

“他们”何时跑进千家万户



许多人希望拥有“像人一样”的全能助手。 视觉中国供图



近日引发海量关注的人形机器人半马大赛背后，是全球科技、产业竞争的核心角逐。

与此同时，大众正饱含期待并不断追问的是：“他们”，到底何时能真正跑进千家万户，以拟人外形、自主智能、灵巧双手适应人类居家环境、使用日常工具、完成家务劳动、陪伴照护老人和孩子？

本报记者 彭德倩

从马拉松稳健奔跑、春晚舞台灵动演武，到球馆空心入篮、实验室精细抓取，人形机器人正以超出预期的速度，从科幻概念走向现实应用。

人口老龄化持续加重、家庭结构小型化、劳动力成本不断上升的当下，公众期待空前强烈：真正能包揽家务、能照护老人、能陪伴家人的通用型人形服务机器人，究竟还要多久才能进入寻常百姓家？

技术瓶颈、经济成本、政策体系、伦理安全……专家逐一分析研发与应用中的难题，最终给出“乐观”的答案。

技术瓶颈：大脑与灵巧手

目前轮式、履带式、多足式等专用形态机器人层出不穷，但家庭环境是为人的尺寸、人的形态设计的，人形机器人可以天然适配楼梯、门把手、家具、工具，不需要改造家庭环境，而非人形机器人存在天然环境适配短板。业内认为，未来行业会像手机一样，从百家争鸣走向头部集中，最终留下少数主流人形形态，成为家庭服务的终极方案。

大众对家用机器人的期待，早已超越扫地机、洗碗机等单一功能设备，迫切希望拥有一台“像人一样”的全能助手。

在专业视角下，“走进千家万户”的人形机器人有着清晰的标准与边界，并非功能堆砌就能实现普及。

“通用型家庭服务机器人的核心是具身智能，它区别于传统专用机器人，也区别于只靠大模型驱动的‘离身智能’。”中国自动化学会机器人专委会理事、上海大学机电工程与自动化学院教授田应仲从技术本质给出定义。

所谓具身智能，是机器人能够像人一样，完成感知、决策、执行、调整、反馈的完整闭环：既能“思考”，又能“行动”，还能在动态变化的环境中自主调整。它必须具备三大核心能力：第一，类人认知与决策能力，在安全

与伦理规则约束下，实现小样本学习、任务泛化，能应对家庭里从未预设过的新场景、新问题；第二，稳定安全的运动能力，适应复杂家居环境、平稳移动、动态避障，不磕碰、不摔倒、不伤人；第三，全身协同的灵巧操作能力，不只是手指仿生，而是手、臂、躯干协同配合，完成倒水、开门、叠衣、取物、护理等人类习以为常的精细动作。

“大众期待的通用机器人，是一个本体、胜任多项任务”，这才是真正的颠覆性产品。当前很多机器人只能在实验室、展厅里完成预设动作，一进入真实家庭就“失灵”，根源就在于不具备真正的具身智能。”田应仲直言。

事实上，当前人形机器人在运动控制上突飞猛进，足式行走、动态平衡、复杂动作展示频频刷屏，可一进入非结构化的家庭环境，往往“束手无策”。杂乱的客厅、变化的光线、个性化的物品摆放、突发的交互需求，都是对现有技术的极端考验。家庭场景的复杂性、随机性、非标准化，决定了技术落地远比舞台展示艰难得多。

针对家庭场景是机器人技术的“终极考场”，目前产品研发面临两大核心技术瓶颈。

第一，“大脑”不够类人，依赖大模型但不具备人类思维。当前具身智能普遍依靠大数据、大算力、遍历式学习，和人类“少量学习即可泛化”的逻辑完全不同。人类可以快速聚焦目标、灵活判断、依靠常识推理，能耗极低；而机器人模型一旦脱离云端高算力，端侧轻量化部署就能力骤降。“人靠大脑，吃一碗米饭就能支撑一天工

作，机器人却要消耗巨大能源做计算，这是本质差距。”田应仲认为，真正的突破不是堆参数、堆算力，而是回归人类思考机制，研发低功耗、小样本、可泛化的轻量化算法，让机器人在安全规则内自主学习、自主应对新任务。只有摆脱对海量数据与超大算力的依赖，机器人才能真正走进家庭。

第二，“灵巧手”研发仍处于爬坡期，缺乏全身协同控制。看似简单的叠衣服、拿水杯、拧瓶盖和搀扶老人等动作，都需要手、臂、躯干、重心的整体配合，而目前灵巧手研发与机器人本体的研发往往割裂，系统驱动方式以电机、绳索为主，和人体肌肉驱动机制差异巨大，负载能力、柔性反馈、精细操控都达不到家用要求。“开门不只是手用力，身体会倾斜、重心会调整，机器人的这种协同能力现在还有所欠缺。”他判断，灵巧手研发仍处于长期摸索阶段，必须尽快从“单手操作”转向“全身协同控制”，才能真正满足家庭需求。

技术之外的三道门槛

“全民级准入门槛”，是家用机器人人在技术以外的关卡。在复旦大学管理学院应用经济学系副教授张洁看来，机器人要像汽车、手机一样融入更多家庭，绝非技术达标即可，而是要形成一整套成熟的社会支撑体系，须跨过三道门槛。

首先是经济门槛，成本与使用费用降到普通家庭可承受的水平，具备长期使用性价比，而不是少数人的高端玩具。因此，必须解决非标准化需求与规

模化低成本之间的根本矛盾，这是决定普及速度与范围的核心变量。

养老、陪护、家务、育儿的需求千干面，老人习惯、家庭布局、功能偏好各不相同，要做到高覆盖、高满意度，程序定制化与硬件复杂度会急剧推高成本。普通家庭难以承担数万元甚至更高的购置费用，更难接受后续维护、升级、维修的持续支出。

机器人迭代速度快、维护专业性强、软硬件持续升级，“一户买一台”的模式在经济上不可持续。用户买得起、用不起、修不起、升级不起，会直接阻碍普及路径。

其次是标准门槛，家庭是开放、近距离、高风险场景，机器人可能与老人、儿童、病患24小时共处，安全、伦理、友好性须放在首位，再智能的产品，不安全、不合规、不贴近家庭需求，就不可能被社会接受。因此，必须建立类似汽车行业的安全标准、质量规范、产品召回、售后维修体系，确保大规模使用可靠可控。“汽车用了上百年才建立起今天的安全、法规、保险、售后体系，家用机器人不可能跳过这个过程。”张洁说。

再次，从社会层面，安全测试到隐私保护、事故责任认定、伦理规范，均须进一步健全。可能发生的人机冲突、伤害事故、功能故障后的责任划分，给社会管理与法规制定出了新题。

同时，机器人进入家庭，无疑会获取大量音视频、行为习惯、健康状况等敏感信息，数据一旦被滥用，风险远超传统家电。站在更高层面看，养老、健康、家庭生活数据属于国家关键敏感信息，涉及国民基础隐私，绝不能交由市

场机构无序采集、使用、传输。未来应参照网约车、物流大数据监管模式，由国家统一管控、统一标准、明确权限，把机器人数据治理纳入新质生产力安全体系，从制度上消除公众最大顾虑。

张洁提出，人形机器人走进家庭，可以推进的路径是：养老切入、试点先行、政策托底。

从商业考量，养老可以作为第一突破口。包括我国在内的不少国家老龄化严重，护理人力短缺，人工成本持续上涨，急需机器人替代部分基础护理，社会化服务与经济性最突出。先让大众体验到机器人的实用价值，再逐步拓展功能、进入普通家庭。这既是社会刚需，也是产业最容易落地的切口。

不妨从机构场景起步，不直接进入家庭。优先在高端养老院、护理院、康复中心等封闭可控环境试点，让机器人承担洗澡、助行、健康监测、服药提醒等标准化服务，验证可靠性、降低公众恐惧感。在可控环境中打磨产品、优化成本、建立规范后再逐步向普通家庭渗透，从标准化服务入手，逐步尝试定制化服务。

未来还可将其同步纳入医保与养老政策，实现普惠化。当前我国养老护理已纳入医保、长护险与民政补贴体系，未来机器人护理服务一旦被认可，由公共支付体系承担部分费用，就会从高端奢侈品变成普惠公共服务，这将是家用机器人普及的真正拐点。若凭借政策打开通道，市场需求将被彻底激活，产业可以借此进入规模化降本的正向循环。

在商业模式上，张洁认为可以与航空业做类比——波音、空客制造飞机，但大量飞机由租赁公司持有，再租给航

艾克斯：喷泉与歌剧节

越洋漫笔

徐子亮

每每忆及普罗旺斯之行，脑海里总浮现那年7月的晴空万里，前往其前首府艾克斯的路上熏风扑面，干燥的空气中弥漫着月桂、迷迭香、薰衣草和许多不知名的新鲜植物的香气。极目远望，田野起伏，车窗外时而掠过一畦畦薰衣草田或是一行葡萄树。

在干热的道路上长时间行驶后，艾克斯以令人振奋的形态出现了。比起薰衣草，城中街上随处可见的喷泉似乎更令人惊喜。阳光下的水雾折射出七彩虹影，满目清凉。

据历史记载，艾克斯这座法国南部的城市的历史可以溯源到2000多年前。公元前122年，一个名为塞克斯特的罗马将军发现了这个地区有极其丰沛的泉水，更为可贵的是这些泉水具有治疗和缓解疾病的功效。于

是，罗马人便修建水渠，把泉水引入城中，并因地制宜地建造了浴场。源于对水的崇敬，人们用艾克斯这个拉丁语的本义为“水”的词来为其命名。而大规模的扩建是在艾克斯成为普罗旺斯地区的首府之后，当时的政府在主要交通干道和广场上修建了不少喷泉，这样不仅可以缓解普罗旺斯地区夏季的炎热，更可用以美化市容，彰显城市的气势和品位。

城市因天然温泉水源而得名。故而，人们又把艾克斯称为喷泉之城。这些精美的喷泉大多建于17到18世纪。例如，市中心的米拉波大道上，建于17世纪的马萨林喷泉，其顶部矗立着3座女性形象的雕塑，分别面向3个方向，各自寓意艾克斯历史上曾经影响过的普罗旺斯、多非内和朗格多克3个省份。再如，曾是罗马浴场遗址的温水喷泉，至今还有水温18摄氏度的天然泉水喷涌。此外，颇具特色的还有旋转喷泉、四海豚喷泉、九门炮台喷泉等等。阿尔贝塔斯广场喷泉的周围被巴洛克建筑所环绕，铁

艺阳台和精心修葺的外墙，被称为“艾克斯最美丽的角落”。

在艾克斯，著名的喷泉不胜枚举。据统计，市中心至今还有近40座喷泉，有的精致玲珑，有的典雅古朴，有的气势恢宏，交织错落，各显其美。喷泉的塑形，从古罗马风格到巴洛克风格，造型各异，它们并不集中于一两处成为“超级地标”，却如同一座座精美的艺术品铺陈在各处。更为可贵的是，我们在这座城市的小巷深处还常常能在不经意间与喷泉“邂逅”。那些无名的喷泉默默流淌，周围并无围栏，人们尽可以接触温润的泉水。又因为水源纯净，这里的人们都习惯于直接饮用。尤其在炎热的夏季，含一口泉水，清凉直沁心脾。

如果说喷泉是这座城市有形的艺术珍品，那么深厚的文化底蕴铸就了艾克斯的艺术基石，使它成为当之无愧的法国南部文化艺术之都。

每年7月举办的艾克斯-普罗旺斯国际歌剧节是由贝尔纳·法桑克于1948年在艾克斯首创的，如今已成为

世界上最重要的歌剧节之一。先锋与创新、高雅和国际化是歌剧节的标志；浓厚的人文气息，尤其在扶持和发掘新人方面独树一帜，已成为歌剧节的特色。

我们到达的7月，正是每年夏天举办歌剧节的日子。当地的古罗马剧院、普罗旺斯大剧院隆重迎接这个盛大的艺术庆典。常驻歌剧节的有威尔第、普契尼的大师之作，莫扎特的作品《唐·乔瓦尼》《费加罗的婚礼》等也经常成为歌剧节的扛鼎之作。与此形成强烈视觉冲击的是新锐导演极具现代感的当代歌剧的上演。大街上，古典音乐及歌剧精品的海报随处可见，观剧的人们三五成群，络绎不绝。各种街头表演和露天电影把城市演化成一个个免费的舞台，到处洋溢着喜庆和欢快的气氛。

导游告诉我们，如果秋天来到艾克斯，还可以与每年举办的钢琴节相遇。

不同于歌剧节有许多大型剧目，艾克斯市内的秋季钢琴节活动通常以古典风格的室内乐或钢琴独奏为主，



艾克斯街头即景。 作者供图

在精致定位的基础上，学术性更为浓厚。舒伯特、门德尔松、勃拉姆斯这些浪漫主义时期大师的作品常常成为重头戏。与此同时，为丰富曲目，满足不同听众的爱好，一些如改编自《海上钢琴师》等经典电影的钢琴曲目也会出现。演出的地点相对集中于小型音乐厅或者一些有历

史底蕴的厅堂和古老的建筑内，甚至有安排在教堂里进行表演的。在这些富有古典韵味的场景里演出，观众们沉浸式地体验到一种别样的风格 and 情调。

如今，我正期待着再一次的秋季之旅，与艾克斯这座跨越2000多年的古老城市共享艺术之光。