



## 人机共舞

## 亲历

编者按:日前,国务院办公厅印发《关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》。工业和信息化部提出,推动“机器人+”应用场景等重点领域培育。浙江在“机器人+”应用场景探索上先行一步,涌现出很多典型应用场景和标杆企业,涵盖工业制造、医疗服务、道路巡检等多个领域。本报今起推出《人机共舞》亲历系列报道,聚焦全省各地在“机器人+”应用场景的创新成果。

## 在省人民医院望江山院区,记者体验助力行走的外骨骼机器人—— 康复路上,“钢铁侠”温暖陪伴

■ 本报记者 朱平

冬日的暖阳照进浙江省人民医院(以下简称“浙人医”)望江山院区5号楼的走廊,与寻常病房的宁静不同,这里更像一个训练场。引人驻足的是治疗室内几台外骨骼机器人,它们有的稳稳托着患者活动上肢,有的“架着”患者迈步前行。

金属支架与人体默契配合,活像现实版“钢铁侠”。这不是科幻电影中的场景,而是如今康复医疗中的日常一幕。

从《流浪地球2》里的未来想象,到杭州亚运会上的公开展示,外骨骼机器人已逐渐走进医疗等多个领域,在康复医疗领域更是发挥着重要作用。那么,“穿”上这副钢铁支架究竟是什么感受?它给患者的康复之路带来哪些改变?近日,我走进这个充满科技感的康复空间,亲身体验了钢铁装备下的温度。

### 每一步都被精准牵引

50米长的走廊上,因中风瘫痪的张先生正在下肢外骨骼机器人的牵引下回来走动。在旁人眼里,这或许只是枯燥的重复;但对张先生而言,每一个转身、每一次抬腿,都是向正常生活重新靠近一点。

我上前仔细打量这台高1.7米左右的机器人:底座装着四个万向滚轮,中间是H型支架,机械腿、带有控制中枢的靠背座椅和扶手构成主体。“这是第二代可移动机型,比之前功能强大了不少。”一旁的医院康复医学科主任叶祥明介绍,“2021年我们引进的第一代机型还是固定的,现在这台不仅能自由‘走动’,还能记住不同人的步态习惯,步幅、速度可以精准适配。”

叶主任说,在浙人医康复医学科,康复机器人主要分为两类,一类管上肢功能障碍,一类管下肢康复。

正说着,有患者家属在一边搭话:“叶主任,这机器人真管用,能不能帮我们申请一周多练一次。”

“你看,这‘钢铁陪练’有多受欢迎。”叶祥明被逗笑了。



记者(左)在治疗师帮助下体验下肢外骨骼机器人。

通讯员 陈连成 任偶诗 摄



患者利用下肢外骨骼机器人进行步行能力重建训练。受访者供图

这次我要体验的,正是张先生用的下肢外骨骼机器人。等待治疗师调试参数时,我发现不管新老机型,都配了座椅和从腰到肩的绑带。“明明是练走路,为什么还配座椅啊?”我忍不住问。叶祥明朝治疗室抬了抬下巴:“用它的大多是下肢没力气甚至瘫痪的患者,座椅的设计,是为了方便他们能从轮椅或床上平稳地移坐到机器上。”

既然体验,就按患者的标准流程来。在治疗师的引导下,我坐上座椅,双脚放进脚托里,从小腿到大腿逐一系紧绑带,再绑好腰部保护带。“要是患者上肢还有力气,肩带就不用绑,能自己使勁的关节,尽量让它动起来。”治疗师一边调整绑带松紧,一边解释。

准备就绪,我感觉腰腹和腿部被稳稳托住,安全感十足,但也有种束缚感,这样真能走路吗?

治疗师像是看穿了我的心思,笑着说:“别急,我现在启动走路模式。”他在中控板上按下启动键,我感到整个人被慢慢抬升,原本的坐姿,随着机器人模式调整,竟变成了站立姿势。

### AI动态调整训练方案

我像孩童学步般,在治疗师的监测下往前挪动。一开始,我甚至感觉自己无法走出一条直线,但很快,我便适应了那种被引导的节奏:抬腿、迈步、落地,配合着长臂扶手,有点像健身房椭圆机的“太空漫步”,但更稳、更贴合自己的节奏。

“试试加快速度?”叶祥明主任示意

治疗师调整参数。步伐悄然变快,身体却依旧平稳。20分钟走下来,除了小腿绑带处的微胀,一点也不觉得累。

“健康人感受的是新奇,对患者来说,这可是重新站立的信心。”叶祥明说,“更厉害的是,这台机器人还能接入脑机接口,患者只需想象‘走路’,大脑信号被识别后,机器人就能执行动作。这种‘主

动’训练,比被动带着练效果好多了。”

离开下肢机器人后,旁边治疗室里的情景吸引了我。40多岁的王女士正盯着屏幕“玩游戏”。借助上肢外骨骼机器人,王女士的左臂在机械臂带动下,在类似连连看、消消乐的游戏中,完成抬起、平移等动作。

“像这类偏瘫患者,以前靠传统康复方式,不仅重复周期长,还容易养成‘代偿动作’。”一旁的康复医学科综合康复病区主任周亮解释,“就是该发力的地方动不了,就用其他部位代替,时间长了姿势就容易走形,现在有机器人盯着,能精准带动目标关节活动,助力大小还能跟着肌力恢复情况调节,连细小的肌肉和神经都能练到。”

“康复机器人最管用的,是能早介入,这太重要了。”周亮给我举了个例子:以前中风瘫痪的老人,得先练坐稳,再练站稳,最后才敢尝试走,一步都不能急。现在有机器人帮忙,这个流程能“跨”一大步,“不用等老人能坐稳,只要生命体征稳定,靠机器人托着,就能练习走路。”

“不管是中风、脑损伤,还是脊髓损伤,康复机器人都能派上用场。”康复医学科脊柱脊髓康复病区副主任程瑞动补充道。

程瑞动平时接触的患者多为脊髓损伤,这些患者病情往往更严重。他说,团队尝试通过电极匹配,将脑机接口和康复机器人联动,打通患者没完全受损的神经通路,目前已经在几位患者身上看到明显效果。

“越早用效果越好,能帮患者重建肌肉记忆和运动模式。再加上AI动态调整方案,康复就不再是重复训练,而是有反馈、有进展的系统训练。”程瑞动说。

“不管是上肢的反复抬举,还是下肢的步态训练,机器人一遍遍帮患者找回运动的感觉。同时记录下每次运动轨迹,形成康复档案。”

步频0.78Hz,膝关节活动度62°、踝关节背屈角度14°……这是一名患者刚在康复机器人辅助下完成训练后留下的一组数据。

“不管是上肢的反复抬举,还是下肢的步态训练,机器人一遍遍帮患者找回运动的感觉。同时记录下每次运动轨迹,形成康复档案。”

叶祥明指着这些数字解释,康复机器人的“核心本事”,不仅是钢铁“陪练”的耐力,更在于通过量化数据为精准康复方案提供科学支撑,这也是现代康复医学的核心要求。

具体来讲,机器人会记录患者每次训练的步幅、关节活动范围、肌力输出峰值等多项核心指标,形成动态康复档案,医生根据患者处于急性期、亚急性期,还是恢复期,调整康复计划,比如在恢复期减少助力迫使患者主动发力,最大程度适配康复节奏,避免无效训练。

不过叶祥明坦言,像我这次体验的康复机器人,因为价格和操作要求,目前主要还是在医疗机构应用,但未来一定会上“接地气”。“现在外骨骼机器人已经开始往老年康养、残疾人康复这些领域延伸,成了推动康复医学发展的重要力量。”

作为学科带头人,叶祥明带着团队针对临床痛点进行优化,想把康复机器人的功能挖得更透。

“我们正在研发机器人和脑机接口深度联动,让康复训练真正从被动转为主动,同时可以让更严重的瘫痪病人得到康复训练,提高他们的自理能力。”他补充道。

程瑞动平时接触的患者多为脊髓损伤,这些患者病情往往更严重。他说,团队尝试通过电极匹配,将脑机接口和康复机器人联动,打通患者没完全受损的神经通路,目前已经在几位患者身上看到明显效果。

“越早用效果越好,能帮患者重建肌肉记忆和运动模式。再加上AI动态调整方案,康复就不再是重复训练,而是有反馈、有进展的系统训练。”程瑞动说。

“不管是上肢的反复抬举,还是下肢的步态训练,机器人一遍遍帮患者找回运动的感觉。同时记录下每次运动轨迹,形成康复档案。”



朱平

## 在舟山普陀,记者直击超高压水机器人给船体除锈—— 绿色修船,“船坞勇士”大显身手

■ 本报记者 黄宁璐 见习记者 郑宇

初冬时节,位于舟山市普陀区的万邦船舶重工(舟山)有限公司(以下简称“万邦重工”)船坞内一片繁忙。与传统印象中船厂的“劳动密集型”作业场景不同,这里的主角是一台台在巨轮外壁上平稳移动的机器人。它们身形不大,威力却不小,所过之处,斑驳的锈迹瞬间脱落。

眼前的这些“钢铁蜘蛛侠”,是由万邦重工自主研发的真空超高压水射流钢材表面预处理机器人(以下简称“超高压水机器人”)。它们全面替代高污染的人工打砂除锈,成为舟山打造世界级绿色修船基地的一张“金名片”。

超高压水机器人如何工作?又为行业带来怎样的变革?带着这些问题,我们走进万邦重工,近距离探寻答案。

### 工作前要“全面体检”

在船坞旁的智能装备区,我们近距离“接触”超高压水机器人。它不像电影里的机器人那般拟人化,更像一个带轮子、直径约半米的圆形钢盘。我们俯下身,试图把它翻过来查看内部结构,上手一抬,机身却纹丝不动。

“你们可别小瞧它,这家伙,实打实重达40公斤!”万邦重工涂装防腐生产系统总经理助理张光辉见状,一边笑着提醒,一边小心地将机器人翻转过来,向我们展示其“底盘”:这个闪烁着金属光芒的东西叫喷嘴座,外面这一圈是旋转器。再细看,旋转器上密布着头发丝般纤细的小孔,这就是喷射超高压水的“枪嘴”。而外圈这一圈毛刷,则能牢牢吸附在船壁上,形成密闭真空,从而实现废水与废漆的回收。机身延伸出一细一粗两根管子,分别是超高压水管和真空回吸管。

“我们管它叫‘船坞勇士’。”张光辉的语气里带着自豪。在万邦重工,“超高压水机器人”是个总称,旗下是一支“特种部队”,“比如今天这艘5.8万吨的汽车滚装船‘天鹅’轮,船东只要求局部除锈,就得请出灵活性高、擅长‘点打’的



记者(右)与工作人员用扳手将机器人接口拧紧。 见习记者 郑宇 摄



超高压水机器人在船舱内作业。 受访者供图

原本斑驳的船体,很快露出了青灰的金属原色。

“这样的水压,足以切割钢板。”张光辉在我耳边大声说,“我们前期做了大量试验,最终确定了适合船体除锈的压力——2700巴到3000巴。再通过控制喷头与船体的距离和移动速度,就能做到只清除锈蚀和旧漆,不损伤船体钢板本身。”

他指着上方已经处理过的区域说:“你们看,这些露出金属本色的部分,除锈质量已经达到WA2.0级,完全符合国际标准的工业除锈等级。”

机器人开始在船壁上平稳移动。喷头距离船体表面约2厘米,一道凝练的水柱精准射向锈蚀表面。厚厚的红褐色铁锈、灰绿色的旧漆皮以及附着在上面的藤壶、贝类等海洋生物,瞬间被剥离。

活,但仍需搭载于高空车上,由一名技术工人实时调节水压、识别锈蚀区域并控制行进路线。其除锈效率约为每小时25平方米,虽远高于人工喷砂除锈的每小时8平方米,但在自动化程度上仍属“人机协作”阶段。

我们在现场注意到,有一片区域仍由工人手持超高压水枪喷射进行除锈。张光辉指向那片结构复杂的区域说道:“机器人并非万能。像这里,既有工程脚手架,又有交错的钢丝绳,加上表面凹凸不平,机器人无法稳定移动。为保证除锈质量,只能依靠手持枪灵活处理。”

### 作业效率是人工三倍

我们紧随“船坞勇士”进入船坞,来到“天鹅”轮巨大的船体下方。

“准备启动!”对讲机里传来指令。一名工人立于高空车操作台,同时控制着车辆和机器人。随后,“船坞勇士”机身微微震动。紧接着,一阵尖锐的“嘶嘶”声响起——那是超高压水从枪嘴中高速喷出时与空气摩擦的声音。

机器人开始在船壁上平稳移动。喷头距离船体表面约2厘米,一道凝练的水柱精准射向锈蚀表面。厚厚的红褐色铁锈、灰绿色的旧漆皮以及附着在上面的藤壶、贝类等海洋生物,瞬间被剥离。

的“船坞大象”则更进一步。在船坞旁的试验墙前,数台橘红色的“船坞大象”正伸展着钢铁长臂,在模拟船体表面平稳移动。“这套设备集除锈、高空作业和自动喷涂功能于一体,工人只需在地面遥控操作,全程无需高空作业,既安全又高效。”张光辉的目光始终追随着眼前这个“大家伙”。

当它缓缓向前移动时,身后就出现了一道1米宽的除锈面。这套系统将除锈效率提升至每小时100平方米,同时集成了自行升降功能,实现了安全性与作业效率的双重提升。

而整个过程最令我们惊叹的,是作业现场近乎“不可能”的洁净。

传统印象中,除锈现场总是与“粉尘漫天”紧密相连。“这得益于我们自主研发的‘射流+回收’同步闭环系统。”同行

### 回收系统带来洁净环境

相比之下,同样已投入常态化应用



黄宁璐

### 中国新闻名专栏



郑宇