

从仿人步态到空翻腾跃

人形机器人如何突破“运动极限”？

机器人直膝行走、空翻腾跃等动作融合了多个领域的尖端技术，每一个动作细节的背后，都蕴含着极高的技术含量，这不仅充分展示了企业出色的创新研发实力，也引发了人们对未来机器人技术的无限遐想。

3月9日，一台身高1.38米、体重40千克的人形机器人在广东深圳人才公园奋力奔跑，穿行在运动人群中，引得不少行人纷纷拿出手机拍照记录。

机器人开始与人类一起跑步？这令人颇感意外。

然而，这并非一场简单的行为艺术，而是深圳市众擎机器人科技有限公司正在进行的机器人奔跑测试。相较步行而言，奔跑对机器人关节执行器的响应速度、抗冲击能力等方面提出了更高要求，尤其是在面对不同的地面状况时，机器人必须依靠高精度传感器实时调整自身姿势，以确保稳定着陆。

那么，人形机器人是如何完成高难度空翻动作的？另外，随着机器人技术不断迭代更新，其在实际应用中展现出越来越多的优势，在这个过程中，机器人企业又是如何突破关键核心技术？

把整机重量控制到极致

轻轻按下遥控器按钮，机器人猛然屈膝、蓄力，紧接着腾空而起，翻转一圈后稳稳落地……实验室内瞬间爆发阵阵欢呼声，研发人员早已按捺不住内心的喜悦和激动。

“这一跃，不只是一个动作的完成，更是人形机器人运动极

限的突破。”回想起2月下旬这一幕，众擎机器人科技有限公司联合创始人兼市场负责人姚淇元依然激动不已。

空翻，这个看似简单却极具挑战性的动作，实则融合了多个领域的尖端技术，每一个动作细节的背后，都蕴含着极高的技术含量。

“相较于后空翻，前空翻对机器人的爆发力、控制精度要求



更高，研发的关键在于减轻整机重量，实现轻量化与高性能的平衡。”众擎机器人科技有限公司联合创始人任国稳表示，研发团队必须要确保机器人具备整机重量轻、关节爆发力强等特点，才有可能完成高难度空翻动作。

“关节重量占机器人整机重量近60%，是减重的核心。只有把关节的重量减下来，才能把整机的重量控制到极致。”任国稳说，为了让机器人更加灵活自如，研发团队采用了自主研发的动力关节技术。

然而，攻克动力关节技术难题，绝非一朝一夕之功。凭借深厚的技术积累与不懈探索，众擎已成为全球少数几家同时具备

三大类型高性能动力关节研发能力的人形机器人公司。

长期以来，机器人在行走时难以保持笔直的姿态，弯腿、屈膝行走不仅让机器人“机械味”十足，还会限制其运动表现。业内普遍认为，人形机器人“站不直”的主要原因是其在机械结构、传感器性能等方面还存在诸多技术难题。

2024年10月，众擎推出了



全球首个采用优雅直膝步态行走的人形机器人，彻底打破这一技术桎梏。研发团队通过精准采集海量人体运动数据，不断提升机器人的拟人化程度，以确保其在多种复杂环境中灵活应对。

500克的脑袋影响这么大？

“摔了多少次？没有计算过。”当被问及研发过程中机器人的摔倒次数时，姚淇元笑着打开了手机中保存的视频：后仰、前扑、侧翻……砰！金属关节撞击地板的声音一次次响起。

视频中，机器人在空中进行翻转，落地时却以各种姿势重重

摔倒。

记者了解到，最初，能够完成前空翻动作的机器人，是个“无头战士”。然而，当研发人员给机器人安装上头部时，问题出现了——机器人重心失衡，翻转成功率大大下降。

“只是装上500克的脑袋，影响怎么这么大？”面对新的困惑，团队持续分析数据、优化算法、调试参数，却始终找不到突破口。

原来，研发团队一开始追求的，是一种近乎完美的“满分策略”：机器人翻转后必须精准落在原地，毫厘不差。然而，这一策略对机器人落地误差的容忍度极低，一旦出现细小的偏差，机器人就有可能摔倒。

在经历了一场“头脑风暴”之后，研发团队提出了一个大胆设想：“为什么非要让它原地落地？人类空翻落地后，也会往前走几步，并不会硬生生停住。是不是该让机器人更像人类？”

一次突发奇想就这样给研发团队打开了一扇通往新机遇的窗。

研发团队最终决定“让机器人落地后向前走两步”。简单来说，就是让机器人落地后瞬间切换到行走模式，化解惯性冲击，确保落地的稳定性。

“以前，我们总是想让机器人完美落地，其实没必要让机器人像跳水运动员那样，翻转得那么完美。如果允许它落地后往前走两步，它可以通过调整姿势稳定落地，结果一样能够达到满分。”姚淇元感慨道，突破思维局限，勇于尝试创新方案，从而找到更有效的解决办法，这也正是

研发人员创新能力的体现。

备受瞩目的机器人“天团”

在外界印象中，机器人在面对外界干扰时，反应往往较为迟缓，而众擎研发团队推出的人形机器人不仅在感知和人机互动方面的能力显著增强，在结构和功能上也更加接近人类。

成立于2023年的众擎，是一家专注于通用智能机器人研发生产及行业场景解决方案的高科技企业。公司现有50余名员工，其中90%为研发人员，团队成员大多拥有丰富的机器人研发经验。

“将人形机器人的运动能力做到极致后，今年下半年将逐渐增加智能化的内容，让机器人拥有更广阔的应用空间。”公司总裁赵同阳说。

近年来，深圳机器人产业蓬勃发展，一批企业凭借雄厚的研发实力和过硬的产品质量迅速崛起，组成了备受瞩目的深圳机器人“天团”。相关数据显示，深圳已汇聚人工智能企业2600余家，机器人上市企业34家。

“稳定、可靠、灵活的供应链，使得企业不必过度依赖单一供应商，并能够根据实际情况调整更换供应商，这大幅提升了测试效率和研发进度。”姚淇元说。

“随着技术的不断成熟以及产业链的整合提速，机器人产品类型将更加丰富，功能也会更加强大，尤其是随着商业化进程的加速，机器人将‘跑步’进入百姓生活。”深圳市机器人协会秘书长毕亚雷说。

据《工人日报》

细数家电售后维修服务乱象——

揪出一只“啄木鸟”还不够

家住广州的晨小姐要换净水器滤芯，上门服务的师傅帮她换了3条滤芯，收了365元；晨小姐又问净水器为何漏水，师傅说要换电机，过几天来换，电机费用369元，另收上门费70元。几天后，师傅来换电机，机器费用照收，上门费略减至50元。

实际上，除去高端产品，一些常见品牌的净水器电机在几十元到一两百元之间。像晨小姐这样吃了家电维修乱收费之苦的消费者，还有很多。今年“3·15”，重庆啄木鸟网络科技有限公司（下称“啄木鸟”）家电维修服务乱收费被再次曝光——维修师傅花91元买的洗衣机塑料电机，向客户收659元；修理燃气灶点火器成本约20元，收费高达250元。

“今天集团开会，我提出‘啄木鸟’的事是一个警示。”一位家电企业售后服务负责人吴亮3月17日告诉记者，通过软件工具，让服务师傅即时上传家电维修前后状况的短视频、零部件旧件和新件的图片，可以完善监管流程，啄木鸟乱收费背后是监管

平台监管缺位

做净水器售后服务的师傅李明向记者说，近两年他所服务的家电企业对乱收费管控严厉，服务人员一旦乱收费，就会被拉入黑名单。这家企业要求明示每个配件的收费标准，不让服务人员乱加价。消费者如有异议，还可打电话咨询或投诉。

李明说，如果维修，他要将旧的配件、新的配件都拍照上传，这家企业在服务人员的线上平台上会显示价格，消费者按此交费，另外再支付50元上门费。相比之下，啄木鸟的师傅收费较高，有的上门费高达100元至150元。

啄木鸟家电维修服务“小病大修”、乱收费，几年前就曾被曝光，为何屡禁不止、消费者反复“踩坑”呢？吴亮认为，家电行业竞争激烈、鱼龙混杂，有的企业倒闭或被并购后，没法提供产品的售后服务，消费者没法找到厂家，就直接找线上服务平台。

在吴亮看来，啄木鸟如果与大型家电企业合作，在服务收费、规范方面就会受到更多约束。由于接散客较多且缺乏管控，啄木鸟平台上的服务人员就

容易乱收费。

“家电售后服务乱收费的现象，这是所有厂家、商家目前都无法独自解决的一个痛点。”一位南方的区域家电连锁负责人认为，主要原因就是顾客不懂、信息不对称。比如，服务人员说某个配件坏了，其实这个配件没坏，但顾客不懂，所以服务人员就容易“创收”。

被曝光后，啄木鸟3月16日发布整改承诺书承认，在追求规模扩张的过程中，管理失控，导致收费不透明、培训误导、服务流程混乱等问题，被曝光的“培训套路收费”、“配件以次充好”等行为，严重损害了用户信任，也暴露了平台在管理机制上的严重漏洞。

利益分配矛盾

为了追求业绩增长，实现上市，啄木鸟甚至要求维修人员提高收费。维修人员会因为报价过低受到公司上级的批评，公司会要求维修人员在服务过程中尽可能提高收费。这笔钱，维修平台要分走大部分。在这样的分配机制下，维修师傅如果不隐瞒实情、漫天收费，就根本挣不到钱，甚至还会因为业绩差，最终丢掉

这份工作。

李明告诉记者，啄木鸟是线上平台，维修服务人员在上接单，需要先交押金，而且要熟悉三四种电器的维修，才能更好接单。有的师傅会在多个售后服务平台注册，哪个平台的订单收入高，就接哪个平台的订单。

“家电企业给维修服务人员的费用标准在降低，现在难挣钱。”李明举例说，如换滤芯的收入，之前可以提成20%，现在只能提成10%；一台净水器的安装费，10多年前为70元至80元，现在只有约20元至30元。他的社保由所在的维修服务公司支付，家电企业并不负责。而且，家电企业要求派单后24小时完成，对消费者订单取消率也有限制。

“一方面是家电市场竞争加剧，家电生产厂商希望降本增效，既减少投入，又要有好口碑，另一方面家电维修人员，又多想多赚钱、多提成。”吴亮说，这表面上是一个矛盾，他所在的企业要求售后成本不超过收入的8%，一般在5%，能到3%是优质水平。

如何能够根治

即使这样，家电维修服务行

业仍难以杜绝乱收费现象。吴亮估计，中国家电维修服务的产业化水平，目前达到约七成，全国家电维修服务的网络布局已经基本完善，正需要推进高质量发展，而服务平台的监管还有明显漏洞。目前，各家家电企业还要自建服务网络，否则售后服务的及时性、满意度很难提升。

啄木鸟也对自身的整改开出“药方”：全面核查投诉订单，进行相应费用调整或补偿；进行订单价格透明化改革，杜绝“维修完成后才报价格”；加强维修工程师管理，杜绝话术误导；服务流程全面透明，推出“工程师信用分”系统；工程师收入结构调整，杜绝“多修多赚”模式；接受社会监督。

吴亮认为，啄木鸟要扭转口碑有一定难度，如果不彻底整改，中国联保就是其前车之鉴。中国家电维修市场还有很大机会，如今家电产品智能化的浪潮也需要售后服务来提供保障，才能激发真正的需求，而这需要国家、行业进一步完善法律法规。（吴亮、李明均为化名）

据第一财经