赛场上跑起来　工厂里干起来

中国机器人从“能用”走向“好用”

叶晓楠　马艺轩

走进中建钢构的生产车间，高空焊接、除锈、重型物料转运等作业由机器人完成，员工转型从事设备调试、程序管控、质量巡检岗，成为智能设备管理员；在腾格里沙漠，云深处科技携山猫M20S轮足机器人参与防沙固沙工作，风卷着沙粒打在机身，凭借其IP67级防护，扬尘被牢牢挡在机壳之外，作业不受影响……这样的场景，正出现在中国产业一线的方方面面，多款机器人已借助更灵活的肢体动作、更强大的交互能力在各类场景中展现出干活“真本领”。

从赛场上跑起来到工厂里干起来，中国机器人产业实现跨越式发展，出口规模持续扩大，在全球的生产、生活中都得到广泛应用，当它们走上产线、走进百业、走向世界，人机共融、协同提效的智造图景变得清晰可见。海关总署发布的数据显示，2025年中国工业机器人出口规模首次超过进口，成为工业机器人净出口国。

从“能跑能跳”到“帮人干活”

机器人如何更好地帮人“干活”？高危有害、枯燥重复等“脏、乏、险、难”场景中，机器人如何补位，成为不少机器人企业的研发方向。比如传统钢结构的作业岗位中，存在大量高空临边、密闭狭小空间、高温烟尘、重物搬运高危岗位，高空焊接易受风干扰失稳、重型构件搬运易砸伤。现在引入工业级机器人后，改变是巨大的。

中建科工的一线数据显示：机器人可不间断连续生产，整条产线综合工效提升22%—40%，有效弥补技工不足、缩短构件交付周期，支撑超大体量地标项目建设。依靠3D激光视觉系统，机器人的定位误差被控制在1毫米以内，焊接一次探伤合格率稳定在99.5%以上。

“中建科工从2015年起组建专项团队攻关智能制造与智能建造，并在2025年6月正式成立了专业化机器人运营平台——中建科工智能科技（深圳）有限公司。”中建科工智能科技（深圳）有限公司总经理赵金刚介绍，如今，中建科工自研六大系列机器人，针对钢结构制造车间以及工程现场高温、粉尘、焊渣飞溅、重型构件震动等工况做了专项工业级适配，配套耐高温阻燃防护服、内置粉尘过滤散热系统，可长期耐受40℃以上高温、持续金属粉尘与焊渣冲击，在高强度制造和建造场景综合落地表现优秀，效率、精度、连续作业稳定性三大维度均达到或超出前期研发预期。

如果说制造业考验的是机器人的体力与耐力，那么在川流不息的物流分拨中心，高并发、快节奏则是另一种挑战。

“物流现场的包裹各式各样，有硬纸箱，也有不规则的软包。遇到表面破损或重心偏移的异常件，传统机械臂就容易抓取失败甚至卡死。”国产具身智能机器人企业星动纪元技术团队相关负责人介绍。

针对复杂工况，具身智能物流机器人展现出了针对性应对能力：星动纪元的机器人在接触包裹的瞬间能快速判断物体的重心与材质，从而迅速调整策略，进行柔性抓取。

星动纪元技术团队相关负责人介绍，实测数据显示，在面对真实包裹时，星动纪元机器人单小时最高处理量可达1200件以上，抓取成功率在95%左右。在高负荷、不间断运转下展现出的高容错率，大幅提升了物流枢纽在用工高峰期的效率。

将视线转向户外环境，机器人在复杂自然环境中也展露身手。

“早期的四足机器人只能在相对规整的地面行走，而现在，它们必须解决到达之后做什么的问题。”专注于四足机器人、人形机器人以及核心零部件研发的云深处科技股份有限公司产品负责人刘晨介绍。

在应急消防和工业运维领域，一些现场环境往往存在着有毒有害气体，或者伴随碎石、泥泞、台阶等复杂地形，以及雨雪等低能见度天气。面对这类非结构化地形环境，如今的四足机器人已经能够在行进中实时感知地形变化，并判断处理进行局部绕行。

刘晨举例说，在实际作业中，像云深处科技与浙江省应急管理厅联合发布的“AI防汛勇士”“侦察通信”机器人，不仅能自主通过复杂路段，还能同步携带侦察以及巡检设备，进入人类难以长时间停留的危险地带连续工作数小时，完成隐患排查与环境读取、辅助搜救等具体任务。

从“能跑能跳”到“帮人干活”，承接高强度的连续制造、在复杂环境下特种作业，不少机器人已展现出仓库分拣、野外巡检、安防值守等实际工作能力，通过在棘手环境中的规模化落地，国产智能机器人设备逐步验证了自身可靠性，也为后续更复杂的智能化升级打下了坚实基础，推动了人机共融提效。

增强泛化能力应对真实场景

硬件素质决定了机器人“能干活”，但在真实复杂的生产环境中，突发状况几乎是不可避免的。此时，机器人是否具备应对未知的能力，便成为检验智能化水平的重要标准。“换一个环境还能不能干活”，本质上考验的是机器人的泛化能力。

以钢结构制造为例，不同项目的工件尺寸和节点形态各不相同。赵金刚介绍，按照传统做法，每次换线都需要工程师停机，花上几个小时手动逐点示教；而中建科工通过在底层系统内置上千套工艺数据库，并配合3D视觉自适应补偿，让机器人自己去“看”工件的装配偏差并实时修正轨迹，将同系列标准衍生件换产调试时间缩减至3到8分钟，即使是全新跨品类复杂非标件，产线停机现场扫描、试焊、参数优化也仅需40到70分钟。

这种“随机应变”的能力，本质上是从“人教机器”到“机器自学”的范式转变。具身智能企业星海图创始人高继扬将其总结为“零样本泛化”：“机器人面对从未见过的新物体、新环境布局，不需要针对该场景做任何额外训练，就能直接理解并自主操作，真正做到‘开箱即用’。”

高继扬举例说，在2026北京亦庄半程马拉松暨人形机器人半程马拉松比赛中，共有1.2万名跑者、100余支机器人赛队同场。星海图的R1 Pro和R1 Lite化身“机器人服务官”，在赛道补给站无遥控、全自主地为跑者递水、递毛巾、分发补给。“看似简单的动作，却要面对赛道上的光线骤变、人群遮挡、运动员伸手不规律等动态干扰，这已不是实验室能模拟的真实环境。为了完成这些任务，星海图进行了广泛的机器人真实场景数据采集和训练。”高继扬说。

同样的逻辑也体现在跨厂区作业能力上。云深处团队的一项突破就是打破传统的“一景一调试”模式，打造了“开箱即用”的解决方案，也就是说，一台四足机器人在A厂区学会了识别某种特定仪表后，依靠“具身大脑”能力，当它来到B厂区遇到类似仪表时，也能具备直接迁移能力并读取数据。让实际场景中的工作经验与能力迁移到不同机器人身上，以缩短进驻新工厂的“上岗调试期”。

刘晨说：“机器人进入真实场景作业需要依靠‘具身大脑’，包括任务理解、场景记忆、自主导航、具身操作、安全决策等多个维度的能力协同。不是简单加一个大模型就行，而是要让AI真正理解物理世界的规律，对此，云深处科技正在不断推进‘具身大脑’的研发。”

高端化、智能化步伐提速

数据显示，2026年上半年，中国人形机器人出货量已超4万台，全球占比进一步提升至97%。《2026年人形机器人产业发展报告》提出，人形机器人从小批量试用加快向常态化部署和规模化应用迈进。

业内人士指出，依托多年积累的制造业根基，中国作为全球最大工业机器人市场，拥有完备产业链、快速配套能力和成本等优势。

在精密加工、电子元器件等核心零部件领域，国内的产业基础扎实完备，为机器人走向量产提供了制造保障。比如星动纪元采取了“自主研发、外部代工”的模式，在制造环节充分利用国内成熟的供应链和专业制造能力；星海图在设计阶段就引入量产思维，采用模块化、标准化架构，其新近发布的双足机器人“行客Kengo”，仅用两款核心关节模组就覆盖全身23个自由度，大幅减少了零部件种类，既提升了整机可靠性，也降低了量产成本。

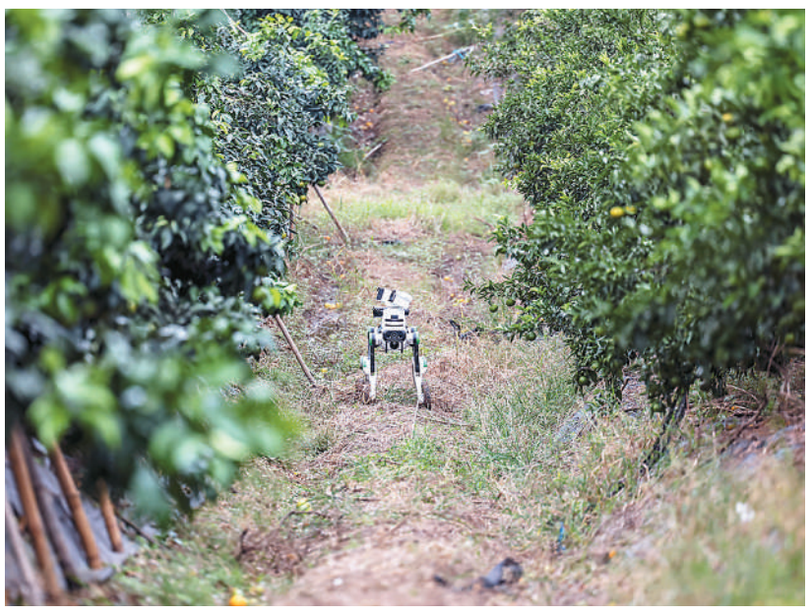
作为机器人产业应用方，中建科工表示，同等焊接、切割工作站，自研国产整套采购价较进口低40%左右。在赵金刚看来，国产产业链带来两大实打实的优势，一是维保、备件成本大幅降低，减速器、伺服、视觉等核心零部件全国产配套，常规保养耗材采购成本显著下降；二是售后、改造响应速度更快。

与此同时，应用场景持续拓宽。国内工业、物流、服务等领域场景资源丰富，孕育了丰富数据，中国机器人企业积累了海量的场景优势。得益于此，云深处的四足机器人能够深入能源电力、应急消防、安防巡逻等1200多个真实的复杂场景，积累大量实地经验；星动纪元的机器人已经在多个物流中心实际运行，作业效率不断提高；星海图的机器人R1 Pro在工业场景中能通过精细操作完成零件组装、设备巡检等任务……

随着技术加速迭代，中国机器人整机产品高端化、智能化步伐不断提速，一台台走向实景应用的机器人，正成为新质生产力发展的生动缩影。



9月17日，在辽宁省大连市，一台水下机器人在参加2026年第十届全国水下机器人大赛。　新华社记者　**潘昱龙**摄



9月15日，在四川省宜宾市江安县的一家现代农业园区，一只机械狗在柑橘园里巡检。　**庄歌尔**摄（人民图片）



近日，中建钢构的技术人员在查看柔性焊接机器人作业情况。　**梁　旭**摄



近年来，江苏省如东县积极推动功能性安全防护手套产业发展，从原材料供应、生产加工到物流销售，全产业链上下游配套完善。该县功能性安全防护手套年出口量约4亿双，销往全球50多个国家和地区。图为近日工人正在车间忙碌。

许丛军摄

“第一网”海鲜里的新动能

本报记者　**韩　鑫　胡婧怡**

解开缆绳，鸣笛起航。8月下旬以来，我国沿海自南向北渐次开渔——

8月16日，为期3个半月的南海伏季休渔期正式结束，广东、海南等上万艘渔船分批出海，开启新一轮耕海牧渔作业。

9月1日，休渔4个月后，黄海、渤海全面开渔，万千渔船扬帆向海，开启一年一度的首轮捕捞作业。

9月16日，在前期进行“小开渔”后，东海也将迎来“大开渔”，数万艘渔船抢抓鱼汛，奔赴碧波万顷的“蓝色粮仓”。

一网网鲜活海产陆续上岸，更多优质海味走上市民餐桌。“第一网”海鲜“上新”的背后，是一场从渔船装备、海上监管到深海养殖的全产业链“焕新”——

渔船装备“提档升级”。

金秋时节，辽宁营口，盖州光辉渔港内一派繁忙，首批出海的渔船陆续回港。与往年不同的是，老旧木质渔船几乎不见，取而代之的是设备先进、马力十足、抗风浪能力更强的钢制渔船。

变化始于一场专项行动。2025年10月份，辽宁省启动渔船“木改钢”三年专项行动，对申请“木改钢”的渔船船主，给予单船最高不超过100万元的财政补贴，推动老旧木质渔船加快升级为钢质渔船。据统计，今年“开渔季”，辽宁共5000多艘渔船出海捕鱼，其中超1/10是安全性更高的新建钢船。

海上监管“面貌一新”。

千帆竞发，如何井然有序？通航管理至关重要。

以航运大省浙江为例，全省有登记海船5537艘，登记渔船约1.5万艘。全面开渔后，大量渔船驶向深蓝，各类商船往来如织。

“过去，商船渔船‘同路混行’，存在较大的碰撞风险。”浙江海事局有关负责人说，如今，通过划设渔船推荐航路，为海上交通划线设标，实现了商船渔船各行其道。2022年以来，浙江沿海商渔船碰撞事故数量同比降幅超80%。今年8月，《辽宁沿海船舶定线制》正式实施，通过划定分道通航制，有效防范商渔船碰撞风险。

开渔，既要讲秩序，还得有效率。

“沿海水域范围广，渔船数量多、分布散，尤其夜间时段和离岸较远海域，如果渔船滞留航路内作业，不仅影响通航效率，还容易增加碰撞风险。”交通运输部海事局有关负责人说。

在上海，“VTS精灵”AI辅助值班员投入运行，实现航路智能管控；在山东，海事部门开发“鲁海御”智能体，可自动识别船舶偏离航路，远程提醒干预；在江苏，通过综合运用无人机、电子围栏等技术，重点水域实现全天候动态监管与精准预警……从过去现场巡航、人工盯守，到如今空中巡检、远程干预，海陆空协同的智能化监管手段，稳稳护航开渔季。

海洋牧场“登台亮相”。

广西防城港，白龙珍珠湾国家级海洋牧场深海养殖区，上千个深海网箱浮于碧波之上，工厂现场捕捞作业繁忙；

广东湛江，全球首艘漂浮式动力定位养殖平台“湛江湾1号”集半潜养殖、自主航行于一身，成为深海养殖“新势力”。

“近年来一系列技术创新，赋能海洋经济加速向‘新’而行，也让‘蓝色粮仓’动能更加澎湃。”交通运输部海事局有关负责人表示，将深化与渔业渔政部门协同联动，进一步挖掘北斗、无人机、海上通信网络的融合应用潜力，以科技赋能商渔共治，筑牢“蓝色粮仓”海上安全防线。