

意念驅動智能輪椅 腦控機器狗取外賣 癱瘓者能遛彎 中國腦機接口新突破

因頸髓損傷而高位截癱的中年人，僅憑意念，即可如臂使指地操控智能輪椅在小區遛彎，指揮機器狗作為「身體延伸」取回外賣，甚至可以參與線上數據標註工作。這是中國科學院腦科學與智能技術卓越創新中心趙鄭拓、李雪團隊聯合復旦大學附屬華山醫院及相關企業，開展的第二例侵入式腦機接口臨床試驗取得新進展。本次臨床試驗在腦機接口技術上實現了從二維的屏幕光標控制，到三維的物理世界交互的重大轉變。



掃碼睇片

大公報記者 劉凝哲

▶四肢癱瘓患者通過侵入式腦機接口系統，意念控制機器狗移動。受訪者供圖



中國侵入式腦機接口技術快速進展。今年3月，趙鄭拓研究組及李雪研究組，聯合復旦大學附屬華山醫院團隊成功開展中國首例侵入式腦機接口的前瞻性臨床試驗。一名因高壓電事故失去四肢長達13年的受試者，通過中國自主研发的侵入式腦機接口系統，實現「意念」控制電子產品，可以熟練操作賽車、下象棋等多種遊戲。至此，中國在侵入式腦機接口技術上成為繼美國馬斯克Neuralink公司之後，全球第二個進入臨床試驗階段的國家。

大腦控制電器 速度接近常人

今年6月，團隊展開第二例侵入式腦機接口臨床試驗。由於一次不幸摔倒，患者張哥在2022年因脊髓損傷導致四肢癱瘓，經過一年多康復，情況未有改善，僅剩頭頸部可以活動。經過腦機接口系統的植入，張哥在2到3周後，實現憑藉意念對電腦光標、平板電腦等電子設備的控制，這也是科研團隊第一例侵入式腦機接口臨床試驗時植入者達到的行為水平。研究團隊在此基礎上，通過更多新技術的引入，成功將腦機接口應用場景從二維屏幕拓展到了三維物理世界。目前，該系統已經實現讓使用者通過大腦「意念」接近常人使用手機和電腦的操作速度，以及初步控制具身智能機器人的能力。

專家表示，第二例臨床研究在關鍵技術層面實現系列突破。在神經信息提取環節，團隊開發出高壓縮比、高保真的神經數據壓縮技術，並創新性地融合了「尖峰頻段功率」、「相鄰脈衝間

隔」與「尖峰脈衝計數」幾種數據壓縮方式。該混合解碼模型在噪聲環境下仍能高效提取有效信號，將腦控性能整體提升15%—20%。面對真實環境中聲、光、電磁干擾及患者生理、心理狀態波動導致的信號不穩定問題，團隊引入「神經流形對齊技術」，從高維動態神經信號中提取穩定低維特徵，增強了解碼器的環境適應性與跨天穩定性。

患者感受：就像控制遊戲裏人物

此外，團隊革新系統校準方式，研發「在線重校準技術」。該系統可在患者日常使用中實時微調解碼參數，無需中斷操作進行專項校準，使系統性能持續保持高位，實現「越用越順暢」的用戶體驗。響應速度是腦機接口的核心指標之一。人體自然神經環路傳導延遲約為200毫秒，科研團隊通過自定義通信協議，將系統從信號採集到指令執行的端到端延遲壓縮至100毫秒以內，低於生理延遲水平，使患者的控制體驗更為流暢自然。

趙鄭拓表示，第二例侵入式腦機接口試驗的突破性是全方位的，從二維到三維，從虛擬到物理，從基礎控制到生活融合。患者張哥曾經這樣描述自己的感受，「就像控制遊戲裏的人物，不用特意去想搖桿要往哪個方向擺，自然而然想往哪個方向就過去了。信號傳輸比較穩，也沒有太多延時。」此外，同為高位截癱的第三例患者已在今年10月接受手術，不到兩個月時間，已能控制機械臂幫助自己喝水。

▶中國腦機接口技術從實驗室走向真實世界，讓高位截癱患者重建社會功能。圖為趙鄭拓研究員與第二例侵入式腦機接口臨床患者。

「鑽」進大腦「聽」神經 解構腦機接口技術

如何理解大腦結構

人類大腦有近千億個神經元，大腦皮層共有六層。如果把大腦比作一座密閉的體育館，近千億個神經元就像分布在體育館六層看台上的觀眾，每個區域的觀眾通過發出不同的聲音執行不同的功能。

非侵入與侵入之別

- 非侵入式技術，類似於在體育館外聽館內的聲音。
- 半侵入式技術，相當於在看台頂部放大量話筒，能捕捉到更多相對清晰的聲音。
- 侵入式技術，則更像把許多話筒放到每位觀眾面前，近距離「傾聽」附近每個觀眾的聲音，獲取更清晰、更準確的信號。

侵入式優點和缺點

優點：能獲取單神經元級別的高質量信號，進而實現更加精準的腦控功能。

缺點：

- 1 人腦神經元數量龐大，侵入式技術無法記錄所有神經元，這限制決定了手術必須將有限的電極精準植入到執行特定功能的關鍵區域。
- 2 侵入性操作勢必帶來一定的創傷與風險，該技術的試驗參與者目前通常限定為因重大疾病或意外導致喪失行動能力、且經評估適合接受侵入性手術的患者。

馬斯克用哪種方式

埃隆·馬斯克創立的Neuralink公司是腦機接口領域最知名的機構，採用侵入式技術。Neuralink已將其設備植入多名患者體內，並展示患者通過意念下棋、玩遊戲的案例。但其電極技術在柔性和尺寸上存在一定局限，且設備體積相對較大，需要移除部分頭骨才能植入。

大公報整理

腦機接口與AI深度融合 雙向交互 應用前景誘人

專家解讀

中國科學院院士蒲慕明表示，侵入式腦機接口臨床試驗尚處於初級階段，「要做到科幻電影裏達到的真正腦機融合，最快也要5—10年的時間」。中國科學院腦科學與智能技術卓越創新中心趙鄭拓描繪了腦機接口技術發展路徑圖：短期（3年內），運動、語言功能重建將實現規模化應用；中期（5年內），人工視覺、聽覺等感知覺修復，以及對帕金森、抑鬱症等神經精神疾病的精準調控將取得突破；長期（10年左右），高度微創化的系統有望催生醫療消費乃至普通消費場景，實現某種程度的功能增強。

趙鄭拓認為，腦機接口必定與人

工智能（AI）深度融合，邁向「雙向交互」的認知新紀元。趙鄭拓將腦機與AI的關係分為三個層次：首先是「AI for BMI」，即利用AI算法（如深度學習）來解碼複雜的神經信號。其次是「BMI with AI」，即腦機接口作為人類高級意圖的發出端，與具備自主執行能力的AI體（如具身智能機器人）協同工作。最具想像力的第三層是「融合」。

趙鄭拓認為，未來腦機接口可能實現生物神經網絡與人工神經網絡在信息層面的深層耦合。人類對外設的控制，是像控制自己肢體一樣，通過神經活動模式的直接耦合來實現「無感操控」。屆時，腦機接口將深刻改變人機交互本質的世界。 大公報記者劉凝哲



◀15日至17日，2025高校科技成果交易會在廣州舉行。圖為部分高校科研成果展示。

灣區高校技術轉移轉化中心成立

【大公報訊】記者盧靜怡廣州報道：15日至17日，2025高校科技成果交易會在廣州舉行，其間高校區域技術轉移轉化中心（粵港澳大灣區）正式揭牌。該中心與包括香港理工大學、香港科技大學（廣州）、復旦大學等超50所高校簽署共建協議，目前已對接入庫高質量科技成果1500多項。高校區域技術轉移轉化中心（粵港澳大灣區）將支持概念驗證和小試中試等高水平公共轉化平台，為高校創新團隊提供「一站式」服務。

高校區域技術轉移轉化中心（粵港澳大灣區）的四大分中心隨之落地，

分別是生物醫藥區域技術轉移轉化中心（粵港澳大灣區、廣州）、陸空一體化智能出行區域技術轉移轉化中心（粵港澳大灣區、廣州）、高端科學儀器區域技術轉移轉化中心（粵港澳大灣區、廣州）和高端科學儀器區域技術轉移轉化中心（粵港澳大灣區、深圳）。

本屆成果交易會上，部分香港高校的科研成果亦集中展示。入圍項目之一為香港科技大學（廣州）的未來自動化納米製造濕法工藝「黑燈實驗室」系統，主要應用於芯片科研領域。另一個情感互動型家庭陪伴機器人工，面向家庭陪伴及銀髮照護等場景。

港珠澳橋遊人數破50萬 將開發更多「大橋+」產品

【大公報訊】記者方俊明珠海報道：港珠澳大橋旅遊迎來開通試運營兩周年。兩年來，大橋藍海豚島陸續推出節日慶典、藝術展演及研學等活動；「實地看大橋、親身遊大橋」成為熱門選擇。據大橋管理部門統計數據，試運營兩年來，已有近1.22萬趟往返旅遊大巴穿梭於大橋。大橋旅遊至今累計接待遊客已超過50萬人；期間舉辦163場研學活動，逾1萬名青少年參與。大橋旅遊「一程多站」線路備受歡迎。以「海上看大橋」和「登藍海豚島」為代表的港珠澳大橋核心體驗遊尤其受到青睞，同時還融合港劇地標打卡與地道茶餐廳

美食的香港在地文化遊，以及覆蓋香港迪士尼、海洋公園的家庭主題樂園遊。珠海市文化廣電旅遊體育局透露，接下來將推動港珠澳大橋旅遊提質升級，助力大橋管理部門進一步推進藍海豚島開發進度，開發更多「大橋+」旅遊產品與「一程多站」線路。

港珠澳大橋管理部門17日還公布，由於香港特區政府實施的收費道路繳費服務政策調整，快易通有限公司將全面終止提供電子繳費服務。2026年3月16日零時起，港珠澳大橋停止接受快易通電子繳費通行費的服務（含快易通、粵通卡聯名個人用戶）。

中企研「AI+個性化mRNA疫苗」精準定位腫瘤

【大公報訊】記者張寶峰報道：近年來，我國在創新藥領域不斷取得突破。近日，大公報記者了解到，北京立康生命科技有限公司研發的「AI+個性化腫瘤mRNA疫苗」在臨床試驗階段已取得十分可喜的成效，為破解長期以來的腫瘤治療困局提供了具有創新性的思路與曙光。多位業界人士均表示，目前正在海南自貿區先行先試的LK101腫瘤疫苗，未來有望在個性化腫瘤治療領域成為全球領先的創新力量。

一直以來，國內腫瘤治療領域始終面臨着「復發率高、精準療法少」的困局。而傳統的放療、化療、靶向等治療手段或多或少都面臨着患者肌體難以承受、具體病情並不適宜等弊端。與之相比，立康生命科技研發的LK101另闢蹊徑，變「施加外力」為「激發內力」，以最小的副作用為腫瘤患者帶來了應對疾病的新轉機。

AI算法 1天內完成靶點預測

立康生命科技創始人兼CEO陳立對大公報表示，作為中國首款獲FDA批准臨床的「AI+個性化」腫瘤mRNA疫苗，LK101的核心特點可概括為「精準定製、技術融合、適應症廣泛」。立康自主研发的LNEATM生物信息學平台，能基於患者腫瘤組織和血液樣本，從數萬鹼基突變中快速篩選出高免疫原

性的新生抗原，過去傳統篩選需要數周，現在依託AI算法1天內就能完成靶點預測，相當於為免疫系統「精準定位」腫瘤。

陳立還透露，目前立康正在海南博鳌樂城國際醫療旅遊先行區開展多瘤種轉化應用，覆蓋肺癌、胰腺癌等10類實體瘤，同時已啟動全國多中心II期臨床，計劃納入上千例患者，在不同癌種中驗證長期療效。此外，立康還計劃在海南建成模塊化生產基地，適配海南封關後可能的國際患者需求。

華西樂城醫院院長劉毅對《大公報》表示，作為影響人類壽命最主要的疾病之一，腫瘤具有很強的致死性。近年來，儘管治療方法越來越多，但總體效果仍不十分理想。今年2月，得益於海南自貿區先行先試的政策，樂城獲准應用立康LK101腫瘤疫苗這項創新療



▶研發人員開展LK101腫瘤疫苗研究。

法。

華西醫院腫瘤科主任醫師王永生也表示，目前，從臨床情況看，應用立康腫瘤疫苗的患者只有類似感冒的症狀，而且都很輕微，並已在肺癌、胰腺癌、肝癌等腫瘤看到了初步療效。另外，根據個性化腫瘤mRNA疫苗的原理和國際研究數據，已證明這種個性化疫苗可以帶來比較明確的療效。

談及對立康LK101的評價，國家癌症中心／中國醫學科學院腫瘤醫院主任醫師王志傑認為，LK101是我國腫瘤個體化免疫治療領域的重要突破。它不僅獲得了我國NMPA臨床試驗許可，還成為我國首個獲美國FDA批准開展臨床試驗的腫瘤新生抗原mRNA疫苗，這標誌着其研發質量和技術潛力得到國際認可，也證明我國創新藥企已具備與國際巨頭同台競技的實力。

北京大學腫瘤醫院研究員、博士生導師孔燕也認為，LK101是我國腫瘤免疫治療領域「從跟跑到並跑」的典型突破。過去這類產品多由歐美企業主導，而LK101證明中國企業有能力在「高壁壘、高創新」的生物醫藥賽道上，拿出具備全球競爭力的方案。