

触觉传感器跨越产业化鸿沟

本报记者 王信豪

触觉是人类感知世界的重要方式，而触觉传感器则是智能机器在物理世界实现精准感知与交互的重要部件。随着人形机器人灵巧手、高端医疗、新能源安全、工业控制等前沿领域的产业升级，行业场景中对高灵敏度、高稳定性的触觉传感器提出了新的要求。在此背景下，以悟通感控为代表的企业，正尝试以第四代离电式柔性传感技术为突破口，探索通过材料与工艺的创新为行业破局提供新的解决方案。

触觉传感器的“六边形困境”

触觉传感器想实现从实验室样品到商业化产品的跨越，远非攻克单一技术指标所能达成。悟通感控创始人、CEO陈立洋将其比喻为“六边形困境”。具体而言，是指传感器的基础性能、标定技术、产品稳定性、成本、量产能力以及应用场景适配性这六大维度，它们必须协同突破，才能构成严密的商业闭环，任何一角的缺失都可能成为产品产业化的关键短板。

这一困境的根源在于材料与技术的固有矛盾。从技术路径来看，行业中常见的压阻、电容、压电等技术路线各有优劣。例如，以离电式为代表的一些方式灵敏度更高，但工艺成熟度不足；而光纤类传感器虽在形变监测中表现优异，却因易折断、工程化装配难度高而限制了其在较多应用场景的落地。更核心的挑战在于，多数传感器在追求高灵敏度的同时，往往难以克服“蠕变”（长期负载下的信号漂移）和“温漂”（温度变化导致的误差）等问题。这使得许多在实验室

参数优异的样品，一旦置于工业产线或手术台等真实复杂的环境中，其数据的可靠性和长期稳定性便面临严峻考验。

此外，量产环节的挑战同样严峻，它要求厂商解决从批次间一致性、自动化生产到柔性化订单处理等一系列难题，确保不同批次产品间的高度一致性，并具有较强的成本控制能力。陈立洋表示：“发论文容易，但做产品难，尤其在工业或医疗领域，客户最关心的是稳定性和一致性。”多维度的复杂要求共同构成了从技术突破走向量产应用的关键瓶颈。

从材料创新到产品落地

在行业共同面临的“六边形困境”中，悟通感控以第四代离电式柔性传感技术为突破口，实现了从材料创新到场景应用的垂直打通。

据悉，悟通感控开发的离电式柔性压力薄膜传感材料，采用分子互穿交联和微相分离技术，将电容响应提高至纳法量级，在具备较高灵敏度和信噪比的同时，力的最低分辨率可达百微牛级别。该离电式压敏材料也具备耐蠕变和低漂移、柔韧可拉伸、功能衍生性强等特点。通过自研的促结晶技术，悟通感控率先实现了离电薄膜的中试量产，并大幅降低了量产成本。

基于上述核心技术，悟通感控推出了面向不同高端场景的系列产品。在机器人领域，其开发的三维力阵列传感器和异型阵列传感器，能够为灵巧手和工业夹爪同时提供高精度的法向力与切向力感知。在医疗领域，膝关节手术机器人力反馈模块能为全膝关节置换术提供二维力反馈量化

指标，有效降低术后不良事件及二次翻修率。此外，通过将薄膜压力传感器集成于电池模组，可实时监测电池膨胀力变化，实现提前30分钟至60分钟预警热失控风险，精确感知电池健康（SOC）、老化（SOH）状态，为规模化储能场景提供可靠的安全保障。

以全栈能力构筑行业生态

悟通感控破解行业困境的关键，在于构建了“材料-工艺-应用”的全栈式技术。

这一垂直整合模式使其能够将第四代离电式柔性传感技术转化为适应不同高端场景的可靠产品。

据了解，悟通感控通过材料与工艺的深度融合，不仅掌握离电式柔性压敏材料的多元配方体系，还可针对高灵敏、滑触觉、高冲击等力学特征进行定制化开发，实现了高性能触觉传感器的高一致性、低成本量产，为规模化应用铺平道路。

在全栈技术落地的基础上，悟通感控进一步将产业实践转化为行业标准。近年来，悟通感控联合多所高校、科研院所，先后起草《压力传感性能试验方法》《柔性电子皮肤多模态传感性能要求》等国家标准、团体标准，为相关产品的设计、生产、测试与应用提供了统一、科学的性能评估依据。

陈立洋表示：“（柔性材料）要真正走向广泛应用，必须跨越‘实验室性能’与‘产品级可靠性’之间的鸿沟。参与制定这份标准，正是希望将我们在高灵敏度、高稳定性传感方面的工程实践，转化为行业公认、可检验的性能标尺，推动整个生态建立更严谨、更具有实用价值的评价体系。”

多维传感助力机器人变身“实干派”

从格斗、跳舞、走猫步，到搬运、拿捏、“打螺丝”，2026年，具身智能机器人开始从聚光灯下走进工厂车间，从“表演派”向“实干派”悄然转变，产业发展逐渐步入深水区。

“感知-决策-执行”系统持续进化

具身智能机器人为何开始“脱虚向实”？

2025年，“具身智能”被首次写入政府工作报告。同年8月，国务院发布《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》。被定位为战略性新兴产业的具身智能，被寄予开拓新应用、处理复杂任务的厚望。2026年年初，李强总理在调研广东时表示，“科技的生命在于应用”，这为具身智能的未来发展指明了方向。

从具身智能产业内部看，“感知-决策-执行”系统的持续进化，是推动行业“脱虚向实”的内在动力。传感器作为感知端，是具身智能与物理世界进行实时交互、进而产生类人感知能力的关键元件，具有不可替代的重要作用。

以灵巧手为例，这是具身智能最重要的交互器官之一，也是传感器最为集中的地方。例如，广泛分布于指尖、指腹、手掌等部位的触觉传感器，让具身智能可以感知接触力度、物体形状、纹理等信息；安装在腕部的多维力传感器，可以测量多维力与力矩信息。这些感知数据能够帮助具身智能完成多种精细操作与复杂任务。

此外，具身智能本体的各个部位也都分布着大量传感器，它们的性能直接决定着其感知交互能力的上限。

多维传感构建

立体、可靠的感知体系

汉威科技集团作为国内知名的传感器企业，基于IDM模式，建立了涵盖芯片设计、敏感材料、封装测试全链条的多门类传感器研发生产体系。在具身智能领域，汉威科技打造了行业领先的“触觉-嗅觉-平衡-力控-视觉”五大系列传感器产品，包括柔性传感器、电子鼻传感器、惯性测量单元、多维力传感器、玻璃微腔应变片、非制冷红外热成像模组等，可应用于电子皮肤、环境气体检测、姿态检测、力矩测量、目标识别等场景。

汉威科技是国内最早布局柔性触觉传感器的企业，现已构建稳定的纳米敏感材料体系，掌握柔性压阻、柔性压电、柔性电容、柔性汗液四大核心技术，具备大面积阵列设计、敏感材料及导电墨水合成制备、大面积印刷电子批量制造等核心能力，拥有年产1000万个柔性传感器的超净印刷线和组装线，打造了多品种、多量程柔性触觉传感器矩阵，已取得百余项核心专利。其以柔性基底与微纳传感单元为核心，搭载自主研发的信号校准算法，可精准捕获压力、应变、温度等多种物理量，具有高贴合、超弹性、耐弯折、高生物相容性、可定制等优势，核心性能达国际先进水平，广泛应用于具身智能机器人电子皮肤、人机交互、健康监测等领域。

汉威科技是国内气体传感器龙头企业，打造了适用于具身智能的电子鼻传感器。其基于先进的MEMS工艺，模拟人类嗅觉系统，融合高灵敏气体传感器阵列与AI算法，可快速精准检测环境气体，具有微型化设计、非接触检测、5秒快速识别、仿生感知等特点，适用于家

庭服务机器人、工业巡检机器人、环境监测机器人的可燃/有害气体检测、疾病识别、食品质检等场景。

汉威科技依托自身IDM优势，推出了自主研发生产的高精度MEMS惯性测量单元。其基于MEMS制造工艺与SIP系统级封装，内置多种智能算法及自诊断程序，具有精度高、响应快、可靠性高等优势，可快速感知机器人倾斜、旋转的角度变化以及加、减速的速度变化等信息，并与机器人控制系统联动，以保持平衡。

汉威科技多维力传感器以高精度玻璃微腔应变片为核心元件，可精准测量多维力和力矩引起的微小形变，并解析多维力学信息，进而让具身智能机器人进行抓握、捏取、搬运等精细、复杂的操作。

汉威科技非制冷红外热成像模组可利用红外辐射检测物体、物质的热分布，突破环境限制，实现全天候精准远距离探测，用于具身智能机器人环境感知、工业检测、目标识别、家居看护、安防救援等场景。

汉威科技五大系列具身智能传感器在研发生产能力、产品性能、交付能力等方面处于行业优势地位，可以为行业构建起立体、可靠、韧性的感知体系，为其应对复杂环境、执行复杂任务提供重要的感知数据支撑。

目前，汉威科技已与上海开普勒机器人、青岛征和工业等具身智能产业链企业开展战略合作，相关传感器产品已陆续在国内多家头部机器人企业实现小批量应用。

随着传感器、AI等技术的不断发展，具身智能将不再是执行预置指令的遥控玩具，而将成为具备自主感知、决策、执行能力的“具身智能体”。汉威科技集团将以领先的传感器产品与方案，深度赋能产业发展，助力行业迈入多场景、规模化应用落地的新纪元。

（闵亚飞）

CHANGHONG 长虹 | 长虹能源 CHANGHONG ENERGY



长虹能源

一站式综合电池解决方案提供商

聚合物和半固态电池系列

碱性锌锰电池系列



国家高新技术企业
NATIONAL HIGH-TECH
ENTERPRISE



专精特新“小巨人”企业
SSDI “SMALL GIANT” ENTERPRISES



国家工信部门认证的绿色工厂
GREEN FACTORY CERTIFIED BY CHINA'S
MINISTRY OF INDUSTRY AND
INFORMATION TECHNOLOGY (MIIT)

四川长虹新能源科技股份有限公司
SICHUAN CHANGHONG NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.