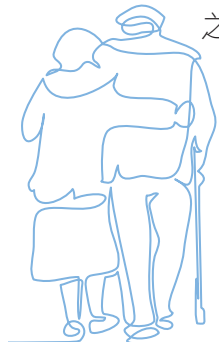


「走起路來太輕鬆了，感覺自己年輕了好幾歲。」端午假期，由深圳市肯綮科技有限公司研發的「π」外骨骼機器人在南澳龍舟賽現場公開試用，吸引了大批社區老人體驗。不少業內人士表示，智慧養老已成為應對老齡化挑戰的重要途徑之一，亦為外骨骼機器人的應用打開了廣闊的市場空間，未來將重構銀髮經濟新生態。肯綮科技CEO余運波透露，今年外骨骼機器人產品預計銷售萬台以上，「目前產能已經提升了很多，但還是供不應求。」

●文：香港文匯報記者 郭若溪 深圳報道



銀髮經濟爆款產品旺場

外骨骼機器人加持 老人走動「智」得「耆」樂

家住深圳市福田区的張爺爺腿腳不便，過去行走一小段路就疲憊不堪。然而，在外骨骼機器人的輔助下，他如今不僅能試着在小區內散步，還能前往市場買菜。張爺爺感慨道：「能明顯感覺到AI在助力我行走，肢體的麻木無力感也得到了極大緩解。」

從實驗室走向大眾生活

張爺爺使用的外骨骼機器人來自扎根深圳南山「機器人谷」的肯綮科技，歷經十年技術迭代，成功將原本自重近20公斤的運動增強外骨骼機器人，轉變為輕量化、智能化的消費級產品，實現了外骨骼機器人從實驗室到大眾生活的跨越。

「肯綮」一詞源自《莊子·內篇·養生主》，原指筋骨結合之處，後寓意要害或關鍵所在。2015年，創始人余運波秉持這一理念創立肯綮科技，立志「增強人類體能邊界」。2021年，余運波帶領團隊突破材料與算法瓶頸，採用高強度輕質碳纖維和模塊化設計，將設備重量降至1.8公斤，並借助AI算法實現對人體動作意圖的精準感知。這一創新使得運動增強的外骨骼機器人從「概念機」邁向「大眾普惠」，產品價格也降至數千元（人民幣，下同）級別。

余運波介紹，肯綮科技針對銀髮族研發了兩款產品。「π」外骨骼機器人主要面向活力老人，能夠輔助行走、保護關節，讓他們盡情享受戶外運動的樂趣。余運波表示：「活力老人應和普通人一樣，借助這款產品享受生活的愉悅。」另一款Ant-H1 Pro外骨骼機器人，則為半失能老人和行走不便人士設計，能有效助力他們改善行走狀況，減少輪椅依賴，更多地參與戶外運動，促進身體代謝，增進健康。

「現在兩款產品都是斷貨狀態，供不應求。」余運波告訴記者，有不少個人都會購買，目前「618」網購平台活動期間，疊加國補優惠後「π」機器人的價格在5,933元至7,038元之間。記者登錄京東平台看到，可裝載兩塊電池，續航時間更久的「π」Plus，原價8,280元，享受國補優惠後為7,038元。Ant-H1 Pro外骨骼機器人價格優惠後則為14,915元。

敏銳捕捉人體行走微動作

「這是行走助力外骨骼機器人中的輕量款，融合了先進傳感網絡及動力控制系統，可敏銳捕捉人體行走的微動作，跟隨人體運動提供用戶自如掌控的同步助力。」余運波強調，外骨骼機器人要成為實用產品，首要條件是足夠輕便，尤其是對於老人而言，重量至關重要。肯綮科技通過巧妙的專利結構設計，實



●肯綮科技CEO余運波 郭若溪攝

現了產品的輕便。同時，行走的智能性也不容忽視，產品需精準感知人體行走意圖，順暢感應各種條件下所需的加力力度。

余運波坦言，AI算法在其中發揮了關鍵作用。設備內置完整的傳感器網絡，綜合感知人體姿態及運動狀態，再利用AI算法對傳感器數據進行深層次計算，分析人體所處姿態、外部環境等因素，從而綜合得出所需加力大小，以改善行走體驗。不過，AI算法的優化需要大量數據支撐，使用人數越多，算法越智能，這也是研發過程中的難點之一。

目前，該AI算法能夠自動適應普通人在各種環境下的走路姿態並及時調整，對於不同類別的老人，也有一套相近的統一算法，可覆蓋行走不便的人群，實現較好的匹配。當老人起身、行走時，設備能自動感知並給予恰當的力量支持，有效降低老人摔倒風險，提升行動獨立性。

外骨骼行業賽道熱度攀升

隨著外骨骼行業賽道熱度攀升，市場規模不斷擴大，競爭愈發激烈。但余運波認為，外骨骼產品的用戶體驗至關重要，智能程度、穿戴舒適度和輕便性都是研發的難點。肯綮科技將持續在這些方面深耕，同時隨著產品產量增加，產能和品質控制也將成為關鍵因素。余運波相信，公司在技術研發、產業鏈協作、服務生態和產品生態構建等方面將持續保持優勢，不斷優化產品與各種場景的契合度，提升用戶體驗。「我們不怕競爭，怕的是自己停止進步。」

在余運波看來，外骨骼機器人仍有諸多改進空間。儘管產品歷經數十代改進，但在智能性、重量、舒適性、產業生態以及用戶臨床體驗結合等方面，仍存在諸多需要完善的環節。他認為，外骨骼未來將成為人們生活中不可或缺的一部分，它將與眾多其他設備連接，將數據導入雲端。外骨骼不僅能提供助力，還可能感知生命體徵數據，並與其他數據融合，通過雲端分析健康狀態，成為一個智能的雲端終端設備，具有巨大的發展潛力，遠不止當前簡單、獨立的产品形態。



●邁步機器人聯合創始人陳功（左三）在做產品推介。
香港文匯報深圳傳真



▲邁步MAX系列助行機器人，是下肢運動康復訓練設備。
香港文匯報深圳傳真



●騎行市民體驗肯綮科技外骨骼機器人。 郭若溪攝



●深圳大鵬南澳海上龍舟賽嘉年華上，參會者體驗肯綮科技「π」外骨骼機器人。 郭若溪攝



醫療康復領域應用前景廣闊

外骨骼機器人在醫療康復領域同樣前景廣闊。深圳市第二人民醫院康復治療部主任龍建軍表示，腦卒中患者力量不足，行走耗能增加，此時外骨骼機器人可輔助其無力的一側，給予適當幫助，讓患者在抬腿過程中感覺輕盈。該院是深圳市邁步機器人科技有限公司（以下簡稱「邁步機器人」）的試驗基地，雙方通過產學研用的合作方式對新型智能康復下肢外骨骼機器人的有效性進行了驗證。

邁步機器人聯合創始人陳功認為，康復機器人的社會應用潛力巨大。有別於傳統康復輔具，外骨骼機器人作為附着於人體外部的「人工智能」，能夠輔助行動不便或癱瘓人群做出更接近生理習慣的步態，幫助他們恢復或提升行走能力，重新融入社會，尤其適合老年人進行康復訓練，提高肌肉力量和平衡能力。

智能技術實現個性化訓練

陳功介紹，邁步機器人憑借核心算法、柔性驅動、人機交互等自主技術優勢，構建了「醫院—社區—家庭」三位一體的智慧康養服務體系，打破了康復場景的物理邊界。在醫院場景中，邁步H系列康復機器人首創柔性驅動器作為動力輸出，實現主動式康復訓練，助力下肢功能障礙者進行精準、智能、個性化的康復訓練，實時數據監測還可為醫生提供科學決策依據。

在社區場景中，邁步A系列康復機器人可為社區康復中心賦能，實現高效資源調配與遠程專家協同；家庭場景中，輕量級、易操作的三千步下肢外骨骼機器人，讓患者足不出戶就能享受專業級康復服務，真正打通康養「最後一公里」。邁步MAX系列助行機器人適用於中後期腦卒中用戶進行日常步態康復訓練，也能為行動不便的老年人提供行走助力，增強步行能力，在家庭、社區及醫院之間打造完整的康復閉環。

實時根據患者狀態作出調整

陳功表示，要讓機器人更「聰明」，就需像治療師為患者做康復一樣，實時根據患者反饋調整力度大小。「首先患者要有行走意願，在意識上形成閉環；其次，患者用力行走時，其神經、肌肉、關節運動，機器人根據實際狀況補償缺失的部分，從而實現更好的康復效果。」

陳功認為，隨著外骨骼技術的不斷進步和應用領域的拓展，作為醫工結合產物的外骨骼機器人將朝着更智能化、個性化、量產化的方向發展，在醫療康養領域實現更廣泛的應用。同時，隨著人們對健康生活的追求和對康養產業關注度的提升，外骨骼機器人將成為醫療康養領域的重要力量，為銀髮族的健康和生活質量帶來更多改善與提升。

樂齡科技產品普及化仍面臨雙重挑戰

近年來，依託大數據、雲計算、人工智能等技術，輔助運動的外骨骼機器人、「管家」式陪伴機器人等智能養老機器人產品層出不窮，在提升使用舒適度與安全性的同時，正加速重構傳統養老產業格局。根據《「健康中國2030」規劃綱要》，內地健康服務業總規模將於2030年達到16萬億元人民幣。人工智能與養老產業的深度融合不僅提升了養老服務的質量與效率，更為破解人口老齡化難題提供了數字化解決方案，推動養老產業向智能化、數字化方向加速轉型。

儘管前景廣闊，當前樂齡科技產品在應用層面仍面臨雙重挑戰，一是技術創新有待突破。山東社會科學院人口研究所副研究員劉娜等業內人士指出，現有養老設備普遍存在功能單一、智能化程度不足的問題。以健康監測設備為例，多數產品僅能完成數據記錄，缺乏基於用戶特徵的個性化健康建議生成能力。此外，產品的感知與交互能力仍需提升，距離「擬人

化」服務體驗尚有差距。

研發成本高 限制規模化推廣

二是成本高企制約規模化推廣。機器人產品融合人工智能、機械工程等多領域技術，研發投入巨大導致終端售價居高不下。同時，維修保養、軟件升級等後續使用成本也讓消費者望而卻步，形成「高端產品難普及、大眾市場缺供給」的市場僵局。

針對產業痛點，深圳市機器人協會秘書長畢亞雷建議，通過政策扶持加速市場培育，進而推動養老機器人應用規模化、價格平民化。同時需加快完善行業標準與法律法規，為產業發展提供制度保障。

差異化策略助吸廣泛客群

肯綮科技等企業則提出差異化發展策略，將銀髮經濟定位為重要業務方向，但拒絕「適老化刻板印

象」。

其產品設計堅持年輕化、時尚化風格，通過算法優化滿足細分需求，而非單獨開發「老年專屬產品」。余運波認為，將銀髮經濟納入戶外運動消費體系，既能打破產品態的局限性，也能吸引更多廣泛客群。

余運波表示，成本控制將通過「規模化生產+產業鏈優化+簡化設計」組合拳，實現大型應用場景落地帶動產能提升，完備的產業鏈降低零部件成本，極簡設計減少零件數量，最終推動產品價格平民化，讓更多家庭負擔得起智能養老設備。