**一、产业概要**

人形机器人作为人工智能与机器人技术的深度融合产物，近年来在全球范围内呈现出快速发展的态势。2024年，全球人形机器人产业迎来了重要转折点，技术突破与市场需求的共振推动产业进入规模化发展阶段。从国际发展趋势来看，美国、日本、欧盟等发达经济体持续加大对人形机器人产业的投入，在核心技术研发、应用场景拓展等方面取得显著进展。特别是特斯拉、波士顿动力等领军企业推出的新一代人形机器人产品，在运动控制、环境感知、人机交互等关键技术上实现了重大突破，为产业发展注入了强劲动力。

人形机器人产业的社会价值日益凸显。在人口老龄化加剧、劳动力成本上升的背景下，人形机器人在医疗护理、家庭服务、工业生产等领域的应用潜力巨大。2024年，全球范围内人形机器人在养老护理领域的应用案例显著增加，有效缓解了护理人员短缺问题，提升了老年人生活质量。同时，在工业制造领域，人形机器人凭借其灵活性和适应性，正在成为智能制造的重要补充力量，推动制造业向更高效、更智能的方向发展。

从市场前景来看，人形机器人产业正处于爆发式增长的前夜。2024年全球人形机器人市场规模突破100亿美元，预计未来五年将保持年均30%以上的高速增长。随着技术进步和成本下降，人形机器人正从高端实验室走向大众市场，应用场景不断拓展。特别是在服务机器人领域，人形机器人有望成为继扫地机器人之后的又一爆款产品，开启千亿级市场空间。

中国高度重视人形机器人产业发展，将其作为推动经济高质量发展的重要抓手。2024年，中国政府出台了一系列支持政策，从技术创新、产业培育、应用推广等多个维度为人形机器人产业发展提供有力支撑。习总书记在视察某机器人企业时强调，"要把握新一轮科技革命和产业变革机遇，大力发展人形机器人等战略性新兴产业，推动我国从制造大国向制造强国转变"。这一重要指示为人形机器人产业发展指明了方向，也彰显了中国发展人形机器人产业的坚定决心。

在政策支持和市场需求的双重驱动下，中国的人形机器人产业取得了长足进步。2024年，中国在人形机器人核心零部件、运动控制算法、人工智能系统等关键技术领域取得突破，涌现出一批具有国际竞争力的创新企业。同时，中国庞大的市场空间和丰富的应用场景为人形机器人产业发展提供了独特优势。在工业制造、医疗健康、教育娱乐等领域，人形机器人的应用示范项目不断涌现，为产业发展积累了宝贵经验。

展望未来，人形机器人产业将迎来更加广阔的发展空间。随着人工智能、5G通信、新材料等技术的不断进步，人形机器人的性能将进一步提升，应用场景将更加丰富。在全球范围内，人形机器人产业正在形成新的竞争格局，中国有望在这一领域实现弯道超车，成为全球人形机器人产业的重要一极。在这一背景下，深入研究人形机器人产业的发展现状、趋势和挑战，对于把握产业机遇、推动产业高质量发展具有重要意义。

**1.1 产业定义**

人形机器人是指具有与人类相似的身体结构和运动方式的智能机器人，它们通常具备头、躯干和四肢，并能够使用双足行走和多指手执行各种操作。这类机器人不仅在外观上模仿人类，更重要的是在感知交互能力、认知决策智能等方面也向人类靠拢，能够在为人类设计的各种环境中自如地工作和服务。2024年，随着技术进步和市场需求的增长，人形机器人已经成为科技自立自强的重要标志之一，是人工智能、机械工程、电子工程等多领域融合创新的典范。它们不仅可以在生产制造、社会服务、特种作业等领域发挥重要作用，还能有效缓解因人口老龄化带来的劳动力短缺问题。根据《Humanoid Robots》的定义，人形机器人应当能在人类的工作和居住环境中运作，操作为人设计的工具和设备，并与人进行交流。当前，全球绝大多数全能型人形机器人产品仍处于Lv1等级，即主要应用于科学研究，客户主要是高校、企业等科研团队；而少部分头部企业的最新产品正在逐步向Lv2等级探索，展现出更高级别的交互能力和流畅的运动能力。例如，特斯拉Optimus机器人已在2024年5月进入工厂实训，实现了对电池单元的准确分装及纠错能力，并在同年10月展示了做饭、调酒、跳舞等服务功能。这些进展预示着未来几年内，人形机器人将从工业制造领域的to B端向服务领域的to C端拓展，逐渐融入日常生活。预计到2028年，全能型人形机器人将整体达到Lv2等级，以特种场景应用为主，工业场景逐步落地，整机市场规模将达到约50至500亿元。随后，在2035年至2040年间，人形机器人将进一步发展至Lv3等级，实现工业和服务场景的大规模应用，整机市场规模有望突破千亿元级别。长远来看，人形机器人产业将在2045年后全面进入Lv5等级，届时用人形机器人数量将超过1亿台，广泛应用于各行业领域，整机市场规模可达约10万亿元级别。这一系列的发展趋势表明，人形机器人正逐步成为继个人电脑、智能手机、新能源汽车之后的新一代颠覆性产品，其广泛应用将深刻改变社会形态和人们的生产生活方式。

**1.2 产业发展历史**

人形机器人的产业发展历史可以追溯到20世纪中叶，但其真正意义上的突破则是在近几十年内逐步实现的。1972年，日本早稻田大学在加藤一郎教授的带领下研发出了WABOT-1，这是世界上第一款全尺寸的人形智能机器人。WABOT-1能够执行简单的搬运物体任务，尽管它的智力水平仅相当于一个一岁半的婴儿，但它标志着人类在仿生机器人领域的初步尝试。这一阶段的人形机器人主要在实验室环境中进行研究，功能相对有限。

进入80年代后，随着技术的进步，尤其是计算机科学与材料科学的发展，人形机器人开始从理论走向实践。1986年，本田公司启动了ASIMO项目，专注于系统设计和动态运动的研究。经过多年的努力，本田于2000年推出了ASIMO，这款机器人不仅能够在平坦的地面上行走，还能上下楼梯，并且具备一定程度的人机交互能力。几乎在同一时期，麻省理工学院的Marc Raibert提出了动态行走理论，为后来波士顿动力公司的成立及其在四足和双足机器人领域的成就奠定了基础。软银也在这一时期推出了NAO机器人，这些早期的产品虽然应用场景较为单一，主要用于展览和娱乐，但它们展示了人形机器人在运动控制和人机交互方面取得的重大进步。

2010年后，人形机器人的发展进入了高动态运动阶段，美国的波士顿动力公司成为了该领域的重要推动者之一。该公司推出的Atlas机器人以其卓越的运动能力和智能化水平而闻名，能够完成包括跑酷在内的复杂动作。与此同时，特斯拉也加入了这场竞赛，推出了Optimus机器人，旨在探索其在家用及工业环境中的应用潜力。这些产品的问世不仅证明了技术上的巨大飞跃，还预示着未来人形机器人可能带来的广泛应用场景。

在中国，自20世纪90年代起，国防科技大学、北京理工大学等高校以及多家企业开始积极投入到人形机器人的研发之中。2016年，北京钢铁侠科技成功推出其第一代双足机器人ART-0，并于次年完成了第二代产品ART-1的研发工作。浙江大学同样在2006年开始涉足这一领域，以小型足球机器人作为起点积累相关经验。近年来，随着大模型技术的发展，特别是生成式AI的兴起，人形机器人正朝着更加智能化的方向迈进。尽管当前整个行业仍处于起步阶段，面临着成本高昂和技术挑战等问题，但在劳动力短缺日益严重、用工成本持续上升的大背景下，人形机器人产业无疑已经按下了加速键，预计将在未来十年内迎来爆发式增长。

**1.3 国内外发展现状**

**1.3.1 国内发展现状**

2024年，中国人形机器人产业迎来了快速发展期。从技术层面来看，国内企业采取了“整机集成、关键零部件自研”的策略，这使得我国在人形机器人领域的产品迭代速度显著加快。这一年里，国内多家企业发布了数十款人形机器人产品，这些产品不仅具备了较为稳定的行走、跑跳、站起等基本功能，在环境感知与物品抓取方面也取得了重要进展，整体技术水平与国际先进水平相比没有明显的代际差距。

以优必选科技为例，其推出的Walker S1型号机器人已经成功进入比亚迪工厂进行实际应用测试。这款机器人能够与L4级无人物流车、无人叉车以及其他工业移动机器人和智能制造管理系统协同作业，显示出极高的实用价值和技术成熟度。此外，其他一些国内企业也在不断推进自身产品的研发进程，尤其是在机械手的设计上实现了突破性进展。例如，有企业在2024年8月推出了拥有16个自由度的新一代机械手，该机械手的最大负载能力达到了25公斤，相较于前代产品有了明显提升。

与此同时，随着人口老龄化趋势加剧以及劳动力成本上升等因素的影响，中国市场对于能够替代或辅助人类完成各种任务的人形机器人的需求日益增长。特别是在制造业、服务业等领域，人形机器人被寄予厚望，期待它们能够在提高生产效率的同时降低运营成本。据相关统计数据显示，未来几年内中国劳动年龄人口将持续减少，而人形机器人正好可以填补由此产生的劳动力缺口。

值得注意的是，尽管当前大多数全能型人形机器人仍处于Lv1等级阶段，即主要应用于科学研究场景之中，但部分领先企业的最新成果已经显示出向Lv2等级迈进的趋势。比如特斯拉Optimus系列机器人不仅能在特定的工业环境中执行精确装配任务，还展示了做饭、调酒甚至是跳舞等更加复杂的服务功能，表明其交互能力和运动灵活性均得到了显著增强。

综上所述，截至2024年底，虽然中国的全能型人形机器人整体尚处于初级发展阶段，但通过持续的技术创新和应用场景探索，预计未来几年内将逐步实现从科研实验到广泛商业化的转变。同时，随着政策支持力度加大及市场需求进一步释放，相信中国的人形机器人产业将迎来更加广阔的发展空间。

**1.3.2 国际发展现状**

在2024年，人形机器人产业迎来了前所未有的发展机遇，全球范围内多家科技巨头纷纷加大了对该领域的投资与研发力度。特斯拉、微软、英伟达、亚马逊等国际知名企业不仅直接参与研发，还通过投资创业公司的方式加速技术进步。这一年被业界誉为“人形机器人觉醒之年”，标志着该领域从概念走向实际应用的关键转折点。

具体来看，特斯拉的Optimus项目成为了行业内的标杆之一，其机器人在工厂实训中展示了卓越的能力，包括电池单元分装及纠错等复杂任务。此外，在同年10月的一次演示活动中，Optimus进一步展现了做饭、调酒甚至跳舞等服务功能，预示着人形机器人正逐步向更广泛的应用场景拓展。与此同时，波士顿动力公司的Atlas也持续进化，其最新版本在运动灵活性和自主决策能力方面取得了显著进展。

除了上述几家领先企业外，还有众多初创公司如雨后春笋般涌现，获得了来自风险资本家、AI先驱者乃至传统工业巨头的资金支持。例如，美国的Figure AI、Agility Robotics以及英国的Engineered Arts等都在通用型或特定用途的人形机器人开发上取得了突破性成果。这些创新不仅限于硬件层面的进步，还包括软件算法优化、传感器技术升级等多个方面，共同推动了整个产业链向前发展。

值得注意的是，虽然目前市场上大多数全能型人形机器人仍处于较为初级的发展阶段（Lv1等级），但部分头部企业的最新产品已经开始向Lv2等级迈进，并逐渐从工业制造领域转向服务业。预计到2028年前后，随着技术不断成熟及市场需求增加，将会有更多具备高级交互能力和多样化功能的人形机器人进入市场。

从地域分布来看，亚洲尤其是中国成为全球人形机器人产业发展的重要引擎之一。国内涌现出了一批具有较强竞争力的企业，如腾讯、小米、大疆创新等，它们不仅推出了自己的人形或仿生机器人产品，还在技术研发、应用场景探索等方面展现出强劲势头。此外，韩国的Rainbow Robotics（获三星投资）也在这一领域崭露头角，显示出了东亚地区在高科技制造业方面的强大实力。

总体而言，2024年人形机器人行业的国际发展现状呈现出多元化、高速度的特点。尽管面临诸如高昂成本、法律法规限制等挑战，但在技术创新驱动下，该领域正以前所未有的速度向着更加智能化、普及化的方向前进。未来几年内，随着关键技术瓶颈的突破以及商业模式创新，人形机器人有望在更多领域实现商业化落地，从而深刻改变人类社会的生产生活方式。

**1.4 产业分析**

人形机器人产业在2024年取得了显著进展，其产业链的完整性和技术栈的成熟度进一步提升。从上游的核心零部件到中游的系统集成，再到下游的多元化应用，人形机器人产业呈现出多层次、模块化的发展格局。以下是对2024年人形机器人产业的详细分析。

首先，从产业链的上游来看，核心零部件的研发和生产是人形机器人产业的基础。2024年，上游零部件的技术水平显著提升，尤其是在传感器、芯片、减速器、伺服电机等关键领域。例如，视觉传感器和深度相机的精度和响应速度大幅提高，为机器人提供了更精准的环境感知能力。同时，AI芯片的算力提升和能耗优化，使得机器人在复杂环境中的决策能力进一步增强。此外，行星滚柱丝杠等高精度传动装置的应用，显著提升了机器人的运动控制精度和稳定性。尽管国内企业在行星滚柱丝杠等高端零部件的生产上仍依赖进口，但部分企业已开始布局相关技术研发，逐步缩小与国际先进水平的差距。

在中游的系统集成环节，2024年人形机器人的智能化水平显著提升。AI算法、操作系统和控制系统的高度集成，使得机器人能够更好地适应复杂多变的应用场景。例如，基于大模型的AI算法在语音识别、视觉感知和决策规划等方面表现出色，使得机器人能够实现更自然的人机交互和更高效的自主决策。此外，模块化设计的推广，使得机器人的组装和维护更加便捷，进一步降低了生产成本。中游企业如小米、优必选等，通过自主研发和合作创新，推出了多款具有市场竞争力的机器人产品，推动了人形机器人在服务、医疗、教育等领域的广泛应用。

在下游应用领域，人形机器人的市场渗透率在2024年显著提升。在服务领域，人形机器人被广泛应用于酒店、商场、医院等场景，提供导览、接待、护理等服务。例如，优必选的Walker系列机器人在多个国际展会上展示了其出色的服务能力，赢得了广泛关注。在医疗领域，人形机器人被用于康复训练、手术辅助等任务，显著提高了医疗服务的效率和精度。傅利叶智能的康复机器人已在多家医院投入使用，取得了良好的临床效果。在教育领域，人形机器人被用于编程教学、科学实验等课程，激发了学生的学习兴趣和创新能力。此外，人形机器人在工业制造、仓储物流等领域的应用也逐步深入，成为推动产业升级的重要力量。

从技术栈的角度来看，人形机器人产业的技术链条在2024年更加完整。从底层的硬件开发到中层的控制系统，再到上层的应用软件，各个环节的技术衔接更加紧密。例如，感知系统的技术进步为决策系统提供了更丰富的数据支持，而决策系统的优化又为执行系统提供了更精准的控制指令。这种技术链条的完整性，使得人形机器人在复杂环境中的适应能力和任务执行能力显著提升。此外，跨界融合的趋势在2024年更加明显，信息技术、机械制造、生物工程等多领域技术的交叉应用，为人形机器人产业带来了新的发展机遇。

在地域集群效应方面，2024年中国的深圳、杭州、上海等地继续发挥其产业集群优势，成为人形机器人产业的重要基地。这些地区依托其丰富的技术资源、政策支持和资本投入，吸引了大量机器人企业入驻，形成了完整的产业链生态。例如，深圳的优必选、杭州的宇树科技、上海的傅利叶智能等企业，通过技术创新和市场拓展，推动了人形机器人产业的快速发展。此外，北京、江苏、广东等地也在积极布局人形机器人产业，形成了多点开花的产业格局。

政策引导在人形机器人产业的发展中起到了关键作用。2024年，国家和地方政府继续出台一系列支持政策，推动人形机器人产业的创新和应用。例如，工信部发布的《人形机器人创新发展指导意见》明确提出，到2027年要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。此外，地方政府也纷纷出台相关政策和措施，支持人形机器人产业的研发和产业化。例如，上海市发布的《上海市促进智能机器人产业高质量创新发展行动方案（2023-2025年）》，明确提出要加快人形机器人的技术突破和市场化应用。

在市场应用的多元化方面，2024年人形机器人在多个行业中均有广泛应用。不同应用场景对技术和性能的要求各不相同，推动了人形机器人技术的多样化和个性化发展。例如，在服务领域，机器人需要具备良好的交互能力和移动能力；在医疗领域，机器人需要具备高精度的操作能力和安全性；在工业领域，机器人需要具备高负载能力和稳定性。这种多元化的市场需求，推动了人形机器人技术的不断创新和优化。

最后，人形机器人产业的高资本密集度在2024年依然显著。大量的研发和生产成本，尤其是硬件开发和软件研发的投入，使得人形机器人产业对资本的需求持续增加。2024年，国内外资本对人形机器人产业的关注度进一步提升，多家企业完成了大额融资，推动了技术的快速迭代和市场的快速扩展。例如，优必选在2024年完成了新一轮融资，进一步巩固了其在人形机器人领域的领先地位。

综上所述，2024年人形机器人产业在技术、市场、政策等多方面取得了显著进展，产业链的完整性和技术栈的成熟度进一步提升。随着技术的不断创新和市场的不断拓展，人形机器人产业有望在未来几年继续保持高速增长，成为推动经济社会发展的重要力量。

**1.5 市场分析**

市场规模与增长趋势： 虽然当前人形机器人市场规模不大，但各机构预测未来将呈指数级增长趋势。一方面，有公开数据的市场规模：如前述2023年全球约21.6亿美元，中国市场2024年约27.6亿元人民币。另一方面，是未来的预测数据（不可直接获取，需要基于机构报告假设）：例如高盛预测在乐观情景下2035年全球人形机器人市场规模可达1540亿美元；前瞻产业研究院预计2029年全球市场规模约324亿美元。中国市场被寄予厚望，有报告称2029年中国人形机器人市场有望达到750亿元人民币，2035年进一步攀升至3000亿元人民币，2025-2035年年均复合增速超过53%。这些预测体现出业界对人形机器人高增长前景的共识。然而需要指出，不同机构的预测差异较大（部分预测更为激进），因为未来增长高度取决于技术突破速度和应用落地情况。因此，对于具体数据应保持谨慎：可以获取的现状数据表明市场尚小但增长快，不可获取的远期数据需基于假设场景估计，并可能随着现实进展而调整。

主要市场参与者（企业概览）： 当前人形机器人领域的参与者包括大型科技/制造企业和专业机器人创业公司两大类。全球范围来看，美国有多家领军者：

- 波士顿动力（Boston Dynamics）：行业先驱，以研发高动态 humanoid 闻名，其Atlas机器人能跑跳翻越障碍，在仿人运动控制上领先。波士顿动力侧重技术研发，商业化产品主要是四足机器人Spot，人形Atlas暂未商品化。

- 特斯拉（Tesla）：新能源车企跨界进入人形机器人，推出Optimus原型，计划2025年试产数千台，2026年产量再扩大10倍。特斯拉利用其在电机、电池和AI上的积累，意在打造低成本通用人形机器人，用于工厂和服务业。

- Agility Robotics（美国）：专注双足物流机器人，其Digit可以在仓库搬运货物、上下卡车梯步等。Agility已于2018年开始小批量出货，并在2022年获得亚马逊等150百万美元投资

- Figure（美国）：初创公司，开发通用人形机器人，其团队包括前Google人才，尚在产品研发阶段

- Sanctuary AI（加拿大）：研发通用人形机器人，通过远程操作+自主智能相结合方式来训练机器人执行多种任务，已推出Phoenix原型，并获得数千万美元融资。

- 本田（日本）：曾研发世界知名的人形机器人Asimo，具有高平衡和行走能力。但由于商用前景不明，Asimo项目已于2018年停止，新技术转向辅助机器人领域。

- 软银机器人（SoftBank Robotics）（日本/法国）：推出过半人大小的服务型人形机器人Pepper和小型教育机器人NAO。Pepper定位于商用服务，但因实用性有限，2021年已暂停生产

- 丰田、川崎等（日）：日本车企和自动化公司也在研发人形或类人机器人，用于工厂协作和护理，比如丰田的T-HR3远程操作人形机器人。

中国市场参与者： 在政策和资金支持下，中国近年涌现出一批人形机器人公司：

- 优必选科技：行业领先者之一，早期以Alpha系列教育娱乐机器人闻名。近年推出全尺寸人形机器人Walker系列，最新Walker S1已用于汽车厂实训，并获得超过500台订单意向。优必选正从消费级向工业级拓展。

- 深圳宇树科技（Unitree）：以四足机器人起家，2023年推出首款人形机器人原型Unitree H1，并在央视春晚亮相表演。产品定位于低成本人形机器人。

- 达闼科技（CloudMinds）：研发云端智能机器人，也发布过类人服务机器人（如云端智能服务机器人XR系列），采用云计算+人形终端的模式。

- 傅利叶智能：原本专注康复外骨骼，2023年发布人形机器人GR-1原型，主打用于医疗康复训练等场景，计划探索量产。

- 大型科技/制造企业布局：华为、比亚迪、小米、小鹏汽车、奇瑞汽车等巨头也宣布进入人形机器人领域。例如，小米在2022年发布仿人机器人概念“CyberOne”，华为和比亚迪则利用各自在AI和制造的优势投入研发。这些巨头的加入为产业带来资本和技术实力，并可能利用自身产业链降低成本。

上述企业构成了当前人形机器人产业生态。总体看，行业格局尚未稳固，尚不存在占据主要市场份额的垄断厂商（当前各公司产品多处于试制和小规模试点阶段）。未来随着技术成熟和量产推进，市场格局可能出现分化：拥有核心技术和供应链整合能力的企业有望胜出，中小玩家则可能通过细分市场找到生存空间，或被并购整合。

1.6 技术趋势

**核心技术构成：** 人形机器人被称为“技术集大成者”，需要多领域技术融合。其中关键技术模块包括：

* **人工智能（AI）与控制算法：** 赋予机器人环境感知、决策和学习能力的软件大脑。计算机视觉让机器人“看见”周围（摄像头+图像识别），自然语言处理让机器人“听懂”并回应人类指令。此外，高级运动规划和平衡控制算法确保双足行走稳定、四肢协调操作物体。这些算法往往结合了实时控制（小脑）和高层规划（大脑）的架构。近期大模型（如ChatGPT）等AI突破也开始融入机器人领域，使其在认知对话方面更聪明，推进**具身智能**的发展
* **传感器技术：** 人形机器人需要多种传感器获取内外部信息。**外部传感器**包括视觉摄像头、深度传感（如LiDAR激光雷达或结构光）、声学麦克风阵列、触觉传感器（安装在手指表面或机器人体表，用于感知接触压力）等，让机器人感知环境和人与物体的交互。**内部传感器**包括陀螺仪和加速度计（IMU）用于平衡，关节编码器用于检测各关节角度和速度，力矩传感器用于感知关节受力等。这些传感器融合数据提供机器人运动控制的反馈基础，使机器人能实时调整动作保持平衡并精准操作。
* **新材料与结构设计：** 人形机器人需要**轻质高强度**的本体材料来减轻自重同时承载运动应力。目前常用材料有航空级铝合金、碳纤维复合材料，以及3D打印塑料件等，以在刚性和质量间取得平衡。另外在结构上，仿人骨骼结构设计和**仿生关节**是重点，使运动形态接近人类。例如仿照人体的关节排列和自由度配置，让机器人具备人体的灵活性。同时外部包覆材料也需兼顾**安全性**（柔软避免碰撞伤人）和**美观**（特别是服务类机器人希望形象友好）。
* **动力系统：** 这涉及机器人关节的驱动执行单元和能源供给。主流人形机器人多采用**电机驱动**（包括伺服电机+减速器组合，或直驱力矩电机）配合电池供电。一些高动力场合仍使用**液压驱动**（如Boston Dynamics Atlas的早期版本采用液压动力以获得大动力，但体积和噪音较大）。近年来**无框力矩电机**和**谐波减速器**结合的方案在高端机器人关节中常见，具备紧凑、高扭矩输出的优势，但也面临发热和精度挑战。动力系统的另一关键是**电池**：必须在有限重量体积下提供尽可能高的能量密度，以支撑机器人独立运行数小时。目前电池技术仍是瓶颈，一般人形机器人续航仅1-2小时，限制了长时间工作，需要通过待机省电、快充或可换电池来缓解。
* **通信与计算架构：** 人形机器人通常搭载板载计算机（CPU/GPU或专用AI芯片）处理本地任务，同时通过高速无线通信与云端或远程控制站交互（尤其是需要AI大模型计算或远程协作时）。5G等高速网络的发展将有利于机器人实时获取云端算力或与其他机器人/系统协同。

**关键技术突破与发展趋势：** 近年人形机器人技术取得多项突破，推动其从实验室走向实用：

* **自主平衡与运动能力大幅提升：** 波士顿动力的Atlas在不平地上的跑跳、翻筋斗展示了世界顶尖的动态平衡和运动规划能力，标志着仿人机器人不再局限于缓慢步行。这一突破来自更快的控制算法、高性能执行器，以及动态运动规划的新算法（如基于全身动力学的控制器）。越来越多研究团队运用强化学习等AI技术训练机器人行走和运动，使其对环境变化（碰撞、推搡）具有鲁棒性。
* **机器人的AI“大脑”更聪明：** 随着人工智能的发展，机器人在视觉识别、语言交流、决策规划方面能力显著增强。例如，融合了语言模型的机器人可以通过理解语句来执行复杂指令，将抽象任务分解为物理行动。这使机器人从只能执行预编程动作，进化到可以根据环境变化自主选择行动方案。OpenAI等公司重启机器人研究，正是希望将先进AI赋予实体机器人
* **人机协作与安全技术进展：** 为了让人形机器人在有人环境中安全工作，行业在**柔顺控制**、**碰撞检测**等方面取得进展。柔性关节设计和算法可在检测到意外碰撞时迅速让关节“松弛”，避免对人造成伤害。同样地，传感器融合让机器人对周围人员的存在更敏感，能及时避让。这些技术突破是人形机器人走入现实环境的必要条件。
* **成本降低与模块化设计：** 过去人形机器人多为研究项目，成本高达数十万美元甚至数百万美元一台。近期趋势是通过模块化和规模化制造来降低成本。例如，特斯拉声称将利用汽车供应链大批量生产机器人关节和驱动，显著压低单台成本；中国企业也在开发国产关键部件以降低对昂贵进口件的依赖。一旦核心部件实现规模化量产，成本有望下降一个数量级，从而开启商业化的大门。

**专利与技术壁垒分析：** 人形机器人涉及大量前沿技术专利，形成了一定进入壁垒。早期进入的玩家（如本田、波士顿动力）在平衡行走、机器人关节机构等方面积累了诸多专利，可能使后来者在相应设计上受限，需要绕开已有技术路线。此外，据报道中国在机器人相关专利申请数量上已居全球前列，但北美和欧洲在高质量仿人机器人专利上仍占优势。这表明发达国家企业在关键技术创新上保持领先，而中国公司则奋起直追，专利竞赛日趋激烈。在美国，决策者已开始关注中国在人形机器人技术上的快速进展，担忧本国竞争力。可以预见，随着人形机器人商业价值凸显，专利诉讼和“专利战”可能出现。企业需要通过自主创新和专利布局来保护自己的技术成果。例如，在高性能伺服、平衡控制算法等领域获得核心专利，将成为公司竞争力的重要体现。同时，标准必要专利和开放源代码社区的作用也值得关注——开源机器人软件（如ROS系统）的普及降低了一些软件壁垒，但在硬件方面专利壁垒仍然存在。对于新进入者，前期需要投入研发力量突破关键技术瓶颈，并评估专利风险，避免侵犯现有知识产权。

1.7 投融资分析

**产业投融资现状：** 人形机器人作为前沿科技领域，近年来受到了资本市场的高度关注。据不完全统计，**仅在2024年前11个月**，全球范围内与人形机器人相关的创业公司融资事件达约60起，累计融资额约116.8亿元人民币（可获取数据，主要涵盖风险投资和股权融资）。这一数字远超往年，表明资本对该领域的热情大幅提升。尤其是在特斯拉发布Optimus引发关注后，2022-2024年涌现出一波投资潮：众多人工智能和机器人初创企业获得融资。一些**标志性融资案例**包括：

* **Agility Robotics融资1.5亿美元（2022）：** 这家美国双足机器人公司在2022年完成了1.5亿美元的B轮融资，由DCVC和Playground领投，亚马逊的产业创新基金跟投。投后估值据报道达到10亿美元量级，使其成为“独角兽”公司之一。此次融资旨在扩大产能、加快产品部署，投资者的进入（尤其是亚马逊）显示出对仓储物流场景机器人的看好。
* **Figure融资和估值：** 作为硅谷新创，公司在2023年宣布获得超过7000万美元启动资金（天使轮/种子轮），投资方包括知名天使和机构。这在机器人领域实属少见的大手笔早期融资，显示出资本对团队背景和愿景的认可。Figure计划开发通用人形机器人用于劳动力替代，融资将主要投入研发和招募人才。
* **优必选科技科创板IPO辅导：** 中国的独角兽优必选在获得多轮私募融资后，2023年启动了上市辅导计划，准备登陆资本市场。此前优必选累计融资额已超过十亿美元，其投资方包括腾讯、中金等。若成功上市，将成为人形机器人第一股，对行业有示范效应。
* **行业并购整合：** 大企业也通过并购切入赛道。典型案例是现代汽车集团在2021年以约8.8亿美元收购了波士顿动力80%的股权，估值约11亿美元。现代希望借此结合自身制造业优势推动机器人商业化。这体现了传统制造巨头对尖端机器人技术的渴求。另一个例子是2023年AI独角兽OpenAI重启机器人部门，可能通过投资收购来获取硬件能力。

整体来看，当前人形机器人产业的投融资特点是：**VC/PE积极参与早期和成长期融资，大型科技公司和产业资本也深度介入**。一方面，顶尖创业团队凭借技术和愿景获得高估值融资，另一方面，行业龙头通过并购合作加快布局。资本市场对这一领域的预期非常高，认为其有潜力催生下一个颠覆性产业。然而，由于技术风险和商业模式不确定性，投资也带有相当的**风险偏好**性质。这意味着投资机构在下注时，更看重团队技术实力、专利壁垒和潜在市场空间，对短期盈利并不过于苛求。

**主要投融资案例分析：** 除上述提到的Agility等案例外，还可关注：

* **Sanctuary AI**（加拿大）：2022年融资约5800万美元，用于研发多用途人形机器人。其策略是先以人类远程操作训练机器人，再逐步实现自主，投资方包括电信运营商等战略伙伴，表明市场对通用型机器人的兴趣。
* **Apptronik**（美国）：从德州大学孵化的公司，研发Apollo人形机器人。2023年8月发布产品并宣布合作美国空军，将在物流领域试用。此前获得包括NASA合同和风投支持。案例显示军方和政府项目也是机器人融资的重要来源，提供资金支持和应用场景。
* **国内科创投资**：如北京、上海的政府引导基金投资了一批本土机器人创业公司；深圳的创投机构密集布局优必选、宇树等企业。这些案例体现中国在本土培养机器人企业上的投入。

通过这些案例可以看出，**投资机构关注点**主要集中在：

* 企业是否掌握**核心技术**（如先进算法、独有硬件设计），以形成护城河。
* 产品的**应用定位清晰**且市场足够大，例如聚焦某高价值场景并已有试用反馈。
* 团队背景和执行力：顶尖人才和跨学科团队更受青睐。
* **融资用途明确**：如量产线搭建、关键技术攻关，有助于降低后续风险。

在投资趋势上，近年还有一个现象：大型科技公司和汽车企业通过直投或孵化进入人形机器人领域。例如，谷歌早年收购多家机器人公司（包括波士顿动力）虽未直接成功，但如今特斯拉、亚马逊、华为等巨头都倾向于自行研发或战略投资，以免错失良机。这对于专业投资机构而言意味着竞合：一方面巨头入场证明赛道价值，另方面也可能推高创业公司的估值。

**融资模式与渠道：** 人形机器人企业的融资模式多样：

* **股权融资：** 主流模式，通过天使、VC、PE直至IPO获取发展资金。由于硬件研发周期长，不少公司会进行多轮融资。股权融资稀释股权，但带来长期资本，是推动高投入研发的主要手段。
* **债务融资：** 针对已产生一定营收、需要扩大生产的企业，银行贷款和债券融资也是选项。政府支持下，一些银行为机器人企业提供优惠贷款，但由于大多企业短期盈利不确定，常需要担保或政府贴息。还有些发达市场企业通过发行可转换债券等方式融资，以在债权和股权间平衡。
* **政府补贴与科研经费：** 这是重要的非股权“融资”来源。比如企业承担国家科研项目可获得经费，无需偿还但需用于指定研发。各地对机器人首台套应用、智能制造升级都有补贴资金，企业购置或销售机器人可享奖补。这实际上为产业链上下游提供了资金支持，银行也可通过政银合作分担风险。
* **产业联盟和众筹：** 少数项目通过产业联盟筹集资金，共同开发共享技术成果；或面向市场预售众筹（如一些娱乐性机器人通过众筹验证需求）。但对于全尺寸人形机器人，这类渠道较少，更多是生态合作伙伴投入资源。

总体而言，目前**股权融资仍然是主流**，因为人形机器人属于高风险高投入领域，股权投资者愿意承担风险共享未来收益。而**银行等传统金融机构的介入相对谨慎**，更多通过与政府合作、供应链金融等方式间接支持。例如银行可以为机器人公司上下游的供应商提供应收账款融资，或为有订单的机器人采购方提供设备贷款。这些金融服务模式既支持了产业，又控制了自身风险。

1.8 竞争格局

**主要企业竞争力分析：** 由于人形机器人尚处起步期，当前市场格局是**多强并立，群雄逐鹿**，没有一家独大。我们可以从技术、产品和资源三方面来比较主要参与者的竞争力：

* **技术实力：** 波士顿动力凭借几十年的研究积累，在动力学控制、机械设计上全球领先，其Atlas展现的运动能力独树一帜，是行业标杆。特斯拉虽然新进入但在AI算法、芯片和电池领域有深厚实力，并招聘了众多机器人专家，Optimus原型的迭代速度很快。中国的优必选、宇树等在舵机、平衡算法等方面有自主研发成果，尤其优必选拥有丰富的人工智能和伺服技术储备。Agility等初创公司则在特定细分（如双足行走、抓取）上有独到算法。总体看，在**核心技术竞赛**上，美国企业稍占先机（顶尖研究成果多源自美日科研机构），但中国企业追赶速度极快，已在某些子领域实现突破（例如国产高扭密度伺服、电机等）。
* **产品成熟度：** 从已有产品来看，SoftBank的Pepper/NAO销量几万台，属于较成熟的商业产品（然而Pepper功能相对简单，并不能完全代表高性能人形机器人）。Agility的Digit已在实际环境中运行，积累了宝贵的数据和改进经验。优必选Walker已在工业实训中试用，有真实应用反馈。反观波士顿动力Atlas尚未商品化、特斯拉Optimus还在测试阶段。这意味着，**在商业成熟度上，部分专业公司（Agility、优必选）可能暂时领先于技术更强但尚未商业化的玩家**。企业竞争力不但取决于技术领先，还取决于能否快速迭代产品、适应市场需求并实现可靠运行。未来谁能率先打造“耐用且成本可接受”的产品，谁就占据了商业竞争优势。
* **资源与生态：** 特斯拉这样的巨头拥有雄厚资金和制造资源，可以投入巨资建立产线、拉低成本，并利用自身品牌影响力获取订单（很多潜在客户出于信任会选择大厂产品）。此外，特斯拉和华为等还能将人形机器人融入其IoT或产业生态，提供全套解决方案。优必选等则通过多年积累构建了产业链合作网络，在本土获得政府和伙伴支持。波士顿动力依托现代汽车集团，不仅获得资金支持，还可借助现代的供应链和市场渠道。初创公司在资源上相对弱一些，但常通过**战略合作**来弥补，例如Agility借助与福特、亚马逊合作获取应用场景和资金。生态方面，谁能吸引更多开发者和上下游加入自己的平台，谁就能形成**先发的生态系统**。比如如果某公司的人形机器人操作系统和接口成为业内标准，那么该公司将拥有长期优势。

综合以上，若用评分模型综合评价，公司竞争力可以从技术(权重高)、产品(可靠性、迭代速度)、市场(资金和渠道)等指标打分。目前来看，波士顿动力技术满分但商业化偏低，特斯拉资金雄厚技术强但产品初期，优必选技术中上、商业化推进较快且本土政策优势明显，Agility专精场景技术优秀也有巨头背书，各有优劣。**竞争策略**上，各家公司也在采取不同路径：

* 技术流公司（如波士顿动力）坚持高性能定位，短期不急于降成本，先确保技术壁垒。
* 量产流公司（如特斯拉、小米）追求快速推出版本，哪怕功能不完美也尽早占领市场，通过规模效应改进。
* 场景流公司（如Agility）聚焦特定场景做到最好，建立口碑后再横向扩展。
* 生态流公司（如华为）可能通过开放平台、软件生态先行，吸引伙伴共同完善解决方案。

**产业集中度与竞争趋势：** 现阶段人形机器人产业集中度不高，可以说是**低集中度、充分竞争**。这源于：

* 行业太新，各玩家几乎同时起步，没有历史包袱也没有明显垄断优势。
* 应用领域广阔，不同公司各有侧重，形成**错位竞争**而非针锋相对。
* 技术门槛高，暂时只有少数有实力者进入，真正具备综合能力的企业不到几十家，这和成熟产业相比仍是有限的竞争者，但彼此差距尚未拉开。

随着时间推移，可能出现的竞争演化包括：

* **短期（未来3-5年）：** 新进入者仍会不断出现，尤其是背景雄厚的跨界者和有创新想法的初创团队。同时可能也会有部分创业公司由于技术难关或资金耗尽而出局（优胜劣汰开始显现）。总体格局依然是百花齐放，行业会议和展会上新品迭出。这一时期**合作多于正面冲突**，例如公司间可能合作制定接口标准、联合游说争取政策支持等。
* **中期（5-10年）：** 随着首批量产产品落地，市场验证出几个成功模式，胜出的公司开始迅速做大份额，形成**领头羊**。产业集中度将上升，例如全球可能出现年销数万台级别的领先企业2-3家。它们可能通过并购吸收小公司专长，进一步强化自身。竞争将更多围绕争夺大客户和渠道，以及人才和专利展开。
* **长期（10年以上）：** 人形机器人若广泛普及，可能形成类似汽车产业的格局：既有几家巨头主导大众市场，也有一些专业厂商服务特殊细分（如特种用途机器人）。行业标准成熟，进入壁垒提高，新进入者变少。价格竞争和品牌竞争都会出现，此时集中度会较高。但由于全球市场广阔，各主要经济体可能各有本土龙头，并存多强的局面。如2035年市场规模达千亿美元级别时，能存活并占据显著份额的企业或许有十家左右，各自占比从几％到二三成不等。

对当前竞争格局的小结是：机会与风险并存，尚没有谁稳操胜券。所有玩家都在赛跑技术和商业的双重赛道，比拼研发布局+商业落地的综合速度。对于关注这一行业的银行来说，识别出真正具备持续竞争优势的企业（技术壁垒深厚、商业模式扎实者）非常关键，以便提供金融支持或建立合作关系。

1.9 应用场景案例分析

**重点应用场景深度分析：** 结合前文提及的应用领域，这里选取其中几个进行更深入的分析，探讨现状、挑战及典型案例：

* **工业制造（工厂自动化）:** *场景需求*: 制造业特别是装配和加工领域，一些岗位需要工人长时间重复操作或在危险环境作业，人形机器人可以在现有车间环境中代替或辅助工人完成这类任务。*现状*: 传统工业机器人（机械臂）已广泛应用于流水线，但其固定性和局限性明显，无法轻易适应多变的工序。人形机器人的优势在于机动性和灵巧度，例如可以拿着工具在工位间移动、自主上下楼梯去不同产线，这在汽车、电子等柔性制造领域很有价值。*挑战*: 工厂环境复杂，对机器人的可靠性要求高。人形机器人需要与工人协同工作，因此安全和实时反应必须过关。目前多数人形机器人在工厂的试用还停留在实验性质，离24小时不间断生产要求有差距。*案例*: **富士康**曾表示考虑采用类人机器人参与电子产品组装，以缓解用工压力（具体实施进度未公开，属设想）。**特斯拉**计划让Optimus在自家超级工厂搬运物料，实现“无人车间”的部分功能。在国内，**比亚迪汽车**与优必选合作试验让Walker机器人在生产线上执行简单装配/搬运任务。这些案例尚处于验证阶段，但如果证明机器人可以胜任，将很快推广到更多产线。*银行业务机会*: 制造业客户可能需要融资购买人形机器人设备，银行可提供**设备采购贷款或融资租赁**服务。同时，银行可关注那些为制造业开发机器人解决方案的科技企业，提供**贷款授信**支持其扩大生产。此外，如果机器人能提高制造企业产能和利润，银行对这些企业的信用评级和贷款安全性也会有所提升，形成正向循环。
* **仓储物流:** *场景需求*: 电商和物流行业面临拣货、搬运、装卸等大量劳力工作，尤其在仓库和配送中心。人形机器人若能自主行走搬运货箱，将极大减轻人力负担并可24小时运作。*现状*: 目前物流机器人多为轮式AGV、机械臂等，已在封闭环境发挥作用。但在开放的卡车装卸、货架拣选等需要上下台阶、目视识别的任务上，人形机器人可能更有效。*案例*: **Agility Robotics**的Digit机器人已在DHL等物流场景测试，用于卡车与仓库之间搬箱。Digit能双足行走，抬举搬运重量约18公斤的箱子，初步展示了实用能力。**Boston Dynamics**的Stretch（虽然不是人形机器人，而是移动机械臂）也证明了机器人装卸货柜的价值。可以预见，下一步类似Digit的人形形态机器人若稳定性提高，有望承担更复杂的拣货任务。*挑战*: 物流场所环境变化多、光线、地面状况不一，机器人视觉和步态需要高度可靠。加之物流讲究效率，机器人速度如果达不到人类水准，很难完全替代。眼下Digit的移动和搬运速度还有改进空间，因此短期可能与人协作而非完全无人。*银行机会*: 物流企业采购机器人属资本性开支，银行可介入提供**融资租赁**。另外，银行可针对物流行业推出“机器人+人工”混合用工的**运营贷款**（以机器人提升效率带来的新增现金流作为还款保障）。对于生产物流机器人的企业如Agility，也可能需要银行服务在各国设立租赁业务或管理现金流。
* **医疗康复:** *场景需求*: 医院、康复中心需要辅助护理人员和物理治疗师的助手。人形机器人可以帮助移乘病人、递送器械，或陪伴病人做康复训练动作示范。*现状*: 医疗机器人目前多为手术机器人、康复器械（外骨骼）等专业设备。人形机器人涉足医疗还处于探索阶段，主要聚焦在康复训练和护理陪伴两方面。*案例*: 日本研发的Robear机器人（有点像大型熊形但具人形功能）曾试验用于抱起和搬动老人，但因安全和法规原因暂未商品化。**Hanson Robotics**的Grace护士机器人是一个拟人外观的半身机器人，能与病人对话测量体温，希望用于老年护理。国内的傅利叶智能正在让其类人机器人尝试协助中风患者做康复动作训练，通过采集动作数据给予反馈。这些案例说明人形机器人在医疗上**更强调人机交互的温和性和安全性**，而非速度。*挑战*: 医疗场景对安全零容忍，机器人必须万无一失。此外要获得行医资格，还涉及法规审批。人形机器人如果要真正给病人用，必须经过严格临床测试和认证，时间长成本高。*银行机会*: 医疗机构预算有限，机器人进入医疗需要融资渠道。银行可与医疗设备租赁公司合作，为医院提供**机器人设备租赁/按服务付费**模式金融支持，降低医院一次性采购压力。对于研发医疗机器人的企业，银行可帮助其对接**政府专项基金**或**政策性贷款**（很多国家对医疗创新有低息贷款）。同时，医疗机器人一旦形成有效商业模式，背后有稳定现金流，银行可提供**项目融资**支持其推广。
* **教育与公共服务:** *场景需求*: 在学校、博物馆、银行大厅、机场等公共场所，人形机器人可承担迎宾导览、咨询问答、宣讲培训等工作。一方面提升服务覆盖面，另一方面也作为科技亮点吸引关注。*现状*: 不少银行网点和展览馆已经部署了简单的导览机器人，但多为轮式或固定的机器。有少数采用了仿人形态的机器人提高亲和力。*案例*: **软银Pepper**曾作为法国铁路公司的客服助手试点，回答乘客提问；在中国建行等银行网点也出现过Pepper为客户引导分流的应用。这些机器人通过预设台词和连接数据库回答常见问题。据报道，Pepper全球共生产了2.7万台（虽然后期停产，但前期已有大量部署），足见服务场景的需求。**优必选的Walker**也在迪拜未来博物馆担任过迎宾机器人，展示出一定的人形交互效果。*体验*: 公众反馈认为机器人新奇有趣，但实用性有限，比如Pepper经常无法准确回答复杂问题。不过随着AI进步，这方面正在改善。*挑战*: 公共服务对机器人的**情感交互**要求高，机器人需要识别人的情绪、自然语言对话流畅，还要在拥挤环境中移动自如而不碰撞。技术要达到“类人”的服务水平仍需时日。另外维护也是问题，这些场所机器人出现故障需要及时有人修复，否则影响体验。*银行机会*: 银行作为服务业，可以自身尝试引入人形机器人提升网点智能化，既体现创新形象，也为机器人公司提供真实应用场景，形成**合作共赢**。在金融服务上，银行可以开发**场景金融**，比如和机器人人才培训结合，提供教育贷款支持机器人操作维护人员的培训学校；或者与保险公司合作，为部署机器人提供**设备保险和责任险**，降低客户使用新技术的顾虑。

**典型企业案例研究：** 为了进一步说明成功和失败的经验，这里分析两个典型案例：

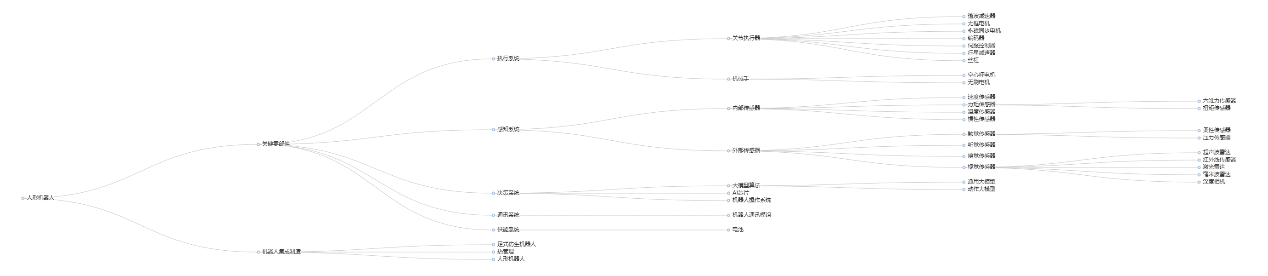
* **成功案例 – Agility Robotics 的 Digit 商业化路径：** Agility是一家大学科研项目孵化的公司，却在强手如林的仿人机器人领域找到了一条务实的道路。它选择物流分拣这一痛点场景，针对性地开发双足机器人Digit，避开了全面仿人的难度，专注于行走和搬箱两大功能。2019年Digit成功与福特汽车合作进行末端配送测试，2022年又拿到亚马逊等的巨额投资。目前Digit已进入实体仓库测试，在稳定性和效率上获得初步认可。这一成功在于：(1) **精准的市场定位**：仓储劳动力缺口大且场地复杂，很适合双足机器人发挥。(2) **渐进式技术策略**：先由人远程指导机器人学习，再逐步提高自主性，避免一开始就完全无人。(3) **合作开放**：与大企业合作获取场景和资金，同时注重标准接口，方便集成进客户系统。Agility的案例表明，即使中小企业，只要找准应用方向并有过硬技术，也能率先实现商业突破。
* **失败案例 – SoftBank Pepper 的困境：** 软银的Pepper机器人曾风靡一时，被定位为情感交流和基础客服机器人，在全球售出上万台。然而最终软银在2021年大幅缩减机器人业务，暂停了Pepper的生产。Pepper案例的教训在于：(1) **功能与预期不符**：Pepper被宣传为有“温度”的机器人，但实际上语音识别和对答能力有限，只能胜任剧本式的互动，长期使用新鲜感降低，客户续约率不高。(2) **维护成本高**：很多购买Pepper的商家发现需要专业人员定期维护和更新内容，费用不菲。(3) **商业模式不清晰**：是卖硬件一次性买断，还是按服务收费？软银一开始主要卖硬件，但后续盈利难持续。最终Pepper没能证明足够ROI，导致业务收缩。这并非全然失败——Pepper打开了市场认知，培养了一批机器人开发者和应用，但商业上未达预期。其经历提醒后来的机器人企业：必须以**实用价值**打动客户，而非仅靠概念吸引。

**银行的潜在业务机会：** 从银行业视角，人形机器人产业不仅自身蕴含金融服务需求，还可能带来衍生业务机会：

* **信贷支持制造端：** 对于优秀的人形机器人研发制造企业，银行可提供成长性贷款、流动资金贷款支持其扩大再生产。由于科技企业轻资产，银行可结合知识产权质押、政府担保基金等措施控制风险。对于有订单在手的企业，可采用订单融资、应收账款融资等方式提供周转资金，助力其交付产品。
* **投行与投资服务：** 银行的投行业务可以介入机器人企业的股权融资与并购。比如帮助优必选这类独角兽设计上市方案、承销发行股票，或撮合产业并购交易获取财务顾问费。银行还可通过直投子公司或基金参与优质机器人的股权投资，共享行业成长红利。
* **租赁和融资创新：** 针对下游用户（工厂、医院等）采购机器人的需求，银行可与机器人厂商合作推出**融资租赁**产品：用户以租赁方式用上机器人，银行或其租赁子公司购入设备并收取租金。这种模式降低用户初始投入，也为银行开拓了新的租赁资产类别。未来若家庭服务机器人兴起，银行甚至可以推出**消费信贷**或**分期付款**来促进个人购买机器人，就类似汽车贷款的模式。
* **产业链金融：** 人形机器人产业链长，涉及众多配套中小企业。银行可为上游元件供应商提供供应链金融服务（例如核心企业确认的应收账款融资），帮助稳定供应链。同时对于机器人生产企业，可以提供针对经销商的保理、信用证等，促进其销售网络扩张。
* **顾问与风险管理：** 银行还可以发挥顾问作用，为有兴趣涉足机器人领域的客户提供行业研究和财务顾问。例如，一些制造业客户想投资部署机器人，银行可以结合对行业的了解给出投资回报分析建议，这将提升银行在客户心目中的价值。风险管理方面，银行的研究部门应该持续跟踪人形机器人行业动态和政策变化，将相关风险纳入对公客户评级考量（比如某制造企业如果不升级自动化，未来竞争力下降也是一种信用风险）。反之，那些顺应趋势积极采用机器人技术的企业，可能经营更稳健，银行可给予更积极的信贷支持策略。
* **自身应用提升服务：** 最后，银行本身也可以运用人形机器人来提升运营。例如在旗舰网点部署迎宾机器人、在数据中心用巡视机器人检查设备，或在办公楼用送件机器人。这些应用一方面提高效率或营销效果，另一方面也支持了机器人产业发展——银行作为大机构的应用案例，会对机器人企业的市场推广产生示范作用。

总之，银行与人形机器人产业可以形成良性的互动：银行提供资金和服务推动产业发展，产业成长又为银行带来新的业务增长点和更优质的客户群。在选择支持对象时，银行应重点关注那些技术扎实、市场契合度高、管理团队可靠的企业，并持续监控产业风险，做到稳健支持。

**1.10 产业图谱**



**二、本地产业现状**

**2.1产业规模**

北京市在人形机器人产业中展现出较强的集聚效应和发展潜力。尽管其产业所涉及企业数量仅占全国的3.61%，但社保缴纳人数高达165,112人，表明该地区产业规模较大且就业活跃。在优质企业数量方面，北京市拥有191家专精特新企业、460家高新技术企业和75家小巨人企业，分别在全国排名前列，尤其是高新技术企业数量位居全国第二，仅次于广东省。这表明北京市在人形机器人领域的技术创新和企业质量上具有显著优势。综合来看，北京市在人形机器人产业中具备较强的技术研发能力和产业集聚效应，是全国该产业发展的重要高地。

图形用户界面, 应用程序

AI 生成的内容可能不正确。

**2.2产业活跃度**

北京作为人形机器人产业的重要集聚地，2019年至2023年期间，企业流入数量呈现波动趋势，从2019年的53家逐年下降至2021年的29家，随后在2022年大幅回升至59家，但2023年又骤降至18家。与此同时，企业流出数量相对稳定，2023年显著增加至17家。全国范围内，人形机器人产业的流入企业数量从2019年的1864家逐年波动，2023年降至263家，流出企业数量则持续上升至398家。总体来看，北京的企业流入数量在2023年大幅减少，与全国趋势一致，反映出该产业在全国范围内面临一定的收缩压力。

图片包含 徽标

AI 生成的内容可能不正确。

**2.3产业创新能力**

北京市在人形机器人产业创新能力方面表现突出，显著领先于全国平均水平。数据显示，北京市企业平均发明专利数量为104.28件，远超全国的34.42件，表明其在技术创新和研发投入上具有明显优势。此外，北京市企业平均软著数量为27.72件，也高于全国的12.62件，进一步凸显了其在软件开发和知识产权保护方面的领先地位。尽管北京市企业平均实用新型专利数量略低于全国平均水平（23.06件 vs 24.91件），但整体来看，北京市在人形机器人产业的创新能力仍处于全国领先地位，具备较强的技术研发和市场竞争优势。

**2.4产业人才储备**

北京市人形机器人产业社保缴纳人数为165,112人，企业规模分布呈现明显的金字塔结构。根据《统计上大中小微型企业划分办法（2017）》，该产业中微型企业数量最多，达622家，占比约62.7%；小型企业323家，占比32.6%；中型企业41家，占比4.1%；大型企业21家，占比2.1%。从企业规模分布来看，北京市人形机器人产业以中小微企业为主，合计占比超过99%，其中微型企业占据主导地位。大型企业数量虽少，但可能在企业规模、技术研发和市场影响力方面占据重要地位。这一分布格局反映了该产业在北京市的初创性和成长性特征，同时也表明大型企业在产业中的引领作用。

手机屏幕的截图

AI 生成的内容可能不正确。

**2.5产业节点及企业质量（评分）分析**

北京市在人形机器人产业中，企业主要汇集在关键零部件（1001家）、供能系统（468家）、电池（457家）、决策系统（299家）和AI芯片（289家）等节点，显示出这些领域的高度集中和优势。然而，部分节点企业数量极少或为0，如嗅觉传感器（1家）、动作大模型（1家）、无框电机（1家）、谐波减速器（2家）和机器人操作系统（4家），表明这些领域相对薄弱。总体来看，北京市在关键零部件、供能系统和AI芯片等节点具有显著优势，而在嗅觉传感器、动作大模型等节点则相对弱势。该市人形机器人产业企业平均模型得分为40.74，略高于全国平均的39.73，表明北京市在该产业中相对优异，具备一定的竞争力。

文本

AI 生成的内容可能不正确。

**三、产业优质企业**

**3.1龙头企业(小米科技有限责任公司)**

* **基本信息：**小米科技有限责任公司（Xiaomi Corporation）是一家全球领先的消费电子和智能制造企业，成立于2010年4月6日，由雷军担任法定代表人。小米科技以其智能手机、智能硬件和IoT平台为核心业务，近年来在人形机器人领域也取得了显著进展。2022年，小米发布了其首款全尺寸人形仿生机器人CyberOne，展示了其在机器人技术领域的自主研发能力。小米科技的估值已超过1000亿美元，成为全球科技领域的“独角兽”企业。公司团队规模庞大，研发人员占比高，致力于技术创新和产品迭代。2022年，小米科技的收入达到3283亿元人民币，年增长率显著，展现了其在全球市场的强劲竞争力。
* **核心技术：**小米科技在人形机器人领域拥有核心技术，涵盖人工智能和机器人控制技术。公司通过自主研发，实现了高度智能化和自主运行的能力，确保其在行业中的技术领先地位。小米科技已积累多项相关专利，展示了其在技术创新和知识产权保护方面的实力。这些技术不仅提升了人形机器人的智能化水平，还拓展了其在家庭服务、医疗辅助等多样化场景中的应用潜力。
* **产业链：**小米科技在人形机器人产业链中展现出强大的自研能力，尤其在硬件设计和AI技术方面。其产业评价较高，对标国内外领先企业如华为和谷歌。小米在伺服电机、减速器、传感器等关键零部件上具备自主研发能力，但在芯片部分仍依赖国外品牌如德州仪器和英特尔。公司目前采取外委生产加工，内部专注于产品组装和模具开发。小米的AI技术和硬件设计在市场上具有显著竞争力，推动其在人形机器人领域的持续发展。

**3.2热点企业(杭州宇树科技有限公司)**

* **基本信息：**杭州宇树科技有限公司（Unitree Technology）成立于2016年8月26日，由王兴兴担任法定代表人。公司专注于消费级、行业级高性能四足机器人和人形机器人的研发、生产及销售，是全球四足机器人领域的领军企业。宇树科技在机器人核心零部件、运动控制、感知技术等方面具有全球领先优势，其产品广泛应用于多个行业。公司估值已达80亿元人民币，跻身“独角兽”企业行列，展现了市场对其技术实力和未来发展的高度认可。团队规模约500人，其中研发人员150人，工厂运营人员200人。2023年，公司预期收入为6亿元，年增长率高达150%-200%，自2020年以来实现了快速扩张。宇树科技凭借其创新技术和市场表现，持续推动机器人产业的进步与发展。
* **核心技术：**杭州宇树科技有限公司在仿生机器人和机器狗领域拥有核心技术，专注于仿生设计与智能控制。其核心产品广泛应用于工业和安防巡检等领域，如机器狗巡检和工业现场危险作业替代。公司积极探索将大模型能力集成到仿生机器人中，以提升智能水平和应用场景适应性。目前，宇树科技已拥有180多项专利，充分展示了其在技术积累与创新方面的强大实力。
* **产业链：**杭州宇树科技有限公司在人形机器人领域具备较强的产业链自研能力，尤其在伺服电机、减速器和传感器等核心零部件方面实现了自主生产，展现了显著的技术优势。然而，在芯片领域，公司仍依赖国外品牌如德州仪器和英特尔，采用外委加工模式，内部主要负责产品组装和模具开发。宇树科技在产业链中的定位与全球领先企业如波士顿动力（Boston Dynamics）及本土企业如iRobot形成对标，凭借其在机器人技术和人工智能领域的自研能力，持续推动行业创新与发展。

**3.3本地企业(北京星动纪元科技有限公司)**

* **基本信息：**北京星动纪元科技有限公司成立于2023年，是一家专注于通用人形机器人研发的高科技企业。公司由清华大学姚期智院士团队陈建宇教授创立，致力于开发适应宽领域、多情景、高智能的通用人形机器人。其主要产品包括STAR1高性能通用人形机器人、M1人形机器人操作平台、W1轮式人形机器人以及XHAND1机器人灵巧手。公司成立仅半年便获得超亿元天使轮融资，由联想创投领投，金鼎资本、清控天诚跟投，显示出市场对其技术前景的高度认可。团队规模以学术派硕博士和老师为主，主要从事机器人技术研发工作。星动纪元的目标是实现智能机器人走进千家万户，推动人形机器人行业的快速发展。
* **核心技术：**北京星动纪元科技有限公司专注于人形机器人技术，核心在于先进的运动控制和人工智能驱动的交互系统。公司在人机交互和自主导航领域拥有多项专利，展现了其在技术创新和研发能力上的深厚积累。通过集成AI技术，星动纪元致力于提升人形机器人的智能水平和应用场景的适应性，推动其在服务、教育等领域的广泛应用。
* **产业链：**北京星动纪元科技有限公司在人形机器人产业链中展现出显著的自研能力，尤其在伺服电机、减速器和传感器等核心部件上实现了自主研发，确保了产业链的自主可控。公司产业评价较高，与国内外领先企业如富士康和Boston Dynamics形成有力竞争。尽管在芯片领域仍依赖国外品牌如德州仪器和英特尔，但公司通过外委生产加工和内部组装、模具开发，有效整合了产业链资源，提升了整体竞争力。

**3.4本地企业(北京银河通用机器人有限公司)**

* **基本信息：**北京银河通用机器人有限公司成立于2023年5月19日，法定代表人为姚腾洲。公司专注于具身多模态大模型机器人的研发与制造，主要产品为Galbot人形机器人。Galbot采用双臂+轮式底盘设计，具备360°全向移动能力，适用于零售、工业、物流等多个场景。公司已完成7亿元天使轮融资，估值达35亿元人民币，成为人形机器人领域的明星企业。团队规模约80人，全部为研发人员，致力于通过物理仿真合成大规模高质量数据，推动机器人技术的商业化应用。银河通用在成立一年内迅速获得资本市场的青睐，展现了其在具身智能领域的强大技术实力和市场潜力。
* **核心技术：**北京银河通用机器人有限公司专注于人形机器人领域，核心技术涵盖人工智能、运动控制及先进机器人技术。公司在这些领域拥有多项专利，展现了其技术积累与创新能力。通过AI技术的深度应用，银河通用机器人致力于提升人形机器人的智能化水平，优化其在复杂环境中的运动控制能力。其产品在服务、教育及工业等领域具有广泛的应用潜力，进一步推动了人形机器人技术的商业化进程。
* **产业链：**北京银河通用机器人有限公司在人形机器人产业中具备完整的产业链布局，展现出较强的自研能力。公司在核心部件如伺服电机、减速器和传感器等领域实现了自主研发，提升了产品的技术竞争力。然而，在芯片领域，公司仍依赖国际品牌如德州仪器和英特尔，采用外委生产加工模式，内部主要负责产品组装和模具开发。对标国内外公司，银河通用在技术创新和产业链整合方面与领先企业如波士顿动力、优必选等形成竞争，致力于推动人形机器人及自动化技术的进一步发展。

**四、挑战与机遇**

**4.1 产业面临的挑战**

* **技术风险：** 这是最根本的风险。人形机器人要实现类人灵巧，还存在**关键技术难题**未解，例如平衡算法在非结构化环境下的鲁棒性、手部精细操作能力（灵巧手依然远不及人手灵活）、以及机器人自主智能程度不足等。如果某些技术长期无法突破，产品性能达不到实用要求，产业可能陷入瓶颈。此外，稳定性和耐用性风险也高——机器人长时间运行出现故障的概率远高于人，如果不能显著降低故障率和维护成本，将影响用户接受度。技术路线选择错误也会带来风险，比如企业押宝某种传动方案但后来证明不可靠，会导致重大损失。
* **市场风险：** 即市场需求和接受度的不确定性。一方面，潜在客户对人形机器人的**认知和信任**需要时间培养，如果过高预期导致失望，需求可能低于预测。例如Pepper的遇冷说明客户愿意付费的功能和机器人实际提供的存在落差。另一方面，**经济环境**影响投资和采购意愿。如果出现经济下行，企业缩减创新预算，昂贵的人形机器人采购可能被推迟。市场风险还包括竞争加剧导致价格战或行业洗牌，一些企业可能因为市场占有率不足而被淘汰。
* **政策和伦理风险：** 政策虽然当前偏利好，但未来不排除因为某些事件导致监管趋严的可能。例如，若发生人形机器人伤人事故，监管机构可能迅速出台严格安全规定，提高行业门槛。伦理方面，大规模机器替代人力可能引发社会舆论反弹或劳动政策调整（如征收“机器人税”补偿失业者），这都会影响产业成本和推广速度。隐私保护也是风险，如果机器人配备摄像头在公共场合行走，会引发对录像存储的隐私担忧，需要以法规来规范和化解，否则用户单位可能顾虑法律责任而不敢用。
* **供应链风险：** 人形机器人依赖高精密度零部件，供应链脆弱。一些核心部件供应商集中，万一发生**供货中断**（地缘政治、灾害等导致的断供），整机生产将受影响。2020年后全球芯片短缺、部分高端马达减速器交期长的现象就对机器人行业造成过压力。对于中国厂商，若对进口依赖高，还要防范国际贸易限制风险。供应链风险还包括原材料价格波动导致成本不稳定等。
* **财务风险：** 对企业而言，持续烧钱研发而短期收入少，会带来财务压力。产业现在以融资驱动为主，一旦资本市场热度下降、融资不顺，企业现金流断裂就可能倒闭。这是很多机器人创业公司面临的生存考验。对于已经有贷款的企业，业绩不及预期将导致信用风险上升，银企双方都要警惕。

**4.2 具备优势和发展机遇**

* **技术渐近人类，特长超越人类：** 预计5-10年内，人形机器人在平地行走、上下台阶等基本运动能力上可达或超人类水平（部分机器已有所超越，如Atlas的奔跑和跳跃）。在感知决策方面，借助AI，它们会在特定领域表现出超过人类的稳定性和速度（例如24小时不间断巡检、毫不疲倦地计算分析）。不过在灵巧度和通用智能上，10年内全面达到人类水平仍不现实，某些精细作业和复杂社交互动机器人还无法取代人类。
* **成本大幅下降，接近“大众产品”门槛：** 当前全尺寸人形机器人成本动辄数十万美元，但随着消费级电子供应链介入和规模生产，到2030年左右顶尖人形机器人的成本有望降至数万美元量级，一般性能的产品可能仅几万美元甚至更低。高盛等机构预测2035年左右人形机器人成本可降至2万美元，届时将类似汽车或工业机械的价格水平。这将使其大规模普及成为可能。价格下降来自于标准化零部件量产和技术简化优化两方面。
* **规模应用启动并加速：** 依据产业研报预测，大约在2025-2027年将是人形机器人**商业化拐点**，全球出货量开始快速爬升。2030年前后，工业和商业服务领域将出现大量机器人劳动力，全球年出货量可能达到数万台。到2035年，乐观情况下累计安装量可达百万台以上。这些机器人将广泛存在于工厂车间、物流中心、商业楼宇、医疗机构等场所，执行相对标准化的任务。再往后，如果技术取得革命突破并成本进一步下降，**家庭市场**可能在2030年代中后期开启，那将带来指数级的增长。
* **行业生态和分工明确：** 随着应用增多，整个生态会更加成熟。可能出现**通用型平台**型公司，它们提供通用人形机器人硬件和基础软件，就像今天的PC和操作系统，然后无数第三方开发专门应用（比如清洁模块、安保模块、陪伴对话模块等）安装在机器人上。也可能出现**行业集成商**，针对某一行业定制改装通用机器人以完美适配需求。服务网络也会形成，出现专业的机器人维护运营公司，让终端用户享受外包服务。这种成熟生态将进一步降低用户使用门槛，推动良性循环。
* **人机协作和共存形态：** 未来的工作和生活，很可能是人类与人形机器人**并肩协作**的常态。在工厂里，机器人做繁重枯燥的部分，人类工人负责监督和处理复杂情况，整体效率提高。在公共场所，机器人提供基本服务，人类员工专注增值和情感交流部分。家庭中，机器人可能成为助手和伙伴。这种共存需要社会在法律、伦理上做好准备，比如如何定义机器人的法律责任，如何防范被恶意利用，以及如何调整劳动者技能培训以适应机器队友等等。总体来看，人形机器人的普及将带来生产率提升，也引发就业结构变化，社会需要提前应对。

**4.3银行如何应对和把握机会：** 面对人形机器人产业的兴起，银行作为金融中介，应积极调整策略，既防范潜在风险又抓住机遇：

* **加强行业研究，完善风控模型：** 银行应培养内部的科技产业研究团队，对人形机器人等新兴行业进行持续跟踪。将产业发展信号纳入风控，如政策扶持、核心企业动态、关键技术里程碑等作为信用评估的参考。当有机器人企业申请贷款或授信时，能结合行业前景进行更科学的判断，既不因缺乏了解而一刀切拒绝，也不盲目乐观过度授信。风控模型中可以考虑企业专利技术含量、领军团队背景等“软”因素，这些在高科技领域往往决定成败。
* **定制金融产品：** 针对人形机器人产业的特点，设计相应的金融产品和服务。例如研发周期长，可以提供**分阶段拨款的贷款**，在企业达到某研发节点后再放款，降低技术失败风险；对于设备销售，可提供**买方信贷**，即由银行先行垫资给卖方，买方分期偿还银行。这类似汽车金融，在机器人贵重设备销售上有用武之地。再如，为适应机器人公司初期现金流少，银行可提供**宽限期**较长的贷款，允许前几年只还息不还本，等企业盈利后再逐步归还本金。
* **参与产业链合作：** 银行可以主动结识当地的机器人产业联盟、孵化园和主管部门，成为其合作伙伴。一方面获取**项目信息**（比如哪个企业有融资需求、哪个项目有前景），另一方面可以向这些机构推荐金融服务。在政府补贴发放、产业基金配套时，银行可以作为**资金托管和监督方**，确保资金用到实处，同时也发掘优质企业客户。
* **投资自身体制和人才：** 面对机器人这样的高新技术行业，银行内部也需要具备相应知识的专业人才。可以考虑招聘或培养熟悉人工智能、机器人技术的复合型人才，参与重大信贷项目评审或产品设计。甚至可设立**科技金融事业部**，专项服务包括机器人在内的科技企业。此外，在风险可控前提下，银行自有资金或理财资金可适当投资机器人主题基金，分享收益。
* **拥抱科技变革提升运营：** 银行还应考虑在人形机器人逐步成熟后，如何利用它们改造自身业务流程。例如未来网点使用机器人值守部分柜台、夜间大楼安保由机器人巡逻、档案管理由机器人搬运等等。这不仅能降低运营成本，也让银行在实践中深入理解机器人价值，更好地对外提供相关金融服务。银行还可与机器人厂商联合创新，如共同开发适合银行业的定制机器人（例如ATM维护机器人等），形成**产融合作**的范例。