sanctuary AI	加拿大	2018	Phoenix(人形/轮式机器人)	通用
	Agility	美国	2015	Digit(人形机器人)	物流
	Figure	美国	2022	Figure 01&02(人形机器人)	工业物流
	ANYbotics	瑞士	2016	ANYmal、ANYmalX(机器狗)	安防巡检
	iRobot	美国	1990	PackBot(探测机器人)、Roomba(清扫机器人)	军事家庭
	直觉外科	美国	1995	da Vinci系列(手术机器人)	医疗
	发那科	日本	1958	M-2000iA、R-2000iA系列系列(机械臂)	工业
	ABB Robotics	瑞士 瑞典	1988	IRB 1100、IRB 6700等(机械臂)	工业
安川电机	日本	1915	MOTOMAN系列、(机械臂)	工业	

类别	企业名称	总部位置	成立时间	主要技术和产品	应用领域
	库卡	中国德国	1898	KR QUANTEC系列等(机械臂)	工业

### (3) 市场需求和应用分析

全球具身智能产业正逐步从实验探索阶段迈向规模化商业应用。

众多厂商陆续推出商业化的具身智能产品，这些产品已经在工业、医疗、物流等多个行业和应用场景中实现了落地。

工业制造领域，高度结构化、对成本敏感等生产线流程特点使具身智能技术在该场景落地应用具有优势。具身智能能够有效提升工业生产任务的灵活性与适应性，并在作业过程中实现自主学习，不断增强其复杂任务执行能力与操作精度。发那科、ABB Robotics、安川电机、库卡等机械臂领域主要厂家在器件焊接、精密装配、重物转移等方面耕耘多年，设备误差率较低，长期占据汽车、电子等领域生产线中焊接与搬运市场主要地位。新兴具身智能方面，2024年8月，

技术，速度提高了400%，执行任务成功率提升了七倍；2025年1月 Figure02 永久入驻宝马工厂。

**医疗服务领域**，具身智能展现出多维度的应用价值，通过多模态感知、决策与行动控制技术的深度融合重塑医疗服务的模式与效率。疾病诊断环节，谷歌旗下DeepMind所开发AI系统通过深度学习分析乳腺X射线图像，将乳腺癌漏诊率降低5.7%，减少误诊1.2%，诊断准确率超越传统放射科医生，且将早期诊断成功率提升约20%，有力推动医疗诊断向精准化迈进。临床手术方面，美国直觉外科的达芬奇系列机器人具备术中图像分析和智能实时辅助手术能力，能够大幅提高手术精准性和成功率，自2000年问世以来已在全球微创手术、泌尿科、妇科、胸外科等领域广泛应用。

物流配送领域，具身智能借助自身特性在柔性分拣、精准堆垛、快速配送等工作中具有较大价值，推动行业向高效化、智能化转

型。实践中，Agility 公司 Digit 机器人于2023年10月至2024年1月在亚马逊测试期间展现出卓越的工作能力，工作效率达到人类速度的75%，任务完成成功率高达97%。2023年年末，Agility 与全球最大物流供应商GXO携手合作，在SPANX 物流仓试运营Digit 机器人，双方于24年6月签订了多年战略合作协议，正式在GXO的物流运营中部署Digit，步入商业化运营阶段。类似的，2024年圣诞节期间 Apptronik Apollo 机器人被试点部署在Amplifier 位于美国德州奥斯丁地区的配送中心执行订单分拣任务，主要将订单分类到多个承运人的出站运输货箱中，整个过程中 Apollo 使用5指灵巧手完成物品的取放和灵巧操作，并且利用了 Apollo 的高阶感知能力。

军事应用领域，具身智能的技术创新将催生武器装备组织形态和作战样式变革，提升武器装备作战能力。自主作战环节，美国国防部于2020年3月基于对未来城市作战形势的预判启动城市作战具身智能机器人项目，开发高度适应城市作

战环境、具备在复杂城市地形中自主导航、精准侦察以及高效目标识别能力的机器人，协助士兵执行危险任务，减少人员伤亡，为美军在复杂城市环境中的作战提供有力支持。辅助作战环节，美军使用的增强型夜视镜 (ENVG-B) 利用热成像传感器和增强现实技术提供战场信息，可以根据士兵的视线和头部动作调整显示内容，并实现敌我识别、导航和目标瞄准等功能，显著提高战场态势感知和作战效率。

### 3、技术发展情况

感知层技术走向多模态融合与真实物理世界的数字化映射。具身智能通过视觉、触觉、听觉等多模态信息的深度融合，实现对物理环境的高效感知和准确识别。特斯拉 Optimus 人形机器人采用高清摄像头与神经网络算法，实现动态目标识别与三维环境建模，其视觉系统可实时解析人类手势指令，并在复杂场景中自主避障。Figure 机器人搭载分布式触觉传感器与柔性电子皮肤，能够感知物体纹理、硬度及操作力度，完成抓取易碎物品等精细任务，其触觉反馈精度达到毫米

级。英伟达的GROOT通用基础模型通过融合视觉、语音和文本信息，使机器人能理解模糊指令，并在真实场景中完成多步骤任务。

思考决策层技术向自主智能持续高速迭代更新。具身智能决策系统从单一任务执行向复杂场景的自主推理演进。Figure 最新发布的通用VLA大模型Helix 整合感知、决策和控制能力，实现机器人对物理世界的动态理解与实时响应能力，支持人形机器人在仓库拣选、家庭服务等场景中表现出对未知物体的自适应抓取能力，响应延迟低于200ms，接近人类反应速度。Mobile ALOHA 机器人结合场景语义理解与强化学习，可在厨房场景中完成煎蛋、洗碗等任务，并能根据油温变化实时调整操作力度。Neura Robotics MAiRA机器人，通过在线模仿学习技术，可在工业产线中快

速适应新工件加工流程，决策迭代周期缩短至30分钟以内。

**行动层技术支持具身智能实现高精度运动与自适应优化。**特斯拉 Optimus 采用模型预测控制 (MPC) 算法，结合关节力矩反馈，实现双足行走的稳定性与能耗优化，其步态调整速度较初代提升40%，使机器人能够在复杂环境中实现精准的动作规划和执行力。力位混合控制等策略的实施，进一步提升了机器人在面对不同任务需求时的适应性和灵活性。端到端控制策略的兴起简化了传统控制系统中的复杂环节，提高了控制系统的整体性能和响应速度。Physical Intelligence 公司基于强化学习框架，实现从视觉输入到动作输出的直接映射，其机器人可在未经预编程的情况下学习开门、操作工具等技能。

## 4、产业图谱及重点研究机构



### (二) 我国产业发展情况

#### 1、政策环境

我国高度重视具身智能产业的发展，明确将具身智能纳入未来产业重点培育方向。目前从国家层面到地方政府，出台了一系列政策措施，重点围绕核心技术攻关、重点场景应用、资金和人才保障等方面，积极营造良好的发展环境，推动具身智能产业飞速发展。

国家层面，通过统筹规划为产业锚定发展方向。一是，升级战略定位，2025年《政府工作报告》首次将“具身智能”列为未来产业培育范畴，明确提出重点支持智能机

器人等新一代智能终端发展，并将其定位为“颠覆性平台产品”，目标成为继计算机、智能手机后的第四大通用技术载体。二是推动核心技术攻关，二是，推动核心技术攻关，设立重大科研专项，整合顶尖科研力量，针对具身智能大模型研发、高精度感知与决策算法等“卡脖子”难题集中攻坚；三是，场景应用上，联合多部门发布指导意见，明确在智能制造、应急救援、养老服务等领域优先开展具身智能产品试点应用，建立示范项目，加速技术商业化闭环。四是，加强资金与人才保障，设立专项产业基金支持

技术研发与产业化，鼓励高校开设交叉学科，强化产学研合作，吸引全球高端人才参与具身智能生态建设。表4所示。

表4国家层面政策不断加码，顶层设计奠定发展基调

类别	年份	部门	名称	主要内容
AI	2017	国务院	《新一代人工智能发展规划》	明确面向2030年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施，部署构筑人工智能发展的先发优势，加快建设创新型国家和世界科技强国
	2024	中央经济会议	“人工智能+行动”	明确提出开展“人工智能+”行动，推动人工智能与实体经济深度融合，培育未来产业，包括具身智能技术的应用场景拓展和技术创新。
机器人	2021	工信部等15个部门	《“十四五”机器人产业发展规划》	提出到2025年机器人产业发展的主要目标，部署提高产业创新能力、夯实产业发展基础、增加高端产品供给、拓展应用深度广度、优化产业组织结构等主要任务，从多维度推动机器人产业高质量发展。
	2023	工信部	《人形机器人创新发展指导意见》	到2025年，人形机器人创新体系初步建立，关键技术取得突破，整机产品达国际先进水平并批量生产，在多场景示范应用，培育生态型企业和集聚区等；到2027年，技术创新能力显著提升，产业规模化发展，融入实体经济。打造人形机器人“大脑”和“小脑”，突破“肢体”关键技术，健全技术创新体系；打造整机产品，夯实基础部组件，推动软件创新；拓展在特种、制造、民生等领域的场景应用

类别	年份	部门	名称	主要内容
具身智能	2024	工信部等7部门	《关于推动未来产业创新发展的实施意见》	明确将具身智能纳入未来产业重点培育方向，标志着具身智能正式成为国家未来产业布局中的重要一环。该意见指出，要在智能制造、家庭服务和特殊环境作业等领域率先推动人形机器人等具身智能产品的应用。这不仅为具身智能产业明确了应用方向，也为相关企业和科研机构指明了研发重点。
	2025	国务院	《政府工作报告》	首次将“具身智能”纳入未来产业培育范畴，标志着其正式成为国家战略性技术方向。报告明确提出大力发展以人形机器人为代表的智能机器人，并强调持续推进“人工智能+”行动，重点支持智能机器人等新一代智能终端发展。这一政策导向为具身智能产业的顶层设计提供了明确指引，其战略地位与生物制造、量子科技、6G并列，成为推动新质生产力的关键领域。

地方层面，形成差异化协同发展格局。北京、深圳、上海、杭州等城市率先出台具身智能专项政策，形成“中央引领+地方试点”的协同发展模式。北京市致力于打造具身智能全球创新策源地，凭借丰富科研资源与高校优势，全力推进具身大模型等核心技术攻关，加速创新成果转化，吸引全球顶尖人才与企业汇聚；上海市加快区域协同与生态培育，借助长三角产业联动基础，推动跨区域产学研合作，构建从技术研发、产品制造到应用

推广的全链条产业生态；深圳市聚焦规模化应用与产业链国产化，以创新驱动为核心，加大对本土关键零部件企业扶持力度，降低产业链对外依存度，实现从基础硬件到系统软件的自主可控，推动具身智能产品在智慧工厂、智慧城市、智能安防等多场景规模化落地，全面提升具身智能产业在国内外市场的竞争力。杭州市注重创新，以2027年初步建成产业创新体系为目标推动具身智能产业发展。表5所示。

表5 地方政策频频发布，因地制宜激发创新活力

领域	年份	地方	名称	主要内容
机器人	2023	北京市	《北京市机器人产业创新发展行动方案(2023-2025年)》	到2025年，培育100种高技术高附加值机器人产品、100种具有全国推广价值的应用场景，万人机器人拥有量达到世界领先水平，全市机器人核心产业收入达到300亿元以上。
	2025	广东省	《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》	支持关键核心技术攻关、培育优势在企业、打造应用场景、推动产业聚集发展、支持重点项目建设、丰富数据要素供给、完善人工智能和机器人创新生态、引育高水平领军人才、加强产业投融资、推进标准体系建设、打造高端交流平台。
	2024	四川省	《关于促进人工智能与机器人产业高质量发展的若干政策》	打造具有强大吸引力和竞争力的人工智能及机器人集聚区，吸引大量人工智能及机器人企业和创新人才汇聚龙华。预期在未来数年内，区内高新技术企业数量实现显著增长，打造一批人工智能及机器人专业园区。
	2024	南京市	《南京市促进机器人产业高质量发展行动计划(2024—2026年)》	到2026年，南京市机器人产业总体发展水平居全国前列；自主工业机器人在行业内继续保持领先优势；市场主体加速集聚，产业竞争力更加提升；“机器人+”创新示范应用取得显著成效，成为国内标杆。
	2024	浙江省	《浙江省人形机器人产业创新发展实施方案(2024—2027年)》	力争到2027年，科技创新有效引领人形机器人产业创新发展，在人形机器人领域培育省级及以上高能级创新载体5家、企业研发机构30家，实施重大科技项目30项，产业链供应链实现自主可控；企业科技创新主体作用充分发挥，培育链主企业5家，制造业单项冠军和专精特新“小巨人”企业50家，形成具有国际竞争力的全产业链优势；人形机器人产业协同布局和集群化发展格局基本形成，建设省级未来产业先导区2个，打造示范应用场景50个。
	2024	杭州市	《杭州市人形机器人产业发展规划(2024—2029年)》	到2027年，产业创新体系初步建成，支撑人形机器人发展的基础设施基本健全；到2029年，产业规模实现跨越式增长，全产业链生态体系和产业集群基本成型。

领域	年份	地方	名称	主要内容
具身智能	2024	北京市	《关于打造全国具身智能创新高地的三年行动方案(2024-2026年)》	计划到2026年初步建成全国具身智能原始创新策源地、应用示范新高地和产业加速集聚地。
	2025	北京市	《北京具身智能科技创新与产业培育行动计划(2025-2027年)》	到2027年实现：(1)技术突破：围绕具身大小脑模型、智能芯片、运动控制等领域突破100项关键技术，产出10项国际领先的软硬件产品；(2)产业规模：培育核心企业50家以上，形成量产产品50款，在科研教育、工业商业、个性化服务三大场景落地100项规模化应用，量产总规模突破万台，培育千亿级产业集群；(3)生态构建：建设2个具身智能特色产业集聚区，打造产教融合基地，并搭建世界模型仿真平台、中试验证平台等新型基础设施。
	2024	上海徐汇区	《徐汇区关于加快推进具身智能产业发展的扶持意见(试行)》	重点支持人形机器人、工业机器人、服务机器人、特种机器人等智能终端，智能体、个人数字助理等消费类终端产品，及其软件操作系统和应用等领域，对技术含量高、应用前景好、示范带动作用强、处于产业链关键环节的产品、平台和项目予以优先资金支持。
	2025	深圳市	《深圳市具身智能机器人技术创新与产业发展行动计划(2025-2027年)》	到2027年，在机器人关键核心零部件、AI芯片、人工智能与机器人融合技术、多模态感知技术、高精度运动控制技术、灵巧操作技术等方面取得突破。新增培育估值过百亿企业10家以上、营收超十亿企业20家以上，实现十亿级应用场景落地50个以上，关联产业规模达到1000亿元以上，具身智能机器人产业集群相关企业超过1200家。打造公共服务平台矩阵，吸引更多上下游企业、科研机构、创新团队等加入，形成更完善的产业生态，具身智能机器人产业综合实力达到国际领先水平。
		重庆市	《重庆市支持具身智能机器人产业创新发展若干政策措施》	通过“揭榜挂帅”方式重点攻关具身智能机器人模型生态体系相关技术，给予最高1000万元资金支持。

标准层面，国家地方共建具身智能机器人创新中心参与发布了第一个与人形机器人相关的国家/国际标准《腿式机器人性能及试验方法标准》；主导发布了国内第一个具身智能数据集的行业标准《人工智能具身智能数据采集规范》，规范了具身智能数据集采集的格式，主导发布了《人形机器人智能化分

级》，是行业第一个权威认证的等级评价标准，智能化分级将基于用户需求响应和人形机器人自主行动能力，将人形机器人智能化等级划分为0到5级，对于人形机器人产业发展具有重要的指导和推动作用，加速人形机器人落地更多应用场景。表6所示。

表6具身智能产业现有相关标准

标准名称	参与机构	实施时间	特点及内容	类型
《腿式机器人性能及试验方法标准》	国家地方共建具身智能机器人创新中心	2025	第一个与人形机器人相关的国家标准	国家标准 国际标准
《人工智能具身智能数据采集规范》	国家地方共建具身智能机器人创新中心	2025	规范了具身智能数据集采集的格式	工信部 行业标准
《人形机器人智能化分级》	国家地方共建具身智能机器人创新中心	2024	将人形机器人智能化等级划分为0到5级，对于人形机器人产业发展具有重要的指导和推动作用，加速人形机器人落地更多应用场景	行业标准

## 2、市场状况

### (1) 市场规模

根据头豹研究报告显示，2023年，中国具身智能市场规模已经达到4186亿元。随着大模型端的技术突破，具身智能市场规模增长有望逐渐提升，2027年市场规模有望达到6328亿元。根据中国电子学会预

测，到2030年，中国人形机器人市场规模有望达约8700亿元。

### (2) 商业模式

具身智能的商业化路径主要包括通用场景中的软硬结合、软件路径、以及垂直领域中的软硬结合三种，包括销售或租赁整个机器人、根据接口收费等商业模式。如表7。

表7具身智能产业商业化类型和模式<sup>3</sup>

商业化类型	商业模式	主要机制	代表厂商
通用场景软硬结合	销售或租赁整个机器人	采用通用的硬件和软件来应对各种多变的使用场景	软通动力、有鹿机器人、聆动通用等
软件路径	根据接口收费	向硬件厂商提供API接口	小i机器人、北京华航唯实等
垂直领域软硬结合	销售或租赁整个机器人	垂直领域部署机器人软件和硬件	海康机器人等

### (3) 市场竞争格局

我国具身智能产业当前呈现“头部企业引领、传统企业参与、初创企业分化”的多层次格局。科技大厂、传统机器人公司和新生代的具身智能公司等成为具身智能浪潮的主要玩家。一是，科技大厂注重生态整合和跨界融合，如，华为联合乐聚、兆威机电等企业构建具身智能技术生态；宁德时代将具身智能机器人技术与新能源产线结合提升自动化水平。二是，传统机器

人公司聚焦场景深耕和技术升级，如，优必选在工业场景实现人形机器人量产；大族机器人聚焦焊接与精密加工实现多行业覆盖。三是，新生代具身智能公司注重技术创新和细分突破，如UniX AI的轮式双臂机器人实现长序列任务泛化；帕西尼感知的多维触觉传感器填补硬件空白等；宇树科技H1人形机器人实现全球首个电驱原地空翻。表8所示。

表8参与具身智能产业企业竞争格局中的部分关键企业

类别	企业名称	总部位置	成立时间	主要技术和产品	应用领域
科技大厂	华为	广东深圳	1987	盘古具身智能大模型、人形机器人联合解决方案、机器人控制芯片、通信模块、操作系统	工业制造、家庭服务、智慧物流
	字节跳动	北京	2012	机器人的算法、软件	物流、教育、家庭服务、工业
	阿里巴巴	浙江杭州	1999	云计算、物流机器人	物流、智能制造

3、数据来源于慧博智能投研报告

类别	企业名称	总部位置	成立时间	主要技术和产品	应用领域
	百度	北京	2000	小度机器人	自动驾驶、居家办公
	小米机器人	北京	2010	CyberOne人形机器人、CyberDog机器狗	消费电子，工业
	大疆	广东深圳	2006	无人机	航拍、测绘、农业植保、物流配送
	海康威视	浙江杭州	2001	智能监控设备、机器人相关视觉系统和传感器等	消费电子，工业
	腾讯	广东深圳	1998	四足机器狗Jamoca、机械臂TRX-Arm、人居环境机器人“5号”	消费、物流、工业
	美团	北京	2010	无人机、自动配送车、分拣机器人	工业、物流
传统机器人公司	埃夫特	安徽芜湖	2007	工业机器人及系统集成	汽车制造、电子装配
	欧帕工业机器人	河南	2009	MR1600	工业制造
	中科机器人	江苏苏州	2012	仿生四足机器人	中科机器人
	银弗科技	北京	2012	安检防爆机器人	银弗科技
	上海节卡	上海	2014	JAKA Zu3、JAKA C系列	工业制造
	可飞科技	北京	2014	灵嗅P1-X机器狗	
	珞石机器人	北京	2015	NB12系列/NB25系列	工业、医疗
	云深处科技	浙江杭州	2015	“绝影”系列四足机器人	电站、工厂、管廊巡检、应急救援、消防侦查
	傅利叶智能	上海	2015	GR等系列康复机器人	医疗康复
	因时机器人	北京	2016	仿人五指灵巧手RH56BFX、RH56DFX和FTP系列	工业制造
	大象机器人	广东深圳	2016	MarsCat火星猫	
	大族机器人	广东深圳	2017	Elfin协作机器人、MAiRA智能助手	焊接、精密加工、医疗辅助
	睿尔曼智能科技	北京	2018	RM65、RM75、RML63、ECO、GEN等系列机械臂	工业制造
	优必选	广东深圳	2012	Walker系列人形机器人	工业协作、教育科研、家庭服务

类别	企业名称	总部位置	成立时间	主要技术和产品	应用领域
新生代具身智能公司	帕西尼感知	广东深圳	2021	多维触觉机器人TORA-ONE	精密抓取、医疗手术辅助
	星尘智能	广东深圳	2022	Astribot S1(多模态交互机器人)	复杂环境操作、工业巡检
	银河通用	北京	2023	Galbot G1(轮式双臂机器人)	仓储物流、高危作业替代
	智平方	广东深圳	2023	AI2R Brain具身大模型、“爱宝”系列机器人	半导体制造
	智元机器人	上海	2023	远征A1、远征A2等通用具身机器人	工业生产、物流仓储、商业服务
	开普勒机器人	上海	2023	通用人形机器人	智能制造、仓储物流、智慧巡检、安保巡逻、高危作业、商业服务、科研教育
	数字华夏(深圳)	广东深圳	2024	交互型人形机器人“夏澜”	家庭服务、商业接待
	UniX AI	上海	2024	轮式双臂机器人Wanda、双足机器人Martian	家庭服务、工业分拣
	宇树科技	浙江杭州	2016	H1、G1系列双足机器人, Aliengo、B1、B2等工业四足机器人	工业制造、应急救援、科研教育领域

#### (4) 市场需求和应用分析

我国具身智能产业正逐步从实验探索阶段迈向规模化商业应用。众多厂商陆续推出商业化的具身智能产品，这些产品已经在工业、医疗、物流等多个行业和应用场景中实现了落地。

工业制造领域，在制造强国战略的导向下，工业制造面临转型升级压力，具身智能凭借其独特优势，在提高了生产效率、保障产品质量方面发挥了重要作用，有效助

力该领域实现提质增效目标。例如，在电子制造行业，智平方的通用智能机器人Alpha Bot(爱宝)凭借±5mm定位精度，配合6小时续航能力，可全天候执行精密抓取、搬运，并逐步实现晶圆装载、耗材更换等操作，比人工效率提升数倍，极大地加快了电子产品的生产速度，满足市场对产品快速交付的需求。在汽车制造行业，优必选的工业人形机器人Walker S1对车标及车灯实施毫米级精准质检，准确率

超99%，确保了汽车零部件质量检测的高标准与高效率。

医疗服务领域，在人口老龄化与居民健康关注度提升的背景下，医疗服务行业压力增大，具身智能产品能从精准医疗和高效护理两方面发挥独特优势，有效缓解行业难题。在精准医疗方面，上海联影医疗公司研发的IQQA介入智能穿刺导航机器人可根据患者的CT/MR数据，重建全定量化的虚拟人体解剖学结构，并通过全息影像展现，对特殊位置、困难位置的小病灶精准定位优势显著，降低了患者并发症的发生率。在康复医疗方面，由天津大学和天津市人民医院联合研制的“神工一号”机器人，可帮助中风患者通过“纯意念控制”恢复原有障碍的运动反射弧；广州一康医疗设备实业公司的下肢康复机器人A6、江苏迈康智能医疗科技股份有限公司的上肢康复机器人，均可通过患者运动数据的监测，制定个性化康复训练计划，助力患者上肢功能的恢复。在高效护理方面，

物流配送领域，在电商行业蓬勃发展的当下，物流配送规模呈井

喷式增长，传统模式弊端渐显。具身智能凭借技术优势，从仓储、分拣、配送各环节发力，为物流行业降本增效，提供智能升级方案。在智能仓储环节，极智嘉智能仓储机器人、海康机器人的仓储AGV小车等可快速穿梭于高密度物流仓库的货架之间，自动完成货物的搬运与存储。在分拣环节，旷视科技的河图智能分拣系统、海柔创新的库宝系统、灵动科技的FORPICK智能分拣系统，通过视觉识别技术识别包裹信息，再结合智能调度系统，实现高效分拣。在配送环节，大疆的Matrice 300 RTK配送无人机、美团的无人配送车魔袋系列、新石器慧通的无人配送车等具身智能设备的应用，为解决“最后一公里”配送难题提供了创新方案。

智能家居领域，在满足人民日益增长的美好生活的需求的国家战略目标的背景下，民众对家居生活的便捷性、安全性与舒适性需求日益增长，传统家居模式的局限性愈发凸显。具身智能为智能家居行业带来智能化变革，助力打造高效、舒适且节能的家居环境。在家庭清

洁环节，科沃斯、云鲸、石头等企业的扫地机器人通过强大的视觉识别、激光导航与地图构建系统技术实现家庭自主深度清洁。在烹饪协助环节，添可的食万3.0智能料理机、美的的智能炒菜机器人、苏泊尔的小C主厨料理机等能高效地协助制作多道菜品，满足家庭成员多样化的口味需求，提升了家庭烹饪的便捷性与趣味性。在老人儿童陪伴环节，优必选的悟空机器人、科大讯飞和小鱼的陪伴机器人等可提供儿童互动、提醒老人按时服药、安全追踪等功能，为家庭提供了跨越空间的陪伴与关怀。

### 3. 技术发展情况

核心零部件国产化进程加速。绿的谐波、兆威机电等企业突破技术壁垒，其谐波减速器、微型传动系统等核心部件已进入头部机器人供应链，其中绿的谐波减速器在精度、回差、寿命等关键性能指标上已达到国际先进水平，逐步进入头部机器人供应链，国产化率已高达85%，打破了国外企业在该领域的长期垄断。华旋传感等企业将新能源汽车领域的旋变传感器技术迁移

至机器人领域，实现高精度关节角度检测与动态平衡控制，推动国产传感器在人形机器人中的应用。理工华汇联合国内知名研究所自研电机关节，在某些关键指标上较国际先进电机提高了30%。据浙江省机器人产业发展协会调研数据显示，2024年我国工业机器人国产化率首次突破50%。

大模型算法方面取得了诸多突破性进展。在架构创新上，深度求索公司发布的DeepSeek-R1模型，采用创新的MoE架构与高效训练方法，在保持高性能的同时降低了算力需求，为大模型平衡规模与效率提供了重要探索。在与国产算力适配方面，科大讯飞与华为联合团队实现重大突破，率先攻克国产算力集群上MoE模型的大规模跨节点专家并行集群推理难题。这一突破性解决方案应用于讯飞星火深度推理模型训练加速，预期训练时推理效率将提升200%，还实现了国产算力上DeepSeek-V3和 R1的高效推理。

行业数据集与标准建设齐头并进。以国创中心为代表的行业枢纽机构联合清华大学、哈工大等

顶尖高校，共同发布全球首个面向具身智能全栈能力训练的数据集RoboMIND，该数据集通过多维度数据采集体系，涵盖工业装配、家庭服务、医疗护理等8大场景，包含超过1.2亿帧运动姿态数据、360万组多模态交互记录以及7.8万小时环境感知动态序列，其数据规模较MIT开源的Domo数据集扩大23倍。特别在复杂动态场景建模方面，RoboMIND创新性融入中国家庭空间特征数据（如狭窄厨房动线、多代同居住宅布局），使机器人适应性训练更贴合本土化需求。此外，国创中心还牵头了全国首个‘具身智能数据采集标准’等多个国家和行业标准，用明确的标准规范助力具身智能机器人行业数据集质量提升。

**机器人本体运动控制能力突出。**一是自由度与伺服控制方面，优必选Walker X机器人拥有41个自由度，接近人类关节活动能力，支持双足行走、舞蹈等高难度动作，远超特斯拉Optimus的28个自由度。此外，我国伺服控制技术突破0.01毫米精度，手指驱动结构支持高重复性动作。二是轻量化设计方面，采用碳纤维、钛合金等新材料及拓扑优化算法，荣耀贡嘎一号整机重量仅25公斤，最大负载5.5公斤，负重比达0.22，显著高于波士顿动力Atlas（负重比0.1）。三是关节技术创新方面，在直线驱动器中，国产企业探索滚珠丝杠替代方案，兼顾高精度与低成本，适配人形机器人量产需求。

## 4、产业图谱



### (三) 我国产业发展面临的问题

硬件基础薄弱、能源短板、模型成熟度欠佳等技术问题掣肘具身智能发展。一是核心技术受制于人，高端伺服电机、精密减速器、高精度传感器等长期依赖进口，国产传感器在分辨率、抗干扰性等性能上差距显著，智能芯片自主化亟待突破。据浙江省机器人产业发展协会调研数据显示，我国人形机器人核心部件依赖进口的比例仍超过40%。二是目前我国电池技术还存在能量密度低、充电速度慢等问题，人形机器人的续航能力普遍在1.5-5小时内，难以满足具身智

能机器人全天候工作需求，电池续航短板严重制约机器人应用场景拓展。三是现有算法模型在多模态融合、复杂任务泛化、长期推理等方面存在局限，无法完全实现认知到行动间的认知映射，具身智能系统还无法完全自主地与环境互动以及适应环境变化，业内具身智能水平只有L3级别，离通用具身智能还具有一定距离。

软件、硬件、数据等相关标准滞后导致生态碎片化问题突出。一是缺乏统一的操作系统与标准化软件开发工具。目前市面上存在基于ROS、Linux等自行开发以及华为鸿

蒙等多种操作系统，它们在硬件接口、通信协议等关键指标方面存在差异，增加了不同厂商间设备协同和系统集成的难度，系统兼容性问题频发，极大地制约了产业规模化发展的步伐。二是缺乏硬件模块技术标准。硬件接口、通信协议、数据格式等缺乏统一规范，不同厂商的机器人本体构型与软件架构互不兼容，具身智能难以跨本体，制约规模化应用。三是缺少具身智能数据采集和处理标准。数据集定义，开源数据集的格式、托管方式、数据质量，数据处理标准等相关标准亟待明确。

高质量物理环境交互数据稀缺成为具身智能能力突破的重要壁垒。不同于语言大模型的训练数据主要来着由用户生成的、相对容易收集和汇总的互联网数据，具身智能系统大脑的训练需要大量通过与真实物理环境交互产生的数据，以提升其对复杂环境的适应能力和决策能力。然而，现实中捕获真实场景数据的难度极大、成本高昂，如为智能网联汽车捕获1小时的多模式机器人数据，成本是模拟相同

数据的100倍。遥操作机器人、仿真合成、人类动作捕捉等其他具身智能数据采集方式也存在着成本昂贵、数据失真等问题。目前具身智能行业中已经出现了不少开源的机器人数据集，但存在数据集标准不一，数据质量参差不齐、数据通用性复用性差、部分数据实测效果不理想等问题。

**具身智能产品商业化批量落地**应用情况不理想。一是当前现在很多具身智能企业的产品，在需求场景下还没有达到可用的状态，市场需求与产品成熟度严重不匹配。例如，某家制药类客户称其采购的国内研发的某款具身智能机器的工作依然需要人类的辅助，而且行动迟缓，远低于人类的效率，最终将机器人进行了“荒废”处理。二是具身智能产品成本高昂，一定程度上阻碍了市场拓展，以人形机器人为例，目前制造成本在20万以上，而要撬动市场需求，售价需降低到15万以内来实现人工成本的完全替代，这限制了产品在各场景中的广泛应用。

### 三、全球具身智能产业发展趋势分析

#### (一) 多技术融合推动具身智能系统能力泛化升级

具身智能系统能力的泛化依赖于感知、认知、决策与执行技术的深度融合。当前，多模态大模型、世界模型、神经形态计算、群体智能技术等技术的交叉应用，正推动具身智能从“单任务专家”向“跨场景通才”跃迁。例如，智元机器人基于多模态大模型、深度强化学习等技术开发通用具身大模型GO-1，赋能灵犀X2新一代人形机器人适应复杂环境、自主决策、多体协作的通用能力；优必选基于群体智能技术、多模态推理大模型，在极氪5G智慧工厂实现多台、多场景、多任务的人形机器人协同作业；波士顿动力运用多模态感知与世界模型技术，升级Atlas 机器人，使其可在工厂里不同储物柜间灵活搬零件，展现跨场景作业能力。

#### (二) 具身智能数据生态向质量标准化、多元规模化、通用协同化发展迈进

目前，全球范围内已涌现多

种类型的开源具身智能数据集，包括 Google 的 OpenX-Embodiment、Facebook AI的 Habitat、智元机器人的AgiBot World、宇树科技的Unitree 等，但长期存在着开源的数据集标准各异，环境、对象和任务单一，数据质量良莠不齐，缺乏跨平台、跨任务的泛化能力等问题。近些年，标准化、有效性和通用性的开源数据集成为了推动通用机器人大模型发展的刚需，为此我国鹏城实验室发布了具身智能百万规模标准化数据集ARIO，国家地方共建具身智能机器人创新中心发布了TB级别标准化数据集RoboMIND和配套测评体系以及《人工智能具身智能数据采集规范》行业标准，为具身智能产业打下了高质量、广泛多样、可复用共享的数据基础。未来，具身智能数据标准体系将会持续完善，将会有更多头部企业与机构参与开源数据集的建设生态中，具身智能开源数据集的数据规模将进一步扩大、场景范围覆盖面将更加广泛、数据集质量将实现从“实验室可用”到“产线可靠”的质变跃升。标准化、多元化、高质量的数据基

座将有助于机器人大模型通过跨模态预训练突破场景迁移壁垒，借助多任务学习实现智能泛化飞跃，最终催生出真正具备通用认知能力的具身智能体出现。

### （三）仿真平台大量涌现将重塑具身智能产业发展模式

仿真平台作为具身智能技术发展的核心支撑，能够在虚拟环境中进行高效训练，从而极大缩短了开发周期，降低了开发成本，为技术迭代提供了有力保障。目前，部分地区已在具身智能仿真平台建设领域取得实质性进展，搭建起算法通用开发、通用场景测试等不同功能的平台，如上海人工智能实验室发布首个城市级具身智能仿真平台浦源·桃源，支持多种类型机器人的训练评测；国家地方共建人形机器人创新中心发布具身智能仿真平台“慧思开物”，支持多样化机器人形态和多场景动作需求。北京、深圳也在未来产业规划文件中提出了对建设世界模型仿真、数据采集、中试验证、场景开放测试等一批新型研究创新平台的前瞻性布局。随着具身智能产业的蓬勃发展，预计

将涌现出涵盖通用标准认证、通用3D数据、通用人才培养等更多类型的具身智能仿真平台，推动具身智能产业从过往各企业分散式独立探索、各自为战的发展模式，逐步迈向以产业协同为核心，资源共享、优势互补、聚力共进的全新发展格局。

### （四）具身智能机器人应用场景分阶段商业化落地

在具身智能发展的初期阶段，工业场景因任务标准化、环境可控性强，成为具身智能落地的试验田。如，国家地方共建具身智能机器人创新中心的“天工”机器人已在电力巡检场景中完成配电室检测、倒闸操作等任务。优必选通过人形机器人在新能源汽车制造产线的实训应用，与比亚迪、吉利等车企合作，完成单一场景的验证并推进量产进程。随着算法成熟与硬件稳定性提升，目前具身智能开始向医疗、救援、特种作业等长尾场景渗透，如，云深处科技的机器狗在消防场景中实现自主决策，突破复杂环境适应性瓶颈；天链机器人开发的护理设备在北京试点，解决老龄化服务需

求。但目前家庭场景探索仍处早期，面临技术、成本与伦理三重门槛。高盛研报指出，家庭机器人需达到L4级自主能力(类比自动驾驶)，才能处理开放式任务(如整理儿童玩具、应对突发干扰)，而这一过程需5-10年技术沉淀。综合技术成熟度、场景容错率与市场需求刚性的动态匹配可以判断，具身智能机器人的商业化落地将遵循“工业场景优先突破、长尾场景逐步渗透、通用化与家庭场景长期培育”的阶段路径发展。

#### (五) 材料革命重塑具身智能产品形态和场景应用

材料科学的突破正成为具身智能产品形态演进的核心驱动力，其不仅重构了硬件设计的底层逻辑，更通过智能材料的感知、驱动与自适应能力，推动机器人从刚性机械向柔性化、生物仿生化方向跨越式发展。例如，中国科学技术大学研发的螺旋软体机器人，基于章鱼触手仿生原理，采用多尺度柔性构造，既能抓取微小的蚂蚁，又能提拉重达数公斤的水桶，展现了复杂作业场景的适应能力。此外，通

过“电子皮肤”技术结合压电材料与柔性传感器，可同时检测压力、温度、纹理等多维度信息，使人形机器人具备类人的触觉反馈能力，将极大提升人机交互体验。目前已有华威科、汉威科技、墨现科技等公司布局电子皮肤柔性触觉传感器业务，为机器人执行复杂、精细动作提供重要感知基础。未来，赋加智能材料的具身智能机器人将大规模应用于航空航天、生物医学、智能制造等多个领域，重塑各行业的生产模式与服务形态，引领人类社会迈入智能化、高效化的新时代。如，利用轻量化且高强度的智能材料打造出能够适应极端太空环境的机器人，执行太空舱外设备维护、太空垃圾清理等危险任务；利用降解、生物相容性好的材料制成微型机器人在人体血管中穿梭精准输送药物、清除血栓等；在智能制造中，具备自适应能力的智能材料机器人，可依据生产线上不同产品的材质、形状、工艺要求，实时调整自身动作与操作方式，大幅提高生产效率与产品质量。

#### 四、具身智能应用发展面临三大安全威胁

(一) 数实风险叠加提升具身智能系统网络攻击危害程度和防范难度

传统信息系统的网络攻击面主要局限于虚拟的信息空间，然而具身智能依托机器人等物理实体，广泛配备各类传感器、执行器与通信模块，与现实世界紧密交互，这使得网络攻击面从传统信息空间急剧延伸至物理世界，形成了“数字入侵-物理破坏”的叠加风险。恶意攻击者可利用系统漏洞，实现对具身智能系统的数字入侵，如，黑客可能篡改智能机器人的控制算法，误导环境感知，进而发出错误指令，进而产生一系列物理破坏。在工业场景中，受攻击的机器人可能会错误操作，损坏生产设备，甚至危及工人生命安全；在智能交通领域，无人驾驶车辆遭受网络攻击后，可能偏离行驶路线，引发严重交通事故。这种数字与物理层面风险的叠加，极大地提升了攻击的危害程度与防范难度，对具身智能系统的安全运行构成了严峻挑战。2015年，

两名白帽黑客远程入侵了一辆正在路上行驶的切诺基，通过车联网系统对车辆的方向盘、油门、刹车、雨刷等进行了远程控制，造成了汽车失灵。

(二) 具身智能系统采集多维度数据对个人隐私、国家安全造成潜在威胁

具身智能机器人凭借摄像头、麦克风等各类传感器，收集语音指令、生物特征数据等大量的用户个人信息和行为数据以及各类环境数据，一旦数据被非法泄露和滥用，可能威胁个人隐私安全、财产安全甚至国家安全。如，不法分子利用泄露的个人数据进行精准诈骗、身份盗用等违法活动，给用户带来严重的经济损失与隐私侵害。部分企业为追求商业利益，可能会将收集到的用户数据在未经用户充分授权的情况下与第三方共享，如具身智能健康监测设备收集的用户健康数据，若被共享给保险公司或其他商业机构，可能会影响用户的保险费率、就业机会等。2024年，攻击者通过科沃斯扫地机器人产品漏洞利用设备内置的摄像头和麦克风监视

用户；同年，境外情报机构利用智能网联汽车非法采集我国地理信息测绘活动，对我国家安全造成极大风险。

### （三）具身智能系统面临责任模糊等伦理安全问题

具身智能技术的快速发展正在重塑人机协作范式，但其深度融合物理空间与人类社会的特性，也引发了前所未有的伦理安全挑战。这些风险已超越传统技术伦理范畴，形成了“技术失控-责任真空-社会异化”的连锁反应链。一是具身智能系统的自主决策能力将责任认定推向复杂化。2023年特斯拉人形机器人Optimus测试中误伤工程师事件，触发“算法缺陷”与“操作不当”的司法争议，案件历时18个月仍未结案。二是具身智能机器人的拟人化设计与特征模糊了人机边界。人们在与高度拟人化机器人频繁互动后，可能产生身份认同混乱，对自身与机器人的角色定位产生困惑。

## 五、对策建议

### （一）完善具身智能政策法规保障体系

一是制定出台国家具身智能产

业发展规划，衔接《“十四五”机器人产业发展规划》、《新一代人工智能发展规划》，确立“核心技术突破-产业链协同-场景规模化”的三阶段发展路径。二是创新政策支持工具，实施“具身智能+”专项工程，采用“拨投结合”模式支持关键技术攻关与重大场景建设；建立新型监管沙盒机制，鼓励企业在试点区域进行场景测试；推行“场景创新券”制度，每年面向中小企业发放用于购买云端仿真训练、多模态数据集等公共服务的额度。三是建立具身智能产品全生命周期监管体系，围绕研发、生产、应用等环节明确安全防范要求和责任主体，围绕军事应用、儿童保护等方面建立具身智能伦理准则。

### （二）加快构建开放共享的具身智能产业生态

一是建设开放型技术中台，提供云端仿真训练平台、多模态数据集共享库、模块化硬件开发套件等基础设施，降低供应链产品研发成本。二是加快构建“技术标准-测试认证-激励机制”三位一体的互操作性保障体系，统一通信协议、

数据格式、接口定义，依托国家级检测中心开展兼容性认证，设立“具身智能生态认证”标识，鼓励龙头企业开放核心接口，推动建立“开放者受益”的市场导向。三是依托国家地方共建人形机器人创新中心，整合高校基础研究资源、企业场景落地能力与投资机构资本支持，加快打造“基础研究-技术开发-产品孵化-商业应用”全链条，推动具身智能技术和产品商业化落地。

### （三）加强具身智能核心技术研发创新和人才培养

一是聚焦多模态融合感知技术、“大脑”大模型、“小脑”模型技能库、机器人运动控制、核心零部件、智能芯片等具身智能关键技术，促进产学研协同攻关。二是鼓励企业建立技术创新中心，推动技术供应方与场景应用方联合开发面向具身任务的专用与通用技能模型，扩展具身智能机器人技能库，提升复杂任务的灵巧操作能力。三是加强复合型人才培养，鼓励高校中设置具身智能、人工智能+机器人相关专业或方向，培养“既懂机

械臂又懂神经网络”的具身智能专业通才。

### （四）建立分级分类具身智能标准测试体系

一是参考 ISO 8373 机器人分类标准，从环境感知、物理交互、自主决策等方面制定具身智能体认知层级评估框架，围绕硬件部件安全、算法模型安全以及人机物交互安全等方面，建立具身智能机器人安全评估标准。二是建设国家级具身智能测试场，包含家庭环境模拟舱、工业动态生产线、户外复杂地形等测试场景，开发数字孪生测试系统提升评估效率。三是建立产品认证白名单制度，对通过 L4 级（完全自主决策）认证的服务机器人给予政府采购优先权。四是推动测试结果国际互认，参与 IEEE 标准协会相关工作组制定全球通用测试协议。

### （五）加快推动具身智能产品场景落地

一是依托国家地方共建人形机器人创新中心，深入挖掘具身智能在工业制造、医疗康复、家庭服务、教育娱乐、物流配送等领域的应用

潜力，建立“场景需求库-技术方案池-示范项目集”联动机制，组织开展应用示范项目，引导市场需求。二是各行业主管部门针对不同行业的需求特点，定制个性化的具身智能解决方案，推动具身智能技术与传统产业的深度融合，拓展产业发展空间。三是设立场景应用基金，采用“政府领投+风险共担”

模式，重点支持具身智能在智慧城市、双碳监测等长周期场景的应用验证。四是推动建立“场景保险”机制，开发机器人责任险、算法失效险等新型险种，设立风险补偿池分担企业场景应用的试错成本。

(本文作者：王伟洁、王昊川)

联系人电话：18810775891