

垂直赛道里的硬核科技

——盘点那些“小众”却好用的中国机器人

本报记者 杨俊峰

当机器人走出展会的聚光灯，它们悄然进入真实的产业场景：在制衣车间里查验布料，在商圈咖啡店中调制拉花，在百米高的大桥斜拉索上排查裂纹。中国机器人的技术能力，正是在这些细分而实用的垂直应用中，不断得到验证与提升。

这些面向特定场景研发的“小众”机器人，形态各不相同，有的仅是一套视觉模块，有的只是一组机械臂。但它们各有所长：有的视觉识别精度超越人眼，有的末端执行器能感知蝴蝶落于掌心的轻微触感。它们正逐步融入各行各业，奔赴具体的工作岗位，解决一个个实实在在的生产与运维难题。

►市民在四川省成都市ROBO+智能机器人旗舰店里体验产品。
新华社记者 胥冰洁摄

能“看懂”布料的“质检工”

在制衣行业中，面料质检长期被视为一道瓶颈工序。过去，车间里的验布工位上，工人需在强光灯箱前用肉眼逐一查找跳纱、色差、破洞等瑕疵，不仅耗时费力，长期作业带来的视觉疲劳也导致漏检率居高不下。同时，不同面料的质感判定高度依赖老师傅的经验积累，新人培养周期长达数年，即便熟练工满负荷运转，仍难以完全赶上生产进度。

在江苏省江阴市海澜之家集团股份有限公司的制衣车间，情况已有明显改善：工业相机以匀速扫描展开的布匹，AI机器视觉系统同步完成图像采集与瑕疵识别，即使细微缺陷也能被精确定位；衣片熨烫后的纹理走向是否吻合设计图样，系统同样可自动比对判别。该套系统投用后，车间质检合格率达95%提升至97%以上，可实现全天候不间断运行，仅人工成本一项，每年节省约300万元。

同处江阴的贝德服装集团生产车间内，智能化设备也已广泛部署。AI智能验布机自动完成疵点筛查，配套的“贝德AI驾驶舱”系统将产量、合格率、异常预警等核心数据实时同步到大屏，管理者不用下车间就能把生产情况摸得一清二楚。

不只是用眼睛“看”，机器人还能用指尖“摸”懂布料。浙江强脑科技研发的触控灵巧手，可适配多种人形机器人与工业机械臂，其指尖传感器能精准捕捉压力、摩擦力、受力方向及表面材质差异，对棉的松软、麻的挺括、丝绸的顺滑等不同质感作出区分，弥补了纺织行业柔性材质自动识别的短板。

能感知蝴蝶落掌的“巧手”

人形机器人的灵巧手，是业内公认最难啃的“硬骨头”之一——一只灵巧手需集成二十多个可动自由度，布设高密度触觉传感网络，既要具备把握重物的能力，也要能轻柔捏取薄纸等易损物品。成本、性能与可靠性三者之间如何兼顾，长期困扰着行业发展。

如今，中国企业在这一领域取得实质性突破。星动纪元推出的XHAND1全直驱五指灵巧手，采用全直驱架构，单手握力达80牛，可稳定负载25公斤，整机成本较海外同类产品显著降低。凭借其稳定性、耐用性和操控精度，该产品

►近日，一台人形交通管理机器人在河北省邯郸市人民路与滏东大街交叉口指挥交通。 郝群英摄（人民视觉）

已获得部分海外人形机器人企业采用，应用于物流打包、货物拣选、扫码核验、快递纸盒折叠等实际作业场景，运行状态稳定。

值得一提的是，国产灵巧手还拥有“指尖触觉”，精细操控能力持续提升。今年6月，傲意科技发布3D磁触觉灵巧手，可分辨相当于一只蝴蝶停落掌心所产生的压力。

另一款征和工业推出的链式传动灵巧手，单手最高承重40公斤，重复定位精度达0.1毫米，设计循环寿命超过百万次。在产线测试中，该灵巧手可稳定抓取易磕碰的香蜡蜡烛、提起不同规格的饮料箱，亦可精准夹取轻薄电子元件，完成微米级精度的精密零件装配。

对柔性物体的操控能力，集中体现了灵巧手的技术水平。在青岛一座面积9600平方米的康养机器人训练验证中心内，机器人正反复练习折叠羊毛衫：机械指尖捏住衣角，依次完成展平、对折、码齐等动作，力度控制精细，避免损坏织物。经过数万次迭代训练，机器人逐步适应不同厚度布料的折叠力度与角度，技术成熟后拟进入康养机构，协助老人整理衣物及开展日常生活照料。目前，该中心已遴选45家企业的210个产品入驻，覆盖生活照料等10余个服务模块。

能踏实干活的“机器同事”

不只是工厂里的专业岗位，越来越多接地气中国机器人，已经悄悄走到了普通人身边，成了餐饮、零售、农业等行业里踏实干活的“新同事”：小到做一杯咖啡、卖一桶爆米花，大到送菜送餐、下地收菜，没有炫酷的噱头，只凭好用出圈。

在国内的商圈里，机器人咖啡师已较为常见。安诺机器人（深圳）有限公司研发的咖啡机械臂，通过动作捕捉技术1:1复刻专业咖啡师的拉花流程，约



90秒即可制作一杯带有精美拉花的现磨咖啡。另一款由深圳市全世萝卜机器人应用科技有限公司推出的“铁氮”双臂机器人，完成一杯手冲咖啡全流程约需120秒，机械臂经超过3万小时稳定性测试，已进入多个海外商业场所。

零售场景里的机器人企业也在“冲业绩”。2026年初，越疆科技研发的Atom人形机器人在深圳一家电影院开展全自主售卖爆米花商业测试。在开放商场环境下，该机器人可独立完成视觉感知、路径规划、动态避障，并与顾客进行自然对话交互。测试期间，机器人单日连续工作14小时，爆米花营收突破2万元。

田间地头也有机器人的身影。今年1月，农业农村部南京农业机械化研究所研发的芦笋高速采收机器人投入田间示范。该机器人成熟芦笋识别率达95%以上，切割定位误差不超过1毫米，多臂协同作业每小时可采收2500根芦笋，单臂完成一根芦笋识别、切割、收集全流程仅需5秒，采收效率较熟练人工提升数倍，成为芦笋种植的有力帮手。

能啃“硬骨头”的智能帮手

还有一批国产机器人正聚焦于难度极高的作业场景，凭借高精度和高可靠性，攻克诸多传统手段难以解决的“硬骨头”难题。

在医疗领域，手术机器人的精度要求极高。神经外科手术中，细微偏差便可能引发严重后果，机器凭借自身的稳定性与精准性，成为医生的得力助手。华科精准有限公司研制的SR系列神经外科手术机器人已在北京天坛医院进入常规临床应用。该设备搭载3D结构光系统，可实现0.3毫米的亚毫米级定位精度，15秒内完成患者颅脑三维建模，将过去需耗时3小时的深部脑组织病变损毁术缩短至1小时。在SEEG电极植入手术中，传统方式植入10根电极需120至180分钟，借助该机器人辅助，时间缩短至40至50分钟，同时手术创伤小、出血少，患者术后恢复加快。

业内人士指出，近年来，国产手术机器人在远程性能方面表现愈加突出，进一步破解了优质医疗服务扩容下沉所面临的距离、人才、时空等限制。从核心部件国产化到5G远程标准制定，我国正在手术机器人领域形成完整创新链条。

在高空检测场景中，机器人替代人工承担高风险作业。国产ICIR爬索机器人专为斜拉桥拉索检测设计，可沿高空斜拉索稳定爬升，20余分钟即可完成一根150米长拉索的全段检测，能识别索体表面小至0.5毫米的裂纹，检测精度达98%以上。以往，桥梁工人需身系安全绳在数十米高的拉索上悬空作业，风险高、效率低。如今，机器人前端爬行、检测数据实时回传至地面，既保障了安全，也提升了检测准确性。

►在北京市天坛公园，一台巡检机器人在公园内巡查。
新华社记者 鞠焕宗摄



►在位于上海市徐汇区的上海创智学院，机器人制作奶茶。
新华社记者 陈 朔摄

为核工业打造自主可控的“数字神经网络”

王 冬

前不久，我们中核控制团队自主研发的全国产化工业互联网平台完成落地应用，为我国核工业数字化转型筑牢了坚实“底座”。作为面向核工业高安全场景打造的国产化工业互联网平台，它实现了从底层芯片、操作系统、数据库到上层工业应用100%国产化，一举补齐核电控制大区长期缺失的数字化基础设施短板，把核工业的数字命脉牢牢掌握在了我们自己手里。

对核设施而言，DCS（分散控制系统）是掌管生产运行的“大脑”，而工业互联网平台，就是贯通全产业链的“神经网络”。过去10余年，我们攻坚克难，实现了仪控系统软硬件完全自主化、国产化。随着产业发展，新的难题横亘在眼

前：核电、核燃料、核化工各厂区系统标准不一、接口互不兼容，一座座“数据孤岛”散落在产业链各处，始终缺少一个适配核级严苛安全规范、能够将它们有机串联起来的国产化数字底座。

有人说，国外成熟工业软件落地难度低，可以直接采购。但团队心里始终有一个信念：核工业事关国家能源安全，数字地基不能依赖外国技术。我们下定决心，搭建一套完全自主可控的工业互联网平台。

立项之初，我们没有大型工业互联网平台的建设经验。我们跑核电基地，面对面和一线运维、生产人员交流，记下上百项实打实的生产痛点。同时，我们组建起跨领域研发队伍，一边加深行业认知，一

边开展技术攻关。从底层软硬件兼容到全链路安全防护，我们历经多轮兼容性、压力测试，逐一破解国产软硬件适配的堵点。针对核工业安全上的严苛要求，我们搭起覆盖全链路的安全防护体系……

研发路上最难啃的硬骨头，是实现平台与国产DCS的无缝衔接。通用工业互联网平台大多基于云计算研制，对工业实时控制的复杂场景显得“水土不服”。为了跨过这道坎，我们自主研发专属高速通信协议，达成平台与控制系统毫秒级数据交互，既牢牢守住DCS独立运行的安全底线，又彻底打通了全域数据链路；创新打造的一体化开发工具，内置200余种工业机理模型，直接把应用开发周期从数月压缩至数天；多协议动态采集技术更是在

安全、性能、灵活度之间找到了最优平衡。一路攻坚下来，团队接连攻克20余项核心技术。

早在正式面向行业推广前，这一平台就支撑起全国首个核工业领域国家级智能制造标准应用试点，带动设计效率、测试执行效率、生产效率大幅提升，并实现全流程数据可追溯、合规审查全覆盖。当客户实地考察长期运行成效、最终敲定合作的那一刻，我们知道，这套从核工业土壤里生长出来的平台，正式从内部试点迈入了全行业规模化应用的新阶段。

从DCS全面自主可控，到全国产化工业互联网平台落地生根，我们走的每一步，都朝着核心技术自主化的目标扎实迈进。接下来，我们将持续打磨平台产品，继续深耕自主数字技术，用科技自立自强守护国家能源安全。

（作者为中核集团科技委委员、中核控制系统工程有限公司首席专家，谷业凯、吕泽滢采访整理）

“熵密杯”密码安全挑战赛暨2026密码安全论坛举办

本报电 日前，由中国密码学会、山东省密码管理局指导，国家信息技术安全研究中心联合山东省商用密码协会等单位举办的第四届“熵密杯”密码安全挑战赛在山东济南举行。经过激烈角逐，共有3支队伍获一等奖，5支队伍获二等奖，9支队伍获三等奖，41支队伍获优胜奖。

本届赛事共有来自31个省（自治区、直辖市）的215支队伍参赛。赛事紧贴典型密码应用场景，参赛队伍围绕预设的密码算法、密钥管理、密码协议等安全缺陷进行实战闯关竞技。赛事邀请国内商用密码检测机构、高等院校、科研院所、密码产业机构、安全企业以及有志于商用密码事业的个人参赛，助力高校密码人才储备、机构应用人才培养、实战攻防人才锻炼，推进密码科技自立自强。

在赛后举行的2026密码安全论坛上，深耕密码、网络安全与人工智能等领域的专家学者围绕量子计算密码迁移与演进、AI驱动下的密码技术变革等方面进行技术交流。