

上海科学技术情报研究所
上海市前沿技术发展研究中心
技术与创新支持中心(TISC)



专利与创新

PATENT AND INNOVATION

2024 年

第 12 期

人形机器人技术专利态势

编者按

人形机器人又称仿生人，是一种旨在模仿人类外观和行为的机器人。人形机器人设计制造的目的是为了实现在人机交互，继而实现辅助人类的生产生活。与简单重复性的机械流程操作只需解决效率和精密度不同，人形机器人的应用场景决定了其技术积淀必须足够深厚，至少足以应对复杂和多样化的生产生活场景。随着机器人学的发展，当前已经可以设计出功能化、拟真化的人形机器人。

经过人形机器人专利技术的发展，各专利局人形机器人的专利累计受理量以中国最多，其次分别为日本、美国、欧洲，中国因累计受理案件量最多成为主要竞争市场。从各个技术分支的申请量上看，目前人形机器人的技术热点在结构、感知和控制系统中。当前，以人形机器人和通用人工智能为代表的新技术、新产品、新业态蓬勃

发展，正成为全球科技创新的制高点、未来产业的新赛道和经济增长的新引擎。

笔者从知识产权的角度，梳理了人形机器人技术全球专利竞争格局、海内外专利动态、创新与思考，供读者参考。

目

录

全球专利竞争格局.....	4
全球人形机器人的主要专利受理国为中日美.....	4
全球人形机器人的主要专利技术在结构、感知和控制.....	7
中国人形机器人专利申请量增速显著.....	12
海内外专利动态.....	14
美国宇航局和通用汽车联合申请人形机器人专利.....	14
优必选人形机器人有效专利数全球第一.....	16
华为持续推进人形机器人专利布局.....	18
创新与思考.....	19
人形机器人的创新发展与专利保护.....	19
从专利展望人形机器人的未来进化.....	21

全球专利竞争格局

全球人形机器人的主要专利受理国为中日美

图 1 从地域布局分析的角度，展示了 2000 年至 2022 年间，人形机器人技术专利在全球的申请趋势。

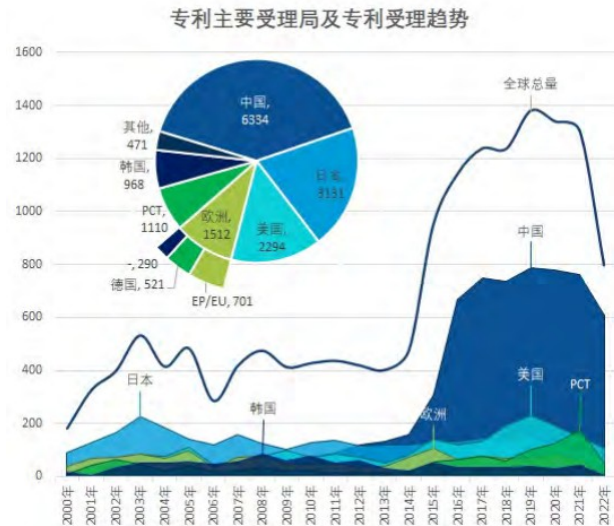


图 1 人形机器人技术专利的主要受理局及受理趋势

根据图 1，人形机器人全球专利申请可划分为四个发展阶段：

技术萌芽阶段（2000 年以前）：人形机器人技术早在 2000 年前就有相关专利申请，该阶段专利申请量较少，以日本专利为主。

缓慢发展阶段（2000 年-2014 年）：专利年申请量较少，呈现缓慢增长的趋势。前期以日本专利为主，其次是美国、韩国以及欧洲专利（以德国专利为主，其次是欧专局 EP 发明专利和欧盟 EU 外观设计专利）。该阶段后期，各国专利申请布局态势发生变化：早期主导申请的日本专利大幅下降进入平缓发展阶段，韩国、欧洲专利进入专利申请下行通道，美国专利申请量波动，而中国作为新的布局者入场，专利申请呈现缓慢增长趋势，从 2012 年开始，中国的专利申请量超过日本成为第一。各国专利申请增减相消，因此全球专利申请量

呈现平稳发展趋势。

快速发展阶段（2015 年-2017 年）：专利年申请量相比之前有明显增长，主要原因在于中国众多新申请人涌入该技术领域，使得中国的专利申请量呈爆发式增长，并与其他国家的申请量之间快速拉开差距。同步呈现增长的还有美国专利、欧洲专利和 PCT 申请（Patent Cooperation Treaty，专利合作条约）。其中，美国的专利申请量于 2017 年正式超过日本，并稳定保持在仅次于中国的第二位。日本专利仍延续上一阶段的平稳发展态势，韩国专利申请量较少。

稳定发展阶段（2018 年以来）：人形机器人相关技术年均申请量维持高位增长，2019 年达到峰值，2020 年开始趋于稳定。在此期间仍以中国专利为主、美国专利位居第二。中国、日本、欧洲、韩国专利申请分别在各自申请区间内维持平稳状态，美国、PCT 申请保持持续增长。另由于发明专利公开有 18 个月的滞后期，因此 2021 年、2022 年的实际申请量可能多于上图已公开的专利数。

经过上述阶段的发展，各专利局人形机器人专利累计受理量以中国最多，

其次分别为日本、美国、欧洲，中国因累计受理案件量最多成为主要竞争市场。

图 2 示出了人形机器人技术专利在各地区的专利申请人数及人均申请量。

由图 2 可知，在人形机器人技术领域，中国专利中的申请人数最多，其次是美国，而日本、欧洲、韩国专利申请人数较少。但从人均申请量来看，日本人均申请量远超其他地区专利申请人，中国人均申请量最少。



图 2 各地区人形机器人技术专利申请人数及人均申请量

图 3 示出了各地区专利申请人数变化趋势，以及各年排名前三申请人专利数对于该地区当年专利申请总数的占比情况。其中，各年排名前三申请人专利数对于该地区当年专利申请总数的占比情况用来表征专利申请人的集中度。

如图 3 所示，在人形机器人技术领域，中国的专利集中度自 2000 年来整

体呈下降趋势，并在 2014 年后在 20%-30%间波动。目前中国的专利集中度较低，虽然近年前三申请人占比有小幅回升，考虑到中国的申请人数量多，可以推知，中国在该领域的竞争非常激烈，暂未出现垄断态势。

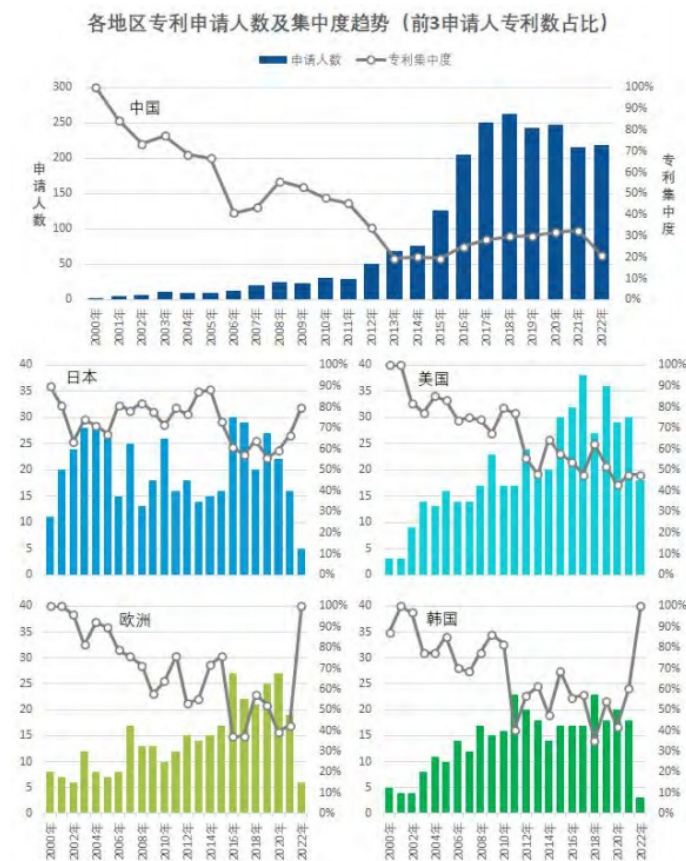


图 3 各地区专利申请人数量以及集中度变化趋势

日本的专利集中度在 80%左右波动，因此，目前日本的专利集中度较高。考虑到日本的申请人数量不多，且波动量并不大，可以推知，日本在该领域的竞争并不激烈，但在其国内已形成垄断的态势。

美国的专利集中度呈波动下降的趋势，并在 2014 年后在 50%上下浮动，

因此，目前美国的专利集中度处在中国和日本之间。考虑到美国的专利申请人总量不多，可以推知，美国的专利申请人在该技术领域的竞争压力处在中国和日本之间。

欧洲、韩国的专利集中度也呈波动下降的趋势，也在 2014 年后在 50% 上下浮动。因此，目前欧洲、韩国的专利集中度与美国相仿，考虑到欧洲、韩国的专利申请人数量较小，可以推知，欧洲、韩国的专利申请人在该技术领域的竞争并不激烈，且垄断态势尚不明显。

资料来源：人民网. 人形机器人技术专利分析报告. 2023.11.27[2024-03-04].
<http://download.people.com.cn/yanjiuyuan/twentythree17007239021.pdf>

全球人形机器人的主要专利技术在结构、感知和控制

本文从技术分支的角度来介绍人形机器人在全球范围内的专利技术分布情况。图 1 示出了人形机器人的主要技术分支的专利布局概况。由图 1 可知，在人形机器人技术领域，目前已积累的技术主要集中在本体结构部分，智能感知和驱动控制的申请量紧随其后，核心零部件以及支撑环境技术分支的申请量较

少。从各个技术分支的申请量上看，目前人形机器人的技术热点在结构、感知和控制系统中。



图 1 人形机器人的主要技术分支的专利分布情况

图 2 示出了人形机器人的各技术分支的专利分布情况。在人形机器人技术领域，专利申请主要集中在 A 本体结构、C 智能感知、D 驱动控制上，B 核心零部件、E 支撑环境技术分支的申请量较少。具体而言：

在 A 本体结构方面，主要布局在 A31 手掌、A33 手臂、A41 腿部、A42 足部以及 A6 关节；

在 B 核心零部件方面，专利数量整体较少，其中 B1 减速器方面专利稍多；

在 C 智能感知方面，专利主要布局在 C1 机器视觉，其次是 C44 路径规划；

在 D 驱动控制方面，专利主要布局在 D32 步态控制以及 D31 手臂运动控

制方面；

在 E 支撑环境方面，专利数量整体较少。



图 2 人形机器人的各技术分支的专利分布情况

图 3 示出了与 A 本体结构相关的专利技术构成情况。如图 3 所示，在 A 本体结构相关专利中，A6 关节技术是其中的核心技术，与多个其他技术分支具有关联，尤其是 A41 腿部、A42 足部、A31 手掌和 A33 手臂；A11 头部、A12 面部、A13 眼睛、A21 颈部技术与其他技术主题之间存在一定独立性。

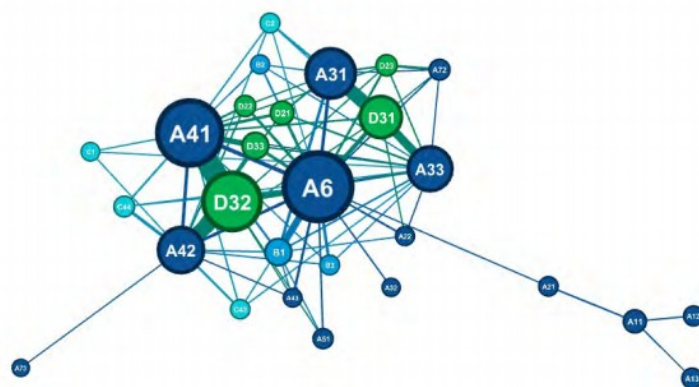


图 3 A 本体结构相关专利技术构成

在涉及其他技术主题的主要分支中，D32 步态控制与 A41 腿部、A42 足部关联度高；D31 手臂运动控制与 A31 手掌和 A33 手臂关联度高；B1 减速器、B3 编码器均与 A6 关节技术具有一定关联；D21 电动驱动与 A41 腿部、A6 关节技术关联度高，D22 液压驱动与 A41 腿部技术关联度高，D23 气动与 A72 肌肉、A6 关节技术关联度高。

图 4 示出了与 B 核心零部件相关的专利技术构成情况。如图 4 所示，在 B

核心零部件方面，B1 减速器、B2 电机、B3 编码器均与 A6 关节技术关联度高。

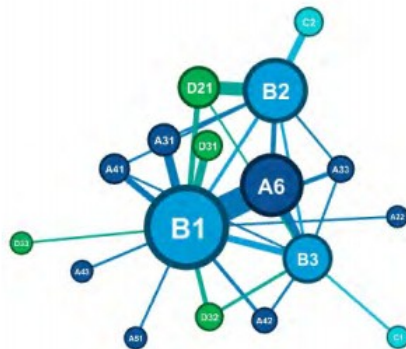


图 4 B 核心零部件相关专利技术构成

此外，B1 减速器还与 A41 腿部、A31 手掌具有一定关联；B2 电机还与 D21 电动驱动、C2 触觉感知关联度较高；B3 编码器与 A33 手臂、A42 足部、D32 步态控制存在一定关联。

图 5 示出了与 C 智能感知相关的专利技术构成情况。如图 5 所示，在 C 智能感知方面，C1 机器视觉与 C41 建图、C42 定位、C43 自主避障、C44 路径规划关联度较高，C41 建图、C42 定位、C43 自主避障、C44 路径规划之间关联度高。

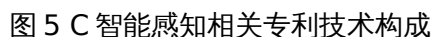


图 6 示出了与 D 驱动控制相关的专利技术构成情况。如图 6 所示，在 D 驱动控制方面，D32 步态控制与 A41 腿部、A42 足部关联度较高，此外还涉及 A6 关节、C1 机器视觉、C44 路径规划等技术。D31 手部运动控制涉及 A33 手臂、A31 手掌等技术。D21 电动驱动主要涉及 B1 减速器、B2 电机，以及 A31 手掌、A41 腿部、A6 关节等技术；D23 气动主要涉及 A72 肌肉、A6 关节、A31 手掌等方面技术。

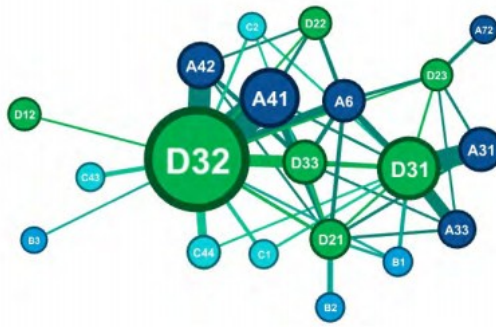


图 6 D 驱动控制相关专利技术构成

图 7 示出了与 E 支撑环境相关的专利技术构成情况。如图 7 所示，E 支撑环境方面专利布局较少。其中 E31 算法开发与验证技术与 C1 机器视觉、C44 路径规划、D32 步态控制存在一定关联。

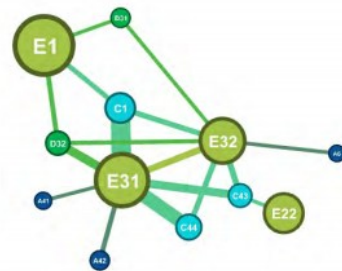


图 7 E 支撑环境相关专利技术构成

图 8 示出了各国申请人技术布局情况。由图 8 可知，各国申请人（本国国籍）技术布局侧重有所不同，其中：

中国申请人重点布局了 A 本体结构，占比接近 50%，此外，相对于其他申请人，在 B 核心零部件方面布局占比同样较高；

日本申请人重点布局了 A 本体结构和 C 智能感知，在 E 支撑环境方面布局

专利较少；

韩国申请人重点布局了 A 本体结构、C 智能感知和 D 驱动控制，在 B 核心零部件和 E 支撑环境方面布局专利较少；

法国申请人重点布局了 A 本体结构和 C 智能感知，并且在 E 支撑环境方面布局占比相对于其他申请人而言较高，在 D 驱动控制方面布局占比较少；

美国申请人重点布局了 A 本体结构、C 智能感知和 D 驱动控制。

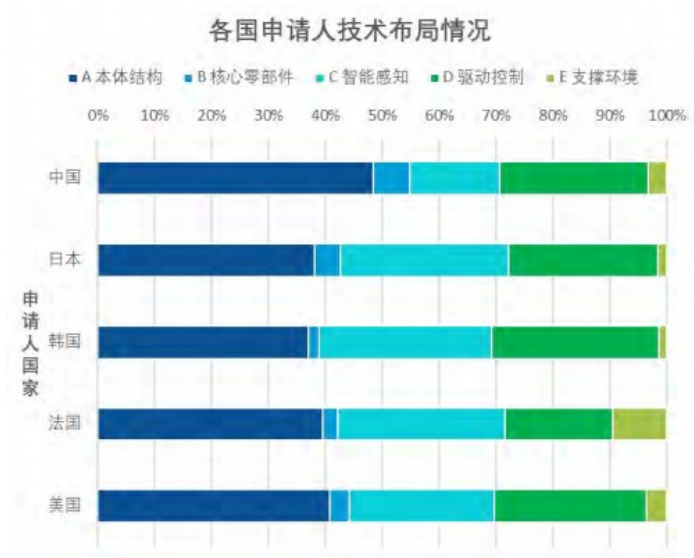


图 8 各国申请人技术布局情况

资料来源：人民网. 人形机器人技术专利分析报告. 2023.11.27[2024-03-04].

<http://download.people.com.cn/yanjiuyuan/twentythree17007239021.pdf>

中国人形机器人专利申请量增速显著

作为全球最大的机器人市场和增长最快的新兴市场，中国对人形机器人需求日益增长，并将带动更多智慧解决方案。业内人士表示，随着大语言模型推动人工智能技术进步，加之大数据和高算力带动机器人运控算法上的技术储备日益雄厚，人形机器人向应用阶段快速迈进亦值得期待。

专利的数量，可以体现出一个国家或地区的科技水平高低；专利的转化，则可以反映出专利的创新能力和市场化程度。

2023 年 11 月 27 日，人民网研究院发布《人形机器人技术专利分析报告》（以下简称《报告》），报告由中国机器人产业联盟及传播内容认知国家重点实验室研究员张冬明提供学术支持。《报告》显示，中国已成为人形机器人技术专利申请数量和有效专利数量最多的国家。人形机器人专利申请主要来自中国、日本、韩国、法国和美国，其中中国、日本专利申请人总专利数均超过 6000 件。

从申请时间来看，早期专利申请主要来自日本申请人，其在 2000 年至

2008 年保持绝对优势（主要来自本田和索尼，其次为丰田）。2014 年来，中国人形机器人技术专利申请增速显著，主要来自清华大学、北京理工大学、浙江大学等高校，以及优必选科技等企业。当前，优必选科技排在全球人形机器人领域有效技术专利总量的前列。

从技术专利数量可以看出，中国企业和机构进行了大量的前瞻性技术布局，经过多年持续的研发投入储备了大量核心技术，这为中国人形机器人产业打下了良好的技术基础，提升了整体竞争力，将助力人形机器人产业高质量发展，帮助中国更好地迎接第四次工业革命的新技术浪潮。

近十年，全球范围内的人形机器人技术专利申请数量呈现出增速显著提升的趋势。在主要申请国家中，中国的专利集中度相对较低，这说明了中国在该领域的竞争相对激烈，行业活力较强。随着越来越多的企业、高校、科研机构持续投入人形机器人研发，各项技术的进步也加快了人形机器人产品研发和商业化应用，推动人形机器人进入产业化落地阶段。

从落后到跟跑乃至领跑的发展过程，体现了近十年中国人形机器人产业发展加速。一方面得益于中国机器人产业发展势头强劲，产业规模已居全球首位，

此外，中国在基础核心技术方面也取得了持续的突破，使得人工智能技术进入了全球的第一梯队，为人形机器人产业的发展奠定了坚实的基础。另一方面，中国政府高度重视人形机器人的发展，并将其列为重点支持的战略性新兴产业之一。

近日，工信部印发通知，组织开展 2023 年未来产业创新任务揭榜挂帅工作，面向元宇宙、人形机器人、脑机接口、通用人工智能等 4 个重点方向，聚焦核心基础、重点产品、公共支撑、示范应用等创新任务，发掘培育一批掌握关键核心技术、具备较强创新能力的优势单位，突破一批标志性技术产品，加速新技术、新产品落地应用。

早在今年 7 月，北京市印发《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023-2025 年）》，提出要全力建设全球机器人技术创新策源地、应用示范高地和高端产业集聚区，构建“1+4”机器人产品体系，即加紧布局人形机器人，带动医疗健康、协作、特种、物流 4 类优势机器人产品跃升发展。预计到 2025 年，北京将打造国内领先、国际先进的机器人产业集群，产业创新能力

大幅提升，全市机器人核心产业收入达到 300 亿元以上。

业内人士表示，一方面，人形机器人产业技术壁垒高、产业附加值高、市场规模巨大，可以为其他前沿技术研发和应用提供平台支撑，为经济增长提供新动能。另一方面，人形机器人能够填补劳动力缺口，提高生产效率。养老、医疗、教育、家政等机器人的推广应用，有利于提高人民生活水平，增进民生福祉。

资料来源：人民网 2023-11-27 新闻

海内外专利动态

美国宇航局和通用汽车联合申请人形机器人专利

美国宇航局（NASA）和通用汽车（General Motors）这两个处于自主机器人前沿的组织开发了 Robonaut 2（R2）。R2 是一种最先进、灵巧的人形机器人，能够以自动化方式或通过遥操作（teleoperation）来执行任务。整个项目中开发的技术代表了自主人形机器人的前沿。这些技术既可以以模块化方式，也可以作为集成系统用于许可，以增强机器人产品。图 1 示出了机器人

R2 的外观。

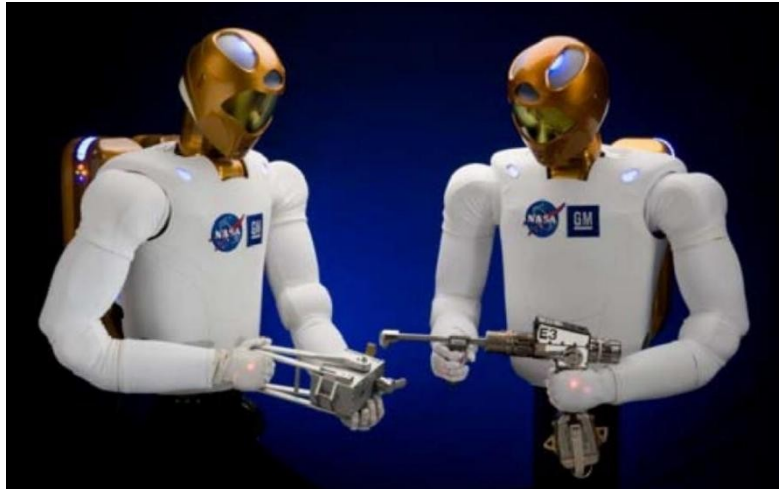


图 1 机器人 R2 的外观

R2 具有先进的接口和控制技术，其允许 R2（和其他人形机器人）实现安全有效的自主控制或基于遥操作的控制。接口实现简单的控制，而额外的控制系统确保安全的人机交互，监控机器人系统的健康状况，为机器人电机提供故障安全中断，并确保在各种潜在运动中的电气连接。

美国宇航局和通用汽车开发的自主机器人 R2 所包含的技术包括：人形机器人的安全工作空间控制技术、自主控制系统、健康管理系统以及高度耐用的连接器引脚。

在人类（例如，工厂工人或宇航员）在 R2 附近工作或与 R2 互动的场景中，安全至关重要。人形机器人的安全工作空间控制技术在速度控制机器人机构

(美国专利 US8,676,382) 以及力或阻抗控制机器人 (美国专利 US8,483,877) 中应用工作空间限制的方法，有助于确保这种安全性。为了实现机器人 R2 与人类间的安全互动，开发了一种新颖的安全监控系统。该系统甚至满足国际空间站 (ISS) 的严格要求，以确保人类能够以安全的方式在人形机器人附近工作或与人形机器人互动。

人形机器人的自主控制系统可以包括多优先级操作空间阻抗控制系统、交互式机器人控制架构和附加系统。其中，多优先级操作空间阻抗控制系统 (美国专利 US8,170,718) 提供包括可编程笛卡尔刚度的手臂控制；交互式机器人控制架构 (美国专利 US8,364,314、US8,260,460 和 US8,706,299) 包括简单的 GUI 以提供交互式的开发和工作环境，其中该交互式的开发和工作环境集成了由 R2 生成的传感器数据和反馈；附加系统选择并控制适当的机械手来执行抓取操作 (美国专利 US8,483,882) 。机器人 R2 具有先进的控制架构，其利用位于关节级电机控制器的高性能阻抗控制器和中央处理器中基于模型的动态控制系统来实现性能要求。

人形机器人健康管理系统用于人类机器人的诊断、预测和健康管理（美国专利 US8,369,992），其可以在机器人系统的所有硬件和软件级别上运行，以实现系统范围的可观察性、可控性、可维护性、可伸缩性和可扩展性。机器人 R2 具有健康管理系统，其在机器人系统的所有硬件和软件级别上运行，以确保系统范围的可观察性、可控性、可维护性、可伸缩性和可扩展性。

另外，人形机器人健康管理系统还可以包括电磁电机制动技术，以提供允许机器人电机（例如，无刷直流电机）的选择性和可靠制动的电磁故障安全制动器（美国专利 US8,067,909），从而确保人形机器人安全有效的操作。先进的电磁故障安全制动系统主动控制电磁制动系统的电源，以实现机器人电机（例如，无刷直流电机）的选择性制动，从而提高安全性。

高度耐用的连接器引脚旨在解决具有柔性构件的机器人系统中连接器的高故障率（美国专利 US8,033,876）。连接器经常弯曲以至于引起变形并损害连接性，在该情况下，该引脚可以增加连接器的耐用性。

机器人 R2 的先进的接口和控制技术能够确保人机交互的安全性，可以广泛应用于人形机器人的控制、工业制造与维修、太空探索、个人援助和护理、危

险环境中的应急服务和操作、重复性任务的自动化等领域。

**资 料 来 源 ： NASA TECHNOLOGY TRANSFER PROGRAM.
Advanced Humanoid Robotic Interface & Control (MSC-TOPS-103) Cutting-edge systems for humanoid robotics [2023-12-10].
<https://technology.nasa.gov/patent/MSC-TOPS-103>**

优必选人形机器人有效专利数全球第一

作为国内人形机器人领域的代表企业之一，深圳企业优必选人形机器人有效专利数、近 5 年年均专利申请数均居全球第一。11 月 27 日，人民网研究院发布《人形机器人技术专利分析报告》，采集了来自全球范围内超过 15000 件人形机器人技术相关专利。报告数据显示，中国在人形机器人专利申请数量和有效专利数量上均居全球第一。

报告显示，以专利申请人维度统计，优必选科技是全球范围内持有有效人形机器人技术专利数量最多的企业，其所持有的有效专利数量达 763 件；在有效发明专利维度，也以 476 件位居中国第一、全球第二。同时，在人形机器人技术专利申请趋势来看，优必选科技近 5 年年均申请专利数量接近 200 件，多

于本田、丰田、波士顿动力等企业，位居全球第一。

除了数量上的优势外，报告也体现了优必选科技在人形机器人技术布局方面的全面性。报告统计显示，在核心零部件、本体结构、驱动控制三个领域，优必选科技的专利申请数量均为中国第一、全球第二。图 1 示出了优必选人形机器人在迪拜与全球各地游客打太极的情景。



图 1 优必选人形机器人在迪拜打太极的情景

作为人形机器人领导者，自 2012 年成立以来，优必选科技持续投入人形机器人核心技术研发，截至 2023 年 4 月 30 日，优必选科技的全栈式技术拥有 1750 项机器人及人工智能相关专利，其中约 850 项为发明专利，超过 350 项为海外专利；2020 年-2022 年期间，优必选科技研发开支平均占年收入的比重超过一半。伴随着锣声的响起，优必选(9880.HK)于 2023 年 12 月 29 日

9 时 30 分成功登陆港交所，正式成为港股“人形机器人第一股”。

除了企业自身的竞争力外，报告也体现了中国人形机器人产业在全球范围内的技术专利优势。报告显示，中国在人形机器人技术专利方面于多个维度居全球前列。例如，在人形机器人技术专利累计申请总量上，中国以总计 6618 件专利申请数，超过日本、韩国、美国等国家，排名全球第一；在有效发明专利上，也以 1699 件位居全球第二。在人形机器人技术专利集中度上，中国自 2014 年来的专利集中度在 20%-30% 波动，这一数据远低于日本、美国等国家，体现出中国人形机器人行业较强的活力。

中国人形机器人产业的发展，经历了从落后到跟跑，乃至领跑的过程。在人形机器人行业发展早期，日本的企业及学术机构为主要参与方，同时也是主要的技术专利申请人。2015 年，中国在人形机器人技术专利申请方面增速显著，专利申请数量（261 件）首次超越日本（214 件）；2016 年，中国人形机器人技术专利申请量首次成为全球第一（721 件）；2022 年，中国人形机器人技术专利申请总量（6596 件）超过日本（6058 件）成为全球第一。

报告指出，当前以人形机器人和通用人工智能为代表的新技术、新产品、

新业态蓬勃发展，正成为全球科技创新的制高点，未来产业的新赛道和经济增长的新引擎。报告显示中国机器人产业的发展势头强劲，产业规模已居全球的首位。

机器人行业的前景是一片广阔的蓝海。工信部 2023 年 10 月印发的《人形机器人创新发展指导意见》指出：人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，有望成为继计算机、智能手机、新能源汽车后的颠覆性产品，将深刻变革人类生产生活方式，重塑全球产业发展格局。

资料来源：[1] 深圳商报 2023-11-30 新闻

[2] 澎湃新闻 2023-12-31 新闻

华为持续推进人形机器人专利布局

自 2022 年以来，华为在机器人方面布局不断。2022 年 4 月，达闼机器人与华为在北京签署合作协议，共同建设昇腾 AI 生态。根据协议，双方将共同打造云端机器人城市运营联合解决方案，推广机器人运营服务，并开展多模态大模型开发、机器人创新应用等领域的全方位合作。

2023 年 6 月，华为全资成立了东莞极目机器有限公司，注册资本为 8.7 亿元，经营范围为电子器件制造、工程和技术研究试验等。华为或将借助极目机器切入机器人赛道。

2023 年 9 月，华为在全连接大会上，在《华为云机器人平台，携手共创具身智能未来》的专题演讲中探讨了未来将如何探索具身智能并打造智能机器人，迎接下一个 AI 浪潮，将致力于为企业提供机器人平台，让企业能够更加灵活地使用机器人，并将其应用于不同的场景。2023 年 11 月 17 日，乐聚宣布首款基于开源鸿蒙的人形机器人发布，其硬件设备基于开源鸿蒙的 KaihongOS 人形机器人智能开发平台，是一款以人形机器人为载体的万物互联教学系统。

此外，华为获得了多个机器人相关的专利授权，如“机器人的安全防护方法、装置与机器人”（2022 年 6 月）、“一种机器人手臂及机器人”（2023 年 1 月）、“一种人机对话的系统和方法”（2023 年 6 月）等。2023 年 6 月，华为云计算技术有限公司申请专利“一种模型更新方法及装置”，用于解决足式机器人基于预设的运动决策模型，无法在真实环境中稳定运行的问题。这些专利均对人形

机器人落地有着重要意义。

从上述布局来看，华为目前对于人形机器人的商业盈利模式仍然处于探索之中，但进入人形机器人产业趋势已经较为明确。

资料来源：新浪财经 **2023-11-30** 新闻

创新与思考

人形机器人的创新发展与专利保护

2023年10月20日，工业和信息化部印发《人形机器人创新发展指导意见》（下称《指导意见》），按照“谋划三年、展望五年”作出部署，提出到2025年，人形机器人创新体系初步建立；2027年，技术创新能力显著提升，综合实力达到世界先进水平。

推进人形机器人产业创新迈向应用层面，离不开技术创新的有力支撑，更需要尽早进行完善的知识产权布局。中国电子学会副秘书长梁靓介绍，人形机器人反映了当今世界智能装备的较高技术水平，将成为推动经济高质量发展的新引擎。当前，人形机器人正处于产业发展的培育期，产业各方普遍期望加快研制成熟可应用的产品。业内专家指出，领域内创新主体应锚定关键技术加强研发创新，并做好全过程知识产权布局，推动人形机器人产业高质量发展。

站上时代风口 创新提速发展

当前，人形机器人与通用人工智能融合发展正迎来“热潮”。《指导意见》指

出，人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，有望成为继计算机、智能手机、新能源汽车后的颠覆性产品，将深刻变革人类生产生活方式，重塑全球产业发展格局。

在今年的世界机器人大会新闻发布会上，仿生人形机器人“介绍”了大会有关情况，引发关注。该机器人研发企业辽宁新次元智能科技发展有限公司（下称EX 机器人）便是一家集仿生人形机器人研发、生产、制造、运营等于一体，具备批量化生产仿生人形机器人能力的企业。“创新是企业发展的力量，技术是一个品牌的底气。”EX 机器人营销总监马成君介绍，EX 机器人在机器人结构、核心零部件、虚拟现实技术等多个重点领域展开攻关，掌握了机器人机械结构、控制系统、智能交互系统、新材料仿生皮肤等人形机器人重要领域的核心技术，并重点对创新成果进行知识产权布局。

“据投资银行高盛预测，到 2035 年，人形机器人市场规模有望达到 1540 亿美元。因此，开展人形机器人技术及产业创新，整合和集中优质资源攻关关键技术 and 核心零部件薄弱环节，将是对传统机器人产业链的升级和再造，有望

抢占科技竞争新高地，开辟未来产业新赛道，构建数字经济与实体经济融合的桥梁。此外，人形机器人具备类人形态，能够适配人类工作环境，在养老助残、环境清洁、医疗康养等领域具备巨大应用潜力，为缓解老年护理劳动力短缺问题、减轻家庭和社会负担等提供新的解决思路。”梁靓表示。

面对巨大的市场需求，我国创新主体正进一步推动人形机器人的研发创新。“行走、爬坡、取咖啡……我们的人形机器人‘小星’不但能实现类似人脑的思考与判断，并且能完成被交付的复杂任务。”北京星动纪元科技有限公司（下称星动纪元）有关负责人介绍，这得益于星动纪元在人形机器人“大脑”“小脑”“肢体”等一批关键部件上的技术研发攻关。“公司积极推动将人形机器人与大模型结合，使机器人可以在视觉图像和大模型的指导下完成货物搬运、‘手’上操作等各项复杂的工作；强化学习算法与传统控制学算法的融合，使得机器人突破模型建立与预测的局限，能够更好地适应不同的环境。这些创新成果旨在解决人形机器人智能性和动态性不足，以及成本高昂等痛点。目前，星动纪元已就人形机器人结构及其关键核心零部件、上层通用算法等方面的创新进行了专利布局。”该

负责人表示。

重视保护运用 产业方兴未艾

工业和信息化部在针对《指导意见》发布的解读中指出，我国人形机器人产业前期已有一定基础，但在关键基础部件、操作系统、整机产品、领军企业和产业生态等方面仍存在短板弱项。业内专家指出，需要集聚资源推动关键技术创新，在产业共性技术研发方面形成合力，突破人形机器人产业关键卡点，做好知识产权布局，培育形成新质生产力，推动产业高端化发展。

“相关单位应组织实施‘揭榜挂帅’，协调组织专精特新企业，重点围绕自研芯片、驱传动装置等人形机器人核心关键领域开展技术研发，研究感知、认知等共性问题的解决方案，并积极推进人工智能、大数据等新一代信息技术与人形机器人深度融合；发挥人形机器人相关组织作用，推进技术交流、供需对接、国际合作，研判产业发展趋势特征、挖掘产业人才；推进人形机器人制造业创新中心建设，整合科研机构、企事业单位等资源，形成产学研深度融合格局；建设人形机器人供需对接平台，构建‘应用牵引、整机带动、软硬协同、生态培育’的人形机器人创新发展路径，支持企业拓宽人形机器人应用场景，推动人形

机器人产品市场化应用。”梁靓指出。

作为一家由清华大学交叉信息研究院孵化的企业，星动纪元上述负责人建议，企业应高效开展人形机器人领域产学研合作。“在产学研合作中，企业可以借助高校的研究实力和人才优势，开展前沿技术研究和创新活动，高校、科研机构借助企业提供的市场需求和产业化经验，为科研创造更多实践机会和成果转化渠道。”星动纪元上述负责人说，在产学研合作中，要格外重视知识产权工作。参与各方应建立紧密的合作机制，共同制定知识产权保护策略，明确各方的权利和义务，通过签订合作协议、设立联合实验室等方式，明确创新成果转移转化的路径和方式，建立合理的技术转让和转化收益分配机制，确保知识产权的创造、运用、保护得到有效推进，推动人形机器人产业加速发展。

“目前，人形机器人进入高速发展阶段，但距离真正商业化还有很长的路要走。”南方科技大学电子与电气工程系主任孟庆虎指出，要实现人形机器人大范围应用，知识产权工作不容忽视。“知识产权决定一家企业是‘敢为人先’还是‘照猫画虎’。领域内创新主体应积极加强知识产权保护工作，既保障自身权利不被

侵犯，又能与其他企业形成开展自主攻关、加速创新创造的竞发优势，实现‘良币驱逐劣币’，推动人形机器人产业高质量发展。”孟庆虎表示。

资料来源：中国知识产权报 2023-12-05 新闻

从专利展望人形机器人的未来进化

人形机器人的表现对我们来说并不完全陌生。还有，科幻电影在我们对这类机器人的理解中发挥了很大作用。这方面最好的例子之一就是电影《机器管家（Bicentennial Man）》。这部美国科幻剧于 1999 年上映，讲述了安德鲁（罗宾·威廉姆斯饰演）——一个能够感受情感的人形机器人的故事。

虽然这部电影让我们对人形机器人有了一个大致的了解，但它的技术远不止看上去那么简单。此外，它是一个具有一些类似人类的特征的、看起来像人类的机器人。就像人类一样，它有躯干、头部、两个胳膊和两条腿。它的设计和材料可因用途而异。

Nigel Shadbolt 博士（牛津大学教授）评论说，“我们现在正在进入一个儿童将与机器人朋友一起成长、老年人将由机器人看护照顾的时代”。

人形机器人在商业上是可行的，并被证明在对人类来说困难的领域是有用的。它们被构建成为模仿人类运动和互动的专业服务机器人。作为示例，专业服务机器人可以应用于国防领域、检查与维护领域、灾难响应领域，医疗领域，还可以应用于取决于人形机器人的能力的其他领域。

现在，让我们研究一些与人形机器人相关的专利：

US8511964B2-人形机器人相关专利列表中的第一项公开了一种机器人，其包括躯干、两个手臂、两只手、颈部和头部。躯干沿着主轴延伸，并且呈现出两个肩部。两个手臂从相应的肩部可移动地延伸。图 1 示出了美国专利 US8511964B2 公开的人形机器人的结构。



图 1 US8511964B2 公开的人形机器人的结构示意图

US20120209433A1-该发明公开了一种社交机器人。该社交机器人包括头部，其中设有由网络摄像头构成的人工视觉系统、由麦克风构成的语音识别系统以及表情系统。该社交机器人包括两个用于运动的工作轮。图 2 示出了美国专利申请 US20120209433A1 公开的人形机器人的结构。

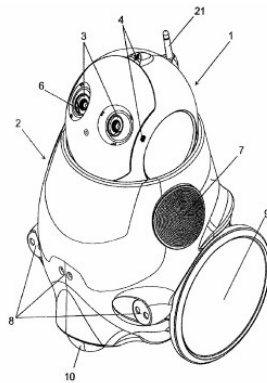


图 2 US20120209433A1 公开的人形机器人的结构示意图

US8676381B2-该专利公开了一种机器人，其在关节中包括用于稳定行走的伺服电机。该关节包括传感器单元，用于测量机器人的着陆信息和高度信息。图 3 示出了美国专利 US8676381B2 公开的人形机器人的结构。

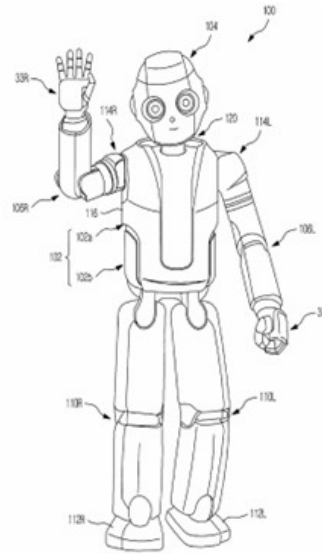


图 3 US8676381B2 公开的人形机器人的结构示意图

下面将结合机器人学简史来进一步介绍人形机器人的发展和展望。图 4 示出了机器人学发展的简史。



图 4 机器人学简史图

1495 年，列奥纳多·达·芬奇勾画了一个“人形机器人”的计划，该人形机器人被称为列奥纳多的机器人（Leonardo's Robot）。该机器人可以站立、坐着、挥动手臂、抬起护目镜和移动头部，同时张开和合上下巴。滑轮和缆线有助于整个机器人的功能。

1927 年，第一次世界大战老兵威廉·理查兹上尉和飞机工程师艾伦·雷菲尔

制造了第一个野蛮机器人（Eric）。该机器人由两个人操作，而 Eric 的声音通过无线电信号接收。他能坐和站。

2000 年，本田（Honda）制造了第一个行走机器人 ASIMO（Advanced Step in Innovative Mobility，创新移动性的先进阶段）。ASIMO 有能力识别物体、手势、周围环境、声音和面孔。

2001 年，索尼还制造了一款紧凑型机器人（高 50cm）。它能够两足运动它不仅完成基本动作，还能单脚保持平衡，甚至能踢球。

2003 年，大阪大学开发了 Actroid，其在视觉上与人类非常相似。它可以模仿类生物的功能，诸如眨眼、说话和呼吸。

2004 年，阿鲁迪巴机器人（Aldebaran Robotics）开发了 Nao 可编程机器人。Nao 是索尼机器狗 Aibo 的替代品。Nao 参加了一项名为 RoboCup 标准平台联赛（SPL）的国际机器人足球比赛。

2016 年，大卫·汉森（美国机器人专家）发明了 Sophia——世界上第一个机器人公民。她有五十种面部表情，同样能表达感情。Sophia 获得了联合国开发计划署有史以来第一个创新冠军的称号，也是第一个非人类。她甚至获得了

联合国的头衔。此外，Sophia 使用语音识别技术，能够随着时间变得更聪明！

我们可以使用这个机器人完成很多任务。为了确保它们能够处理各种情况，我们必须为其设计选择合适的材料。以下是一些机制：

传感器——为了让机器人表现得像人一样，传感器发挥了很大的作用。传感器的使用放大了这些人形机器人的能力。这些传感器可以让机器人像人类一样执行各种智能功能。人形机器人中使用了各种传感器，例如光传感器、声音传感器、温度传感器、接触传感器、接近传感器、距离传感器、压力传感器、倾斜传感器。例如，在 AISMO 中，躯干的下部具有地面传感器，该传感器包括一个激光传感器和一个红外传感器。该激光传感器检测地面，而红外传感器检测成对的地板标记，以便它可以根据计划的地图确认路径导航。

致动器——人体是动态的，并且根据需要来工作。我们可以很容易地捡起一块石头，并且这可以在 10 到 15 秒内发生。为了能够在机器人中复制这一点，我们使用像肌肉和关节一样工作的致动器（虽然利用不同的结构），以实现与人类运动相同的效果。主要是旋转致动器在人形机器人中起着重要的作用。图 5 示出了致动器在人形机器人中的分布示例。



图 5 致动器在人形机器人中的分布示例

控制器——控制器是机器人中用来协调机械系统的所有运动的部分。控制器还通过各种传感器接收来自周围环境的输入。机器人控制器的核心是与输入/输出以及监控设备相连的微处理器。控制器发出的命令激活由各种控制器、致动器和放大器组成的运动控制机构。

电机（直流/交流）——电机帮助机器人实现旋转运动。步进电机无需额外的编码器即可提供精确的定位。无刷直流电机是自主功能的理想选择，因为它们即使在最小的电源电压下也能驱动。如今，电子换向直流电机是长使用寿命和最大动态的最佳选择。

电源——机器人的工作动力由电池提供——液压、太阳能或气动电源。

人工智能——早期的机器人和机器人技术仅限于机械和电子领域，因为它

们被用于提高工艺的机械输出。然而，在人工智能的帮助下，机器人现在在许多方面变得更加智能和高效。人工智能通过工艺对人类进行包括学习能力、使用语言的能力在内的再创造，这使得人形机器人更具互动性。例如，如果你想让机器人开门，那么机器人将收集可用的数据，即，它是哪种门闩、把手的形状，并将其输入人工智能，人工智能将分析数据并指导机器人臂开门。

如今，人形机器人被用作若干科学领域的研究工具。这些机器人被指定执行不同的功能。它们被用于检查、维护以及灾难响应（在发电厂），以减轻人类工人的费力且危险的任务。同样，它们也准备接管宇航员在太空旅行中的日常任务。

除了研究以外，人形机器人还执行诸如个人援助之类的人类任务，通过这些任务，它们可以帮助病人和老人。它们在可能危及人类生命的危险工作中也很有用。人形机器人也在基于程序的职业中找到相关性，如接待处管理和取代汽车生产线工人。他们可以使用工具，并且操作为人类设计的设备和车辆。例如，女性机器人 Ursula 可以唱歌、演奏音乐、跳舞，还可以在环球影城

(Universal Studios) 对她的观众说话。有几个迪士尼主题公园的项目使用了看起来像人类的电子机器人。图 6 示出了迪士尼主题公园所使用的人形机器人的示例。



图 6 迪士尼主题公园所使用的人形机器人

Sophia——Sophia 是由香港汉森机器人（Hanson Robotics）公司开发的社交机器人，该机器人是机械、电子和人工智能的独特结合。Sophia 是由人类精心制作的科幻角色，描绘了人工智能和机器人技术的未来，并为先进的机器人技术提供了一个良好的平台（US7113848B2）。图 7 示出了社交机器人 Sophia 的示意图。

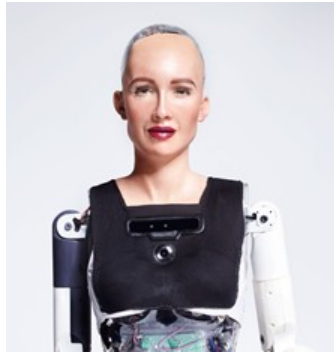


图 7 社交机器人 Sophia

如前所述，她是世界上第一位机器人公民，也是联合国开发计划署的第一位机器人创新大使。凭借她展示超过 60 种不同人类表情的能力，她可以轻松地与人类互动。

Actroid（表演机器人）——由日本大阪大学开发，Actroid 是一种安卓机器人。它由 Kokoro 有限公司制造，其第一个安卓版本于 2003 年推出。从那以后，安卓机器人通过使用智能传感器和致动器变得更加智能。这使它更加逼真。图 8 示出了安卓机器人 Actroid 的示意图。



图 8 安卓机器人 Actroid

Geminoid F——石黑浩实验室（Hiroshi Ishiguro Laboratories）制造的人形机器人系列中最受欢迎的一个，Geminoid 机器人看起来像成年女性。新的 Geminoid F（“F”代表女性）也被设计成由人类操作员远程控制。该安卓机器人可以模仿女性的面部表情。图 9 示出了机器人 Geminoid F 的示意图。



图 9 机器人 Geminoid F

Romeo——法国阿鲁迪巴公司想开发能够帮助老年人做家务，并且甚至成为他们朋友的机器人。考虑到这一点，他们开发了被称为 Romeo 的机器人。Romeo 的每一个动作都是由 maxon 的马达驱动的。罗密欧看起来像个男孩，并且有着柔和的外表，显得很友好（US9840009B2）。图 10 示出了机器人 Romeo 的示意图。



图 10 机器人 Romeo

Junko Chihira——超现实的安卓机器人 Junko Chihira 是由电子巨头东芝创造的。Junko 机器人不会走路，但它可以用手臂做手势，并且无法进行对话。她（Junko Chihira）可以问候顾客和访客。她会日语、汉语、英语、德语，甚至会手语。图 11 示出了安卓机器人 Junko Chihira 的示意图。



图 11 安卓机器人 Junko Chihira

Nadine——它是由新加坡南洋理工大学创建的。Nadine 是社交机器人的

一个很好的例子。它的 USP 在于她能够记住对话。Nadine 在新加坡友邦保险公司担任客户服务代理。这是世界上第一次使用这样的机器人作为客户服务代理。图 12 示出了安卓机器人 Junko Chihira 的示意图。



图 12 安卓机器人 Junko Chihira

几年前只有人形机器人的实验研究，而现在随着发展速度的加快，人形机器人被用于医疗、交通和许多其他领域。波士顿咨询集团估计，到 2025 年，机器人将能够完成 25% 的劳动。这将提高产品质量，降低生产成本。诸如美国、加拿大、日本、韩国和英国之类的许多国家在采用机器人方面处于领先地位。据消息人士称，到 2025 年，他们将安装 75% 的机器人。然而，为了简化机器人和人类之间的交互，研究人员正在不断研究人类机制。人形机器人将继续在机器人研究中发挥重要作用，因为它是一个未来的概念，并正在成为未来工业

工具的最大潜力。有许多公司正致力于为医疗领域创造人形机器人。

**资料来源：Sagacious IP. Humanoid Robot Related Patents -
The Future of Robotic Evolution. [2024-03-04].
[https://sagaciousresearch.com/blog/humanoid-robot-
patents-future-robotic-evolution/](https://sagaciousresearch.com/blog/humanoid-robot-patents-future-robotic-evolution/)**

地址：上海市永福路 265 号

邮编：200031

编辑：徐阳

责编：路炜

编审：林鹤

电话：021-64455555

邮件：istis@libnet.sh.cn

网址：www.istis.sh.cn