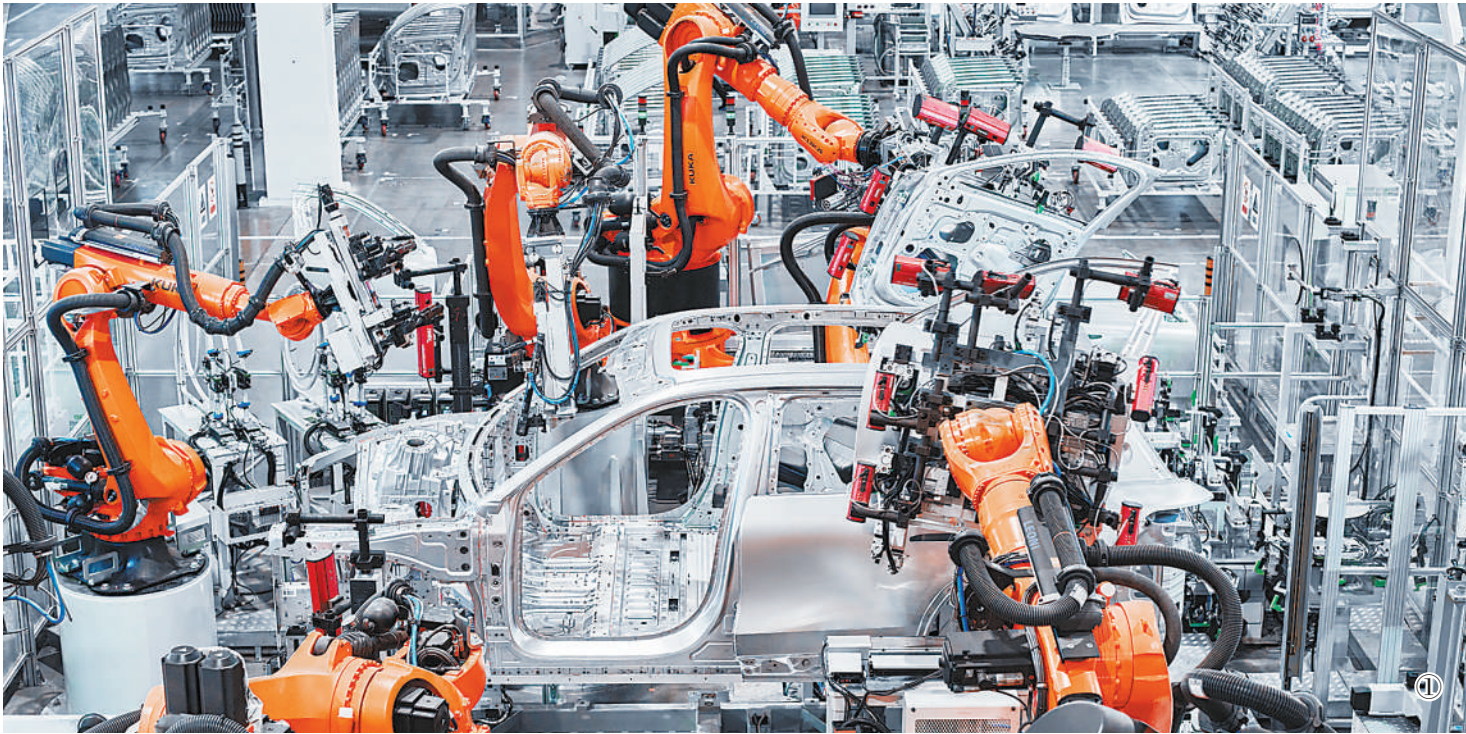


■产经观察·细看产品七十二变⑤

核心技术加速突破,细分场景持续渗透,人工智能深化融合

# 工业机器人,迈向“全能选手”

本报记者 王 政



湖北荆州,美的洗衣机工厂迎来美的人形机器人,从事巡检、机器运维、设备检修等工作;德国汉诺威,上海节卡智能协作机器人亮相工业博览会,展示了轻捏薯片级别的控制能力,引得众多观众体验;北京极智嘉的机器人智能仓储系统打入西门子等全球大客户供应链……今天,中国的工业机器人产品已在千行百业深度应用、不断成长。

从单机作业到集群协同,从执行终端到决策中枢,从简单拼装到全面国产化,从中低端突围到高端市场规模替代,从重点行业应用到赋能千行百业……通过技术创新、场景融合、人工智能赋能,工业机器人正从传统简单的机械臂升级为集群协同、智能决策、全链自主、多域赋能的“全能选手”。

## 核心技术持续突破,国产重载机器人蓄势待发

转体、伸展、挥舞手臂……走进美的蓝橙实验室(高端重载机器人全国重点实验室),一台台橙色的库卡六轴工业机器人,抓举着不同重量的“红杠”,不知疲倦地做着“托马斯全旋”。“这是在做重载机器人整机耐久寿命测试。”实验室主任助理脱立恒博士告诉记者,这些机器人大都采用了全国产的减速机、伺服电机等核心零部件。

实验室内,一台粗壮的铁灰色大型工业机器人人格外露目。脱立恒告诉记者,这台高刚度、高精度、高可靠性的工业机器人是库卡自主研发的最新科技成果,“尽管负载是500公斤级,但整机精度刚度较传统机型提升了3倍。”

“当前,机器人技术正从传统工业领域迈向广阔应用市场。尤其是在高端制造、航空航天、能源医疗等战略产业中,高刚、高精、高可靠性重载机器人作为核心装备的重要性日益凸显。”库卡中国企业业务总经理陈峰说,从2015年到2025年,负载300公斤及以上六轴工业机器人的市场规模增长了10倍。

2017年收购德国库卡后,美的在共性技术和重载机器人关键零部件上加大研发投入,已实现减速机、伺服电机与驱动控制三大核心部件国产化。聚焦重载机器人全面自主化,美的蓝橙实验室突破重载RV减速机、重载伺服电机、全新架构控制器等核心功能部件关键技术,开发出抗干扰运动刚度模型,有效解决了重载机器人在精度和刚度方面的难题。

在重载工业机器人领域,我国企业正在实现群体突破。埃斯顿推出700公斤级工业机器人,可广泛应用于重工装备、汽车、建材等行业;埃夫特最新款重载机器人,2024年已实现百合以上批量销售;汇川技术推出的六关节机器人,最大负载能力达220公斤;广州数控最大负载量500公斤的系列重载机器人,已成功通过我国强制性产品认证。此外,新松、柴孚、卡诺普等多家企业也在奋起直追。

“我国工业机器人产业已经从核心部件进口,转入部分国产自制阶段,正朝着完全国产自制加速迈进。”陈峰坚信,未来两年内,搭载国产RV减速机、伺服电机、控制器,并且在精度、可靠性上比肩国际知名品牌的国产重载工业机器人将实现批量应用。

## 打破国际品牌市场垄断,在高端场景应用上实现规模替代

走进广汽领程重型卡车制造基地的驾驶室焊接车间,6台黄色埃斯顿点焊机器人正

协同作业——机械臂灵活翻转,焊枪在驾驶室骨架间快速起落,溅起细密的焊花。经过优化设计,每台机器人通过自动工具更换系统实现搬运与焊接任务快速切换,效率大幅提升。每小时5台的生产节拍下,焊点重复精度稳定控制在±0.08毫米,合格率持续保持100%。

“过去,工厂内的机器人清一色用的是国际品牌,但这次我们坚定选择国产。”广汽领程制造中心部长杜式斌告诉记者,在选定供应商前,技术团队曾请多家供应商进行试焊,发现埃斯顿机器人的焊接质量不逊于一些进口设备,价格还更具优势。

更关键的是,作为国内少数实现核心部件完全自主化的企业,埃斯顿具备根据细分应用场景提供定制化解决方案的能力。“埃斯顿还将控制系统的一些核心程序开放给我们,双方共同开发关于驾驶室焊接线的优化程序,并实现知识产权共享。”杜式斌说。

在车用弧焊机器人领域取得突破的还有埃夫特。在比亚迪合肥工厂焊装车间,近200台埃夫特ARC系列弧焊机器人在前后副车架焊接工位协同作业。“这些搭载自研抖动抑制算法的国产机器人,焊接重复定位精度稳定控制在±0.03毫米,完全对标国际一线品牌作业标准。”比亚迪合肥工厂有关负责人介绍,截至目前,比亚迪在八大基地累计部署埃夫特弧焊机器人近千台。

“弧焊机器人国产化不是简单的替代,而是从工艺包、核心部件到控制系统的全栈创新。”埃夫特智能机器人股份有限公司董事长兼总经理游玮举例说,埃夫特此番突破高性能弧焊机器人及其部件/软件关键核心技术,形成了系列化拥有完全自主知识产权的高精密RV减速机应用、专用润滑油/脂、高性能专用伺服电机、应用工艺包和操作系统,整体性能达到国际先进水平,自主化率超过96%,部分实现100%自主可控。

在高端场景应用上实现对国际品牌的规模替代,得益于国产工业机器人精度、可靠性、耐久性的提升。日前,国家重点研发计划“智能机器人”重点专项“自主智能弧焊机器人技术与系统”项目已经启动。由埃夫特牵头的这个新项目,焊接机器人精度能达到0.5毫米,还可自主识别焊缝、规划路径,焊接智能化水平将迈上新台阶。

在高端场景实现突破的同时,我国工业机器人应用也在向广度延展。统计显示,2024年我国工业机器人产量55.64万台,同比增长14.2%。国际机器人联合会最新数据显示,2023年中国新安装27.6万台工业机器人,占全球安装总量的51%。继汽车、3C电子行业后,新能源、卫浴陶瓷、金属加工、家具



家电等通用工业领域开始成为中国工业机器人的新增市场主力。

## 人工智能加速融合,从“单机智能”到“群体智能”

在山东邹城珞石智能制造产业园,一台搭载力觉与视觉传感器的协作机器人正精准演示电脑USB接口装配。机械臂如同被赋予人类触觉与视觉,在插接过程中实时感知接触力,动态调整角度与力度,展现出“斜触修正”“二次对位”等拟人化操作。

“这款机器人融合了力控搜索与视觉伺服技术,可胜任微米级精密装配。”珞石机器人创始人兼首席执行官虞广介绍,2023年起,公司实施“机器人+AI”战略,通过人工智能技术增强机器人的感知决策能力,在3C电子、汽车零部件等领域实现突破性应用,“底层控制技术与AI的深度融合是智能升级的关键。”

在一座海外大型仓库内,700台北京极智嘉科技股份有限公司的自主移动机器人以每秒2米的速度穿梭于2万平方米的立体空间中。它们与40个多功能工作站协同作业,将传统“人找货”模式彻底颠覆——货架自动流转至工作站,机械臂精准抓取商品,自主移动机器人沿动态规划的路径快速运输,整个仓库日均处理超35万件货物,单个工作站峰值效率达500件/小时。

“这里没有固定的作业分区,企业对企业(B2B)和企业对消费者(B2C)订单混合处理,服装、电子等全品类商品共用存储空间。”

极智嘉首席技术官李洪波解释道,通过“混合存储算法”和“动态路径规划系统”,机器人集群可实时调整任务优先级,避免拥堵,更可灵活调整运营规模,轻松应对促销活动期间的需求高峰。

突破群体智能控制、动态路径规划等技术,推动工业移动机器人从“单机智能”向“系统智能”跃迁,让极智嘉具备了单系统调度超5000台机器人的技术能力,并在全球建成10余个“千台级”机器人智能仓库示范项目,在智能仓储领域连续6年保持全球市场占有率第一,海外业务收入占比超过75%。“‘群体智能’已成功延伸至工业制造场景。”李洪波介绍,极智嘉已与西门子、宁德时代等全球制造业领军企业展开深度合作,推动物流智能化升级。

机器人与人工智能深度融合,通过自适应环境感知、持续自学习优化和类人决策能力,实现柔性生产与智能协作,大幅提升制造效率与灵活性,是推动智能制造的重要驱动力。

谈及“人工智能+工业机器人”的发展潜力,陈峰提供了另一个视角。“目前,我国工业机器人市场容量约30万台,其商业模式是定制化开发,专业人员安装、调试,甚至是陪工陪产。如果将来市场容量达到每年100万台,对安装、调试、运维人员的需求将大幅增长。”陈峰说,工业机器人出厂自带人工智能,开箱即用、一键安装、预测性维护都是市场需求,也将变为现实。

图①:位于安徽合肥市的蔚来第二先进制造基地,机器人在造车流水线作业。

新华社发

图②:美的库卡智能制造科技园的工业机器人产线车间。新华社记者 邓 华摄

## ■现象台

眼下,算力与电力正形成相互支撑、协同发展的态势。持续推动算力与绿色电力融合,我国数据产业、数字经济将收获更高效率、更低成本、更大发展

大模型秒答专业问题、一键剪辑视频,智能网联汽车精准泊车,人形机器人分拣零件、搬运箱子……人工智能走进千行百业,给生产生活带来便利。与此同时,随着模型规模扩大和迭代速度加快,训练算力也在持续增长。特别是被称为“电老虎”的数据中心,大量服务器昼夜高速运转,带来巨大电力消耗。据相关机构预测,2024年至2030年,我国数据中心用电量年均增速将达约20%,远超全社会用电量增速;到2030年,我国数据中心能耗总量将超4000亿千瓦时,若不加大可再生能源利用比例,2030年数据中心二氧化碳排放或超2亿吨。

把“电老虎”变为“绿巨人”,相关方面已在行动。今年3月,国家发展改革委等五部门印发意见,要求国家枢纽节点新建数据中心绿色电力消费比例在80%的基础上进一步提升。此前印发的《国家数据基础设施建设指引》也提出“加强大型风光基地和算力枢纽节点协同联动”“加强数据中心智慧能源管理”。扎实落实这些举措,将有力推动算力与绿色电力融合,促进数据中心绿色低碳发展。

助力实现“双碳”目标。河北张家口,凭借丰富的风光资源,打造数据中心集群,今年一季度大数据产业绿色使用量同比增长超三成,占比创下新高。海南近海海域,将数据舱放入海底构建智算中心集群,以海水作为自然冷源节约电能,每年可减少5万吨二氧化碳排放。无论是增加绿电供应,还是减少能源消耗,都将为降低数据中心的碳排放提供有力支撑。

助力构建新型电力系统。算力任务可分为金融交易、导航等延迟敏感型,以及图像处理等延迟容忍型。其中,延迟容忍型的算力负载能够在时间和空间上进行灵活调节。例如,可将计算任务从电力负荷高峰时段转移至低谷时段,助力电网削峰填谷、降低用电成本,也可将计算任务优先转移至风光资源富集区,促进绿电就近消纳,让电力系统更加清洁低碳。

助力区域协调发展。我国算力资源多集中在东部地区,能源等资源较为紧张,而西部地区则拥有全国七成以上可再生能源资源。深入实施“东数西算”工程,引导数据中心向西部资源丰富地区聚集,可以充分发挥西部地区气候、能源等方面优势,就近消纳可再生能源,还能促进西部地区经济发展。

推动算力与绿色电力融合,还要注重安全性、经济性。一来,数据中心对于电力供应的安全稳定要求很高,这对风电、光伏等具有间歇性、波动性特点的新能源发电提出了挑战。二来,数据中心的电力成本往往占运营总成本一半以上,有的甚至达六七成,需要采取措施让绿电供应得既可靠又便宜。

当前,已有一些数据中心通过技术创新,探索“源网荷储”一体化、建设智能微电网等方案,保障电力安全稳定供应,降低用电成本。河北怀来县一处“风电+光伏+储能”一体化数据中心项目,通过智慧平台,能够结合天气信息和历史用电趋势,预测发用电量;借助储能系统,储存多发的风光绿电和非高峰时段的低成本电力,在用电高峰期释放。通过多措并举,绿电占年用电量的70%以上,一年能减少近8000吨碳排放、节省电费超350万元,实现了风光绿电消纳和数据中心低碳发展。

能源行业常说一句话:“人工智能的尽头是算力,算力的尽头是电力。”眼下,算力与电力正形成相互支撑、协同发展的态势。京津冀、长三角、内蒙古等枢纽节点,青海、新疆等清洁能源丰富地区均已开展算电协同试点,围绕绿电直供、多源互补、源荷互动等进行技术探索。持续推动算力与绿色电力融合,我国数据产业、数字经济将收获更高效率、更低成本、更大发展。

## ■资讯速递

### 《中国营商环境发展报告(2025)》发布

本报电 日前,国家发展改革委发布《中国营商环境发展报告(2025)》(以下简称《报告》)。《报告》按照企业从设立到退出的全生命周期,分5个部分展示2024年全国层面营商环境各领域进展成效。《报告》紧扣企业关切,聚焦破除准入壁垒、保障公平竞争、规范监管执法、保护知识产权等突出关切,介绍2024年相关领域出台的法律法规或政策文件、贯彻落实的具体举措、取得的实际成效,辅以11个政策专栏、16个地方案例,生动呈现改革实施效果。(刘志强)

### 渝厦高铁重庆段启动试运行

本报电 日前,新建渝厦高铁重庆东至黔江段(以下简称“渝厦高铁重庆段”)联调联试结束,正式启动试运行。渝厦高铁重庆段是国家中长期铁路网规划“八纵八横”中渝厦通道的重要组成部分,从重庆站引出,途经渝中、南岸、巴南、南川、武隆、彭水等区县,止于重庆市黔江区,设计时速350公里。目前,重庆至重庆东的重庆菜园坝长江铁路隧道正按施工计划稳步推进。此次运行试验的是重庆东至黔江段,新建正线长约250公里,全线共设车站7座。渝厦高铁重庆段建成通车后,重庆主城区至黔江区的列车旅行最快时间将从现在的4小时缩短至1小时内。(李心萍)

本版责编:丁怡婷

## ■新视点

# 建设高质量数据集,让人工智能更聪明

本报记者 王云杉

什么是高质量数据集?简单来说,就是高价值、高密度、标准化的数据。

“数据之于大模型,就像石油之于汽车。原油只有经过一系列复杂的过程炼化成汽油后,才能供汽车使用。同样,海量原始数据需要经过‘炼化’形成高质量数据集,才能助力大模型精准学习数据特征与规律,有效提升其对不同场景和任务的适应能力。”中国信息通信研究院副院长魏亮告诉记者,数据集的质量影响人工智能的“智商”,近期发布的深度搜索系列模型训练中,大量使用了高质量推理数据集,凸显了高质量数据的重要性,“大模型与垂直领域深度融合,同样也需高质量数据集的支撑。”

建设高质量数据集,有关方面在积极行动。国家数据局等17部门联合印发的《“数据要素×”三年行动计划(2024—2026年)》提出,“推动科研机构、龙头企业等开展行业共性数据资源库建设,打造高质量人工智能大模型训练数据集”。第八届数字中国建设峰会上,国务院国资委发布首批10余个行业、30项央企人工智能行业高质量数据集,涵盖了电网调度AI负荷预测数据集、核电SPV设备健康诊断、运行异常及故障预测数据集、金融大模型数据集等。

“随着基础模型开源态势的形成,各方在算力和模型算法层面的差距正在不断收窄,数据要素价值更加凸显,已成为人工智能竞争的核心领域。”国务院国资委规划发展局副局长胡武捷表示,要推动行业高质量数据集加速汇聚共享,为人工智能产业提供充足“养分”,从而持续进行不同场景的训练优化,推动基础模型在千行百业落地应用。

目前,高质量数据集建设还存在不少挑战。魏亮说,一方面,行业大模型对数据的需求多样,不同行业部门对模型场景数据的需求各不相同,增加了数据处理和管理的复杂度。另一方面,在行业大模型的实际建设中,对于构建和采购的数据没有统一衡量标准,不同行业、不同数据源的数据完整性和准确性可能参差不齐,影响了大模型的训练效果和预测准确性,造成训练资源浪费。

4月30日,《高质量数据集建设指南(征求意见稿)》发布。全国数据标准化技术委员会提出,将强化标准引领,分三类建设高质量数据集:一类为“通识数据集”,包含面向社会公众、无需专业背景即可理解的通用知识,主要用于支撑通用模型落地应用;一类为“行业通识数据集”,包含面向行业从业人员、需要一定专业背景才能理解的行业领域通用知识,主要用于支撑行业模型落地应用;一类为“行业专识数据集”,包含面向特定业务场景相关人员、需要较深的专业背景才能理解的行业领域专业知识,主要用于支撑业务场景模型落地应用。

国家数据局副局长夏冰表示,数据集的质效提升是人工智能赋能实体经济的“催化剂”,下一步,国家数据局将构建部际联通、央地协同的工作机制,推动高质量数据集标准体系研究,促进数据、技术、场景对接,构建多元协同的数据标注产业生态,夯实人工智能发展数据根基。