

“需求+技术”驱动 擦窗机器人“火了”

在高楼林立的城市天际线间，一抹灵活移动的机械身影正在悄然改变人们的生活。

当通用机器人跑马拉松、打格斗赛而引发广泛关注时，擦窗机器人这一面向垂类场景的产品已经从“科技概念”变成广泛应用的智能清洁设备。无论是面向高空幕墙等商用领域，还是面向千家万户的家用市场，擦窗机器人近年来均展现了蓬勃的增长潜力，并在需求与技术的双轮驱动下，开展着一场关于清洁效率的革命。

不过，行业繁荣的背后潜藏暗礁。行业高速增长吸引了大量“玩家”涌入，市场鱼龙混杂。尤其在家用擦窗机器人领域，不少厂商试图以低价换取市场，一定程度搅乱了原本的行业生态。业内人士普遍认为，需警惕低质量“内卷”影响了这一新兴市场的发展，应建立统一严格的标准，规范行业竞争。



2024年，中国家用擦窗机器人市场规模首次突破10亿元，同比增长35.7%。

2025年，擦窗机器人市场依然保持高速增长态势，一季度市场规模达到4.3亿元，同比增长43.3%。

需求爆发

据奥维云网数据，2024年中国家用擦窗机器人市场规模首次突破10亿元，同比增长35.7%。进入2025年，搭乘着国家补贴政策红利东风，擦窗机器人市场依然保持高速增长态势，一季度市场规模达到4.3亿元，同比增长43.3%。

业内人士认为，擦窗机器人市场在近两年迎来了需求拐点，同时也吸引了许多资本及一大批新“玩家”涌入。但在十几年前，行业远没有这般热闹。作为这一品类的开拓者，家电巨头科沃斯在2011年率先在中国市场推出了首款家用自动擦窗机器人“窗宝”，并通过持续深耕，保持着市场领先地位。奥维云网数据显示，2025年第一季度，科沃斯擦窗机器人在中国市场的销售额占比达到62.3%，遥遥领先其他厂商。

科沃斯有关负责人表示，当时中国城市化进程加速，高层建筑日益普及，但传统人工擦窗存在高空作业风险高、效率低等痛点。“我们敏锐地意识到，家庭服务机器人从地面向立体空间延伸是必然趋势，擦窗机器人既能解决用户实际需求，也能通过技术创新建立差异化竞争优势。”科沃斯有关负责人表示。

在商用领域，擦窗机器人的市场也在不断拓展，尤其是海外需求，近年来持续稳步增长。广东凌度智能科技有限公司（以下简称“凌度智能”）是一家专注于高空幕墙清洁机器人的公

司。前不久，凌度智能参加了第137届广交会，展出的产品吸引了众多外国客商，达成了不少订单与合作意向。

凌度智能副总经理黄健表示，公司目前的海外销售数据与国内基本持平，而海外市场则主要面向中东地区和德国、澳大利亚等发达国家。

“卖得最多的是迪拜、阿联酋、科威特等国家，中东地区占我们海外销售额的50%。”黄健说，中东地处沙漠，风沙大，墙面容易脏，而且水资源匮乏，因此对凌度智能具备实时水循环过滤功能的擦窗机器人格外感兴趣。此外，发达国家的人工成本普遍较高，更希望用机器代替人工擦窗，节约成本。

技术持续突破

擦窗机器人行业需求增长的背后，一个重要的驱动因素是技术的持续迭代突破。

天使投资人、资深人工智能专家郭涛表示，早期相关产品吸力不稳、清洁效果差，如今传感器、算法、吸附技术已较为成熟，解决了安全与清洁两大难题。“如部分产品具备智能规划路线、自动检测窗框、强吸力防掉落等功能，增强了用户信任感。”郭涛说。

“以我们的窗宝W2 PRO为例，它搭载了WIN-SLAM 4.0算法，有7种清洁模式，可以智能规划路径，还可以达到14厘米每秒的行走速度，

是目前民营领域最好的立面清洁解决方案。”科沃斯有关负责人表示。

自2016年成立以来，凌度智能在将近十年的时间里见证并推动着高空幕墙清洁机器人行业技术的进步。“当时这一领域很小众，还没有人攻克相关技术，也没有资本介入。”黄健说，除了攻克吸附力的技术壁垒外，凌度智能还围绕降低用水量及机器功耗等方面，进行了持续的技术攻关。

高空幕墙清洁机器人高空作业，要解决的核心难题是水量的问题。“我们研发出了一套水循环系统，产品内置了一个9升的水箱，不仅能自动回收污水，而且带有清洁过滤功能，经沉淀过滤后可重新喷射清水，实现了水资源的重复使用。”黄健说，以一栋100米、30层的高楼为例，使用传统的“蜘蛛人”人工作业方式与采用公司的产品作业，用水量比例可达20:1。这一技术亮点也是公司产品吸引了许多来自水资源匮乏的中东地区客户的重要原因。

面临“成长的烦恼”

快速发展的背后，行业也面临一些隐忧。记者在某代工工厂平台上以“擦窗机器人”为关键词搜索，相关产品的价格区间跨度较大，从两三百元到上千元不等。

随着市场需求的扩大，近年来涌入擦窗机器

人赛道，尤其是家用擦窗机器人赛道的“玩家”很多。以价换量成为“新势力”占领市场份额的重要策略，价格战有愈演愈烈之势。一位头部厂商的有关负责人透露，在资本的推动下，不少厂商抱着“赚快钱”的心态低价揽客，产品质量参差不齐，导致行业鱼龙混杂。

“作为一种新兴产品，消费者对擦窗机器人的试错成本是比较低的。花了几百元尝鲜，体验不佳的话，容易对整个品类形成负面印象，会给整个行业带来很大的伤害。”上述头部厂商的有关负责人说。郭涛表示，从积极方面看，价格战在短期内能让消费者以更低的价格买到产品，倒逼企业优化成本、提高生产效率，但消极影响也很突出。“过度低价会使部分企业为降低成本而牺牲产品质量，劣质产品扰乱市场秩序，形成劣币驱逐良币局面，损害消费者利益与行业长期健康发展。”郭涛说。

“行业应关注品质、体验，避免落入‘低价抢市场、降低产品成本、产品体验和品质下降、消费者质疑品类’的低质发展螺旋。”科沃斯有关负责人表示。郭涛认为，一方面，企业要重视技术创新与研发投入，不断提升产品性能和质量，以差异化优势立足，而非单纯依赖低价；另一方面，行业层面应建立统一严格的标准，规范产品质量、安全性能等指标，让消费者辨别产品优劣，同时加强监管，打击违规低价竞争与假冒伪劣产品。

突破应用场景“天花板”

当前，通用机器人正处于资本风口，但距离真正的商业化落地仍有漫长的道路要走。相比之下，擦窗机器人、割草机器人等垂类产品已通过持续的技术迭代，在清洁效率、安全性能、用户体验等方面达到成熟水平。不过，郭涛表示，垂类产品往往面临应用场景的“天花板”，如擦窗机器人目前主要应用于家庭、商业场所窗户清洁，要在场景上寻求突破，积极挖掘新的市场需求。

“关于垂类机器人的应用场景‘天花板’问题，技术创新与场景拓展始终是突破的关键。”科沃斯有关负责人表示，科沃斯以技术迭代驱动场景延伸，例如窗宝W2S PRO首创基站自供电技术，使机器人摆脱传统线缆束缚，不仅适用于家庭窗户，更可拓展至酒店幕墙、商业综合体玻璃等场景。

“任何一类产品，哪怕规模再大，都有应用场景的‘天花板’。”黄健表示，凌度智能很早以前就思考过这个问题。目前，公司的高空幕墙清洁智能化解决方案已延伸至光伏领域，并在火车、地铁、动车等轨道交通领域探索开发特种智能清洁设备。此外，公司未来还将探索高空幕墙的维护管理，以类似于物业服务的形式，打开更多市场空间。

据《证券时报》作者：周春媚

以数字技术为支撑 防洪有了“智慧屏障”

6月的广西大藤峡，烟浩渺，水天一色。随着汛期临近，这座珠江流域关键控制性工程正以数字技术为支撑，展开全要素防洪调度演练。该工程通过数字孪生和“五位一体”感知体系实时监测库区水位、坝体应力、河道流量等千余项数据，动态推演洪水演进路径，精准调控每秒超万立方米的泄洪量，为粤港澳大湾区筑起智慧防洪屏障。

智慧工程护佑江河安澜

鸟瞰大藤峡水利枢纽，一路奔腾的江水通过26扇弧形工作闸门泄流而下。弧形门的设计可以泄放自如，更精准地控制闸门，保证良好的泄流状态。当前，大藤峡水利枢纽闸门的管理已经实现数字化。在数字孪生大藤峡应用中心，枢纽管理中心工程师李颖正在进行分析作业。大屏幕上实时显示每个闸门的状况。

“通过和相关部门的数据合作，工程态势感知都在一张图上。”李颖轻点屏幕，一张流域信息图在眼前展开，“提前半个月就能知道哪些地方下雨、哪些电站加大泄水、形成多大流量，实现预报、预警、预演、预案。”

“水情调度既要防汛也要抗旱，闸门除了在防洪时调整，在水资源调度时也要调整。”李颖说，珠江流域枯水期降水量不足20%，易致冬春连旱、珠江口咸潮上溯，“以往通过上游天生桥水库、龙滩水库调水到澳门需要7天至10天，现在从大藤峡调水只要3天。”

在大藤峡船闸管理中心，船闸内新一轮充水作业已完成。随着充水平稳下泄，铃声响起，船闸开启，满载砂石料等基础用材的货船顺利开出。船闸高位抬升，巨大落差带来水流冲击难题。为此，科研团队首创“双线三级充泄水系统”，通过数字技术实现智能调控阀门开度和水流速度，使单次充泄水时间大幅缩短，较传统船闸效率提升40%。

船闸通航至今，过闸船舶已达到14.3万艘，累计核载量超3.5亿吨，通航效率达到同类型船闸先进水平。

人工智能助力“数智管水”

“咕咕咕……”在大藤峡水利枢纽工程大

坝廊道内，一只银白色的机器狗灵巧地绕过排水沟，四只仿生关节足一边试探障碍物一边前行。

随着一声清脆的提示音，机器狗突然在集水井前驻足。只见机械狗前肢微屈，头部传感器缓缓移动。“过去水位校核至少要2人协同排查2小时，现在机器狗就能完成。”大藤峡水利枢纽中心工程师陈虹余轻点触控板，实时生成的3D模型，已在1号集水井标注出标记。

“这只机器狗搭载了双光云台，可实时监测观测房、排水沟、集水井等廊道结构安全，同时监测排水沟水位、廊道温度、气体状况等环境要素。”水利部珠江水利委员会水文局工程师刘明磊介绍，在复杂工况下，机器狗可以代替人工开展巡检等工作。

“通过在‘大脑’里植入水库大坝的数字孪生体，以及持续学习AI算法，机器狗的主动识别准确率目前已经能够提升至99.5%以上。”陈虹余介绍。

机器狗巡检只是大藤峡水利枢纽构建“空天地水工”一体化的感知体系的一个典型缩影。当前，一个由检测维护机器人、设备巡检机器人、水域作业机器人、智慧仓储机器人等组成的“机器人家族”在大藤峡各司其职，展示用“数字之眼”守护水库和大坝安全的多样技能。

在大藤峡水利枢纽工程南木江副坝上方，搭载高光谱相机的智能无人机盘旋往复，4K镜头扫过之处，坝前库面、枢纽工程及下游河道情况尽收眼底；在大藤峡电厂输变电站，电力巡检智能机器人正对高压电缆等设备开展监测；水面之下，搭载多波束声呐的机器人能在江水中勾勒出库底地形的数字等高线，完成库区水下地形测绘，精准定位可能威胁泄洪安全的淤积点……

从狭长廊道到高压电缆，从大坝巡检到水质监测……多种类型的“机器人编队”提供的实时数据，不断汇入运行管理矩阵平台、数字孪生系统，为大坝映射出精准的“生命体征”。同时，这些智能“巡检员”也让传统“望闻问切”的监测工作升级为“全息CT扫描”，催生出“感知-决策-处置”的闭环管理模式。

据《科技日报》作者：何亮

► 科技前沿

人工智能笔可通过手写识别帕金森病

日前，研究人员利用人工智能技术开发出一种装有磁性墨水的笔，可用于辅助检测帕金森病的早期症状。

该人工智能笔通过神经网络辅助数据分析，能识别帕金森病患者与健康人群手写特征的差异，有望实现更早诊断。

据了解，帕金森病估计影响全球近1000万人，是仅次于阿尔茨海默病的第二常见神经退行性疾病。帕金森病也是全球增长最快的神经退行性疾病，且在低收入和中等收入国家，普遍认为诊断数量被低估，部分原因在于这些国家缺乏经过培训的医疗专业人员来诊断该疾病。

由于该疾病的症状包括震颤，诊断通常基于观察患者的运动技能。然而，这种方法缺乏客观标准，且通常依赖于临床医生的主观判断。

智能传感芯片灵敏度有望提升

未来，智能手环的灵敏度有望更精准，折叠屏手机的屏幕也会变“亮”。这得益于北京大学化学与分子工程学院教授裴坚团队近日发布的最新研究成果：世界范围内首次实现了有机高分子半导体微米级超高精度掺杂，智能传感芯片灵敏度有望提升。

“有机半导体的精加工，就像在沙漠里找水。”裴坚生动地解释了该领域研发的难度和重要性。与传统的无机半导体相比，有机半导体具备轻薄柔软、成本低、环保等优点，已在有机光伏电池、柔性传感器等领域大展身手。

“比如折叠屏手机的发光层、智能手环的心率监测功能等都离不开有机半导体的支持。”他话锋一转，不过，提升其加工精度一直是摆在科研人员面前的一道难题，“更直白地说，我们希望升级高性能N型材料的掺杂技术，从而大幅提升材料加工的调控效率和电导率。”

他提到的技术，是通过掺杂剂限有机半导体间的反应，注入额外的自由电子，构建互补电

路，提高器件性能。历时10年，裴坚带领团队先后研制出两代掺杂技术，最终实现有机高分子半导体掺杂过程的精准可控，电导率提升最高可达9个数量级。

该团队成员、博士生王馨怡表示，这种操作精度可达1微米以内，已接近有机集成电路工业最尖端的制程水平，“操作过程像是拿着一支激光笔在柔性材料上写字”。

该技术在10余种典型有机高分子半导体中成功应用，电导率普遍提升6个数量级，拓展了有机高分子半导体材料的应用场景。此外，该技术还与现有半导体工业的光刻流程高度兼容，可以为高性能有机集成电路的构建提供关键支撑，具备重要的工艺可行性与产业转化潜力。

裴坚表示，该成果为有机集成电路微型化与高密度集成提供了关键技术支撑，有望推动柔性显示分辨率升级，助力提升智能传感芯片灵敏度，加速有机集成电路的产业化进程。

据《北京日报》作者：何蕊