

国际对比视角下广州发展人形机器人的对策建议

吕 冬, 孙秋剑, 许 璐, 李 博

(广州市科学技术发展战略研究院, 广州 510000)

摘要: 作为未来产业的重要发展方向之一,人形机器人发展潜力大、应用前景广,已成为科技竞争的新高地、经济发展的新引擎。通过研究全球科技强国和国内相关省份推动人形机器人产业发展的战略部署、政策举措,结合广州市产业基础实际,提出对策建议。广州市应从关键核心技术攻关、典型应用场景拓展、产业生态营造、产业要素支撑等方面全面发力,推动人形机器人产业创新发展,加速培育形成新质生产力。

关键词: 人形机器人; 未来产业; 新质生产力

中图分类号: G323/327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)03-0255-07

新质生产力不同于传统生产力,是由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生的当代先进生产力,其中科技创新是驱动新质生产力发展的核心要素。作为衡量一个国家科技创新水平和能力的重要标志,人形机器人集成了人工智能、高端制造、新材料、新能源等革命性、颠覆性技术,有望催生新产业、新模式、新业态,是驱动新质生产发展力的先导代表之一。人形机器人,又称仿生机器人或类人机器人,是一种融合了人工智能技术、机器人技术、仿生技术等制造出来的类人工智能机器人,被认为是继计算机、智能手机、新能源汽车后新的颠覆性产品,将深刻变革人类社会的生产和生活方式,重塑全球产业发展格局。人形机器人这种具备人工智能且在物理形态上可以无限突破人类极限的新型生产工具。一方面可以解放劳动者,削弱了自然条件对生产活动的限制,拓展生产和生存空间,推动生产力跃上新台阶;另一方面可以解决人口老龄化及出生率下滑导致的劳动力短缺问题,提升全社会劳动生产效率,为发展新质生产力提供坚实要素保障。人形机器人是未来产业标志性产品之一,市场前景广阔,有望成为新的万亿级“蓝海产业”。据国际投行高盛(Goldman Sachs)预测^[1],2035 年全球人形机器人市场规模有望达到 1.1 万亿元,年均复合增长率可达 94%。根据首届中国人形机器人产业大会暨具身智能峰会

上发布的《人形机器人产业研究报告》预测^[2],2029 年中国人形机器人市场规模将达到 750 亿元,2035 年则有望达到 3 000 亿元。

人形机器人已成为当前中国制造业转型升级的关键路径,目前学术界对于“如何推动人形机器人发展”这一课题的研究主要集中在以下几方面:一是关于人形机器人的法律与伦理思考,如李晟^[3]主要论述了人形机器人的法律治理基本架构,孙玉莹^[4]、姜清明^[5]对人形机器人的设计伦理问题、婚姻和性权利进行了研究;二是人形机器人的发展历史及趋势、存在问题、产业化应用等,如朱秋国和熊蓉^[6]就国内外人形机器人的发展和技术现状、面临挑战畅想了未来应用场景,王聪聪等^[7]就人形机器人发展机遇与挑战进行了论述,陈瑜^[8]主要就人形机器人在汽车产业的应用进行了论述,王桂芝^[9]主要就人形机器人在军事领域的应用进行了分析。然而,在推动人形机器人发展的研究文献中,鲜有从国际对比视角下,分析如何推动人形机器人发展,它山之石可以攻玉,因此通过对欧美日韩等科技强国、国内经济实力强和科技创新水平高的区域在人形机器人领域的战略布局及政策规划进行系统性梳理,因地制宜,结合广州自身资源禀赋,对广州人形机器人产业发展具有重要借鉴意义。

收稿日期: 2024-07-10

基金项目: 广州市软科学项目(2024E05W1067)

作者简介: 吕冬(1992—),男,吉林长春人,硕士,初级经济师,研究方向为科技战略与规划;孙秋剑(1971—),男,浙江余姚人,硕士,部长,研究方向为科技战略与规划;许璐(1992—),女,内蒙古通辽人,博士,助理研究员,研究方向为科技战略与规划;李博(1987—),女,河南安阳人,硕士,中级统计师,研究方向为科技战略与规划。

1 人形机器人产业发展现状、存在的问题

Chat GPT 等生成式人工智能大模型的爆发式发展,为人形机器人注入了“灵魂”,加速了人形机器人的进化,有力推动了人形机器人的产业化进程。根据国家机器人检测与评定中心等单位联合发布的机器人智能等级划分标准^[10],机器人的智能程度从低到高分为 L1(基础型)、L2(半交互型)、L3(交互型)、L4(自主型)、L5(自适应型)5 个等级(表 1)。当前人形机器人正处于从 L3(具备感知功能、执行功能和部分决策功能)向 L4(具备感知功能、执行功能和决策功能)迈进的重要阶段,如特斯拉的“擎天柱(Optimus)”、波士顿动力的“阿特拉斯(Atlas)”、优必选的“Walker S”等代表性人形机器人产品。人形机器人产业则正处于实验室研发到产业化的关键时期,预计 2025 年将会是人形机器人量产元年。在 2024 年 6 月 13 日的特斯拉股东大会上,马斯克表示将在 2025 年限量生产“擎天柱”,目前特斯拉已在工厂内部署人形机器人进行实地测试;根据《人形机器人创新发展指导意见》^[11],国内人形机器人将在 2025 年实现批量生产,其中优必选人形机器人 Walker S 已进入车厂开展实训测试。

人形机器人产业链主要包括 3 大部分:上游为零部件及软件系统,主要包括感知系统、执行系统、控制系统及其他零部件等;中游为机器人本体制造,机器人厂商通过设计、制造、测试等环节将各类零部件及软件有机整合制造出完整的人形机器人产品;下游为机器人具体应用领域,包括工业制造、农业生产、航空航天、家政服务、医疗康养、特种工作等。现阶段,人形机器人产业化落地亟须跨越关键技术、生产成本、大规模应用场景等“三座大山”。一是全力推动人形机器人整机产品、关键零部件、人工智能多模态大模型攻关和工程化,推动人形机器人产业化落地;二是加速构建安全可靠的人形机器人产业链供应链体系,降低人形机器人的生产成本;三是积极探索人形机器人在制造业典型场景、服务特种领域、民生及重点行业推广等方面的应

用,扩大人形机器人的应用场景。

2 世界主要科技强国推动人形机器人发展情况

作为衡量一个国家科技创新能力、高端制造业水平和产业竞争力的重要标志,人形机器人这颗“机器人皇冠上的明珠”,已成为全球新一轮科技和产业革命的重要抓手。世界主要科技强国均将发展重点瞄向人形机器人产业,但是除中国外,欧美日韩等国家和地区尚未独立对人形机器人制定针对性扶持政策,主要还是将人形机器人作为机器人的一部分开展扶持(表 2)。

2.1 美国推动人形机器人产业发展情况

美国是全球最早开展人形机器人领域研发布局的国家。2009—2024 年,美国先后发布了 5 期“国家机器人路线图”,旨在通过机器人技术实现经济社会高质量发展,其中在 2020 版中^[12]提出“未来 15 年人形机器人可以在完全非结构化、动态环境中自主运行”。在“国家机器人路线图”的推进下,美国在 2011—2022 年,先后发布 3 期“国家机器人计划”,累计资助超 300 个项目,资助资金超 2.5 亿美元,旨在促成学术界、产业界、非营利机构间的合作互动,支持通用协作型机器人基础研发,并鼓励人形机器人创新与应用^[13],其中人形机器人阿特拉斯(Atlas)的研发就曾受到该计划的资助。2019 年美国航空航天局发布“阿尔忒弥斯(Artemis)”计划,其中一个课题就是在未来载人深空探索任务中使用人形机器人代替航天员执行具有危险性的任务,目前正与阿普特罗尼克(Apptronik)等机器人企业合作开发符合要求的人形机器人,其中人形机器人瓦尔基里(Valkyrie)已进入最后的测试阶段,预计 2025 年就可以跟随“阿耳忒弥斯任务”进入太空^[14]。

2.2 欧洲推动人形机器人产业发展情况

欧盟在“欧盟框架计划”的第 7 期、第 8 期、第 9 期中,均对机器人研究领域进行了布局。其中 2007—2013 年(第 7 期)直接资助约 130 个机器人项目,涵盖机器人的感知、理解、动作认知和智能使能技术等,拨款 5.96 亿美元;2014—2020 年(第 8 期)

表 1 机器人智能等级

等级	智能类型	感知	执行	决策	认知	定义
L1	基础型	有	部分有	无	无	具备感知功能和部分执行功能
L2	半交互型	有	有	无	无	具备感知功能、执行功能
L3	半交互自主型	有	有	部分有	无	具备感知功能、执行功能和部分决策功能
L4	自主型	有	有	有	无	具备感知功能、执行功能和决策功能
L5	自适应型	有	有	有	有	具备感知功能、执行功能、决策功能、认知功能

表 2 世界主要科技强国人形机器人相关支持政策

经济体	发布时间	政策规划	主要内容
美国	2011 年	国家机器人计划(NRI)1.0	侧重机器人创新研究,重点是如何让协作机器人与人类伙伴建立共生关系
	2016 年	国家机器人计划(NRI)2.0	在“1 期”计划的基础上重点发展协作机器人
	2021 年	国家机器人计划(NRI)3.0	在“1 期和 2 期”计划的基础上重点关注机器人集成系统的研发
欧盟	2007 年	欧盟第七研发框架计划	2007—2013 年,直接资助约 130 个机器人项目,拨款约 5.96 亿美元,其他与机器人有关技术获得资金 1.89 亿美元。涵盖机器人感知、理解、动作认知和智能使能技术等
	2014 年	欧盟第八研发框架计划	2014—2020 年,累计为机器人研究和创新提供约 7.8 亿美元资金
	2021 年	欧盟第九研发框架计划	为机器人相关项目提供的资金支持从 2021 年规划的 1.8 亿欧元扩大到了 2.4 亿欧元
德国	2023 年	机器人技术研究行动计划	旨在挖掘基于人工智能的机器人技术创新潜力。在基础研究、前沿研究成果汇集、人才培养和应用推广等领域设计了若干实施途径。每年提供超 4000 万欧元资助,包括基于人工智能的机器人算法和创新传感器、智能机器人、护理和救援机器人等;建立国家机器人研究所,整合各地机器人技术研究机构的研究成果,培养专业技术人才等
法国	2021 年	法国 2030 投资计划	投资 8 亿欧元发展机器人产业,制造结合人工智能技术的机器人,投资约 58 亿美元支持包括机器人技术在内的颠覆性技术初创企业
日本	2015 年	新机器人战略	制定 5 年(2016—2020 年)行动计划(围绕制造业、服务业、医疗护理业、基础设施建设防灾、农林水产业等),成立机器人革命和工业物联网倡议协议会,和政府一起安排机器人相关的研发项目以及跨部门的活动(全球标准化、监管改革、机器人奖项和竞赛等)
	2021 年	2021 科技创新白皮书	到 2050 年,通过人工智能与机器人的共同进化,实现自主学习、行动、与人共生的机器人。为利用科技和创新的力量应对各种社会问题推出了“社会 5.0(Society 5.0)”
韩国	2008 年	智能机器人开发与普及促进法	根据该法第 5 条,于 2009 年宣布了“第一个智能机器人基本计划(2009—2013 年)”
	2009 年	第一次智能机器人基本计划(2009—2013 年)	选择 3 个品类(含仿生机器人)进行市场推广,并制定推广政策;期间,政府累计投资 5.369 亿美元,研发费用占 72.7%,为 3.626 亿美元
	2014 年	第二次智能机器人基本计划(2014—2018 年)	推动专业服务机器人领域的大规模研发项目,政府研发预算总计 5.917 亿美元;制定“七大机器人融合商业战略路线图”,以扩展机器人技术在其他制造和服务领域应用;加强与其他技术领先国家的合作
	2019 年	第三次智能机器人基本计划(2019—2023 年)	扩大工业机器人的推广;集中发展护理、穿戴、医疗、物流 4 大服务机器人领域;强化机器人产业生态系统,支持 3 个下一代关键组件(智能控制器、自主移动传感器、智能抓手)和 4 个关键软件组件(机器人软件平台、抓取技术软件、图像信息处理软件、人机交互)的独立性。加强对减速器、电机、运动控制器等的示范推广支持
	2024 年	第四次智能机器人基本计划(2024—2028 年)	到 2030 年,向机器人领域投资 3 万亿韩元,机器人关键零部件本地化比例提高至 80%,机器人产业规模增加到 20 万亿韩元,集中精力发展八项核心技术(伺服电机、减速器、传感器、夹具、控制器、自主运动软件、自主操作软件和人机交互)

对机器人研究资助约 7.8 亿美元,旨在加强机器人技术创新及研究成果向市场转移;2021—2022 年拨款 1.98 亿美元,主要聚焦机器人在制造业和建筑业的数字化转型,支持工人的自主解决方案、增强认知,以及基于数字化、人工智能、数据共享、先进机器人和模块化研究的人机协作^[15]。德国在 2023 年发布了《机器人研究行动计划》,旨在挖掘基于人工智能的机器人技术创新潜力,其中在基础研究、前沿研究成果汇集、人才培养和应用推广 4 个具体行动领域设计了若干实施途径,每年为机器人研究提供超 4 000 万欧元资助,包括基于人工智能的机器人算法和创新传感器、行业智能机器人、护理和救援机器人等领域,建立德国机器人研究所,整合德国各地机器人技术研究机构的尖端研究成果,培养专业技术人才等^[16]。法国在 2021

年启动《法国 2030 投资计划》,计划投资 8 亿欧元发展机器人产业,制造基于人工智能技术的机器人^[17];其中,2024 年启动国家科研项目“有机机器人”,旨在突破现有机器人技术的局限性,创造能够与人类自然流畅互动、适应社会的新一代机器人,资助预算为 3 400 万欧元^[18]。

2.3 日本推动人形机器人产业发展情况

日本是全球最早开展人形机器人研究的国家,拥有深厚的研发能力及完备的产业基础。早在 1998 年,日本就启动了一项国家应用科学与技术计划——人形机器人计划,旨在开发在人类作业、生活环境中的与人协调、共存,能够完成复杂作业任务的仿人机器人系统,截至目前已开发出 5 代人形机器人产品^[19]。2015 年发布《新机器人战略》,围绕制造业、服务业、医疗护理业、基础设施建设防

灾、农林水产业 5 大领域,制定 5 年(2016—2020 年)行动计划;成立机器人革命和工业物联网倡议协议会,和政府一起安排机器人相关的研发项目以及跨部门的活动,如全球标准化、监管改革、机器人奖项和竞赛等^[15]。2021 年发布《2021 科技创新白皮书》^[20],提出到 2050 年,在人工智能与机器人技术的“共同进化”下,制造出能够自主学习、行动及与人共生的机器人。

2.4 韩国推动人形机器人产业发展情况

韩国人形机器人产业与美国、日本等领先国家存在较大差距。2008 年韩国发布《智能机器人开发与普及促进法》,并根据该法案每 5 年制定一期“智能机器人基本计划”,以系统化方式推动机器人产业育成政策^[20]。2009 年、2014 年、2019 年、2024 年,韩国政府先后发布了 4 期智能机器人基本计划,主要集中在推动大规模研发项目、攻关关键核心技术、推动零部件本地化、加强行业投资等^[15],其中《第 4 期智能机器人基本计划》(2024 年)^[21]提出到 2030 年韩国向机器人领域投资 3 万亿韩元(21.6 亿美元),机器人关键零部件本地化比例提高至 80%,机器人产业规模增加到 20 万亿韩元(144.19 亿美元),集中精力发展 8 项核心技术(伺服电机、减速器、传感器、夹具、控制器、自主运动软件、自主操作软件和人机交互)。

3 中国推动人形机器人产业发展的战略部署情况

3.1 中国推动人形机器人产业发展情况

中国人形机器人虽然起步较晚,但在政策支持、技术创新、产业升级转型等多方面因素的驱动下,发展势头迅猛。2023 年 10 月,工信部出台首个专门聚焦推动人形机器人发展的顶层设计文件《人形机器人创新发展指导意见》^[11],从产业定性、整体规划、具体举措、政策配套等诸多方面推动人形机器人产业创新发展。根据人民网研究院发布《人形机器人技术专利分析报告》^[22],近 10 年,中国在人形机器人技术专利上实现了从落后到跟跑乃至领跑,截至 2023 年 5 月 31 日,中国在人形机器人专利申请数量(6 618 件)和有效专利数量(3 110 件)上均是全球第 1,高于日本、韩国、法国、美国等;在有效发明专利数量上略低于日本,远高于韩国、法国、美国等,位居全球第 2(表 3)。另外,近些年,中国也涌现了一大批在人形机器人领域具有影响力的一流企业,如优必选科技、小米科技、傅利叶智能、达闼机器人、小鹏汽车、宇树科技、追觅科技、开普勒、智元机器人等。

表 3 人形机器人各国专利情况

国家	专利申请数量	有效专利数量	有效发明专利数量
中国	6 618	3 110	1 699
日本	6 058	1 817	1 743
韩国	1 279	678	674
法国	766	283	245
美国	685	370	358

3.2 各省份人形机器人产业战略布局及产业政策

国内诸多省级行政区将人形机器人列入未来产业的关键领域。2024 年 1 月,工信部等七部门印发《关于推动未来产业创新发展的实施意见》中明确将人形机器人列为未来产业的创新标志性产品;北京、上海、广东、江苏、浙江、安徽、山东、湖北、吉林等在未来产业规划中也明确将人形机器人列入未来产业重点发展领域。

在对上述省份推动人形机器人产业发展的政策规划进行梳理分析后,发现北京、上海、广东、江苏、山东、安徽、深圳等在经济实力强、科技创新水平高的区域对人形机器人产业的支持力度相对突出,均出台了针对性政策规划。其中山东省在 2024 年 4 月 30 日发布了针对人形机器人的专门政策方案《山东省促进人形机器人产业创新发展实施方案(2024—2027 年)》^[23],安徽省于 2024 年 5 月 29 日发布了《安徽省人形机器人产业发展行动计划(2024—2027 年)》(征求意见稿)^[24]的征求意见,二者都围绕关键核心技术攻关、重点企业及产品培育、典型应用场景推广探索、产业生态营造等方面对推动人形机器人产业发展进行了全方位的规划。北京市在 2023 年 6 月 16 日发布《北京市机器人产业创新发展行动方案(2023—2025 年)》^[25],提出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;以人形机器人小批量生产和应用为目标,打造通用智能底层软件及接口、通用硬件开发配套设施等基础条件,集中突破人形机器人通用原型机和通用人工智能大模型等关键技术,大力推动开源控制系统、开源芯片、开源仿真软件等研制和应用。以 3C 电子制造、新能源汽车生产、安防应急等典型场景应用示范为牵引,通过“揭榜挂帅”等方式支持产业链上下游企业联合开展产品攻关和产线建设,加速全产业链自主化进程。上海市在 2023 年 10 月 19 日发布《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)》^[26]中提出建设人形机器人制造业创新中心;加

快通用机器人特别是人形机器人工程化应用;开发通用人形机器人原型机,实现人形机器人面向场景应用的优化迭代,促进类脑智能等前沿技术与机器人融合创新,进一步提高智能水平;采用“制造业创新中心+重点企业”方式布局人形机器人制造业创新中心,加快打造具有国际影响力的人形机器人产品和通用人工智能大模型。江苏省在2024年4月17日发布《江苏省机器人产业创新发展行动方案》^[27]中提出到2027年,人形机器人“大脑、小脑、肢体”等关键核心技术取得突破,大模型等人工智能技术加快发展,典型应用场景更加丰富,争创国家级产业发展集聚区。深圳市在2023年5月31日发布《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)》^[28]中提出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。

4 广州人形机器人产业现状

2024年,广东省印发《广东省培育未来智能装备产业集群行动计划》^[29],将人形机器人列入未来产业,提出到2030年,在人形机器人等重点领域承担一批国家级项目,形成一批具有世界影响力的硬核成果,应用场景更加丰富;到2035年,将广东省打造成为全球人形机器人等未来智能装备产业创新发展高地,形成若干家领跑全球的行业领军企业,未来智能装备产业集群发展态势全国领先。

广州在人形机器人制造领域具有良好的产业基础。2023年,广州市智能装备与机器人产业实现增加值532.67亿元,同比增长3.4%;工业机器人产量近1.5万套,同比增长47%^[30]。目前,广州已构建起了完整的机器人产业链,对人形机器人产业发展具有先发优势。产业链上游关键零部件(减速器、控制器、伺服电机等)拥有昊志机电、广州数控等头部企业,中游机器人本体集成和下游应用拥有蓝海机器人、里工实业、达闼(广州)、小鹏汽车等企业,同时还汇聚了国内诸多一流高校、科研院所,如华南理工大学、中山大学、广东省智能制造所、电子五所、超级机器人研究院等。其中,小鹏汽车在2023年首次推出了自研的人形态双足机器人PX5,可实现业界顶级的双足行走及越障碍能力。2023年5月,由广州高新技术产业开发区管理委员会与华南理工大学联合成立超级机器人研究院,将面向人形机器人关键技术问题开展攻关、培养相关领域人才、孵化高质量人形机器人企业,力争成为粤港澳大湾区人形机器人人才培养摇篮、科研创新和企

业孵化高地。

5 推动人形机器人产业化的建议

广州应抢抓机遇,提前布局,做好顶层设计与政策规划,明确人形机器人产业发展目标和方向,系统谋划布局推动人形机器人产业发展的主要任务,从技术攻关、产品培育、应用场景、产业生态等方面全面发力,助推人形机器人产业发展。

(1)开展有组织科研,集中力量开展人形机器人关键技术攻关。聚焦基于人工智能大模型的人形机器人“大脑”、控制人形机器人运动的“小脑”“肢体”以及其他关键共性技术(如大模型等人工智能技术)等,结合产业实际,制定人形机器人领域专项研发计划。打造以企业“需求侧”为牵引的产学研用协同创新平台,依托龙头企业整合行业优质创新资源,以关键技术突破、重大工程落地为重点,建设人形机器人创新中心等面向市场的平台。联合企业、高校、科研院所开展人形机器人性能诊断、验证、测试技术研究,制定人形机器人产品检验检测标准,全力打造人形机器人的检验检测平台。

(2)推动先行示范,深挖人形机器人应用场景。支持推动人形机器人在服务特种领域、制造业领域、民生服务领域开展应用试点,探索人形机器人在相关领域的应用与可行性,打造人形机器人应用示范地。政府牵头,打造人形机器人应用场景、服务对接平台,引导行业龙头企业释放人形机器人典型应用场景、服务的需求,定期发布应用场景、服务需求清单,组织人形机器人企业精准服务对接。面向企业、高校、科研院所,举办人形机器人应用场景创新挑战赛,筛选出优秀的更人形机器人产品及技术,探索更多应用场景。

(3)多措并举,营造良好产业生态。梳理全市涉及人形机器人产业的企业,对企业进行分级分类,形成人形机器人重点企业清单,定期进行跟踪服务。出台办法,对企业涉及人形机器人产品研发、销售部分费用予以税收优惠,同时对涉及人形机器人产品的企业按照其销售额进行补贴奖励;针对本地产业短板,重点引进一批国内外一流的人形机器人骨干企业,完善产业链结构。政府牵头,建立人形机器人数据采集、治理与应用验证平台,收集各种应用场景中的人形机器人样本训练数据,向企业、高校院所开源,降低其研发成本,加速人形机器人产业发展和应用落地。

(4)强化支撑服务能力,推动产业良性发展。对标国际、国内领先人形机器人产品,开展人形机

器人标准化路线图研究,梳理人形机器人产业链标准化需求,建立健全人形机器人产业标准体系。发挥国有资本投资优势,通过设立创新基金等方式,支持人形机器人关键核心技术领域和初创期科技型企业发展。创新研究生培养模式,支持企业联合高校依托高等研究院的校企联合科研与人才培养项目,开展人形机器人相关专业领域研究生人才培养,共同培育跨学科、实践性、工程型人才。

参考文献

- [1] 孙杰. 人形机器人加速走向产业化[N]. 北京日报, 2023-12-08(011)
- [2] 左宗鑫, 王珊珊. 人形机器人: 商业化“破晓时分”[N]. 中国工业报, 2024-05-21(003)
- [3] 李晟. 人形机器人的法律治理基本架构[J]. 东方法学, 2024(3): 117-128.
- [4] 孙玉莹. 人形机器人设计的伦理问题研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2022.
- [5] 姜清明. 强仿人形性机器人的婚姻权和性权利研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2021.
- [6] 朱秋国, 熊蓉. 人形机器人技术现状及场景应用思考[J]. 机器人产业, 2023(4): 14-19.
- [7] 王聪聪, 钟新龙, 高旖蔚, 等. 人形机器人发展机遇与挑战并存[J]. 软件和集成电路, 2024(7): 74-84.
- [8] 陈瑜. 人形机器人发展趋势及汽车制造业应用浅析[J]. 上海汽车, 2024(6): 13-18.
- [9] 王桂芝. 国外人形机器人发展及军事应用分析[J]. 机器人技术与应用, 2023(3): 6-8.
- [10] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 国家机器人检测与评定等单位联合发布机器人智能等级划分标准[EB/OL]. (2022-09-19)[2024-06-30]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/cyfz/zcyfz/202209/t20220923_1336072.html.
- [11] 人形机器人创新发展指导意见[J]. 中小企业管理与科技, 2023(21): 10-14.
- [12] CHRISTENSEN H, AMATO N, YANCO H, et al. A roadmap for US robotics—from internet to robotics 2020 edition[J]. Foundations and Trends in Robotics, 2021, 8(4): 307-424.
- [13] NSF. Dear Colleague Letter: NRI Sunset Announcement[EB/OL]. (2022-05-03)[2024-06-30]. <https://www.nsf.gov/pubs/2022/nsf22081/nsf22081.jsp>.
- [14] 美国国家航空航天局瓦基里人形机器人进入最后全面测试阶段[EB/OL]. (2023-12-29)[2024-06-30]. <https://www.163.com/dy/article/IN5CJUN50514R8DE.html>.
- [15] IFR. 2023World Robotics R&D Program[EB/OL]. (2023-01-12)[2024-06-30]. <https://ifr.org/r-and-d>.
- [16] Konradin Mediengruppe. Aktionsplan robotikforschung; bundesforschungsministerium plant KI-und Robotik-Offensive[EB/OL]. (2023-01-21)[2024-06-30]. <https://automationspraxis.industrie.de/ki/aktionsplan-robotikforschung-bundesforschungsministerium-plant-ki-und-robotik-offensive/>.
- [17] 徐永春. 法国宣布投资 8 亿欧元发展机器人产业[EB/OL]. (2021-10-25)[2024-06-30]. <https://www.scijrb.com/2021/10/26/99296424.html>.
- [18] 徐永春. 法国启动“有机机器人”国家科研项目[EB/OL]. (2024-03-12)[2024-06-30]. <http://www.news.cn/20240312/0a8e4553ec624f799f3fefbbf3af2410/c.html>.
- [19] 朱妍. 人形机器人产业发展现状与启示[J]. 科技和产业, 2023, 23(22): 136-141.
- [20] 罗连发, 谭俊. 国际机器人产业政策的主要经验及其对我国的启示[J]. 武汉科技大学学报(社会科学版), 2020, 22(5): 558-571.
- [21] 科技战略动态[J]. 科技中国, 2024(3): 99-102.
- [22] 人民网研究院. 人形机器人技术专利分析报告[EB/OL]. (2023-11-27)[2024-06-30]. <http://finance.people.com.cn/n1/2023/1127/c1004-40126768.html>.
- [23] 山东省人民政府. 山东省促进人形机器人产业创新发展实施方案(2024—2027年)[EB/OL]. (2024-04-30)[2024-06-30]. http://www.shandong.gov.cn/art/2024/4/30/art_307620_10349207.html.
- [24] 安徽省工业和信息化厅. 关于公开征求《安徽省人形机器人产业发展行动计划(2024—2027年)》(征求意见稿)意见的公告[EB/OL]. (2024-05-29)[2024-06-30]. <https://jx.ah.gov.cn/sy/wjgg/149442811.html>.
- [25] 北京市人民政府办公厅关于印发《北京市机器人产业创新发展行动方案(2023—2025年)》的通知[EB/OL]. (2023-06-28)[2024-06-30]. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj2016/bgtwj/202306/t20230628_3148572.html.
- [26] 上海市经济信息化委 市发展改革委 市科委 市财政局 市统计局关于印发《上海市促进智能机器人产业高质量发展行动方案(2023—2025年)》的通知[EB/OL]. (2023-10-26)[2024-06-30]. <https://www.shanghai.gov.cn/gwk/search/content/6f6aab8a8745441b96220b0180f628d4>.
- [27] 关于印发《江苏省机器人产业创新发展行动方案》的通知[EB/OL]. (2024-04-09)[2024-06-30]. http://gxt.jiangsu.gov.cn/art/2024/4/19/art_6299_11222856.html.
- [28] 深圳市工业和信息化局 深圳市发展和改革委员会 深圳市科技创新委员会 关于发布《深圳市培育发展智能机器人产业集群行动计划(2022—2025年)》的通知[EB/OL]. (2022-06-06)[2024-06-30]. https://www.sz.gov.cn/szst2010/wgkzl/jcgk/jcygk/zyggfa/content/mpost_9892547.html.
- [29] 广东省工业和信息化厅 广东省发展和改革委员会 广东省科学技术厅 广东省商务厅 广东省市场监督管理局关于印发《广东省培育未来智能装备产业集群行动计划》的通知[EB/OL]. (2024-02-08)[2024-06-30]. http://gdii.gd.gov.cn/stjjst/content/post_4380576.html.

[30] 张露. “发现广州新质生产力”一线调研 | 机器人总动员
不止于车间 [EB/OL]. (2024-06-20) [2024-06-30].

<https://huacheng.gz-cmc.com/pages/2024/06/20/34303664141d4e0eb09c205381318412.html>.

Countermeasures and Suggestions for Developing Humanoid Robots in Guangzhou from the Perspective of International Comparison

LÜ Dong, SUN Qiujian, XU Lu, LI Bo

(Guangzhou Institute of Science and Technology Development Strategy, Guangzhou 510000, China)

Abstract: Humanoid robots are one of the important development directions of the future-oriented industries. With large development potential and wide application prospects, humanoid robots have become new high ground for technological competition and new engines for economic development. By comparative analysis the strategy and policy of global technology powers and domestic cities for humanoid robots, some suggestions are proposed. Guangzhou should adapt measures suiting local conditions, promote the development of humanoid robot industry from breakthroughs in core technologies in key fields, expansion of typical application scenarios, construction of industrial ecology, support of industrial elements, develop new quality productive forces at a faster pace.

Keywords: humanoid robot; future industry; new quality productive forces