

具身智能十大观察

洞悉智能发展之势，探索智能向善之路

上海财经大学数字经济研究院

2025 年 11 月

智能经济系列研究具身智能项目组

指导：高红冰

成员：杨 军 杨 健 崔丽丽 胡延平 郝建彬

前言

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》提出，前瞻布局未来产业，探索多元技术路线、典型应用场景、可行商业模式、市场监管规则，推动量子科技、生物制造、氢能和核聚变能、脑机接口、具身智能、第六代移动通信等成为新的经济增长点。具身智能作为推动经济增长和社会发展的新技术新产业力量，近年来在大模型和多模态感知技术的推动下取得了显著进展。本报告从十个角度观察具身智能之技术突破、产业发展、应用场景和治理体系，试图在具身智能发展全景中捕捉一些值得关注的亮点和思考。

具身智能在生产制造、服务、特种作业等领域的应用不断拓展，展现出巨大的市场潜力。然而，具身智能产业发展仍面临诸多挑战，包括技术瓶颈、数据治理与隐私保护、伦理与安全规范、人才短缺以及国际竞争等。为应对这些挑战，本报告提出了技术创新、人才培养、数据治理、政策支持和国际合作等多方面的建议。同时，强调“智能向善”是智能产业发展的终极目标，需要各方协同努力，确保技术进步服务于人类福祉提升。

本研究主要采用了文献综述、案例分析和专家访谈等研

究方法。通过对国内外相关文献的梳理和分析，展示具身智能产业发展历程、现状和趋势；通过对典型企业和项目的分析，探讨具身智能产业的商业模式、技术创新和应用实践；通过对行业专家的访谈、分享和报道，获取最新行业信息和专业见解，为深入研究分析提供有力支持。

在数据来源方面，本研究主要参考了政府部门发布的统计数据、相关行业研究机构的报告、企业公开披露的信息以及相关学术文献等。同时，为了确保数据的准确性和可靠性，对所获取的数据进行了筛选和验证。

我们将根据人工智能技术、产业和应用发展动态，陆续推出系列研究报告。敬请关注！

目录

- 引言1
- 观察一：大模型与多模态融合是发展具身智能的核心驱动技术3
 - 一、大模型技术开启具身智能新篇章 3
 - 二、多模态感知与交互技术进展 5
 - 三、技术突破面临的挑战与应对策略 6
- 观察二：核心零部件和高端模型算法等关键节点仍存在瓶颈10
 - 一、具身智能产业链全景剖析 10
 - 二、产业链上游核心零部件的技术与供应现状 14
 - 三、中游系统集成与软件开发的发展困境 15
 - 四、下游应用市场的需求与反馈对产业链的影响 17
- 观察三：工业制造成为具身智能多元化应用场景的首要突破口19
 - 一、人形机器人开启工业制造的“实习”浪潮 19
 - 二、工厂场景有望成为具身智能机器人最先实现规模化落地的突破口 21
 - 三、具身智能助力服务机器人拓展多元应用场景 22
 - 四、具身智能推动特种机器人攻克危险复杂作业难题 24
 - 五、应用场景拓展面临的障碍与突破方向 25
- 观察四：市场竞争日益白热化 27
 - 一、具身智能市场现状与预测 27
 - 二、国内外主要企业的布局与竞争策略 28
 - 三、初创企业与巨头企业的竞争优势与挑战 36

观察五：数据治理与隐私保护对具身智能产业发展至关重要	39
一、具身智能对数据的特殊需求与依赖	39
二、数据收集、标注与管理	40
三、数据安全性与隐私保护在具身智能中的重要性及应对策略	41
观察六：提前布局伦理和安全的标准规范护航产业发展	44
一、具身智能可能引发的伦理与安全风险	44
二、国内外在伦理与安全规范制定方面的进展	45
三、企业在应对伦理与安全问题上的责任与实践	46
观察七：智能向善是具身智能产业的终极目标	48
一、具身智能向善的内涵与重要性	48
二、实现从设计、应用到监管的全链向善	49
三、企业、政府、科研机构需要担当的角色与责任	51
观察八：具身智能呼唤人才培养体系创新	53
一、具身智能领域的人才需求状况	53
二、高校与科研机构在人才培养方面的举措	54
三、企业与行业组织在人才培养与引进中的作用	55
观察九：扶持政策加速具身智能创新和应用	57
一、国家及地方政策对具身智能产业的扶持措施	57
二、具身智能技术创新、产业协同、应用落地加速发展	62
观察十：具身智能国际竞争日趋激烈	64
一、国际竞争态势	64
二、我国应对策略	65

三、全球化背景下的机遇与挑战	66
展 望	67
一、回顾	67
二、展望	67
参考文献	69

引言

在科技飞速发展的当下，具身智能产业正逐渐崭露头角，成为新质生产力的排头兵和推动高质量发展的重要力量。从古代的“木牛流马”，到人工智能概念提出，到如今的技术突破和应用场景，具身智能经历了“漫长”的发展历程。

自图灵提出人工智能的设想以来，现代具身智能的概念雏形就开始出现，随后在罗德尼·布鲁克斯和罗尔夫·普费弗等人的研究推动下，具身智能的理论体系逐渐完善。近年来，随着多模态感知与交互（Multimodal Perception and Interaction, MPI）、深度学习（Deep Learning, DL）、强化学习（Reinforcement Learning, RL）、计算机视觉（Computational Vision, CV）、自然语言处理（Natural Language Processing, NLP）、高精度驱动、大模型等技术的快速发展，具身智能迎来了新的发展契机，其应用场景不断拓展，产业规模持续扩大。

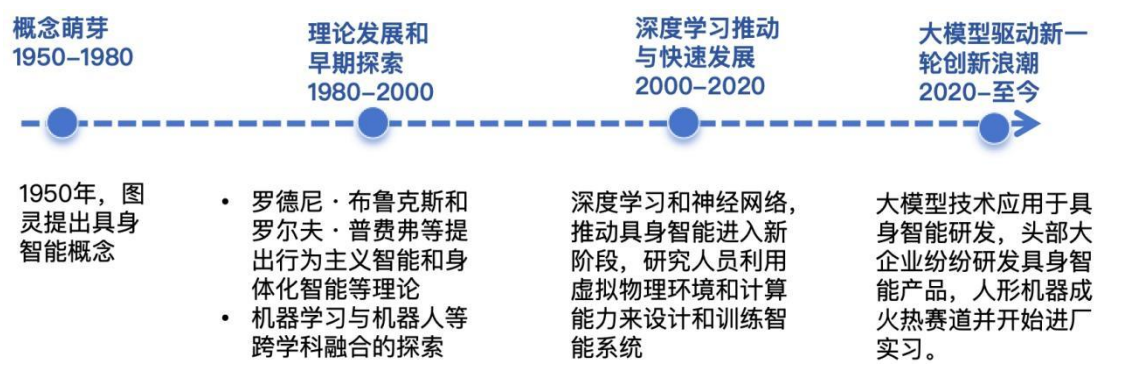


图 1 具身智能的发展历程

具身智能产业的发展对于推动科技创新、提升产业竞争力、改善人们生活具有重要意义。在技术层面，具身智能产业的发展将带动相关技术的创新与突破，如算法优化、机器人硬件升级、传感器、伺服控制电机等，这些技术的进步创新将扩散到其他产业，为培育壮大新兴产业和未来产业提供新动力新支持。在产业层面，具身智能产业的应用将提高生产效率、降低成本、提升产品质量，推动传统产业的转型升级，加快构建现代化产业体系，巩固壮大实体经济根基。在社会层面，具身智能在医疗、教育、养老、娱乐等领域的广泛应用，将为人们提供更加便捷、高效、个性化的服务，改善人们的生活质量，提升社会福祉水平。

观察一：大模型与多模态融合是发展具身智能的核心驱动技术

一、大模型技术开启具身智能新篇章

大模型技术的发展为具身智能带来了前所未有的机遇，成为推动具身智能产业发展的关键因素。大模型凭借其强大的语言理解、内容生成和推理能力，为具身智能提供了更加智能的“大脑”，使得机器人能够更好地理解人类指令，做出更加合理的决策。

在语义理解方面，大模型能够对自然语言进行深入分析，准确把握指令的含义。例如，当人类向机器人发出“把办公桌上那只蓝色的笔放入笔筒里”的指令时，大模型可以理解“办公桌”“蓝色”“笔”“笔筒”等关键信息，并将这些信息转化为机器人能够执行的任务。与传统的自然语言处理技术相比，大模型的语义理解能力更加准确和灵活，能够处理更加复杂和模糊的指令。

在决策能力方面，大模型可以根据对环境的感知和对任务的理解，快速生成最优的行动方案。以机器人在复杂环境中进行导航为例，大模型可以实时分析传感器传来的环境信息，如障碍物的位置、地形的状况等，结合任务目标，规划出最佳的行走路径。这种基于大模型的决策方式，大大提高

了机器人的任务行动效率和执行指令的准确性，使其能够在复杂多变的环境中完成任务。

在泛化能力方面，大模型技术还为具身智能带来了更强的环境适应性。传统的机器人往往只能在特定的环境和任务中表现良好，一旦环境发生变化或任务有所调整，就可能无法正常工作。而基于大模型的具身智能系统，通过在大规模数据上的训练，学习到了丰富的知识和经验，能够更好地适应不同的环境和任务。经过大量训练的机器人可以在不同的室内环境中完成物品搬运任务，即使环境中的家具布局、物品位置发生变化，它也能根据已有的知识和经验，灵活调整行动策略，完成任务。例如，Figure 公司推出的基于 Figure02 的通用视觉—语言—动作（Vision-Language-Action，VLA）大模型 Helix，仅需 500 小时训练数据，就展现出了良好的泛化性。在官方演示中，两台 Figure02 机器人无需预设指令即可协作完成冰箱物品收纳，这表明其对未知物体具有零样本泛化能力。



图 2 Figure02 机器人展示大模型技术带来的良好泛化能力

二、多模态感知与交互技术进展

多模态感知与交互技术是具身智能的重要组成部分，它通过融合视觉、听觉、触觉等多种感知模态，使机器人能够更加全面地感知环境，与人类进行更加自然、高效的交互。

计算机视觉的发展使得机器人能够像人类一样“看”到周围的世界。机器人可以通过摄像头获取环境图像，利用图像识别、目标检测、语义分割等技术，对图像中的物体、场景进行识别和理解。例如，在工业生产中，机器人可以通过视觉技术检测产品的质量，识别产品的缺陷；在家庭服务中，机器人可以通过视觉技术识别家庭成员，提供个性化的服务。

听觉技术也是多模态感知与交互技术的重要组成部分。机器人可以通过麦克风阵列采集声音信号，利用语音识别、语音合成、语音理解等技术，实现与人类的语音交互。在具身智能领域，听觉技术的应用使得机器人能够更好地理解人类的语言，与人类进行更加自然的交流。

触觉技术则为机器人赋予了“触摸”的能力，使机器人能够感知物体的形状、质地、硬度等物理特性。通过在机器人的手部、身体等部位安装触觉传感器，机器人可以在与物体接触时获取触觉信息，从而更加准确地操作物体。例如，在医疗手术中，机器人可以通过触觉技术感知组织的硬度和弹性，避免对周围组织造成损伤；在抓取易碎物品时，机器人可以通过触觉技术调整抓取力度，防止物品损坏。



图3 特斯拉 Optimus Gen2：实现手拿鸡蛋的灵巧操作

除了视觉、听觉、触觉等单模态技术的发展，**多模态融合技术**也取得了显著进展。通过将多种感知模态的数据进行融合处理，机器人能够获得更加全面、准确的环境信息，做出更加合理的决策。例如，在人机协作场景中，机器人可以结合视觉和听觉信息，同时理解人类的手势和语音指令，更好地与人类协作完成任务。多模态融合技术还可以提高机器人在复杂环境中的鲁棒性和适应性，使其能够在不同的场景下稳定工作。

三、技术突破面临的挑战与应对策略

尽管大模型与多模态融合技术为具身智能产业带来了巨大的发展机会，但在实际应用中，仍然面临着诸多挑战。

第一，计算资源需求巨大是当前具身智能面临的主要挑战。大模型的训练和推理需要大量的计算资源，如高性能的GPU、大规模的计算集群等，这使得具身智能系统的部署和应用成本高昂。此外，多模态感知数据的处理也需要消耗大

量的计算资源，如何在有限的计算资源下实现高效的多模态融合和智能决策，是亟待解决的问题，特别是需要机载 GPU 芯片在低能耗下实现高性能和低延时。为应对这一挑战，一方面需要不断提升硬件计算能力，开发更加高效的计算芯片和计算架构；另一方面，需要优化算法，采用分布式计算、模型压缩和蒸馏等技术，降低计算资源的开销。

第二，数据质量和多样性不足是具身智能发展面临的重要问题。高质量、多样化的数据是训练优秀具身智能模型的基础，但目前的数据采集和标注工作仍然面临诸多困难。例如，在真实场景中采集数据时，受到环境复杂性、数据采集设备限制等因素的影响，数据的质量和完整性难以保证。在数据标注方面，由于具身智能任务的复杂性，标注的准确性和一致性也存在较大挑战。为解决数据质量和多样性不足的问题，需要建立更加完善的数据采集和标注体系，采用众包、自动标注等技术，结合人工抽检，提高数据采集和标注的效率与质量；同时，需要加强数据的清洗和预处理工作，确保数据的准确性和可靠性。当然，物理本体的标准化也有助于动作驱动训练数据集的聚合与复用，提升运动智能训练效率。

在真实数据不足的情况下，使用合成数据训练具身智能任务成为另一种解决方案。例如，英伟达基于 Cosmos 世界基础模型推出 Isaac GR00T Blueprint，可生成海量合成运动数据，加速人形机器人训练。

首先，通过 GR00T-Teleop 工作流，用户可以借助 Apple Vision Pro 在数字孪生环境中捕捉人类动作。这些人类动作

会被记录下来作为金标准，并在仿真环境中由机器人模仿学习。

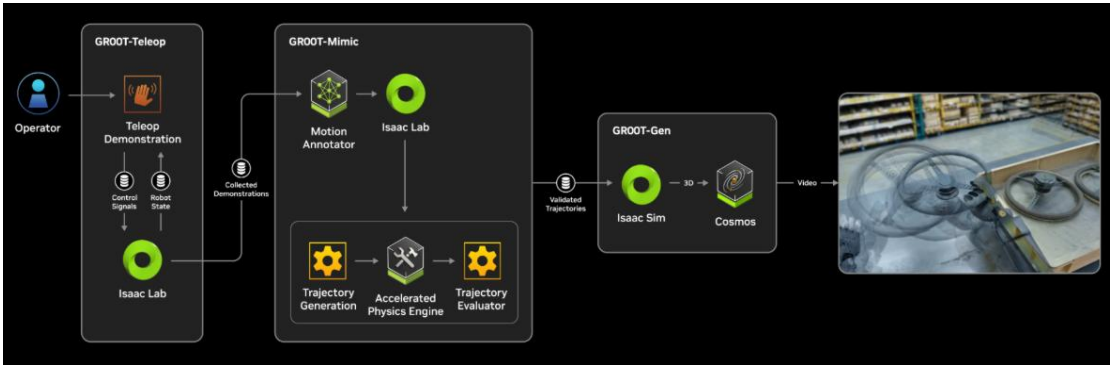


图 4 Isaac GR00T 可帮助开发者生成海量的合成运动数据

其次，GR00T-Mimic 工作流会将捕捉到的人类示范数据，扩展成更大的合成运动数据集。基于 NVIDIA Omniverse 和 NVIDIA Cosmos 平台构建的 GR00T-Gen 工作流，会通过域随机化和 3D 提升技术，指数级扩增这个数据集。

最后，该数据集可作为机器人策略的输入，在 NVIDIA Isaac Lab（一个用于机器人学习的开源模块化框架）中，教会机器人如何在环境中高效且安全地移动和互动。

GR00T N1 是 NVIDIA 推出的全球首个开源通用型人形机器人基础模型，旨在通过多模态输入（语言和图像）实现复杂环境下的操作任务。该模型采用双系统架构：一个系统是视觉-语言模型，用于理解环境和任务目标；另一个系统是扩散变换器模块，负责生成流畅的动作序列。GR00T N1 在真实和合成数据上进行训练，并通过后训练适应特定机器人和任务。其神经网络结合了视觉语言基础模型和扩散

Transformer Head 即多头注意力机制，以实现连续动作的去噪和生成。

第三，模型的可解释性和安全性是具身智能发展的信任基石。随着具身智能系统在越来越多的关键领域得到应用，如医疗、交通、金融等，模型的决策过程和结果需要具有可解释性，以使用户能够理解和信任系统的行为。此外，具身智能系统的安全性也至关重要，需要防止模型被攻击、数据被泄露等安全问题的发生。为提高模型的可解释性，需要研发可解释性的人工智能算法和技术，如可视化解释、基于规则的解释等；为保障系统的安全性，需要加强安全防护技术的研究和应用，如加密技术、访问控制、入侵检测等。模型的可解释性和安全性的技术解决方案是智能向善最重要的技术保障和信任基础。

第四，具身智能硬件尚没有标准化，“小脑”的运动控制与“身体”的融合存在挑战。不同硬件之间的兼容性和协同性不足，导致系统集成难度大，开发成本高。运动控制算法与硬件设计之间的适配性问题，影响了机器人的动作精度和稳定性。可以从两方面入手优化，一是推动硬件标准化，建立统一的硬件标准和接口规范，促进不同硬件之间的兼容性和协同性。二是优化运动控制算法，开发更具兼容性和可扩展性的运动控制算法，提升算法与硬件的适配性，确保机器人的动作精度和稳定性。

观察二：核心零部件和高端模型算法等关键节点仍存在瓶颈

一、具身智能产业链全景剖析

具身智能产业链上、中、下游环节融合软件、硬件、云计算、系统集成等多种技术，实现“感知-决策-执行”闭环运行的复杂生态系统。

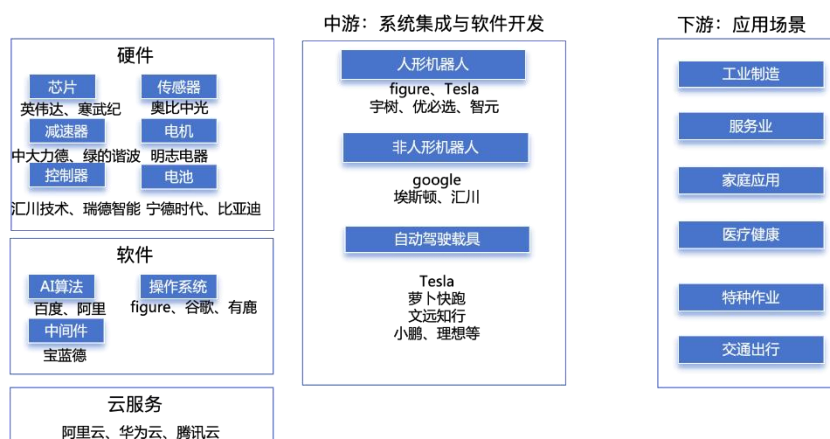


图 5 具身智能产业链全景剖析

1. 上游环节

具身智能上游环节主要聚焦于核心零部件和关键技术的研发与供应。

在硬件方面，芯片作为具身智能设备的算力引擎，负责数据处理和运算，对设备的智能水平起着决定性作用。不同类型的芯片，如 AI 芯片、通用处理器芯片、传感器芯片、能源管理芯片等，在具身智能中发挥着各自独特的功能。

传感器如同人体的“感官”，能够感知环境中的各种信息，

包括视觉、听觉、触觉、力觉等，为具身智能系统提供了丰富的数据输入。

控制器用于控制设备的运动和行为，确保设备能够按照预定的指令准确执行任务。

电机为设备提供动力，实现机械运动，其性能直接影响设备的运动精度和效率。

通信模组则负责设备与外部环境或其他设备之间的通信，实现数据的传输和交互。

能源管理系统确保设备在运行过程中能够高效地利用能源，延长设备的续航时间。

在软件方面，AI 算法是具身智能最核心的技术，通过对大量数据的学习和分析，使设备能够实现自主决策和智能行为。通常将人形机器人的核心控制软件比作“大脑”和“小脑”，“大脑”关系到机器人的高级认知功能，如决策制定和学习能力；而“小脑”则主要负责运动控制和平衡，确保机器人能够灵活稳定地移动。大模型的出现，进一步提升了具身智能的语言理解、内容生成和推理能力，为人形机器人的功能创新和智力提升注入了新的动力。

在云服务方面，为具身智能设备提供了强大的计算和存储能力，还使得设备能够实时获取和处理海量数据。当前一种高效的技术路线是利用云端超大规模数据训练具身智能模型，并通过模型蒸馏技术将其规模缩小，以满足低功耗、算力有限的芯片运行需求，最终将模型部署到具身智能机器人中。具体而言，云端强大的计算资源和海量数据为复杂模

型的训练提供了基础，使得模型能够学习多模态数据间的关联和交互。模型蒸馏技术则将大型的“教师”模型的知识迁移到小型的“学生”模型中，显著减小模型规模，同时尽可能保留所需要的性能。在具身智能机器人中，经过优化的模型能够适应低功耗芯片的运行环境，实现自主导航、目标识别与抓取、语音交互等多种功能，为具身智能机器人的广泛应用提供了技术支持。



图 6 特斯拉 Dojo 超级计算平台用于自动驾驶大模型的训练

在具身智能领域，国产芯片及相关硬件的全产业链发展正处于快速推进阶段。芯片、传感器、电机等关键零部件是产业链的基础。目前，海外头部厂商如英伟达、AMD 等在芯片领域占据主导地位，但国产芯片正逐步崛起，如华为、寒武纪、海光信息等企业正在加速突破，推动国产替代进程。传感器方面，力传感器和惯性传感器（Inertial Measurement Unit, IMU）是国产替代的重点方向，国内厂商如柯力传感、芯动联科等已开始布局。电机方面，受益于新能源汽车产业链的成熟，高精度伺服电机国产化有望加速。

2. 中游环节

中游环节主要是具身智能产品的制造和系统集成。具身智能的实现方式多种多样，人形机器人作为具身智能的典型代表，因其主要应用场景是需要适配人类工作和生活的空间、设施和操作系统，因此被视为实现具身智能的技术难度最高的载体之一。在人形机器人的制造过程中，需要将上游提供的各种硬件和软件进行有机整合，确保机器人的各个部件能够协同工作，实现高度的智能化和自主性。

除了人形机器人，智能驾驶也是具身智能的重要应用领域之一。智能驾驶汽车通过融合传感器、算法和通信技术，实现了自动驾驶功能，能够在复杂的交通环境中安全、高效地行驶。相比人形机器人，智能驾驶汽车的工作场景和行为规则相对确定，因此实现的技术难度相对较低，可以视为具身智能技术发展的基础性和先导性产业。

在中游环节，还需要进行大量的测试和验证工作，确保产品的性能和质量符合要求。同时，企业还需要不断优化产品的设计和制造工艺，降低成本，提高生产效率。

3. 下游环节

下游则是具身智能产品的广泛应用场景。在工业制造领域，具身智能技术能够实现生产过程的自动化和智能化，提高生产效率和产品质量，降低生产成本。在服务业中，具身智能机器人可以提供各种服务，如物流配送、餐饮服务、客户接待等，提高服务效率和质量，满足人们日益增长的服务需求。在医疗健康领域，具身智能技术可以用于手术辅助、

康复治疗、医疗护理等，为患者提供更加精准、高效的医疗服务。在教育娱乐领域，具身智能机器人可以作为教学工具或娱乐伙伴，丰富教育和娱乐的形式和内容。在交通出行领域，具身智能技术可应用于智能驾驶汽车、智能交通系统等，能够提高交通安全性和效率，改善人们的出行体验。在公共安全领域，具身智能机器人可以用于巡逻、安检、救援等任务，提高公共安全保障水平。

二、产业链上游核心零部件的技术与供应现状

在具身智能产业链的上游，核心零部件的技术水平和供应能力对整个产业的发展起着关键作用。以芯片为例，AI芯片的发展为具身智能带来了强大的计算能力，使得机器人能够更加高效地处理复杂的任务。然而，目前我国在高端AI芯片领域仍面临着一些挑战，如技术研发难度大、生产工艺落后等。与国际先进水平相比，我国的AI芯片在算力、能耗等方面还存在差距，这在一定程度上限制了具身智能技术的发展和應用。为了突破这一困境，我国政府和企业加大了对AI芯片研发的投入，鼓励产学研合作，推动技术创新。国内企业如寒武纪、地平线等奋起直追，在AI芯片领域取得了显著的进展，推出了一系列具有自主知识产权的AI芯片产品，逐步缩小了与国际先进水平的差距。

传感器作为具身智能设备获取环境信息的重要部件，其技术发展也至关重要。目前，我国在传感器领域已经取得了一定的成果，形成了较为完整的产业体系。在视觉传感器方面，一些企业在图像识别、目标检测等技术上达到了国际先

进水平，能够为具身智能设备提供高精度的视觉感知能力。在触觉传感器领域，一些科研机构和企业已经取得了一些突破，开发出了具有高灵敏度和高精度的触觉传感器，为机器人的精细操作提供了支持。然而，在一些高端传感器领域，如高精度的激光雷达、MEMS 传感器等，仍依赖进口，这对我国具身智能产业的供应链安全构成了一定风险。为了提高我国传感器产业的自主可控能力，政府和企业加大了对传感器研发的支持力度，鼓励企业加强技术创新，提高产品质量和性能。同时，积极推动传感器产业的国产化替代，降低对进口产品的依赖。

三、中游系统集成与软件开发的发展困境

中游系统集成和软件开发是具身智能产业发展的关键环节，目前这一环节面临着诸多挑战。

1. 系统集成

系统集成涉及到硬件设备的选型、安装、调试以及软件系统的开发、集成和优化等多个方面，需要具备跨学科的知识丰富的实践经验。在实际操作中，由于不同硬件设备和软件系统之间的兼容性问题，常常导致系统集成难度加大，项目周期延长。例如，在将机器人的各种硬件设备与 AI 算法、控制系统进行集成时，可能会出现硬件接口不匹配、软件协议不一致等问题，需要花费大量的时间和精力进行调试和优化。此外，系统集成还需要考虑到不同应用场景的需求，对系统的稳定性、可靠性和安全性提出了更高的要求。在复杂的工业生产环境中，具身智能系统需要可靠稳定运行，确

保生产过程的连续性和安全性；在医疗、交通等关键领域，系统的可靠性和安全性更是至关重要，一旦出现故障，会导致严重的后果。

2. 软件开发

软件开发是中游的重要环节。具身智能软件需要具备强大的算法支持，能够实现对环境信息的快速处理和分析，以及对机器人行为的精确控制。目前，虽然深度学习、强化学习等人工智能算法在具身智能领域得到了广泛应用，但这些算法仍存在一些局限性，如模型的可解释性差、计算资源消耗大等。在一些复杂的任务中，深度学习模型可能会出现决策不可解释的情况，这让用户对其信任大打折扣。

具身智能的核心软件包括“大脑模型”和“小脑模型”，其供应链的完善程度直接影响到具身智能产业的发展潜力。

从国际来看，众多企业在研发具身智能的大模型，谷歌推出了多个具身智能大模型，包括 RT-1、RT-2、PaLM-E、RT-X 等。其中，RT-2 是首个 VLA（Vision-Language Agent）大模型，能够直接理解复杂指令并操控机械臂。Figure AI 推出了其首个自研人形 VLA（视觉-语言-动作）模型 Helix。该模型能够以 200Hz 的频率协调 35 个自由度（Degree of Freedom, DoF）的动作，只需给予提示，机器人就能在 Helix 的控制下捡起基本上任何小型家居用品。Helix 还支持多台机器人协作，例如在演示中，两台 Figure 02 机器人可以共同协作完成任务，面对从未见过的物体也能默契配合。特斯

拉坚持端到端算法路线，实现将感知决策一体化的自动驾驶技术迁移至人形机器人。

从国内来看，华为鸿蒙 HarmonyOS 作为面向万物互联的全场景分布式操作系统，为具身智能机器人的大脑模型提供了底层支持，如乐聚 Kvavo 人形机器人就搭载了华为开源鸿蒙系统。在小脑模型方面，国内企业也在积极探索，如九号机器人与英伟达合作开发的 Nova Cater AMR 平台，依托九号机器人的机器人移动平台（RMP），实现了仓库 AMR 建图、运输等功能。总体而言，国内在具身智能核心软件链条已具备一定基础，但在高端模型和算法方面仍需创新。

四、下游应用市场的需求与反馈对产业链的影响

下游市场的应用需求是具身智能产业发展的重要驱动力，市场需求反馈对产业链的优化和升级起着关键作用。

在工业制造领域，随着制造业智能化转型的加速，企业对具身智能技术提出更高要求。工业机器人作为具身智能在工业制造领域的重要应用，能够实现生产过程的自动化和智能化，提高生产效率和产品质量。企业对工业机器人的需求不仅仅局限于简单的搬运、焊接等任务，还要求机器人具备更高的灵活性和智能化水平，能够适应不同的生产场景和工艺要求。这种需求倒逼产业链上游的核心零部件供应商不断研发和改进技术，提高机器人的性能和可靠性；中游的系统集成商和软件开发商则需要根据企业的需求，开发出更加个性化、智能化的解决方案，以满足企业的生产需求。同时，企业在使用具身智能产品的过程中，会对产品的性能、质量

和使用体验等方面提出反馈意见，这些反馈意见能够帮助产业链各环节及时发现问题，改进产品和服务，推动产业的不断升级。

在服务领域，随着人们生活水平的提高和消费观念的转变，催生对智能服务的大量需求。智能客服机器人、智能配送机器人、智能家居机器人等具身智能产品在服务领域的应用越来越广泛，为人们的生活带来了便利。消费者对服务机器人的需求更加注重其智能化程度、交互体验和安全性。需要服务机器人能够感知和理解人类需求，提供更加个性化、人性化的服务。这种需求推动了产业链上游的传感器、芯片等核心零部件技术的发展，以提高机器人的感知和处理能力；中游的软件开发企业则需要不断优化机器人的交互算法和用户界面，提升用户体验；同时，也促使企业加强对机器人安全性的研究投入，确保用户的使用安全。下游应用市场的需求和反馈还能够促进产业链各环节之间的协同创新合作，推动具身智能产业生态的不断发展完善。

观察三：工业制造成为具身智能多元化应用场景的首要突破口

一、人形机器人开启工业制造的“实习”浪潮

在工业制造领域，具身智能的应用正逐渐改变着传统的生产模式，为企业带来了更高的效率和质量。例如，特斯拉的 Optimus 机器人主要在弗里蒙特工厂中部署和应用，执行搬运物料、装配零件、电池分拣等任务，2025 年数千台 Optimus 机器人将部署到工厂中，并逐步扩大其应用范围。Figure AI 的 Figure 02 在宝马北美工厂测试搬运和装配工作。国内优必选 Walker S 在蔚来、极氪工厂上岗“实习”，汽车制造工厂成为测试和应用最新机器人技术的重要场景。图 7 总结了工业人形机器人的主要实习场景。

报道时间	公司：机器人名称	实习工厂	测试任务
2024年3月	Apptronik: Apollo	奔驰	搬运、装配零部件
2024年6月	特斯拉: Optimus	特斯拉：加州弗里蒙特工厂	电池分拣与组装
2024年6月	1X: EVE	已经部署超过100台EVE在航天、航空、物流等行业进行训练-学习-采集数据	/
2024年8月	Figure AI: Figure02	宝马：帕斯坦堡工厂	通过每天20小时的部件放置测试
2024年8月	Sanctuary AI: Phoenix7	与麦格纳达成战略合作，用于汽车制造工厂	/
2024年8月	Agility Robotics: Digit	GXO: Spanx仓库	与AMR协作将箱子搬运至传送带，完成10000个订单履约
2023年8月	智元：远征A1	比亚迪汽车工厂	底盘装配、外观检测
2024年1月-7月	优必选：Walker S	蔚来第二先进制造基地、东风柳汽、一汽大众青岛公司、极氪5G智慧工厂	贴车标、螺栓拧紧、零件安装、协助人类员工搬运箱子
2024年7月	兵器工业+长虹	长虹智能制造产业园	物料搬运、扫码贴签

图 7 具身智能机器人在制造领域的应用案例

以汽车工厂为例，当前人形机器人主要投放在“总装车间”

这一自动化率最低、人工最密集的环节，承担以下典型场景：

1. 精密搬运

- 车门、座椅、电池包等 20-30kg 不规则部件的线边转运
- 从 AGV (Automated Guided Vehicle, 自动导引运输车) /料架到工位的“最后一米”上料,减少叉车与人工推车

2. 柔性装配

- 车门锁、安全带、车灯盖板等小件压装与螺丝锁付
- 内饰卡扣、线束插接等需要“手感”的柔性作业，利用力控+视觉完成 0.5N·m 级扭矩控制

3. 视觉质检

- 车身外覆盖件缝隙、面差测量（精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ）
- 内饰总装后的按键回弹、指示灯状态等功能检测

4. 涂胶与加注

- 挡风玻璃密封胶均匀涂布（胶宽 $\pm 1\text{mm}$ ）
- 制动液、冷却液等液体精准加注，替代人工登高与弯腰作业

5. 辅助焊接/打磨（试点）

- 在焊装车间对异形焊缝进行补焊、打磨抛光，利用激光视觉引导

6. 群体协作（前沿验证）

- 多台机器人共享任务池，动态分配搬运、检测、装配工序，实现“一机多能”与“群机协同”

这些任务呈现“由简到繁、由点到线”的梯度推进特征：

先在搬运、上下料等低精度环节验证可靠性与节拍，再逐步扩展到柔性装配与质量检测，最终目标是打造“多任务、群体化、可快速换产”的通用工业人形机器人解决方案。

尽管人形机器人制造工厂应用前景广阔，但在实际部署中仍面临一些挑战：

- 多任务适应性不足
- 人机协作的安全性与自然交互问题
- 高柔性产线对机器人快速切换任务的需求
- 成本与投资回报周期问题

因此在人形机器人克服上述困难之前，短期来看，在智能制造体系中，对制造质量和制造效率要求高的工作依靠工业机器人和自动化设备来完成，人形机器人主要是完成辅助性工作，例如简单搬运和装配技术难度较低、重复且标准化的任务，以及诸如监控生产线状态、执行简单的维护任务等任务。在自动化率低的生产场景，当前人形机器人的灵巧性和精细操作能力尚不足胜任高复杂度、高灵活性的任务。

二、工厂场景有望成为具身智能机器人最先实现规模化落地的突破口

具身智能机器人（Embodied AI Robots）在工厂环境中的应用，确实具备相较于其他场景更早实现大规模落地的潜力，主要原因包括以下几点：

1. 任务明确、流程标准化

工厂中的许多作业任务具有重复性强、流程规范的特点，如装配、搬运、焊接、检测等。这类任务更容易建模和程序

化，便于机器人执行。

2. 环境可控、结构化程度高

与家庭环境或开放道路相比，工厂环境通常更加结构化和可预测，例如：固定的产线布局、稳定的光照条件、较少的动态干扰因素，降低了机器人感知与决策的复杂度，提升了系统的稳定性和安全性。

3. 已有工业自动化基础

大多数现代工厂已经具备一定的自动化设备和信息化系统，如可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC），制造执行系统（Manufacturing Execution System, MES），数据采集与监视控制系统（Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA）等，为具身智能机器人的集成提供了良好的基础设施和数据接口支持。

4. 技术演进推动实用化

随着人工智能（尤其是强化学习、视觉识别）、传感器技术（如激光雷达、深度相机）、以及边缘计算能力的提升，机器人具备了更强的感知、决策和交互能力，能够胜任工厂环境中的目标明确、流程标准的操作任务。

5. 经济效益显著

在制造业面临人力成本上升、用工短缺的大背景下，具身智能机器人可以有效提升生产效率、降低运营成本、保证产品质量可靠性，具备显著的经济价值。

三、具身智能助力服务机器人拓展多元应用场景

在服务领域，具身智能正推动服务机器人向多元化、智

能化方向发展。智能客服机器人和智能配送机器人已成为具身智能的典型应用，广泛应用于商业、医疗、酒店、机场、公共场所等场景。例如，美国 1X Technologies 的人形机器人 EVE 在商业建筑中负责夜间巡逻和安保工作，与 ADT Security Services 合作部署了 140 台机器人用于商业场所的安保服务。此外，EVE 还在挪威 Sunnaas 医院测试执行后勤工作，让护理人员专注于患者照料。在机场，具身智能机器人可提供航班信息查询、行李托运指引等服务，其自然语言处理能力使旅客能通过语音对话快速获取所需信息。在酒店，机器人能完成客房送物、清洁工作，优化顾客体验。



图 8 EVE 人形机器人应用于后勤保障和安保等场景

擎朗智能的具身服务机器人已累计部署超 10 万台，覆盖全球 60 多个国家，主要应用于餐饮、酒店、医疗、零售等场景。乐聚机器人与海尔联合推出家庭服务机器人 Kuavo，可完成洗衣、浇花、晾衣服等任务。在智慧养老领域，杭州智元研究院研发的“髌部助行外骨骼”设备，通过意图检测和人机交互技术，帮助腿脚不便的老年人走向户外。

具身智能服务机器人的发展特点在于其强大的交互能力和灵活适应性。凭借先进的语言理解和多模态交互技术，这些机器人能够与人类进行自然、高效的沟通。同时，它们可以根据不同场景的需求，快速调整自身的功能和行为，展现出高度的灵活性和实用性。

四、具身智能推动特种机器人攻克危险复杂作业难题

在特种作业领域，具身智能为特种机器人注入了强大的能力，使其能够在危险和复杂的环境中执行任务。消防救援机器人是其中的典型代表。这些机器人配备了高温防护设备、灭火装置和多模态感知系统，能够在高温、浓烟等恶劣环境中正常工作。例如，在大型火灾事故中，消防机器人可以代替消防员进入火灾现场，进行火情侦查、灭火作业等，有效降低了救援人员的风险。尽管消防机器人已经在一些火灾事故中得到应用，但在复杂火灾场景中，其自主决策能力和对复杂地形的适应性仍需进一步提升。此外，特种机器人还广泛应用于矿山开采和深海探测等领域。在矿山开采中，机器人可以执行矿井探测、资源开采等任务，减少矿工在危险环境中的作业时间。深海探测机器人则能够在深海高压、低温等极端条件下工作，进行海底地形测绘、资源勘探等任务。

中信重工开诚智能装备有限公司的特种机器人产品覆盖应急消防、灾害救援、煤矿作业、危化巡检、文物保护等领域。该公司 30 余款消防机器人产品，广泛列装全国消防系统和危化企业，代替消防员参与近千次灭火实战。该公司还研发了煤矿智能机器人、喷浆式机器人，能够完全代替人

工在矿井下进行自主作业。在电站巡检中，特种机器人还可以搭载高清摄像头、红外热像仪等多种传感器，对电站设备进行全方位的监测和诊断。

具身智能特种机器人的发展特点在于其出色的环境适应性和任务执行能力，能够在极端条件下稳定工作，具备强大的感知和决策能力，以应对复杂多变的环境。随着技术的不断进步，特种机器人将在更多危险和复杂的场景中发挥关键作用，为人类的安全和资源开发提供有力支持。

五、应用场景拓展面临的障碍与突破方向

具身智能在应用场景拓展过程中，面临着诸多挑战，主要包括技术、成本和市场接受度等方面。

第一，具身智能系统在复杂环境下的感知和决策能力有待提高。在非结构化的服务场景中，机器人需要面对各种不确定因素，如不同的环境布局、人员行为等，如何让机器人准确地感知这些信息并做出合理的决策，是当前技术面临的挑战之一。此外，机器人的运动控制精度和稳定性也需要进一步提升，以满足一些高精度作业的需求。为了解决这些技术问题，需要加强多学科交叉研究，融合人工智能、机器人学、控制科学等领域的技术，开发更加先进的感知算法、决策模型和运动控制模块。

第二，成本居高不下制约具身智能应用场景拓展。具身智能系统的研发、生产和维护成本较高，这使得一些企业和用户难以承受。例如，一台高性能的人形机器人价格可能高达数十万元甚至上百万元，这限制了其在一些对成本敏感的

领域的应用。图 9 显示，近年来，人形机器人的价格虽然在不断下降，但是相比已经规模化应用技术成熟的工业机器人，市场上典型产品的价格仍然要高出数倍。一方面需要通过技术创新，提高机器人的生产效率和性能，降低硬件投入成本；另一方面，可以采用规模化生产和共享经济模式，降低机器人的使用成本。

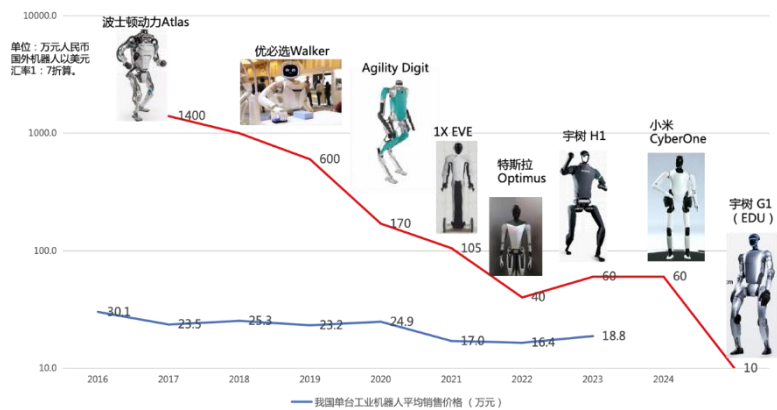


图 9 典型人形机器价格与工业机器人的平均售价比较

第三，市场接受度限制具身智能应用场景快速拓展。部分用户对具身智能技术的安全性、可靠性和隐私保护存在担忧，这影响了对具身智能产品的接受程度。例如，在医疗领域，患者可能对机器人参与手术治疗存在疑虑，担心机器人的操作失误会对自身健康造成影响。构建包容、信任的环境，是提升具身智能技术市场接受度的有效途径。例如，为了提高市场接受度，需要加强技术的安全性和可靠性研究，建立完善的安全标准和监管体系；同时，要加强对用户的宣传和科普，提高用户对具身智能技术的认知和信任。

观察四：市场竞争日益白热化

一、具身智能市场现状与预测

近年来，具身智能市场规模呈现出迅猛增长态势。在特斯拉 2024 年度股东大会上，埃隆·马斯克预测未来人形机器人与人类的比例将超过 1:1，全球将超过 100 亿台人形机器人；2025 年 1 月 8 日，他在一次公开的连线采访中表示，2025 年计划在内部建造约几千台至一万台人形机器人，如果一切顺利，产量将在 2026 年实现显著飞跃，预计将生产 5 万至 10 万台，并计划在 2027 年再实现 10 倍的增长。智元机器人在 2024 年底量产第 1000 台具身机器人，计划 2025 年每月生产 100 台双足人形机器人。增长的背后主要得益于人工智能技术的快速发展以及具身智能在各行业应用的不断拓展。特别是在工业领域，具身智能机器人在生产线上的应用，提高了生产效率和产品质量，降低了生产成本，推动了工业智能化的进程，从而也带动了具身智能需求的增长。预计未来几年具身智能市场规模将保持高速增长。Virtue Market Research 分析，2023 年全球具身智能系统市场规模为 35 亿美元，预计到 2030 年将达到 94 亿美元，年复合增长率达 15.2%。

随着 5G、云计算、大数据等技术的不断发展，具身智能设备的性能将得到进一步提升，应用场景也将更加广泛。

在医疗领域，具身智能机器人将在手术辅助、康复治疗等方面发挥更大的作用；在教育领域，具身智能教育机器人将为学生提供更加个性化的学习体验。

我国具身智能领域发展迅速市场规模不断扩大。近年来，我国政府出台了一系列支持人工智能和机器人产业发展的政策，加大了对具身智能技术研发和应用的投入，吸引了众多企业和人才进入该领域。同时，中国庞大的制造业和快速增长的服务业对具身智能技术有着巨大的需求，为具身智能市场的发展提供了广阔空间。

二、国内外主要企业的布局与竞争策略

（一）国外企业动向

在具身智能领域，国内外众多企业纷纷布局，竞争激烈。国外科技巨头如谷歌、英伟达、OpenAI、特斯拉等，凭借其强大的技术实力和资金优势，在具身智能领域广泛布局。

谷歌于 2023 年推出 Robotics Transformer 2 (RT-2) 新一代人工智能学习模型，采用"视觉-语言-行动" (VLA) 架构，增加运动控制，将网络预训练知识迁移至机器人控制，用视觉和语言指令直接生成机器人动作代码，解决机器人运动轨迹决策问题，通过整合大语言模型与多模态数据训练，赋予 RT-2 执行复杂任务的能力，其任务准确率较初代模型提升近一倍，突破性地实现了垃圾分类等场景的零样本学习。

OpenAI 对 Figure AI 进行战略投资，布局人形机器人领域，推动具身智能的商业化应用。Figure AI 推出的 Helix 是第一个能够直接高频率（200hz）控制整个类人上肢（35

个自由度) 的模型。Helix 使用了两层级架构 (思考快与慢中的系统 1, 系统 2), 上层模型负责高层思考, 以 7-9 Hz 低频运行; 下层模型负责生成精确动作, 以 200hz 高频运行。两者之间共享一个行为意图向量, 上层模型维护这个意图向量, 不断对其进行更新, 而下层模型使用这个意图向量去调整动作。高层思考模型经过了互联网数据的预训练, 从而有很好的泛化能力。

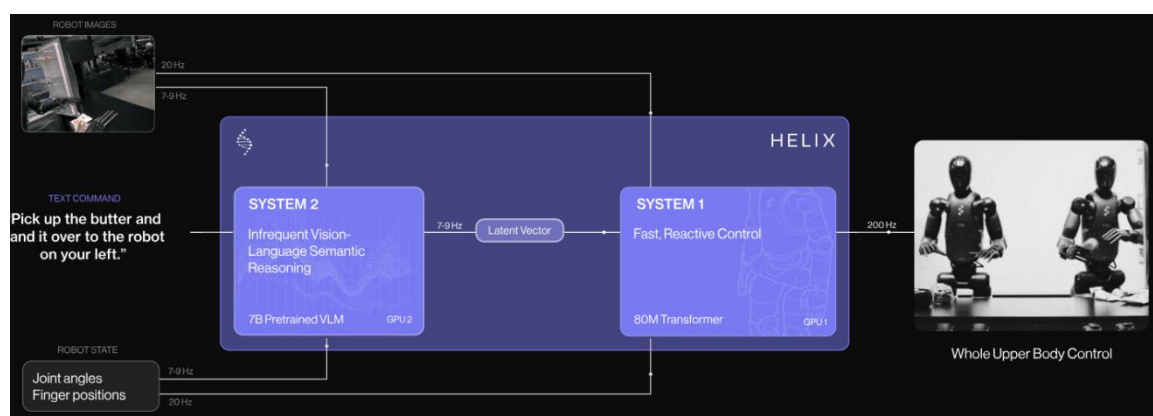


图 10 Figure AI 推出的 Helix 模型原理

英伟达 (NVIDIA) 具身智能产品与技术布局

英伟达除了专注于具身智能芯片的研发, 对具身智能全产业链都有布局。截至 2025 年, 英伟达在具身智能已形成“芯片-平台-模型-仿真”全栈闭环, 可归纳为六大产品线:

1. 边缘计算芯片: Jetson“机器人脑”系列

▪ Jetson Xavier/Orin

2018 年推出, 集成 Volta/安培 GPU + ARM CPU + DLA 深度学习加速器, 提供 70~275 TOPS 算力, 用于服务机器人、AMR 等早期落地场景。

- **Jetson AGX Thor（2025）**

基于 Blackwell 架构，FP4 精度下达 2,070 TOPS，功耗仅 130 W；片上 14 核 CPU+功能安全岛，专为多模态大模型+实时运动控制而设计，定位“人形机器人脑”。

- **2. 数据中心超算：Grace & NVLink72**

- **Grace Blackwell NVLink72**

单卡 144 芯片、1.4 ExaFLOPS，用于训练千亿级 VLA（Vision-Language-Action）模型，可并发模拟百万级机器人策略，显著缩短云端训练时间。

- **3. 机器人操作系统：NVIDIA Isaac SDK**

提供 CUDA 加速感知库（视觉、激光、IMU）、Isaac ROS（针对 ROS 2 的 GPU 管线）、Isaac Manipulator——预训练运动规划、抓取与力控模型，即插即用。开发者可在 C++/Python 层直接调用，实现“感知-规划-控制”一体化。

- **4. 仿真与合成数据：Isaac Sim + Cosmos**

- **Isaac Sim（Omniverse 物理引擎）**

高保真 3D 环境+RTX 实时光线追踪，支持 1:1 数字孪生产线，可在数小时内生成百万级抓放、装配、行走样本，用于训练&评测机器人策略。

- **Cosmos WFM（World Foundation Model，2025）**

7B 参数开源模型，输入文本/图像即可生成符合物理定律的视频序列，为机器人提供“低成本、可泛化”的合成数据，解决真实数据采集贵、隐私受限难题。

- **5. 通用机器人脑模型：GR00T 系列**

▪ GR00T N1（2025）

全球首款开源人形机器人基础模型，采用“双系统”架构：系统 1（7-9Hz）负责高层语义与任务分解，系统 2（200Hz）扩散变换器头生成连续动作。支持 200+种家居物品零样本抓取，并可多机协作完成冰箱收纳等长序列任务。

▪ GR00T-Blueprint（Isaac）

提供面向开发者的一站式工具链，包括 GR00T-Teleop：Apple Vision Pro 远程遥操采集；GR00T-Mimic：自动生成并增广运动数据集；GR00T-Gen：域随机化+3D 提升，指数级扩大样本。训练完成的轻量模型可一键部署至 Jetson Thor，实现“云训练-边推理”闭环。

6. 开发工具与参考设计

▪ Isaac Nova Orin

集成 16 路摄像头、8 路 LiDAR、IMU 与 5G 模组的开源参考平台，可直接组装成 AMR 或人形机器人原型，缩短硬件选型与验证周期。

▪ Project DIGITS（2025）

“桌面级”1 PFLOPS 个人 AI 超算，采用 GB10 Grace-Blackwell 芯片，支持开发者在办公室完成百亿级模型微调，为中小企业与高校降低算力门槛。

7. 市场策略与生态

英伟达坚持“平台+生态”打法。硬件层面提供从边缘（Jetson）到云端（Grace）的算力梯度，软件层面全部开源或免费授权，吸引开发者与整机厂在 CUDA(Compute Unified

Device Architecture）生态内持续深耕，与智微智能、协创数据等中国厂商共建虚拟训练、控制器与数据引擎，形成“本地硬件+英伟达底座”的协同模式，加速人形机器人、物流 AMR、特种机器人等场景落地。

英伟达 CEO 黄仁勋在 2025 年 CES 上总结：“英伟达不做机器人，我们只做机器人的‘大脑与肌肉’，让每一家企业都能低成本拥有自己的具身智能。”

特斯拉（Tesla）具身智能产品与技术布局

1. 产品演进路线

特斯拉于 2021 AI Day 首次公开 Optimus(原名 Tesla Bot) 概念，三年完成三代迭代：

- Optimus Gen2（2023-2024）：28 个 DoF（Degrees of Freedom，自由度），11-DoF 灵巧手，成本约 6 万美元，主要用于内部产线验证
- Optimus Gen3（2025 起量产）：成本目标 1.8 万美元/台，年产规划 100 万台；单机 28 个执行器，17-DoF 单手，新增六维力矩传感器与柔性触觉皮肤，力控精度 0.1N；2.3kWh 车规电池包+液冷热管理，续航 8 小时，10 分钟快充
- Optimus V3（2026 Q1 发布）：采用形状记忆合金驱动，手指弯曲半径<5mm，可完成微米级穿针、焊接作业；固态/氢燃料电池双版本，续航突破 24 小时；内置多机协作协议，支持 100 台同步调度

2. AI 大脑：FSD 大模型+Dojo 超算

- 端到端大模型：直接复用汽车 FSD（Full Self-Driving，完全自动驾驶）Transformer 架构，输入 8 路视觉+惯性测量单元（IMU，Inertial Measurement Unit），输出 35-DoF 全身轨迹，延迟 19ms
- Dojo 超算 V13：专用于机器人训练，参数量提升 10 倍，支持百万级机器人并发仿真；单颗 Dojo 1 算力>1 EFLOPS（Exa Floating-point Operations Per Second，百京次浮点运算/秒）
- 数据闭环：工厂内每台 Optimus 每日回传>100 TB（TeraByte，太字节）视觉-动作数据，通过在线蒸馏实现“夜班训练、白班升级”

3. 车规产线与成本下探

- 产线共建：在美国加利福尼亚州弗里蒙特工厂内建设 1 万台/年示范产线，与 Model Y 共用滑板底盘输送链及制造执行系统 MES
- 供应链外溢：旋转关节、液冷系统、功率半导体直接复用汽车 Tier 1，硬件采购成本下降 40%
- 成本路线图：2025 年 1.8 万美元/台（100 万台年产能）；2027 年目标<1 万美元/台（固态电池+氢燃料双版本）

4. 场景落地路径

- 工厂内部（2025-2026）

电池车间：分拣、搬运、螺栓锁付

总装线：座椅、车门、仪表盘柔性装配

夜间 5S 巡检与设备状态图像回传

- 家庭与服务（2027-2028）

自主烹饪、老人陪护、草坪修剪

与 Tesla Solar Roof+Powerwall 联动，形成家庭能源-安防-服务一体化方案

5. 前沿技术储备

- 神经辐射场（Neural Radiance Fields, NeRF）实时重建：

10 秒内完成未知房间 3D 建模，实现即插即用家庭部署

- 氢燃料电池：续航 48 小时，适用于野外巡检、灾难救援等长时任务

- Cybercab/Robotaxi 协同：机器人可自主召唤无人车，完成“最后一公里”配送或陪护出行

6. 结论与启示

特斯拉将汽车“规模制造+AI 芯片+数据闭环”范式复制到机器人领域，使 Optimus 成为首个同时具备“车规级成本+AI 大模型+百万台产能”的人形具身智能产品，为行业树立了硬件价格与软件能力的双重标杆。其“三代并行、成本递减、场景外溢”策略，可供国内整机厂与供应链企业参考：以车规供应链降低物料清单（Bill of Materials, BOM）成本，以云端超算+数据闭环提升模型性能，以“工厂-家庭”梯度场景实现商业化落地。

（二）国内企业动向

国内企业也不甘落后，涌现出一批专注于具身智能的初创企业，如宇树科技、魔法原子、逐际动力等，凭借技术创

新和对市场的敏锐洞察力，在具身智能领域崭露头角。

小米通过 AIoT 生态的协同效应，将具身智能嵌入智能家居、穿戴设备与汽车场景，推出了四足机器狗 CyberDog 和人形机器人 CyberOne。

华为则通过华为（深圳）全球具身智能产业创新中心串联 16 家产业链企业，掌控从芯片到终端设备的全链条话语权，在具身智能技术研发和产业生态构建方面发挥了重要作用。

宇树科技的四足机器人 B2-W 凭借自研高扭矩电机与强化学习算法，实现 40 公斤负载下的动态平衡，全球市占率超 69%。



图 11 魔法原子人形机器人“小麦”进驻工厂实习

魔法原子打破波士顿动力液压驱动垄断，旗下人形机器人凭借自研 D190 关节模组，成为全球首款电驱空翻机器人。2024 年 11 月，小麦首次进入追觅科技工厂，承担高速数字马达上下料、点胶等任务，通过技术迭代（从经典控制到端到端技术路线）显著提升成功率和效率。

3. 布局策略

科技巨头通常凭借其强大的技术研发能力和广泛的资源，致力于构建完整的产业生态，推动具身智能技术的全面发展。通过投资、并购等方式，整合产业链资源，加强技术创新和应用拓展。同时，科技巨头还注重品牌建设和市场推广，利用其品牌影响力和市场渠道，快速将具身智能产品推向市场。

初创企业则更注重技术创新和差异化竞争，通过在特定领域的技术突破，满足细分市场的需求。通常聚焦于某一应用场景或技术方向，如医疗、物流、农业等领域，或在感知、决策、控制等技术环节进行深入研究，开发出具有特色的具身智能产品和解决方案。初创企业还通过与其他企业合作，实现资源共享和优势互补，加速技术的商业化进程。

三、初创企业与巨头企业的竞争优势与挑战

初创企业通常由一群富有创新精神的技术人才组成，在具身智能领域具有独特的创新活力和灵活性，能够快速响应市场变化，敏锐捕捉市场机会。在技术创新方面，初创企业更加专注和灵活，能够在特定领域进行深入的技术探索和创新。通过独特的算法设计和技术路线，在模型的性能和应用效果上取得了突破，为具身智能的发展提供了新的技术思路。在市场拓展方面，初创企业具有较强的适应性，往往能够根据客户需求，快速调整产品和服务，提供个性化的解决方案。

但是，初创企业也面临着诸多挑战。首先，资金短缺是初创企业面临的主要问题。具身智能技术的研发需要大量的

资金投入，包括研发设备、人才招聘、市场推广等方面，而初创企业往往缺乏足够的资金支持，限制了其技术研发和市场拓展的能力。其次，技术人才竞争激烈也是初创企业面临的主要挑战。具身智能领域对技术人才的需求旺盛，而优秀的技术人才往往更倾向于选择资金雄厚、发展前景好的大型企业，这使得初创企业在人才竞争上面临较大困难。第三，初创企业还面临着市场认知度低、品牌影响力弱等困难，这在一定程度上影响了其产品的销售和市场份额的扩大。

巨头企业在具身智能领域具有强大的资源优势 and 品牌影响力。其拥有雄厚的资金实力，能够投入大量的资金进行技术研发和市场拓展。巨头企业还拥有丰富的人才资源和完善的研发体系，能够吸引和留住优秀的技术人才。如谷歌、英伟达等科技巨头在人工智能领域拥有众多顶尖的科学家和工程师，为具身智能技术的研发提供了强大的智力支持。巨头企业还具有广泛的市场渠道和品牌影响力，能够快速将具身智能产品推向市场，获得客户的认可和信任。

但是，巨头企业也面临着一些挑战。随着具身智能市场的快速发展，技术更新换代加速。巨头企业的组织架构相对庞大，决策流程复杂，在面对市场变化时，可能不如初创企业灵活，难以快速调整战略和产品方向。此外，巨头企业在具身智能领域的广泛布局，也可能引发反垄断调查等问题，给企业的发展带来一定的不确定性。

表 1 初创企业与巨头企业的竞争优势劣势对比

企业类型	初创企业	巨头企业
竞争优势	- 具有独特的创新活力和灵活性，由富有创新精神的技术人才组成，能够快速响应市场变化，抓住新兴市场机会。技术研发专注灵活，在特定领域深入探索创新，如一些具身大模型初创企业通过独特算法取得技术突破。 - 市场适应性强，能快速调整产品和服务，提供个性化解决方案。	- 拥有强大的资源优势和品牌影响力，雄厚资金投入研发和市场拓展。 - 丰富人才资源和完善研发体系，吸引留住优秀技术人才，如谷歌、英伟达众多顶尖科学家和工程师。 - 广泛市场渠道和品牌影响力，快速推向市场获客户认可信任。
面临的挑战	- 资金短缺，具身智能研发需大量资金投入，限制技术研发和市场拓展。 - 技术人才竞争激烈，优秀人才倾向选择资金雄厚、发展前景好的大型企业，招聘留人困难。 - 市场认知度低、品牌影响力弱，影响产品销售和市场份额扩大。	- 需不断投入大量资金保持技术领先，否则可能被初创企业超越。 - 组织架构庞大决策流程复杂，面对市场变化不如初创企业灵活，难以快速调整战略方向。 - 在具身智能广泛布局可能引发反垄断调查等。

观察五：数据治理与隐私保护对具身智能产业发展至关重要

一、具身智能对数据的特殊需求与依赖

在具身智能的发展进程中，数据扮演着关键角色，是推动具身智能技术不断进步、产业持续发展和应用不断拓展的核心要素。数据对于具身智能的重要性，犹如燃料之于引擎，是具身智能实现智能化的“燃料”和动力源泉。

从训练模型的角度来看，数据是训练具身智能模型的“燃料”。具身智能模型需要通过对大量数据的学习，来理解世界的规律、掌握各种技能和行为模式。在机器人的路径规划任务中，模型需要学习大量的环境地图数据、障碍物信息以及不同路径选择的结果数据，从而在面对各种复杂环境时，能够准确地规划出最优路径。这些数据涵盖了机器人在不同场景下的感知信息、行动决策以及与环境交互的反馈，通过对这些数据的深度挖掘和分析，模型能够不断优化自身的决策能力和行为策略，提高任务的执行效率和准确性。

数据在提升智能体性能方面发挥着关键作用。随着数据量的增加和数据维度的丰富，智能体能够学习到更加广泛和深入的知识，从而提升其在各种任务和场景中的适应能力和表现。在智能驾驶领域，通过收集和分析大量的交通场景数据，包括不同路况、天气条件、驾驶员行为等，智能驾驶系

统能够不断优化其驾驶决策和控制算法，提高驾驶的安全性和稳定性。数据的质量和多样性直接影响着智能体的性能表现，高质量、多样化的数据能够使智能体学习到更加准确和全面的知识，从而在复杂多变的环境中表现得更加出色。

数据对于具身智能的价值还体现在促进技术创新和突破。通过对数据的分析和挖掘，研究人员可以发现具身智能技术在实际应用中存在的问题和不足，从而有针对性地进行技术改进和创新。对机器人操作数据的分析发现机器人在某些任务中的操作精度不够高，或者在与环境交互时存在一定的风险，基于这些发现，研究人员可以开发新的控制算法、改进机器人的硬件设计，以提高机器人的操作性能和安全性。

二、数据收集、标注与管理

数据收集是具身智能发展的重要基础，但目前在具身智能领域，数据收集面临着诸多困难。真实场景下的数据采集难度较大，具身智能系统需要在各种复杂多变的真实环境中收集数据，如工业生产现场、家庭生活环境、户外自然场景等，这些环境中的不确定性因素众多，给数据采集带来了很大的挑战。在工业生产现场，具身智能机器人的部署数量有限，这使得数据采集的数量和积累的速度受到限制。此外，不同的应用场景对数据的需求也各不相同，需要针对具体的应用场景设计合适的数据采集方案，这进一步增加了数据采集的复杂性。

数据标注是将采集到的数据进行标记和分类，使其能够被具身智能模型理解和学习。然而，当前数据标注的准确性

和一致性存在制约。具身智能数据的标注往往需要专业的知识和技能，例如在机器人操作任务中，需要对机器人的动作、姿态、力的大小等进行精确标注，这对标注人员的专业素养要求较高。由于缺乏统一的标注标准和规范，不同标注人员对同一数据的标注可能存在差异，导致标注数据的质量参差不齐，影响了具身智能模型的训练效果。

数据管理也是具身智能领域面临的挑战。随着数据量的不断增加，如何有效地存储、组织和检索数据成为难题。具身智能数据不仅包括图像、音频、视频等多媒体数据，还包括机器人的运动数据、传感器数据等，这些数据的格式和类型各不相同，需要采用不同的存储和管理方式。此外，数据的更新和维护也需要耗费大量的人力和物力，如何确保数据的及时性和有效性，是数据管理过程中新的命题。在数据的存储和传输过程中，需要采取有效的安全措施，防止数据泄露和被篡改。

三、数据安全与隐私保护在具身智能中的重要性及应对策略

在 AI 时代，数据安全和隐私保护具有至关重要的意义，其重要性体现在多个关键层面。

对个人而言，以服务机器人为例，具身智能设备在与用户交互以及执行任务过程中，会收集大量用户的个人信息、行为习惯、生活场景等隐私数据。智能家庭机器人可能会记录用户的日常作息、家庭成员关系、消费习惯等敏感信息，这些数据一旦泄露，可能导致用户面临身份被盗用、隐私被

曝光、遭受诈骗等风险。

在商业领域，具身智能企业所拥有的数据往往包含商业机密、核心算法数据、客户信息等关键资产。工业制造企业使用的具身智能机器人在生产过程中会产生大量关于生产工艺、产品设计、供应链管理等数据，这些数据对于企业保持市场竞争力、维护商业利益至关重要。若数据安全出现漏洞，被竞争对手获取，可能导致企业经济利益损失。

从社会层面来看，具身智能在公共服务、医疗、交通等关键领域的广泛应用，涉及大量社会公共数据和公民个人信息。在智能交通系统中，具身智能技术收集的车辆行驶数据、交通流量数据、驾驶员行为数据等，若遭到恶意攻击或泄露，会影响交通系统的正常运行，甚至引发社会安全事件。

为了应对这些数据安全和隐私保护的挑战，需要采取一系列有效的应对策略。

加密技术是保障数据安全的重要手段之一。通过对具身智能设备采集、传输和存储的数据进行加密处理，将明文数据转换为密文，只有拥有正确密钥的授权方才能解密读取数据，从而有效防止数据在传输和存储过程中被窃取或篡改。在数据传输过程中，采用 SSL/TLS 等加密协议，确保数据在网络传输中的安全性；在数据存储方面，使用全磁盘加密、文件加密等技术，保护数据在存储介质上的安全。

访问控制技术也是不可或缺的。通过建立严格的访问控制策略，对不同用户和角色赋予不同的数据访问权限，确保只有经过授权的人员才能访问特定的数据。在具身智能企业

中，根据员工的工作职责和业务需求，为其分配相应的数据访问级别，限制普通员工对核心商业数据和敏感用户信息的访问，防止内部人员的数据滥用和泄露。

健全数据安全管理体系为具身智能保驾护航。企业需要加强数据安全管理和隐私保护意识，制定内部的数据安全策略和流程，加强员工的数据安全培训，提高员工的数据安全意识和操作规范。建立数据安全应急响应机制，一旦发生数据泄露事件，能够迅速采取有效处置措施，降低损失和影响。通过技术、法律和企业自身管理等多方面的协同努力，切实保障具身智能时代的数据安全和隐私保护。

观察六：提前布局伦理和安全的标准规范护航产业发展

一、具身智能可能引发的伦理与安全风险

具身智能在给人类社会带来诸多便利和机遇的同时，也引发了一系列不容忽视的伦理与安全风险，这些风险涵盖了人机交互、机器人行为控制以及隐私保护等多个关键领域。

在人机交互方面，伦理问题日益凸显。随着具身智能技术的发展，机器人与人类的互动越来越频繁和深入，如何确保这种互动符合伦理道德规范成为考验。当机器人在提供医疗护理服务时，其与患者之间的情感交互和隐私保护就成为重要的伦理考量。人机交互中的信任问题也值得关注。如果机器人的决策过程不透明，人类用户可能难以信任其行为和决策，从而影响具身智能技术的广泛应用。

机器人行为失控带来的安全风险是具身智能发展的重大安全挑战。由于技术故障、算法错误或外部干扰等原因，具身智能机器人可能会出现行为失控，对人类的生命和财产安全构成直接威胁。在工业生产中，机械臂等具身智能设备若出现故障导致动作失控，可能会对操作人员造成严重的身体伤害。在自动驾驶领域，智能汽车若因算法错误或传感器故障而无法正确识别路况和交通信号，可能引发严重的交通事故，危及乘客和行人的生命安全。

二、国内外在伦理与安全规范制定方面的进展

面对具身智能带来的伦理与安全挑战，国内外纷纷加快相关规范和标准的制定，以引导和规范具身智能产业健康发展。

在国际上，发布了一系列关于人工智能和机器人伦理与安全的原则和指南。欧盟《人工智能法案》于 2024 年 3 月 13 日正式通过，被视为首部全球人工智能监管法案，该法案对高风险人工智能系统的设计、开发和使用制定了严格的规则，旨在确保人工智能技术的安全性、透明度和可解释性。该法案要求高风险人工智能系统在投放市场前进行严格的风险评估和合规性测试，确保其不会对人类的基本权利和安全造成威胁。对用于招聘、贷款审批等涉及个人重大利益的人工智能系统，必须提供清晰的决策依据和解释，以防止算法歧视和不公平对待。但是 AI 产业界对欧盟《人工智能法案》的评价呈现偏负面的倾向，尽管存在部分支持声音，但整体上担忧其可能对创新和产业竞争力造成负面影响，包括合规成本与创新阻碍、监管过度与竞争力担忧，甚至欧盟内部也存在对法案的质疑。德国交通和数字化部长警告“不必要的负担”可能削弱欧洲的创新动力，强调欧盟的“超前和过度监管”可能导致“人工智能产业落后”。

IEEE（电气与电子工程师协会）发布了《以伦理为基准的设计》，提出了“符合伦理的设计”理念，强调在技术设计的全过程中融入伦理考量，确保技术的发展符合人类的价值观和利益。报告提出了一系列具体的原则和方法，如保护

人类自主权、防止伤害、促进公平等，指导技术开发者在设计具身智能系统时充分考虑伦理因素。

在国内，政府部门和行业组织通过政策法规、技术标准等举措，系统性推动具身智能的伦理与安全治理。尽管面临技术评测和伦理争议等挑战，但通过持续完善标准体系、强化监管机制和推动产学研协同，具身智能的健康发展已取得显著进展，为未来在经济社会中的广泛应用奠定基础。“人工智能法草案”列入国务院 2024 年度立法工作计划，该草案明确具身智能的产品责任和数据隐私保护规则。《工业和信息化部人工智能标准化技术委员会 2025 年标准制定指南》，明确将安全治理标准体系纳入人工智能标准化体系，也涵盖了具身智能发展中需要关注的基础设施安全、网络安全、数据安全、算法安全、应用安全和赋能安全等。

国家标准化管理委员会也在积极推进人工智能和机器人相关标准的制定工作，涵盖了机器人的安全要求、性能测试、数据安全等多个方面。这些标准的制定将为具身智能产品的研发、生产和应用提供重要的技术依据，有助于规范市场秩序，保障用户的安全和权益。我国也在积极参与具身智能国际标准制定，如 IEEE、ISO 等组织的机器人伦理规范，以提升国际话语权。

三、企业在应对伦理与安全问题上的责任与实践

企业作为具身智能技术的研发和应用主体，在应对伦理与安全问题上肩负着重要责任。许多企业已经意识到伦理与安全问题的重要性，并采取了一系列积极的实践措施。

在产品设计阶段，企业注重融入伦理和安全理念。谷歌旗下 **DeepMind** 在开发具身智能算法时，引入了“可解释性人工智能”技术，使算法的决策过程和结果能够被人类理解和解释，增强了用户对算法的信任。通过可视化工具和解释性模型，用户可以清晰地了解算法是如何根据输入数据做出决策的，从而有效避免了因算法不透明而引发的伦理和安全风险。

在机器人行为控制方面，企业采取了多重安全保障措施。**ABB** 公司在其工业机器人产品中，配备了先进的故障检测和应急处理系统。当机器人出现异常情况时，系统能够及时检测发现并采取相应的措施，如自动停止运行、发出警报等，以防止机器人行为失控对人员和设备造成伤害。**ABB** 还对机器人的操作权限进行了严格管理，只有经过培训和授权的人员才能操作机器人，进一步提高了机器人的使用安全性。

观察七：智能向善是具身智能产业的终极目标

一、具身智能向善的内涵与重要性

具身智能向善，是指在具身智能的研发、应用与发展过程中，始终将增进人类福祉、促进社会公平、保障安全可控、维护伦理道德作为核心价值追求，确保具身智能技术服务于人类的整体利益和长远发展。这一理念内涵丰富而深刻，要求具身智能系统不仅具备强大的智能和高效的性能，更要符合人类的道德准则和社会价值观。

在增进人类福祉方面，具身智能向善体现为技术的应用能够切实改善生活质量，解决实际问题。在医疗领域，具身智能机器人可以辅助医生进行精准手术，提高手术成功率，减少患者痛苦；在养老领域，智能护理机器人能够为老年人提供日常生活照料和陪伴服务，缓解养老护理人员短缺的压力，提升老年人的生活幸福感。这些应用场景展示了具身智能在满足人类基本需求、提升生活品质方面的巨大潜力，科技进步给人类生活带来便利和福祉。

促进社会公平也是具身智能向善的重要体现。具身智能技术的发展不应加剧社会不平等，而应致力于缩小贫富差距、消除地域差异，为不同阶层、不同地区的人们提供平等的发展机会和无差别的服务。通过普及具身智能知识，让更多人能够接触和掌握这一前沿技术，提升自身数字素养和智能产

品使用能力；在公共服务领域，利用具身智能技术优化资源分配，确保教育、医疗、交通等公共服务能够公平地覆盖到每一个人。

保障安全可控要求具身智能系统在运行过程中不会对人类、环境及相关方造成伤害或风险，其决策和行为始终处于可管理、可预测、可控制。这就要求，具身智能系统首先具备物理安全条件，能在各种复杂环境和工况下持续正常运行，不会因机械故障、电气问题等导致意外事故。其次，具身智能要拥有优秀的算法，实现感知、决策和行动可靠，做好数据安全与隐私保护，防止数据被窃取、篡改或泄露。最后，具身智能系统要建立可靠的控制机制，能让人类随时干预、停止机器人的动作，即使在运行出现故障、异常或失控的情形下，也能通过容错机制维持基本功能或安全停机，避免出现伤害人类的情况。

维护伦理道德意味着具身智能技术的发展和应用，要在尊重人类的尊严、隐私和权利下进行。具身智能系统的设计和开发过程中，需要充分考虑伦理因素，避免出现侵犯个人隐私、造成社会歧视、危害人类安全等问题；在数据收集和使用过程中，要严格遵守相关法律法规，保护用户的个人信息安全；在人机交互过程中，要确保机器人的行为和决策符合人类的道德标准，避免对人类造成伤害或误导。

二、实现从设计、应用到监管的全链向善

为了实现具身智能向善的目标，需要在设计、应用和监管等多个环节采取具体举措，确保具身智能技术沿着智能向

善的方向发展。

在设计环节，融入伦理考量是关键。研发人员应将伦理原则纳入具身智能系统的设计框架，从源头上保障技术的安全性和可靠性。建立伦理审查机制，在项目启动前对技术方案进行伦理评估，确保设计理念符合人类的道德价值观。在算法设计中，避免使用可能导致偏见和歧视的数据，采用公平、公正的算法模型，确保具身智能系统在决策过程中不会对特定群体造成不公平的影响。还可以引入可解释性人工智能技术，使具身智能系统的决策过程和依据能够被人类理解和监督，增强用户对技术的信任。

在应用环节，确保安全可靠是首要任务。具身智能系统在投入使用前，需要进行严格的测试和验证，确保其性能稳定、安全可靠。在工业制造领域，机器人在运行过程中要具备高度的稳定性和精确性，避免因故障导致生产事故；在医疗领域，具身智能医疗设备要经过严格的临床试验，确保其诊断和治疗的准确性和安全性。同时，要加强对具身智能系统的实时监测和维护，及时发现并解决潜在的问题，保障系统的正常运行。在应用过程中，要注重用户体验和反馈，根据用户的需求和意见不断优化产品和服务，提高用户的满意度和信任度。

在监管环节，制定规范和标准是保障。政府和相关部门应加强对具身智能产业的监管，制定完善的法律法规和行业标准，规范具身智能技术的研发、生产和应用行为。明确具身智能产品的安全标准、质量标准和伦理标准，对不符合标

准的产品和企业进行严格的处罚；建立健全监管机制，加强对具身智能技术的市场准入、数据安全、隐私保护等方面的监管，确保技术发展符合社会公共利益。同时，还应加强国际合作，共同商讨制定具身智能监管标准和规范，避免出现监管漏洞和套利空间，促进具身智能产业的健康、可持续发展。

三、企业、政府、科研机构需要担当的角色与责任

在推动具身智能向善的进程中，企业、政府和科研机构等各方主体都承担角色和责任，共同协作促进具身智能技术的健康发展。

企业作为具身智能技术的研发和应用主体，承担着重要的社会责任。企业应将智能向善的理念融入到企业的发展战略和企业文化中，以推动人类福祉和社会进步为目标，开展具身智能技术的研发和创新。加大对技术研发的投入，提高具身智能产品的性能和安全性，确保产品符合伦理道德标准；加强对用户数据的保护，建立健全的数据安全管理体系，防止数据泄露和滥用；积极参与行业标准和规范的制定，推动具身智能产业的规范化发展。企业还应注重员工的伦理教育和培训，提高员工的道德素质和责任感，确保企业研发和生产活动符合伦理要求。

政府在具身智能向善中发挥着引导和监管的重要作用。政府应制定和完善相关政策法规，为具身智能产业的发展提供良好的政策环境和法律保障。加大对具身智能技术研发的支持力度，通过财政补贴、税收优惠等政策措施，鼓励企业

和科研机构开展技术创新；加强对具身智能产业的监管，建立健全的监管体系，规范市场秩序，保障消费者的合法权益；积极推动具身智能技术在公共服务领域的应用，促进社会公平和发展，如在教育、医疗、养老等领域推广具身智能技术，提高公共服务的质量和效率。政府还应加强国际合作，参与全球具身智能治理规则制定，维护国家的利益和安全。

科研机构是具身智能技术创新的重要力量，在智能向善中承担着探索前沿技术和培养专业人才的责任。科研机构应加强对具身智能基础理论和关键技术的研究，突破技术瓶颈，推动具身智能技术的发展和 innovation。开展人机交互、人工智能算法、机器人硬件等方面的研究，提高具身智能系统的智能水平和性能；注重技术的伦理研究，探索具身智能技术的伦理边界和道德准则，为技术研发提供理论指导。科研机构还应加强与企业和政府合作，促进科技成果的转化和应用，培养高素质的具身智能专业人才，为具身智能产业的发展提供智力支持。

观察八：具身智能呼唤人才培养体系创新

一、具身智能领域的人才需求状况

具身智能作为一个融合了机器人学、人工智能、计算机科学、控制理论等多学科知识的新兴领域，对人才要求呈现高度综合性和专业性。

从技能角度来看，具身智能领域的人才需要掌握人工智能算法，如深度学习、强化学习等，以便开发出能够让智能体实现自主决策和学习的算法模型。在机器人研发中，通过强化学习算法，机器人在与环境持续交互的过程中，学习到最优的行动策略，提高任务执行的效率和准确性。掌握机器人硬件设计与制造技术也至关重要，包括机器人的机械结构设计、传感器选型与安装、电机控制等，确保机器人具备良好的物理性能和感知能力。

从知识结构上看，具身智能人才不仅要具备扎实的理工科基础，如数学、物理学等，还需要对认知科学、心理学、行为学等学科有一定的了解，以便更好地理解智能体与环境的交互以及智能的产生机制。数学知识在算法设计和模型训练中起着关键作用，而认知科学的知识则有助于设计出更加符合人类认知模式的人机交互方式。

当前具身智能领域的人才市场供应情况不容乐观。随着具身智能产业的快速发展，对相关专业人才的需求急剧增加，

但人才的培养速度却远远跟不上产业发展的步伐，导致人才短缺问题日益严重。根据相关报道，国内人工智能领域整体人才缺口高达 500 万。具身智能作为人工智能的前沿领域，人才缺口更为突出，尤其是高精尖技术人才和复合型人才的需求更为庞大。资料显示，预计到 2025 年上海具身智能相关人才需求将达到 40 万，而本地高校相关专业在校生规模仅为 4 万。一些热门的具身智能岗位，如具身智能算法工程师、机器人系统集成工程师等，企业往往需要花费大量的时间和成本来招聘合适的人才，甚至出现了高薪也难以招到人的情况。人才短缺不仅限制了企业的发展速度，也制约了具身智能产业的创新和突破。

二、高校与科研机构在人才培养方面的举措

为了满足具身智能领域的人才需求，高校和科研机构采取了一系列人才培养举措。在院系机构设置上，众多高校设立了人工智能、工程智能、大数据、网络与信息安全、数字经济等产教融合的新型学院。在课程设置方面，众多高校开设了与具身智能相关的专业和课程，如人工智能、机器人工程、智能科学与技术等专业，以及具身智能、机器人视觉、机器人控制等课程。

复旦大学推出“AI 大课”，在 2024 - 2025 学年推出至少 100 门 AI 领域课程，覆盖全体本研学生，其 AI - BEST 课程体系从 AI 通识基础课、AI 专业核心课程、AI 学科进阶课程和 AI 垂域应用课程四个维度来设计，为学生提供了全面系统的具身智能知识学习平台。

上海财经大学发布的“匡时财经教育大模型”是财经教育智能化领域的重要成果，旨在通过人工智能技术推动财经教育的创新发展。该模型基于学校雄厚的学科基础和前沿技术，构建了覆盖经济、金融、会计、统计等核心学科的高质量、多模态语料库，整合了包括经典教材、专业书籍、学术论文、期刊文献、精品教学资源及企业级金融数据在内的海量信息，并据此建立了标准化的财经知识图谱。匡时财经教育大模型部署了覆盖“助教、助学、助研、助管”四大场景的智能应用，实现了课程设计、学情追踪、数据管理、质量监测等业务流程的智能化升级。同时，整合校内外资源打造统一 AI 教学门户，集成知识图谱导航、智能问答、学情诊断等功能，构建起“教-学-评”一体化闭环。

高校和科研机构还积极开展科研项目，鼓励学生参与具身智能相关的研究工作，提高学生的实践能力和创新能力。一些高校与企业合作建立了具身智能实验室，共同开展技术研发和人才培养，为学生提供接触产业前沿实践的机会。

三、企业与行业组织在人才培养与引进中的作用

企业作为具身智能产业的主体，在人才培养与引进中发挥着重要作用。企业通过内部培训的方式，提升员工的具身智能技术水平。华为公司定期组织员工参加具身智能技术培训课程，邀请行业专家进行授课，帮助员工了解最新的技术动态和应用案例，提高员工的技术能力和业务水平。一些企业还建立了完善的导师制度，为新员工配备经验丰富的导师，指导新员工快速成长。

企业还通过与高校、科研机构合作，共同培养具身智能人才。小米与合肥工业大学、武汉科技大学、清华大学、电子科大等高校开展合作，设立了联合实验室，共建小米工作室，围绕小米课堂、技术大赛、创新人才联合培养等合作方向，赋能学生就业、孵化创新创业项目，为学生提供实践机会和项目资源，也为企业选拔优秀人才提供了渠道。通过这种合作方式，企业可以将自身的实际需求融入到人才培养过程中，培养出更符合企业需求的人才。

行业组织通过搭建人才交流平台，促进人才的合理流动和优化配置。目前，IEEE机器人与自动化学会（IEEE RAS）、国际机器人联合会（IFR）、国际机器人组织联盟（IARA）、中国机器人产业联盟等行业组织在具身智能发展中扮演至关重要的作用。行业组织通过收集和发布具身智能领域的岗位供求信息，为企业和人才提供对接服务，帮助企业解决人才招聘难题，同时也为人才提供更多的职业发展机会。

观察九：扶持政策加速具身智能创新和应用

一、国家及地方政策对具身智能产业的扶持措施

我国高度重视具身智能产业的发展，将其视为推动经济转型升级和科技创新的重要力量。近年来，从中央到地方，陆续出台了一系列政策文件，为具身智能产业的发展提供了坚实的政策保障和有力的支持，如表 2 和表 3 所示。

2017 年，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，提出研究自主无人系统的智能技术。重点突破自主无人系统计算架构、复杂动态场景感知与理解、实时精准定位、面向复杂环境的适应性智能导航等共性技术，无人机自主控制以及汽车、船舶和轨道交通自动驾驶等智能技术，服务机器人、特种机器人等核心技术，支撑无人系统应用和产业发展。这一规划为具身智能产业的发展指明了方向，激发了科研机构和企业创新积极性。

《2025 年国务院政府工作报告》首次将“具身智能”写入报告，提出要“建立未来产业投入增长机制，培育生物制造、量子科技、具身智能、6G 等未来产业”。标志着国家对具身智能这一前沿领域的高度重视，旨在推动人工智能技术从理论研究向产业化、规模化发展迈进。

表 2 部门相关支持政策

时间	政策名称	印发部门	政策内容
2019/10/11	《制造业设计能力提升专项行动计划（2019-2022 年）》	工业和信息化部、国家发展和改革委员会等 13 个部门	发布《制造业设计能力提升专项行动计划（2019-2022 年）》，旨在提升制造业设计能力，推动转型升级和高质量发展。该计划目标是在 4 年内改善设计问题，完善研究体系，提升公共服务能力，创新人才培养模式，推动制造业创新发展。主要任务包括工业设计基础研究、公共服务能力提升、人才培养等方面。
2021/12/21	《“十四五”机器人产业发展规划》	工业和信息化部、国家发展和改革委员会等 15 个部门	该规划旨在指导“十四五”期间机器人产业的快速发展，涵盖机器人技术、产业应用、法律法规、人才等方面，为机器人产业的规范化和可持续发展提供重要参考。
2023/1/18	《“机器人+”应用行动实施方案》	工业和信息化部、教育部等 17 个部门	该行动旨在推动机器人产业蓬勃发展，改变人类生产和生活方式，以增强自主机器人市场竞争力。该计划目标是到 2025 年，制造业机器人密度较 2020 年翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升。主要任务包括机器人新产品研制、技术创新、场景应用和模式推广。
2023/10/20	《人形机器人创新发展指导意见》	工业和信息化部	强调人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，重塑全球产业发展格局。目标到 2025 年，人形机器人创新体系初步建立，关键技术取得突破，实现批量生产，并在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用。到 2027 年，人形机器人技术创新能力显著提升，形成安全可靠的产业链供应链体系，构建具有国际竞争力的产业生态。
2023/12/29	《关于加快应急机器人发展的指导意见》	应急管理部、工业和信息化部	目标是到 2025 年研发一批先进应急机器人，并建立一批重点场景应急机器人实战测试和示范应用基地。主要任务包括加强应急机器人急需技术攻关，提高机器人载荷功能及模块化水平，提升机器人控制及智能化水平。

2024/1/18	《关于推动未来产业创新发展的实施意见》	工业和信息化部、教育部、科技部、交通运输部、文化和旅游部、国务院国资委、中国科学院	到 2025 年，我国未来产业技术创新、产业培育、安全治理等全面发展，部分领域达到国际先进水平，产业规模稳步提升，初步形成符合我国实际的未来产业发展模式。到 2027 年，未来产业综合实力显著提升，部分领域实现全球引领。
2024/7/29	《工业机器人行业规范条件（2024 版）》 《工业机器人行业规范条件管理实施办法（2024 版）》	工业和信息化部	旨在规范工业机器人行业管理，引导企业良性竞争，推动工业机器人行业高质量发展。该规范条件要求从事工业机器人企业的申报标准。

各级地方政府积极响应国家政策，纷纷出台了一系列扶持具身智能产业发展的政策措施，如表 3 所示。

表 3 地方相关支持政策

城市	时间	政策名称	政策内容
广东	2023/5	《深圳市加快推动人工智能高质量发展高水平应用行动方案（2023-2024 年）》	聚焦通用大模型、智能算力芯片、智能传感器、智能机器人、智能网联汽车等领域，实施人工智能科技重大专项扶持计划。重点支持打造基于国内外芯片和算法的开源通用大模型；支持重点企业持续研发和迭代商用通用大模型，开展通用型具身智能机器人的研发和应用。实施核心技术攻关载体扶持计划，支持科研机构与企业共建 5 家以上人工智能联合实验室，加快组建广东省人形机器人制造业创新中心。发挥粤港澳大湾区制造业优势，开展人形机器人规模化应用。
	2022/12	《广东省新一代人工智能创新发展行动计划（2022-2025 年）》	支持在机器学习自动化、大数据智能、通用基础模型、无监督跨模态大模型、人机混合群体智能、知识理解与推理、协同控制与优化决策、可解释人工智能等领域开展技术攻关。发展三维成像定位、智能精准安全操控、人机协作接口等关键技术，推动清洁防护、医疗、教育等服务机器人普及。

	2022/6	《深圳市人民政府关于发展壮大战略性新兴产业集群和培育发展未来产业的意见》	重点发展工业机器人、服务机器人、特种机器人、无人机（船）等领域，突破减速器、控制器、伺服系统等关键零部件和集成应用技术，扩展智能机器人在电子信息制造、汽车、航空航天等高端制造应用场景，依托福田、南山、宝安、深汕等区及前海建设集聚区，打造智能机器人产业技术创新、高端制造、集成应用示范区。
上海	2023/6	《上海市推动制造业高质量发展三年行动计划（2023-2025 年）》	瞄准人工智能技术前沿，构建通用大模型，面向垂直领域发展产业生态，建设国际算法创新基地，加快人形机器人创新发展。
	2023/3	《上海市智能机器人标杆企业与应用场景推荐目录》	各区产业主管部门支持推动以机器人为代表的智能终端产业发展，培育一流营商环境。力争到 2025 年，上海市将打造 10 家行业一流的机器人头部品牌、100 个标杆示范的机器人应用场景、1000 亿元机器人关联产业规模。
	2023/3	《上海市建设具有全球影响力的科技创新中心“十四五”规划》	研发高端精密减速器、控制器、伺服电机等基础部件，突破机器人轻量化设计、多轴驱控一体化、信息感知与导航、机器人操作系统、人机交互与自主编程等共性关键技术；研发医疗康养、助老助残、公共服务、智慧教育等服务机器人，结合行业开展应用示范。研发智能协作机器人创新构型设计、超高功率密度模块化驱控一体化单元、高精度高柔顺高响应控制、自主安全防护等本体技术。研究多模态多传感数据处理及融合技术、人一机器人一环境三元交互及最优化理论，实现人一机器人一环境的深度融合与共融。
北京	2023/8	《北京市促进机器人产业创新发展的若干措施》	由机器人骨干企业牵头，整合国内外一流创新资源，组建人形机器人创新中心，开展关键共性技术研究。支持机器人企业与“智能机器人与系统高精尖创新中心”联合开展产业化攻关。
	2023/6	《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023-2025 年）》	目标到 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，形成创新要素集聚、创新创业活跃的发展生态。机器人核心产业收入达到 300 亿元以上。加紧布局人形机器人，对标国际领先人形机器人产品，支持企业和高校院所开展人形机器人整机产品、关键零部件攻关和工程化，加快建设北京市人形机器人产业创新中心，争创国家制造业创新中心。

重庆	2024/12	《重庆市支持具身智能机器人产业创新发展若干政策措施》	主要任务：构建产业创新体系、加强产品应用推广、提升产业生成能力、强化发展要素支撑、加强协调联动
----	---------	----------------------------	---

北京市 2025 年 2 月 28 日发布《北京具身智能科技创新与产业培育行动计划（2025—2027 年）》，提出到 2027 年，突破不少于 100 项关键技术，培育产业链上下游核心企业不少于 50 家，量产总规模率先突破万台，培育千亿级产业集群，建设不少于 2 个具身智能特色产业集聚区，营造具有国际影响力的具身智能产业生态。为实现这一目标，北京市设立了总规模 1000 亿元、存续期 15 年的政府投资基金，重点支持人工智能、机器人等未来产业领域；与工业和信息化部共建国家级具身智能机器人创新中心，打造国际一流的通用具身智能机器人母平台“天工”，构建具身智能数据集、开源社区和共性技术验证平台，加速技术成果转化。

上海市通过“市区联动+产业基金+场景开放”的组合政策，形成了具身智能发展的完整生态。浦东新区以亿元级项目支持和高规格赛事推动技术落地，徐汇区侧重创新孵化与关键技术突破，市级层面则通过基金和行动方案统筹全产业链布局。这些政策协同发力，助力上海建设全球具身智能技术研发与商业化标杆城市。《上海市促进智能机器人产业高质量发展创新发展行动方案（2023-2025 年）》中明确将具身智能列为重点攻关技术，推动大模型与机器人融合，支持打造人形机器人创新生态空间，并在金融、医疗、制造等领域开

放应用场景。上海市科委 2024 年发布新一代信息技术领域技术攻关指南，针对具身智能领域设立专项。例如，方向 5：机器人智能体上肢设计与具身智能融合技术研发，单项目资助最高 500 万元。再如，方向 6：场景驱动的具身智能机器人平台技术研究，覆盖工业操作、家政服务等场景验证。此外，2025 年 4 月，上海国投公司与浦东新区联合发起“上海具身智能基金”，规模 10 亿元，聚焦本体、核心零部件等产业链关键环节，推动技术研发与产业转化

重庆市 2024 年 12 月发布《重庆市支持具身智能机器人产业创新发展若干政策措施》，提出围绕“存算一体”芯片、高性能末端执行器、直线电驱动关节、新型传感器、机器人操作系统等研发方向，部署市级科技创新重大重点项目，推动核心技术攻关。通过“揭榜挂帅”方式重点攻关感知—语言—动作模型、世界模型、通用技能训练框架、模型压缩、参数高效微调、仿真数据引擎、虚实转换、神经辐射场、占用网络、场景流估计、扩散策略、因果推理、检索增强生成、思维链等具身大模型生态体系相关技术，并形成一批产业化成果。同时，加强应用示范推广，利用市、区县两级智能化改造政策渠道，对在智能化改造中规模化应用具身智能机器人产品的企业予以支持；支持具身智能机器人研发制造企业加强与医疗、教育、家政、建筑、养老、市政、特种作业等相关领域合作，通过应用场景开放，开发推广适用性强、规模效益好的具身智能机器人产品。

二、具身智能技术创新、产业协同、应用落地加速发展

在政策引导下，具身智能产业朝着技术创新、产业协同和应用拓展的方向快速发展。

技术创新是具身智能产业发展的核心。政策鼓励企业和科研机构加大在人工智能算法、机器人硬件、多模态感知与交互等关键技术领域的研发投入，推动具身智能技术不断突破。通过设立科研项目、研发补贴等方式，引导企业加强与高校、科研机构合作，建立产学研用协同创新机制，加速科技成果转化和应用。支持企业开展人工智能算法的优化研究，提高机器人的自主决策能力和智能水平；鼓励科研机构研发新型传感器和执行器，提升机器人的感知和操作能力。

产业协同也是政策引导的重要方向。政策鼓励产业链上下游企业加强合作，形成产业集群效应，提高产业的整体竞争力。通过建设产业园区、举办产业对接活动等方式，促进企业之间的资源共享、技术交流和业务合作。支持机器人本体制造商与核心零部件供应商建立长期稳定的合作关系，共同研发和生产高性能的机器人产品；推动具身智能技术企业与应用企业开展合作，根据市场需求，开发针对性的解决方案，实现技术与应用的深度融合。

积极推动具身智能在各领域的应用拓展。地方政府通过开展应用示范项目、提供应用补贴等方式，鼓励企业将具身智能技术应用于工业制造、医疗健康、物流配送、教育娱乐等领域，提高各行业的智能化水平和生产效率。

观察十：具身智能国际竞争日趋激烈

在全球科技竞争白热化的当下，具身智能领域已成为各国战略博弈的关键战场，“国际竞争日趋激烈，具身智能将具有国界”这一趋势愈发显著。以硅谷高科技高管加入美国陆军预备役新成立部门为典型标志，技术与国防深度绑定，凸显出具身智能领域竞争已超越商业范畴，向着国家安全战略层面延伸，国界属性在这场具身智能的竞争中不断强化。

一、国际竞争态势

（一）美国：技术霸权与国防战略的深度融合

美国凭借强大的科技实力与人才资源，在具身智能领域牢牢占据领先地位。美国陆军启动了一个叫“201 分队：陆军行政创新军团”的计划，2025 年 6 月 13 日，4 名来自硅谷的科技巨头高管包括 Palantir 首席技术官桑卡尔、Meta 首席技术官博斯沃思、OpenAI 首席产品官韦尔、OpenAI 前研究总监麦格鲁加入，致力于为美军带来技术升级、AI 培训和采购建议。这不仅意味着美国将顶尖科技人才与军事需求紧密结合，更表明其试图通过技术军事化，巩固在具身智能领域的绝对优势。

众所周知，谷歌旗下的 DeepMind 在具身智能算法研究方面成果卓越，其算法可使机器人在复杂环境中高效自主决策行动；英伟达推出的高性能 AI 芯片，为具身智能设备提

供强劲算力支持。这些技术成果在满足商业市场需求的同时，也成为美国军事技术升级的重要支撑，技术成果的国界属性在国防战略需求下愈发清晰。

（二）日本：硬件技术优势下的产业布局

日本在机器人硬件制造领域底蕴深厚，生产的机器人在精度、稳定性方面表现突出。本田的 ASIMO 机器人在人形机器人领域久负盛名，在人机交互、运动控制等技术上达到世界先进水平；丰田积极开展具身智能相关研究与应用，致力于将其融入汽车生产与服务领域。日本通过硬件技术优势，在具身智能产业中占据一席之地，其技术研发与产业发展也紧密围绕本国产业需求，在国际竞争中强化自身特色，凸显技术的国界属性。

二、我国应对策略

（一）强化技术创新：构建自主技术体系

我国在具身智能领域虽有一定进展，但与国际先进水平仍存在差距。为突破国界限制下的技术封锁，需加大对具身智能关键技术的研发投入。政府应设立专项科研基金，重点支持具身智能算法、传感器、机器人操作系统等核心技术研究；同时，鼓励企业、高校和科研机构加强合作，构建产学研用协同创新机制，加速核心技术突破，打造具有自主知识产权的技术体系，降低对国外技术的依赖。

（二）完善产业政策：培育本土产业优势

进一步完善产业扶持政策，是提升我国具身智能产业竞争力的关键路径。政府可出台税收优惠等政策，激励企业加

大在该领域的投资与研发；加强知识产权保护，营造良好创新环境；合理规划产业布局，引导产业集聚发展，形成本土产业优势，增强我国在具身智能领域的国际话语权，在国界分明的竞争格局中占据有利地位。

三、全球化背景下的机遇与挑战

（一）发展机遇：合作与交流中的技术提升

全球化为具身智能产业发展带来契机。全球经济一体化与科技发展，使具身智能技术市场需求不断扩大，应用领域持续拓展，推动相关产业智能化升级。同时，技术和人才的国际交流合作，有利于我国吸收先进技术经验，提升技术水平与创新能力。然而，在国界凸显的竞争态势下，这种合作交流也面临诸多限制，我国需在合作中保持自主创新能力，摆脱核心技术依赖。

（二）严峻挑战：技术封锁与贸易壁垒

技术竞争的白热化与贸易壁垒的限制，使具身智能产业全球化发展困难重重。各国加大研发投入，技术创新加速，我国企业在技术研发和创新能力上与国际先进水平的差距亟待缩小。不同国家的贸易政策、技术标准和法规差异，导致具身智能产品国际流通受阻。我国企业不仅要提升技术实力，还需密切关注国际贸易政策变化，灵活调整战略，应对国界带来的技术封锁与贸易限制，在复杂的国际竞争中谋求发展。

展 望

一、回顾

纵观具身智能十大观察，技术突破始终是产业发展的核心引擎。大模型与多模态感知技术的融合，为具身智能体赋予了更强大的认知与决策能力，极大地拓宽了应用边界。工业制造领域凭借其明确的需求和成熟的应用场景，成为当下产业落地的主要突破口，服务业、特种作业等领域的需求潜力正逐步释放。产业链虽在不断完善，从上游核心零部件到下游应用市场生态已初步形成，但关键环节如高端芯片、系统集成等仍存在“卡脖子”问题。

在技术推动和政策支持下，市场规模快速增长，国内外企业纷纷布局，竞争格局初现，初创企业与科技巨头各展优势、同台竞技。政策的大力扶持为产业发展营造了良好环境，但政策落实过程中的难点仍需克服。人才短缺成为制约产业发展的重要瓶颈，数据治理与安全、伦理与安全规范等方面的问题也日益凸显，亟需行业协同解决。国际合作与竞争并存，全球化发展趋势下，具身智能产业既面临机遇也遭遇挑战。实现智能向善，更是具身智能产业发展必须坚守的终极目标，需要多方协同发力。

二、展望

展望未来，随着人工智能技术的持续迭代，尤其是大模型和多模态感知技术的不断突破，具身智能体的智能化水平持续提升，应用场景不断拓展，具身智能产业将迎来新一轮的高速发展期。为推动具身智能产业健康可持续发展，提出以下建议：

应用拓展方面，鼓励具身智能在具体领域的应用研究和开发，推动其在工业制造、商业服务、特种行业、养老陪伴与护理等方面的应用，用丰富的应用场景牵引产业快速发展。

技术创新方面，加大对核心技术研发的投入，尤其是在高端芯片、操作系统等关键环节，鼓励产学研深度合作，突破技术瓶颈。

数据治理方面，建立统一的数据标准和共享机制，加强数据安全与隐私保护技术研发。

人才培养方面，高校和科研机构应优化课程设置，加强产教融合的育人方式；企业和行业组织要完善人才激励机制，吸引和留住优秀人才。

政策规范方面，进一步细化产业政策，加快伦理与安全标准的制定和完善，引导产业规范发展。

国际合作方面，积极参与国际交流与合作，在竞争中寻求共赢，提升我国在全球具身智能产业中的话语权。

智能向善方面，相关方应将“向善”理念贯穿于产业发展全过程，从产品设计、应用推广到监督评价，确保具身智能技术服务于人类福祉，推动产业健康发展。

参考文献

- 1.Helix: A Vision-Language-Action Model for Generalist Humanoid Control.
- 2.具身智能：万亿赛道，落地元年. 证券分析师王紫敬.[2025-03-10]
- 3.2024 年中国具身智能行业研究 知行合一，拥抱 AI 新范式. 常乔雨.[2024-05]
- 4.2024 年具身智能产业发展研究报告. 36 氪研究院.[2024-08]
- 5.具身智能行业深度：发展趋势、市场机遇、产业链及相关企业深度梳理 [2024-11-22]
- 6.具身智能开启千亿蓝海 计算机行业周观点. 华西证券股份有限公司.[2023-05-20]
7. 具身智能发展报告（2024 年）. 中国信息通信研究院 北京人形机器人创新中心有限公司.[2024-08]
8. 2025 年中国具身智能行业现状及发展趋势分析. 华经产业研究院.[2025-03-07]
9. 中国具身智能行业发展趋势分析与未来前景预测报告（2025-2032 年）. 观研报告网.[2022-03-08]
10. 2024 年具身智能产业发展研究报告. 中研普华产业研究院.[2024-09-26]
- 11.AGI+机器人行业深度报告：AGI 赋能人形机器人，具身智能时代有望加速到来.财通证券.[2023.11]
- 12.人形机器人行业系列深度报告一：智能具身 创启未来纪元.民生证券 [2025.05.18]
- 13.具身智能：AI 走向物理世界的重要途径. 梁秋兰.[2024-09-25]
- 14.GR00T N1: An Open Foundation Model for Generalist Humanoid Robots. NVIDIA.[2025-03-28]

15.当具身智能走出实验室：距离人手一台机器人，我们还有多远？ - 光明网[

2025-05-08]

16.勇当国内特种机器人行业排头兵 - 新浪财经[2025-03-07]



数字经济研究院公众号

上海财经大学数字经济研究院

网址：dfri.sufe.edu.cn

地址：上海市杨浦区国定路 777 号科研实验大楼 13 层

邮编：200433

电话：021-65906017

邮箱：dfri_office@sufe.edu.cn