

谷歌「霸權論」存爭議 各國研發再加速

量子計算應用前景可期

日前，谷歌公司研究人員領銜的團隊宣稱成功演示「量子霸權」，相關論文全文被英國《自然》雜誌正式發表。該團隊研製了一個包含53個有效量子比特的處理器「西克莫」，該處理器在測試中僅用約200秒就完成了目前全球最好的超級計算機需1萬年才能完成的計算任務。不過，作為同一研究領域的競爭對手，IBM則對谷歌量子計算機「200秒對1萬年」的運算優勢表示質疑，指認谷歌「量子霸權」的說法誤導公眾。業內人士認為，雖然兩大巨頭的爭議孰是孰非尚難以評判，但拋開技術爭議，量子計算可能帶來的人類計算能力的革命性提升，繼而顯著改變人類社會發展和演化的節奏，則是各方共識。有鑒於此，谷歌取得的成果值得肯定，也必將激勵各國研究人員加快量子計算的探索步伐。

香港商報記者 趙桐曲

200秒對1萬年 果真實現量子霸權？

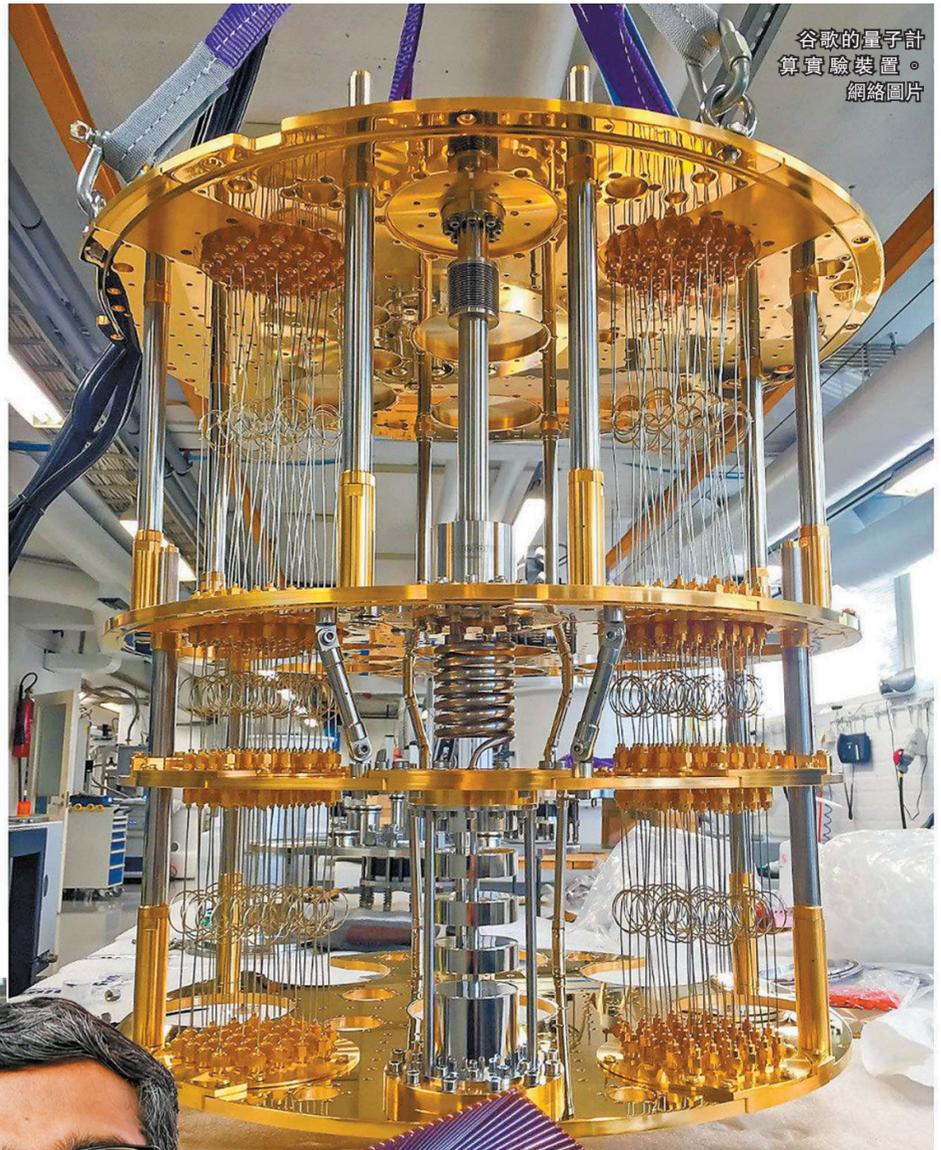
「量子霸權」被用於描述量子計算機發展的關鍵節點，指量子計算機能解決傳統計算機在合理時間範圍內無法解決的複雜難題。要實現這一目標需要克服很多挑戰，在產生較大計算空間的同時要保證較低錯誤率，以及設計一種傳統計算機難以處理、但量子計算機可以輕鬆完成的基準測試。

谷歌研究團隊研製了一個由54個量子比特組成的處理器「西克莫」，與傳統比特相比，該處理器利用量子疊加和量子糾纏使計算空間指數級增長。由於有1個量子比特無法有效工作，處理器實際只用了53個量子比特。為測試該系統，團隊設計了一項對量子電路產生的隨機數字進行採樣的任務。對傳統計算機來說，這一任務的難度會隨量子電路中量子比特數的增加而增加。實驗中，量子處理器在約200秒的時間內從量子電路中採集了100萬個樣本，而一台尖端的超級計算機要約1萬年才能完成這項任務。

論文通訊作者、谷歌量子計算理論首席科學家馬丁尼在博客上說：「這項實驗是為了給團隊提供一個方向，來克服量子系統工程固有的許多技術挑戰，從而製造出一台具有可編程能力並且性能強大的計算機。」

據馬丁尼介紹，團隊計劃下一步把能實現「量子霸權」的處理器提供給合作者、科研人員以及那些有興趣開發相關算法和應用的公司使用，同時將投入資源儘快開發出具有容錯能力的量子計算機。在谷歌團隊看來，這是一個量子領域中「Hello World」一樣的里程碑事件。《自然》雜誌網站也在頭版頭條放出了谷歌的官宣：Hello World！谷歌CEO皮猜在接受《麻省理工科技評論》時會激動地稱，這就像飛機最初被發明的時刻——萊特兄弟的飛機第一次只飛了12秒，但他證明了飛機飛行的可能性。

「量子霸權」概念由美國加州理工學院教授普雷斯基爾於2012年首創，預測量子計算能最終實現對傳統算法的壓倒性優勢，在合理時間範圍內解決傳統計算機直到報廢都無法解決的難題。與傳統算法相比，量子計算依賴的量子比特突破二進制（0或1）限制，藉助量子疊加和量子糾纏使計算空間指數級增加。物理學家迄今研究量子計算超過30年，但仍面臨不少挑戰。谷歌研究成果的真正意義在於，成功實現接近絕對零度、即零下273攝氏度的運算環境，減少量子比特遭遇的「噪音」，確保運算結果的高精確度。



谷歌的量子計算實驗裝置。網絡圖片



▲IBM認為如果按照IBM的方法來對IBM超級計算機Summit進行編程，僅需2.5天就能完成谷歌論文中量子計算機耗時200秒的任務。網絡圖片

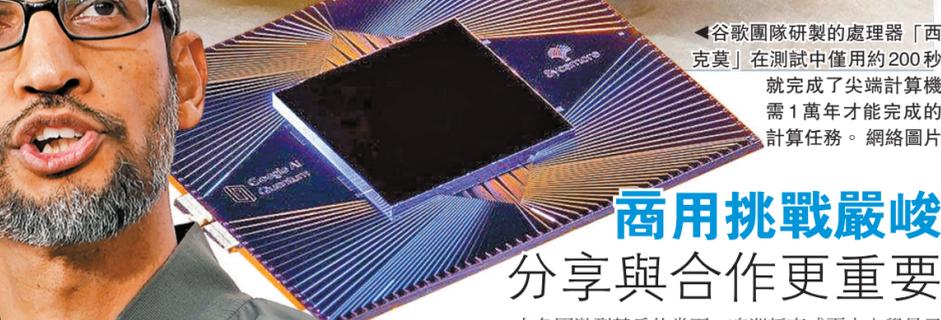
霸權僅為優勢 IBM炮轟誤導公眾

早一個多月前，谷歌相關研究論文的早期版本就會出現在NASA網站上，但隨後被火速撤下。美國《財富》雜誌當時援引谷歌消息人士稱，報告被「下架」是因為該研究尚未經過同行評議。本次雖然得以在《自然》雜誌上正式發表，惟對於谷歌所宣稱的實現「量子霸權」，以IBM公司為代表的觀點卻對谷歌量子計算機「200秒對1萬年」的運算優勢表示質疑，指認谷歌「量子霸權」的說法誤導公眾。

IBM研究人員吉爾在論文中寫道，谷歌在實驗中並沒有充分挖掘超級計算機的潛力，如果按照IBM的方法來對IBM超級計算機Summit進行編程，僅需2.5天就能完成谷歌論文中量子計算機耗時200秒的任務，而且保真度要高得多。吉爾強調，量子計算機不可能實現對傳統計算機的「霸權」，它們各有長處。IBM認為，「霸權」一詞正被幾乎所有人誤解，「霸權」說法更多是「標題黨」報道的噱頭。根據最嚴格的定義，這一目標尚未實現。對於IBM的說法，《自然》雜誌網站已作出回應，指如果IBM是正確的，該雜誌將把谷歌的「壯舉」降級為「量子優勢」，即量子計算機的計算速度比傳統計算機快得多，但沒有超出後者的能力範圍。

不只是競爭對手IBM，眾多業內專家也對「量子霸權」的說法存在質疑。專家的共識是，此次谷歌發表的研究成果是人類首次實驗演示在一個計算複雜度被嚴格證明的問題上，量子計算機相較於經典計算機有

壓倒性優勢，因此有着重要的里程碑式意義。不過，由於谷歌此次只是將之應用在某一個特定問題上，且該問題目前還沒有任何實用價值，因此「量子霸權」有過分誇大的嫌疑。專家進一步解釋稱，這類演示就好像AI領域的「阿爾法圍棋」，它可以擊敗人類最厲害的圍棋選手，但並不具有通用性。當量子計算機可被用來解決能源、天氣預報、密碼破譯，以及幫助人們獲得更多投資回報、提高農作物產量、促進新藥研發、指導更科學的城市交通規則等行業實際問題時，它才會帶來實際價值。尤其在大數據和AI時代，每分鐘都有數以百萬計的數據在傳輸。這種情況下，量子技術更加不可或缺，不僅在科學領域是質與量的飛躍，對商業領域同樣如此。這不是無稽之談，因為正是技術推動了商業的發展。



▲谷歌團隊研製的處理器「西克莫」在測試中僅用約200秒就完成了尖端計算機需1萬年才能完成的計算任務。網絡圖片

商用挑戰嚴峻 分享與合作更重要

在各國激烈競爭的當下，澳洲新南威爾士大學量子物理學教授西蒙斯的觀點值得重視。西蒙斯認為，多國在量子計算領域的研究堪稱全力以赴，這也意味着存在多種量子計算機開發平台和技術路線，目前要判斷哪種平台或技術路線將最終勝出為時尚早。在這一過程中，分享與合作對量子計算的研究就顯得尤為重要，這是因為該領域的所有研究者都明白他們面對的技術難題極具挑戰性，其他人的成功也將有助於自己的成功。許多專家也持類似觀點：無論是超越了傳統計算機1萬年還是2.5天，都只是量子處理器某些能力的演示，距離量子計算真正替代傳統計算機的臨界點還有距離，尤其是實現量子計算的工程技術難度不容低估。

而國際權威期刊《物理評論快報》4日在線發表的一個最新成果，很好地詮釋了西蒙斯的分享與合作觀點。在國際上率先開啓稱霸標準研究的、中國國防科技大學計算機學院吳俊傑帶領的QUANTA團隊，聯合信息工程大學等國內外科研機構，提出了量子計算模擬的新算法。該算法在「天河二號」超級計算機上的測試性能達到國際領先水平，谷歌的工作也引用了這項結果的預印版論文。評測稱霸標準需要高效的、運行於傳統計算機的量子計算模擬器。在後「量子霸權」時代，這種模擬器還會成為加速量子計算科學研究的重要工具。

而國際權威期刊《物理評論快報》4日在線發表的一個最新成果，很好地詮釋了西蒙斯的分享與合作觀點。在國際上率先開啓稱霸標準研究的、中國國防科技大學計算機學院吳俊傑帶領的QUANTA團隊，聯合信息工程大學等國內外科研機構，提出了量子計算模擬的新算法。該算法在「天河二號」超級計算機上的測試性能達到國際領先水平，谷歌的工作也引用了這項結果的預印版論文。評測稱霸標準需要高效的、運行於傳統計算機的量子計算模擬器。在後「量子霸權」時代，這種模擬器還會成為加速量子計算科學研究的重要工具。

革命意義空前 各國不吝大舉投資

鑒於任何基礎研究的應用都有一個漸進累積演化的過程，正如從萊特兄弟實現首飛到最早的商業航空誕生了經過了大約10年，那麼，從「量子霸權」到量子計算商用需要多久？即便最樂觀者如谷歌CEO皮猜的估計，至少也需10年。如果要對社會產生較大影響，可能還要更長時間。但即便如此，量子計算相較於傳統計算具有顛覆性的革命意義，為人類突破計算處理極限，並可能顯著改變人類社會發展和演化節奏的前景依然令人充滿期待。

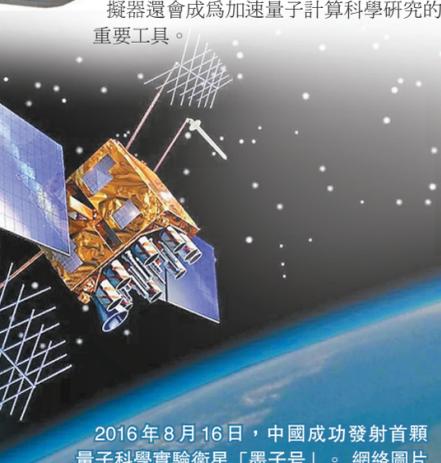
英特爾公司量子硬件負責人克拉克曾說：「量子可能是未來100年的計算技術。這有點像太空競賽，一代人時間裏出現一次。」除谷歌和IBM外，微軟、英特爾、華為、阿里巴巴等科技巨頭都在加速研發，力爭成為首家將量子計算商用化

的企業。而谷歌的最新成果勢必給這種加速繼續帶來推力。與此同時，多國政府也不吝對該領域投入大筆資金。歐盟於2016年9月宣布組建一支由12名專家組成的量子技術旗艦計劃專家籌備組。2018年11月，歐盟啟動了為期10年的10億歐元量子技術旗艦計劃。一年後的今天，歐洲量子生態系統初步成型。美國總統特朗普於去年12月簽署了《國家量子計劃法案》，為美國奪取量子計算研發和應用的戰略性領先優勢提供法律支撐。根據該法案，美國計劃未來10年內向量子研究注入12億美元資金，由美國能源部、商務部國家標準與技術研究院、美國國家科學基金會配合聯邦政府共同落實量子計劃項目。

而美歐之所以如此急不可待地投資，是因為被其視為主要競爭對手的中國早已搶先行動。2016

▲谷歌CEO皮猜估計，從「量子霸權」到量子計算商用至少需要10年。資料圖片

年，中國發射了世界首顆量子科學實驗衛星，並於2017年宣布量子衛星在國際上第一次成功實現了「千公里級」星地雙向量子通信，引發世界極大關注。美國空軍研究實驗室計算和通信部門主管海杜克稱，中國對量子計算領域「非常重視」，預計在未來5年內，中國在量子計算領域的投資將從100億美元增至150億美元。德國赫爾姆霍茲研究中心協會前主席、旗艦指導委員會主席姆利內克也表示，中國的「戰略化行動令人印象深刻」，他還特別提到中國正在建設一個耗資100億美元的量子信息科學國家實驗室。



2016年8月16日，中國成功發射首顆量子科學實驗衛星「墨子號」。網絡圖片