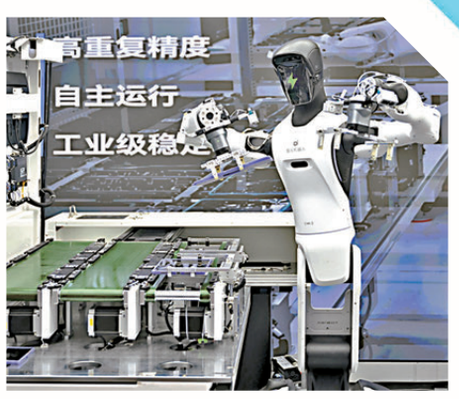
人形機器人已成全球科技競爭焦點，美國在這領域上也尋求積極發展。然而美國雖然在軟件算法具優勢，但硬件製造卻成為規模化擴張的瓶頸，包括電機、傳感器、執行器等關鍵組件，均高度依賴中國供應鏈。美國政府早前以國家安全為由實施進口限制，更引發美媒及業界人士對成本上升和創新放緩的擔憂。

●香港文匯報記者 廖嫣然



●8月4日在智元創新（上海）科技股份有限公司展廳拍攝的作業中的機器人。 資料圖片

美機器人難「去中國化」 硬件瓶頸束美企手腳

電機等「身體」組件高度依賴中國供應鏈 美進口限制引業界擔憂

據美媒《商業內幕》報道，物理智能公司聯合創始人萊文指出，美國必須搭建可靠硬件供應鏈。標準機器人創始人比爾德直言，從中國採購是本土生產成本的五至十分之一。財經雜誌《福布斯》統計，2026年上半年，全球97%的人形機器人由中國發貨，稀土、齒輪、執行器、傳感器等關鍵物料絕大部分來自中國。萊文強調，用於研究的硬件很大部分來自中國，其質量上乘且價格低廉。

宇樹機器人售價遠低於美產品

《紐約時報》指出，去年美國頂尖企業僅生產數百台機器人，中國宇樹科技和智元機器人則合計製造約1萬台，美國富商馬斯克旗下的Optimus系列亦嚴重依賴中國零部件。宇樹旗艦產品售價不到1.4萬美元（約11萬港元），遠低於美國同類產品。該報直言，製造完全不含中國零部件的機器人並不現實。

《福布斯》分析稱，供應鏈密度不足是美國面對的嚴峻挑戰。OpenMind創始人利普哈特指出，「在深圳，你所需一切在10公里半徑範圍內皆可找到，使得產品迭代極其迅速。」深圳市人工智能與機器人研究院具身智能中心主任劉少山認為，硬件供應鏈需20至30年沉澱，難以短時間複製；美國硬件短板導致量產困難，技術優勢難轉化為市場成果。

美新規要求國內組件價值超65%

美國聯邦通信委員會7月頒布新規，實際上禁止境外製造的先進機器人進入美國。根據規定，2028年美國組裝的機器人國內組件價值須超過65%，2029年須超過75%。美媒指這新規推高成本，利普哈特更直言在沒有中國供應商的情況下，製造人形機械人的成本將高出2.85倍。執行器通常佔物料清單40%至60%，加上電池、激光雷達等由中國提供，要將外國零部件成本控制在35%以下是極大挑戰。

美國工業人形機器人初創公司Persona AI商業戰略負責人佩里則稱，一些關鍵組件的供應商已面臨產能受限，「即使不考慮必須在美國國內採購的需求，美國機器人製造商也已在爭奪受限的資源。」

恐推高研發成本 拖慢規模化部署

《日經亞洲評論》認為限制措施長遠可能適得其反，造成不穩定的監管環境，從而阻礙投資。全球電子協會北美政府關係副總裁奧漢隆表示，太多事務通過行政命令或缺乏持久性的程序推進，隨時可能被下一屆政府推翻，這使得在美國投資變得相當困難。中國社科院學者余翔指出，美國的進口限制推高研發成本，恐拖慢規模化部署。美媒已呼籲當局應容許美企借助中國硬件，實現可持續發展。

●上海覓蜂具身智能科技有限公司「機器人訓練師」在教機器人做家務。 資料圖片

香港文匯報AI製圖

中國人形機器人進步神速 領跑「飛人」驚艷世界

英國《衛報》刊文稱，早前結束的世界人形機器人運動會，讓全球觀眾在驚嘆與笑聲中，看到中國機器人產業過去一年「令人震驚」的進步。多名國際專家認為，中國在人形機器人硬件和運動能力上的進步速度，已超乎預期。

為期5天的賽事匯集逾2,000台人形機器人，背後涉及660多家企業，其中絕大多數來自中國。機器人參加了百米跑、拳擊、足球、跳遠、舉重和障礙賽等項目。在最引人注目的百米比賽中，「天工Ultra」跑出超過人類百米世界紀錄的速度。報道認為，這場比賽彰顯中國在人形機器人領域的領先實力。德國墨卡托中國研究中心數據顯示，2025年中國生產約1.28萬台人形機器人，佔全球產量約90%。同時，美國企業也加緊追趕，Tesla（特斯拉）備受關注的Optimus據報近期終於投入生產。

●8月23日，天工隊機器人天工Ultra（前）在第二屆世界人形機器人運動會400米（大型組）決賽中，成績是38秒15。 網上圖片

真正讓國外專家驚訝的，是中國機器人的進步速度。倫敦帝國理工學院機器人學教授納納亞卡拉直言，中國機器人相比去年取得的進展「令人震驚」，「各方面似乎都開始成形了……到2030年，世界將大不一樣。」英國國家機器人館機器人部門負責人凱勒感嘆，這種發展速度「超出了人們的預期」，尤其是機器人的執行能力「令人難以置信」。韓國忠南大學體育科學教授鄭文炫此前也對路透社表示，這是「了不起的技術進步」，意味着人形機器人已能在保持平衡的同時，以人類無法追趕的速度衝刺。

業內人士表示，中國人形機器人已愈來愈會「跑」和「打」，接下來要解決的，是如何讓它們真正走進工廠和日常生活。

中企真實多樣化應用場景 助英偉達「芯腦」迭代

《華爾街日報》早前發文稱，美國芯片巨擘英偉達（Nvidia）正大舉押注實體人工智能（AI），向機器人、汽車和無人機等與現實世界緊密相連的領域投入巨額資金，而中國人形機器人企業作為英偉達的重要客戶，離不開英偉達的「芯」。然而業內人士認為，「中國機器人離不開英偉達」的結論未免過於草率，原因是中國企業需要英偉達芯片，但英偉達也需要中國機器人企業提供的大規模、真實且多樣化的應用場景資料。

AI大語言模型可透過網絡文字、程式碼和其他數位化內容不斷訓練，但人形機器人要真正學會走路、抓取、搬運、裝配，甚至在複雜環境中與人合作，需要大量來自真實物理世界的資料。

機器人看到什麼、怎麼移動手臂、怎麼抓住一個杯子、如何判斷物體的位置、面對不同材質和不同環境時如何調整動作，這些都不是單純靠算力就能解決的問題。而中國恰恰擁有全球規模最大的機器人產業鏈與製造業應用場景。

《華爾街日報》也指出，英偉達在美國和中國的實驗室，都使用來自不同廠商的人形機器人，進行資料收集和實驗，其中包括宇樹科技、智元機器人等中國企業。根據公司官網和知情人士的說法，英偉達近期正擴大在中國的機器人和自動駕駛團隊，該公司公開發表的研究論文中，也能看到來自中國的研究人員參與，包括在中國大學就讀的實習生。

物理AI不由某家企業獨自完成

市場調查機構CounterPoint Research分析師布雷迪·王表示，中國企業在製造能力及新技術商業化方面具有優勢，與中國企業合作，可以為英偉達提供大量真實的應用場景，「對於英偉達的實體AI路線圖而言，中國至關重要。」英偉達發言人也回應說，公司之所以提供開放模型和開源材料，是因「物理AI將由一個廣泛的生態系統共同構建，而不是由某一家企業獨自完成」。

●英偉達與中國人形機器人產業一直保持着密切聯繫。 網上圖片

美大學31篇論文28篇用宇樹 證對華限制損自身

美國試圖透過新的進口限制，來降低機器人產業對中國的依賴，卻暴露令人尷尬的現實：從科學研究機構到初創企業，美國機器人產業已大量使用中國製造的機器人和關鍵零件。

美國聯邦通信委員會（FCC）7月將先進移動機器人列入「受管制清單」，是美國總統特朗普政府減少對外國技術依賴的最新舉措之一。依照新規，在美國組裝的先進機器人，到2028年其國產零件價值佔比須超過65%，2029年進一步提高至75%。

然而美國機器人產業發現這目標不容易實現。研究機構Gavekal Technologies指出，中國目前在全球機器人供應鏈多個關鍵環節中佔重要地位，尤其是用於控制人形機器人運動的執行器。中國同時也是機器人電池、光達和馬達控制器主要供應方。若把外國零件成本壓至整機的35%以下，對許多廠商來說仍相當困難。

更直觀的例子來自美國院校。美國自動化促進協會7月底進行的內部審查發現，在31篇由美國大學主導、使用人形機器人或四足機器人的研究論文中，28篇使用了中國機器人企業宇樹科技的產品。該協會主席伯恩斯坦說，一些初創公司同樣依賴來自其他國家、價格相對低廉的機器人產品來開發自己的產品。限制措施實施後，「它們將更難發展，因成本會上升，而供應或會減少。」

缺乏轉向美本土替代具體機制

美國政府希望藉此推動供應鏈多元化，並讓部分機器人製造業回流美國。但曾任FCC官員的加州大學聖迭戈分校榮休教授考伊認為，問題在於美政府並沒有提供一套從依賴進口轉向美國本土替代的具體機制，他直言這是一項「缺乏連貫性的強制進口替代政策」。

華零部件國產化 供應鏈幾佔主導地位

美國企業正面臨嚴峻現實，要在人形機器人賽道上與中國競爭絕非易事。過去數年擔任中國宇樹科技北美主要分銷商的哈格蒂指出，中國生產機器人的成本更低、規模更大，美國製造商至今難以企及。哈格蒂近期在長島郊區創立機器人公司Robo Inc.，嘗試在美國本土生產人形機器人，但他坦言中國在供應鏈上幾乎佔據完全主導地位，要製造一台完全不含中國零部件的機器人並不現實。

哈格蒂的經歷折射出中美在機器人產業領域的激烈競爭。美國聯邦通信委員會7月實際上禁止新型外國製造人形機器人進口美國，該措施雖未明確針對中國，但目前市場上大多數新型人形機器人均由中國公司製造。哈格蒂認為，結果將導致全球人形機器人市場更分裂，中國企業續在中國市場銷售，美國公司則爭取美國客戶。

中國在機器人領域的優勢，與其電動汽車產業密切相關。中國幾乎實現所有零部件國產化，從螺絲到鋰離子電池無一例外，為電動車製造零部件的同一批公司也為機器人製造商供貨。加州機器人公司Cobot行政總裁波特表示，在中國需要某個部件可立刻拿到，但在美國可能要等上數天。

實現製造自動化

在更廣泛層面，中國已建立另一關鍵優勢，就是利用機器人實現製造自動化。根據國際機器人聯合會報告，2024年超過200萬台機器人在中國工廠工作，新安裝機器人達30萬台，超過世界其他地區總和。哈格蒂形容，在中國，這些機器人已在街上行走，中國企業的經驗遠比美國豐富。在該領域的領先地位難以撼動。