

灵巧手行业发展面临哪些挑战？

► 本报记者 刘琴

人形机器人的灵巧手稳稳地拿起一块长方体积木，搭建在另一块积木上面，精准对齐边缘后轻轻放下……这是发生在近日举行的第二届世界人形机器人运动会积木搭建专项赛赛场的一幕。

机器人的灵巧手是模仿人类手部结构和功能设计的机器人末端执行器，通常被视为具身智能的关键部件之一。近年来，国内人形机器人产业化提速，带动核心部件灵巧手市场加速发展。

技术突破驱动价格下降

“机器人灵巧手是具身智能从‘看得见’走向‘做得到’的关键硬件载体。”苏州峻吉机器人科技有限公司算法开发部经理贾震国在接受记者采访时介绍说，从结构上看，灵巧手通常包含诸多模块，涉及驱动系统、传动系统、手指本体、传感系统、腕部接口、控制与通信单元等。

近日，在北京未来机械社区，北京大学电子信息专业在读研究生张钧剑，正与团队成员围绕机器人灵巧手自主操作能力展开新一轮试验。

“研究灵巧手本质上是希望其能够完成原本由人完成的操作。”张钧剑说。

据了解，目前，灵巧手行业还处于起步发展阶段。但近年来，随着技术的不断迭代，灵巧手价格已实现大幅度下降。

“此前，因长期受困于性能、成本、可靠性等因素，导致灵巧手设备的价格相对高企。例如，在2022年，国内还没有满足使用需求的灵巧手，而进口国外的单只灵巧手价格就高达130万元。”灵心巧手（北京）科技股份有限



人形机器人在2026世界机器人大会博览会上画古建筑画。

刘琴/摄

公司（以下简称“灵心巧手”）联合创始人张延柏告诉记者，自2023年起，国内相关企业陆续加大对灵巧手的研发力度，目前国内一只“好用”的灵巧手价格只需要5万元左右，简易功能的灵巧手价格甚至仅几千元。

杭州曦诺未来科技有限公司首席技术官张振告诉记者，目前，灵巧手主要应用于三大核心领域与场景，即具身智能与AI算法研究领域、人形机器人整机研发与系统架构领域、高端柔性自动化与垂直行业应用领域。例如，在实际生产环境中，面对多品种切换、易损件处理等极端工况，人形机器人极度依赖灵巧手的高频闭环力控能力，从而解决复杂的精细作业难题。

“灵巧手未来最有价值的应用场景是任务类型多、环境变化大、需要与现有人类工具直接交

互的开放场景，包括家庭服务、养老医疗、柔性制造、实验室自动化、危险环境作业等。”张钧剑说。

亟待突破多重瓶颈

目前，灵巧手行业主要有连杆、绳驱、全直驱三大技术路线。虽然已在弹奏钢琴、写字画画、快递分拣等多个场景展现了其灵活性与实用性，但还面临不少发展瓶颈。

“灵巧手行业最大的瓶颈是训练数据不足。”张延柏介绍说，厂商需要大量收集相关场景的训练数据，以提升灵巧手的算法和模型能力。

“北京人形一北邮”飞雁队成员黄俊成在接受记者采访时介绍说，灵巧手具有多自由度、多手指、可独立弯曲等特点，可实现精细操作、姿态适配、拧、扳、插接、拿捏小物件等任务，但对其算力、

传感器、控制链路要求极高。

在黄俊成看来，机器人灵巧手要实现灵活操作，需要突破感知、接触动力学和高维控制三大技术瓶颈。例如，在感知方面，灵巧手握住物体后，机器人视觉容易受到手部遮挡，难以观测物体与手之间的相对姿态，进而影响对接触状态和握持力的准确判断。

贾震国表示，目前灵巧手面临的挑战是，狭小的手掌空间很难兼顾动力、重量和耐用性，好用的触觉传感器成本高、不好量产。

此外，灵巧手缺少可靠的接触反馈，遇到不同物体容易打滑或者捏坏东西，仿真训练出来的算法放到现实中效果往往会下降。

“软硬协同的严重断层，这是目前行业最大的痛点。”张振认为，从事人工智能算法的研究者往往买不到好用的真机硬件，而传统研发硬件的厂商又不懂具身智能行业需要怎样的底层控制接口和数据格式。

如何实现灵巧好用

“灵巧手从‘会抓’到‘会操作’，关键是让灵巧手形成持续的‘感知—决策—控制’闭环。”张钧剑告诉记者，真正的突破点是把视觉、触觉、精细控制和智能决策融合起来。

在张钧剑看来，目前行业真正需要解决的工作是让灵巧手走向“在真实场景下长期稳定地

干活”。提升灵巧手能力，关键不是单独把手做得更复杂，而是要实现“眼、脑、手”协同。

张钧剑表示，在硬件上，要进一步提升驱动、耐久性和触觉感知能力；在控制上，要让多个手指和关节能够实时协同；在算法上，要让机器人能够根据视觉、触觉和任务目标自主调整动作，而不是只重复固定轨迹。

“大模型想学怎么干精细活，光靠眼睛看是不行的，必须得有‘手感’。”张振告诉记者，从能抓东西到实现自主操作，灵巧手行业的技术难点主要集中在两个方面：一是缺数据，二是从仿真到现实的落地差。张振认为，从抓取到自主操作的核心突破点在于底层硬件，即极低的反驱力、高精度的视触觉感知，以及高频闭环的精准力控。

“要让灵巧手真正在不同领域更灵活、更好干活，不能只追求手指数量和外观参数。”贾震国表示，在硬件上要平衡动力、重量、耐用度，推动高可靠触觉传感器走向量产落地；在控制上要重视底层力控能力，不能只靠轨迹复刻，要让手部具备打滑、碰撞时的快速调节能力；在感知上把视觉和触觉结合起来，不能只依赖视觉判断物体。

贾震国认为，要大量积累真实物理场景的数据，提升灵巧手对陌生物体的适配能力，减少对特定物体、特定场景的依赖；同时要联合优化手和机械臂整套系统，而不是单独调试灵巧手本身。此外，行业需要尽可能面向实际作业场景做验证，在反复实操中迭代，才能让灵巧手从好看的样机变成能稳定干活的工具。

冰丝带具身智能创新工坊揭牌

本报讯（记者 罗晓燕）近日，冰丝带具身智能创新工坊（以下简称“创新工坊”）在国家速滑馆（又名“冰丝带”）揭牌，首批5家生态企业获批入驻。

据介绍，创新工坊由中关村朝阳园管委会、北奥集团、奥运村街道和朝北科服四方共建，以冬奥遗产标志性载体“冰丝带”为依托，以世界人形机器人运动会为生态引擎，创新工坊聚焦技术验证、场景测试、成果转化、供应链协同与企业孵化，着力打造连接技术、场景、供应链与市场的具身智能产业创新平台。

创新工坊划分为共享交流区、障碍测试区、场景测试区、研发实验室和成果展示区等五大功能区。其中，场景测试区尤为引人注目——零售货架、客房服务台、药房药柜、会务办公桌一应俱全，且可根据企业需求随时调整组合。“如果企业要测试拧螺丝、拆快递，我们也能改。”创新工坊相关负责人说。

目前，创新工坊一期研发实验室已全部满员。后续，创新工坊还计划在奥林匹克中心区开放更多真实场景供企业测试使用。

创新工坊相关负责人说，冰丝带的5号馆、3号馆等赛事训练设施后续都将向创新工坊入驻企业开放，加上奥林匹克中心区的酒店、商超、公园等场景，将来会串成完整的生态链。

首个工业互联网领域数据要素登记国家标准发布

本报讯（记者 李争粉）近日，经国家市场监督管理总局（国家标准化管理委员会）批准，推荐性国家标准《工业互联网数据要素登记要求》正式发布。该标准系首个工业互联网领域数据要素登记国家标准，由中国工业互联网研究院牵头起草，全国信息技术标准化技术委员会归口，将于2027年2月1日起正式实施。

据了解，2026年6月，工业和信息化部等八部门印发《关于推动工业互联网高质量发展的实施意见》，明确提出完善工业数据流通基础制度，组织开展工

业数据资产登记平台建设和城市试点，为工业数据登记工作的纵深推进提供了政策支撑。此次国家标准的发布，将相关政策要求细化为可落地的统一规则，为工业数据登记从试点探索走向规范应用提供了依据。

该标准经10余次研讨论证，联合工业企业、平台企业、高校、科研院所及数据交易机构等40余家单位共同编制完成。针对工业数据存储分散、动态更新、商业敏感度高等特点，该标准构建了一级登记机构预审与二级登记机构终审相结合的两级登记架构，提出采用登记客户

端软件等技术手段开展登记信息采集和提交，减少人工填报，提高登记效率和时效性；配套数据资源目录建设及登记数据访问等管理要求，推动登记信息规范管理和有序使用。

据介绍，下一步，中国工业互联网研究院将持续推进该标准的宣贯实施和应用推广，完善工业数据资产登记平台及配套服务体系，并结合工业数据筑基和“模数共振”行动，开展重点行业应用和城市试点，推动形成标准引领、平台支撑、试点带动的工业数据要素登记工作机制，充分释放工业数据要素价值。