

北京亦庄——

让人形机器人产业“跑起来”

本报记者 刘少华

安徽合肥，蔚来汽车第二先进制造基地总装车间，一台身高1.7米的机器人迈着小碎步走向生产线。受过培训的它，有条不紊地完成了车门锁质检、后车灯盖板质检、安全带检测等工作，最后以轻柔的动作为汽车贴上了车标。

这，是全球首例人形机器人在汽车工厂流水线与人类协作完成汽车装配及质量检查作业。在重复性劳动极为繁重的汽车生产线，机器人正在带来全新的可能。

距合肥1000公里之外的北京经济技术开发区（北京亦庄），是这台机器人——优必选 Walker S 的“家”。从今年4月起，优必选人形机器人总部已落户亦庄。

今年，亦庄的人形机器人产业多次引起外界关注。今年4月，北京具身智能机器人创新中心发布“天工”，因为它跟人一样高的身体“跑”上了舞台，而引起广泛关注。

如今的亦庄，已经成为人形机器人产业的创新高地，产业规模占北京市一半以上。近日，本报记者走进亦庄，探访方兴未艾的机器人产业。

有望成为“颠覆性产品”

人形机器人发端很早，此前在科幻小说、电影中更是常见。但在现实世界中，它是最近几年伴随着人工智能等新技术的发展才开始崭露头角的。

2023年10月，工业和信息化部在《人形机器人创新发展指导意见》中，对人形机器人的发展给出很高的预期——“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。”

在全国各地，人形机器人产业在多个城市呈现蓬勃发展态势，亦庄人形机器人产业正是其中的代表。

在北京具身智能机器人创新中心，一进门就是诸多新技术的展示。

一只灵巧手，摆在桌面上，灵活地做出抓、握、伸手指等动作，在它旁边的电脑上，实时显示着传感器上传的数据；一个酷酷的机器人，在跑步机上，工作人员一声令下，它缓缓奔跑起来；一个具备交互能力的机器人，正在根据工作人员的指令，把一只网球拿起来、放下去……

工作人员指着眼前的机器人说：“未来有一天，你对居家机器人说，‘我口渴了’。它会分析你这句话，然后自己走到冰箱，拿出一罐你最喜欢的可乐，走回来递给你。”

这一天并不遥远。工作人员对着眼前与一名普通女性差不多高的机器人说，“你好，把苹果拿给我”。机器人回了句“好的”，便伸手从桌子上拿起了苹果，然后伸手递到了工作人员手中。

这个机器人，今年4月27日刚刚发布，名叫“天工”，是北京具身智能机器人创新中心自主研发的通用人形机器人母平台。发布时，“天工”已经实现了全球首例纯电驱全尺寸人形机器人的拟人奔跑。

“这些定语，每一处都体现了我们团队的技术实力。”北京具身智能机器人创新中心副总经理李春枝告诉记者。纯电驱，有别于液压驱动，在全球范围内，纯电驱的拟人奔跑机器人，这是第一个；全尺寸，有别于小尺寸，实现了跟人一样高的全身运动控制，对于机器人难度更大。

上斜坡、爬楼梯、过障碍……身高1.63米、体重达56公斤的“天工”，做起来游刃有余。它具有42个自由度，配备了多个视觉感知传感器，配备每秒550亿次操作算力，并配备高精度的惯性测量单元（IMU）和3D视觉传感器。目前，“天工”已拥有视觉识别、语音交互、无序抓取等多个高级别具身智能能力。

事实上，创新中心是2023年11月才成立的，由优必选、京城机电、亦庄机器人等机器人行业领军企业单位联合组建。创新中心聚焦具身智能机器人关键技术研发和生态建设，围绕通用机器人母平台“天工”和多任务智能体母平台“开物”两大核心任务开展攻坚，并致力于成为具身智能领域的行业资源组织者、产业发展培育者、落地应用推动者，打造具有全球影响力的具身智能创新策源地和应用示范高地。

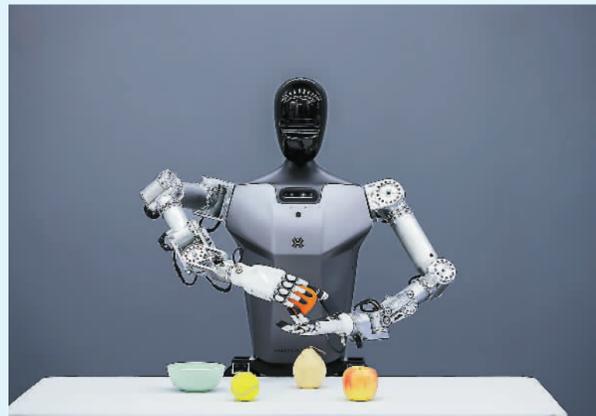
尽管成立时间短，创新中心已经汇聚了全球具身智能机器人产业顶尖的科学家和工程师，研发人员占比70%以上。李春枝介绍，所有人才都



在北京亦庄举行的2023世界机器人大会上，熊猫机器人与观众自拍。



“天工”机器人在户外行走。



“天工”机器人在识别物体并执行抓取动作。

本版图片均为资料图片

是从市场上招聘的业内顶尖人才，4位技术部门负责人中，有3位是从海外知名高校回国的博士，在相关领域拥有丰富经验。

向关键技术进军

优必选科技北京公司展厅中，陈列着大小不同的人形机器人。从2012年的小型人形机器人Alpha，到2016年的Walker原型机，到2018年实现了运动与交互的Walker第一代，到2019年实现了感知与智能的Walker第二代，到2021年凸显安全与认知的Walker X，再到2023年可以适用工业场景的Walker S。

一代代产品，见证着优必选人形机器人前进的步伐。原型机，只有1.2米高、20公斤重，行走速度每小时1公里，经过多代升级后，到Walker S，已经做到1.7米高、65公斤重，行走速度可定制。

“我们是全球极少数具备人形机器人全栈式技术能力的公司。”优必选科技副总裁、研究院执行院长焦继超告诉记者。截至2023年底，优必选全栈式技术拥有2100余项机器人及人工智能相关专利，其中400多项为海外专利，发明专利占比超50%，人形机器人有效专利数量全球第一。

“人形机器人在快速发展阶段，从0到1是很快，但它从实验室模型到工厂应用这一步必须走好。工厂需要的是成熟、稳定的产品，而非实验室级别的原型机。”焦继超认为，在现实世界的考验中，人形机器人会面对很多之前未曾设想的问题。比如，在实验室里基本是恒温，但在南方夏天的工厂中，因为要运行大量深度学习的模型，机器人会面对严峻的散热问题；再如，实验室中光照条件比较均匀，但在现实世界中，光线条件的剧烈变化对定位导航、感知等影响很大，这些都对人形机器人提出了

很大的挑战。

问题，还要在现实中解决。焦继超说，越来越多的现实场景“培训”，提供了越来越多的数据去迭代人工智能大模型，只有人形机器人越来越稳定、可靠，未来才有可能脱离人的参与，独立自主完成工作。

“你看它跑步的体态，是不是很美？”创新中心工作人员介绍，最初打造“天工”时，选用了一位女性作为学习样本。值得一提的是，大部分时间，人形机器人是在虚拟物理仿真引擎中自主学习的，一台人形机器人在虚拟空间训练10个小时相当于在现实物理空间训练100天。

对于人类而言轻而易举的任务，对机器人来说却是巨大的考验。

创新中心工作人员介绍，人形机器人可以简单分为三部分。第一部分是本体，可以类比为人的肢体，用上千个零部件完成对人类身体的模仿；第二部分是运动控制，可以与人类的小脑类比，旨在让机器人完成跟人类相似的动作；第三部分是具身智能，意思是让机器人像人类一样拥有聪明的大脑。“只有这三个条件同时具备，人形机器人才能像人类一样去面对各项需求、完成各类任务。”

基于此，创新中心设定了本体原型（肢体）、运控系统（小脑）、具身智能大模型（大脑）、开源工具链及OS操作系统等五大研发板块，可以随时扩展软、硬件等功能模块，满足不同应用场景下的需求。

这也符合有关部门对人形机器人的发展预期。工信部的指导意见提出，到2025年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部件安全有效供给。

上下游产业链条做好“硬支撑”

人形机器人产业发展需要面对很

多挑战，这是采访中，从政府到企业表达的共识。

尽管已经有100多家产业相关企业，但这个数量对亦庄来说远远不够。无论从产业体系建设还是软硬件结合层面，都还需要大量企业参与进来。比如，人形机器人需要的一些非标零件的加工，过去要依赖外地企业，今年亦庄引进了蚂蚁工厂等精加工制造企业入驻，希望帮助人形机器人公司迅速打样、成型，缩短研发时间。

企业要发展，离不开良好的产业生态。在智能制造领域，更需要上下游产业链条的“硬支撑”。

智同科技，就是其中很重要的一家核心零部件企业。

智同科技首席科学家张跃明告诉记者，工业机器人运动的核心部件就是由减速机构成，并且每个关节需要用不同型号的减速机。对新兴的人形机器人产业来说，每个关节处，都需要减速机。关节数量，一定程度上也体现着人形机器人的发展水平。

比如，张跃明分析，过去为工业机器人做减速机，只需要做好正向驱动就够了，但人形机器人需要的是既要正向驱动灵活，也要反向驱动灵活。但与此同时，工业机器人对精度要求非常高，人形机器人是否需要如此高的精度，现在还不确定。

再比如，对工业机器人来说，减速机运行过程中可能达到五六十度的高温，但在人形机器人身上，因为日常与人接触比较多，减速机不能到这么高温。

张跃明告诉记者，智同科技从2019年就开始研究用于人形机器人的减速机，但人形机器人产业也正处于探索阶段，整机企业的很多要求也都是试探性提出的，需要大家一起尝试。

对于智同科技来说，这种困难并不陌生。这家成立于2015年的企业，仅仅用了9年时间，就已经成为机器人精密传动领域的领军企业。智同科技成立之初，面对的就是RV减速机这个工业机器人核心部件的研发问题。过去，中国在这一领域长期受

制于人。

作为国内机器人减速机领域的知名专家，张跃明还有另一个身份是北京工业大学机械与能源工程学部教授。在多年努力之下，他带领团队突破了RV减速机核心技术，并迅速将这些成果应用到了生产一线。如今，智同科技已具备年产20万台减速机的生产能力，曾经的技术难题彻底得到了解决。

展望人形机器人未来，张跃明认为，现在为人形机器人做的零部件几乎都是定制的，他期待着未来人形机器人规模化之后，逐渐可以有统一的标准。“人形机器人由于自身的特殊性，提出了很多新问题，我们期待和整机企业一起努力解决。”

瞄准各行各业的具体需求

人形机器人背后的市场十分广阔。随着“人工智能+大模型”技术近期呈现爆发式的飞跃，全球正迎来人形机器人与通用人工智能融合发展的热潮。

进入商业化应用阶段，人形机器人的优势显而易见。比如在汽车生产线上，工业机械臂、焊接涂装机器人等工业机器人已不稀奇，但与人形机器人相比，这些传统工业机器人智能化程度较低，只能执行固定流程的任务，难以有效完成柔性装配等复杂场景的工作。

焦继超举了个例子，汽车总装线上很常见的搬运，其实依然消耗着大量的人力，“很多家汽车生产商都问过我们，人形机器人能否在这方面发力，协助大量类似这样高重复性的工作”。

事实上，在工业领域，人形机器人可以做的事情很多，尤其是执行高重复性、高风险、高复杂性任务，比如搬箱子、质量检查、化学品操作、螺丝拧紧、零件安装等。

2024年年初，优必选工业版人

形机器人 Walker S 进入蔚来第二先进制造基地总装车间进行实地“培训”。随后，东风柳汽、一汽大众青岛公司、吉利汽车等企业也与优必选达成合作，共同探索人形机器人在工业场景的深度应用，打造智能化和柔性化的生产线及汽车超级工厂。

焦继超介绍，今年以来，优必选研发团队已经调研了十多家汽车和3C等智能制造企业的需求，就人形机器人在汽车制造产线的应用进行了深入交流与沟通，主要针对汽车配件搬运、分拣、上线、组装、测试等应用环节进行了可行性讨论。

各行各业遇到的问题，是人形机器人研发的重要方向。

李春枝认为，从根本上来讲，还是以应用为驱动，为人形机器人找到落地的场景，科研机构及机器人相关企业可以基于“天工”母平台的软硬件功能，根据市场需要进行二次开发，应用于智能制造、危险作业、特种工作、商业服务、家庭陪护等场景。

李春枝介绍，“天工”正在尝试的方向之一是巡检。一个例子是，在与南方电网的合作中，他们发现，夏天的高压变电站检测工作非常辛苦，工人需要在高温天气穿着绝缘服开展高危作业，而这恰恰是人形机器人可以有效替代的危险工作。

从“天工”出发，人形机器人具备无限的可能性。李春枝介绍，如今的创新中心，已在与清华大学人工智能研究院智能机器人中心合作灵巧手联合实验室，与北京大学情感与认知智能机器人实验室合作研究情感智能机器人，与河北工业大学郭士杰教授团队合作研究电子皮肤、电子肌肉等。从这些合作出发，未来或许可以开发出能“察言观色”的机器人、养老照护机器人等多种全新形态的人形机器人。

以组合机制支持产业发展

“一个产业、一套规划、一个产业局、一家平台公司、一个园区、一只基金”，在亦庄，这是不少重点产业发展的配置方式。围绕人形机器人，这样的组合机制已经完成。

其中，产业局是重要手段，引导、支持着现代化产业体系建设。围绕重点产业成立专门的局——“专项、专班、专人、专责”，是亦庄的一种探索。

到目前为止，亦庄已经针对主导产业或其重点细分领域，组建信息技术、生物技术和大健康、机器人和智能制造、高端汽车和新能源等4个产业局，负责所覆盖领域的专业化招商及管理服务。

人形机器人产业，正是产业局推进的产业之一。亦庄机器人和智能制造产业局相关工作人员告诉记者，从2022年起，亦庄就开始布局人形机器人产业。

“我们将产业职能集中在一起，从产业规划到招商引资，从企业落地到企业服务，以及后续一系列的问题，‘一站式’‘管家式’地解决。”工作人员告诉记者，通过产业局的运行，实现了集中统筹资源，提高工作效率。

在采访中，不少企业认为，亦庄为企业提供了许多实实在在的帮助，除了政策、场地、人才引进等方面的支持外，还为企业提供了一些算力，以训练自有的大模型，实现快速迭代。

正是在这样重点推进之下，短短时间内，亦庄迅速聚拢了100多家与人形机器人产业有关的企业。

2023年，《北京经济技术开发区机器人产业高质量发展三年行动计划（2023—2025年）》出台。其中明确提出一系列目标，包括到2025年，经开区机器人研发投入，年复合增长率达50%以上，产业创新能力显著提升；培育引进一批国内外领军企业、产业链供应链重点企业；搭建50个机器人应用场景示范项目，成为机器人新品、应用示范、产业基础提升等工程建设主力军；规上工业机器人密度达到365台/万人，产业规模达到100亿元，形成要素集聚、创新活跃的机器人产业综合集聚区等。

占地25万平方米的中关村（亦庄）国际机器人产业园已经投入使用，优必选科技、北京具身智能机器人创新中心等均已入驻。至今，每天依然有装修的拉货车进进出出，工人们正在加班加点装修其中几栋楼。很短时间内，一家家企业将这里填充起来。

如今，亦庄还在园区里筹划一个机器人大世界未来体验馆。有关负责人告诉记者，这个面向大众的展示空间，将提供“产品+场景”展示空间、创新技术协同攻关平台、科技成果转化促进平台和科普教育体验空间。通过科技化场景、互动式体验、启发式教育，实践化活动，让观众领略机器人的奇妙世界。