

【編者按】

新中國成立75年來，我國科技事業取得長足發展，成為世界上具有重要影響力的科技大國。十八大以來，我國系統部署、強力推進科技體制改革，發揮新型舉國體制優勢是其中的重要內容。聚焦「四個面向」，加強科技創新全鏈條部署、全領域布局，全面增強科技實力和創新能力。

這其中，一大批瞄准世界科技前沿、面向國家重大需求的重大科技基礎設施集羣近年在粵港澳大灣區加速匯集，推動粵港澳大灣區國際科技創新中心建設加速前進。大公報今起推出「灣區力量」系列專題，帶領讀者深入探尋微觀世界、深海世界和超級「大腦」的黑科技，揭示國家重大科技基礎設施如何成為支撐起大灣區基礎研究的「頂樑柱」，推動粵港澳三地科學家深化科研合作，打造全球創新高地。



▲位於東莞的中國散裂中子源。 大公報記者盧靜怡攝

籌建南方先進光源 組科研「雙子星」

作為中國散裂中子源的「雙子星」，另一個大科學裝置南方先進光源正在密鑼緊鼓地籌建中，受到許多港澳科學家期待。南方先進光源是擬在粵港澳大灣區新建的第四代衍射輻照同步輻射光源，可作為「巨型X光機」，利用X射線探測原子和分子的細節。

「散裂中子源的90%以上用戶同時也是同步輻射光源的用戶，很多研究需要兩者的共同支持。」中國科學院高能物理研究所副所長、中國散裂中子源二期工程總指揮王生告訴記者。

目前，國內的同步輻射光源主要集中在長江以北。「粵港澳的科研人員若使用光源，必須前往上

海申請機時，且能獲得的機時有限。」王生指出，長途運輸實驗樣品的過程也非常不便，某些樣品甚至無法通過航空或高鐵運輸，嚴重限制了實驗的開展。如果能夠將這兩種設施建設在同一地點，科研團隊便可以一次性申請使用，簡化審批流程，減少實驗之間的時間間隔。這將顯著提高研究工作的連貫性和效率。

王生指出，雖然上海光源已吸引了一些國際用戶，但機時申請相對困難。若在大灣區建設光源，將更好地服務東南亞及「一帶一路」沿線國家，填補這些地區科研設施的空白。「建設工作如若滯後，可能被周邊國家搶先一步，我們就會失去競爭優勢。」

「超級顯微鏡」助力 香港科研成果蜚聲國際



▲在中國散裂中子源，探測器團隊正在工作中。 受訪者供圖

中子散射技術和設備

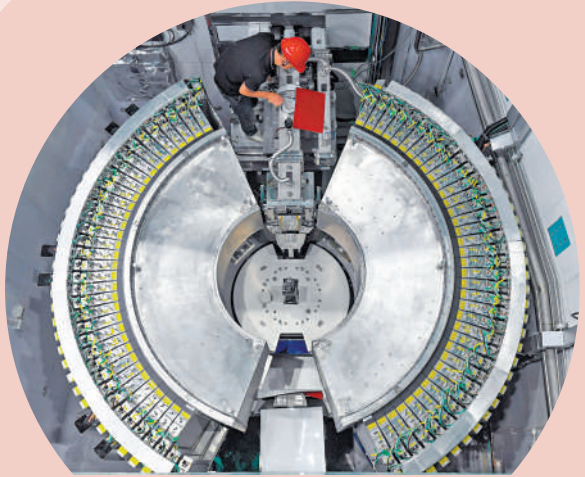
●中國散裂中子源聯合香港城市大學等高校共同承擔「中子散射樣品環境及相關實驗技術」和「基於氬三極化的先進極化中子技術研發」等2項國家重點研發計劃項目，成功研製出多項中子散射樣品環境的關鍵技術和設備。

合金變形機制

●香港城市大學王循理教授團隊聯合高能所團隊採用原位中子衍射方法研究了單相CrCoNi合金在拉伸荷載下的相變和變形機制。這些變形機制共同支撐了低溫下異常大的延展性。相關研究成果發表在國際材料頂級期刊《Nano Letters》。

●港高校利用中國散裂中子源裝置共完成了64項實驗課題，其他研究包括：香港城市大學任洋團隊的巨磁阻效應研究；香港中文大學路欣慧等團隊的有機太陽能電池界面研究；香港科技大學陳弦等團隊的鐵電材料相變研究。

巨磁阻效應、太陽能電池、鐵材料相變



▲在中國散裂中子源，工作人員為高壓中子衍射儀中子導管包裹裏面碳化硼，吸收雜散中子。 新華社

●香港城市大學王循理教授團隊利用中國散裂中子源小角中子散射發現了高性能金屬玻璃材料新的玻璃態轉化機制，對理解非晶合金的形核和設計探索高性能材料提供了重要支撐。該成果發表在國際頂級期刊《Science》。

金屬玻璃

大公報記者盧靜怡整理

中國散裂中子源運作原理

1 負氬離子直線加速器

●離子源產生的負氬離子束流，通過射頻四極加速器聚束和加速後，由漂移管直線加速器把束流能量進一步提高。

2 快循環質子同步加速器

●負氬離子經剝離注入到快循環同步加速器中，把束流加速到最後能量1.6GeV。●當需要很高的能量時，直線加速器的長度會很長；把直線軌道改成圓形軌道一圈一圈地反覆加速，可以大大縮減加速器的尺寸。

▲從天上俯瞰中國散裂中子源地面建築。 新華社

●經過加速器加速的高能質子脈衝轟擊重金屬等靶體，通過散裂反應產生大量中子，並用慢化器將其慢化成適合中子散射用的慢中子脈衝，再通過中子束道和中子導管引向中子譜儀，供用戶開展實驗研究。●中子與樣品作用後，利用多空間分布的中子探測器進行中子探測，通過對射後中子能量、動量和自旋的分析，得到樣品原子/分子的位置及其運動模式。

3 靶站

大公報記者盧靜怡整理

「內地和香港科研人員像一個大家庭」

以中國散裂中子源為中心，一個大灣區科研圈正在逐漸成型，附近除了有多個粵港合建的實驗室，還有今年9月正式開學的香港城市大學（東莞）。目前，中國散裂中子源與香港城市大學保持着平均每年20人次以上的交流互訪頻率，聯合培養了近10名研究生。香港中文大學亦有博士研究生到中國散裂中子源實習。

「香港的實習生對於研究盡心盡力，很能吃苦。」中國科學院高能物理研究所東莞分部中子科學部副主任殷雯，對香港學生的印象很好。「在實驗室，我們並不覺得香港和內地的科研人員是兩個團隊，反而像是一個大家庭。」她說，「在中國散裂中子源研究的團隊，無論是教授還是學生，都願意為科研工作付出額外努力，常常工作到深夜，甚至通宵。」

作為大灣區的重要科學裝置，中國散裂中子源已接待了很多來自港澳的代表團，總人數超過5000

人，展現出科研合作的活力。「中國散裂中子源是南方為數不多的大科學裝置，作為來自香港的學生，我感到非常自豪。」曾經參觀過中國散裂中子源的香港科技大學唐同學提到，之前內地幾乎所有的大科學裝置都集中在北方，而現在南方的設施同樣出色，甚至吸引了來自歐美國家的科研人員前來實驗，這讓她倍感驕傲。



▲中國散裂中子源二期工程在東莞啟動，建成後可在同等時間內產生更多中子，有效縮短實驗時間，使實驗精度更高。 大公報記者盧靜怡整理

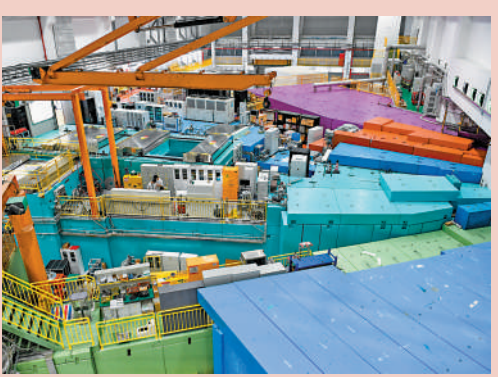
集聚灣區巨企 科創升級產業

從2011年正式開工建設至今，中國散裂中子源的發展與東莞的產業升級幾乎同步。

「我們剛到東莞時，正趕上東莞開展技術升級的『騰籠換鳥』政策實施，逐步淘汰傳統產業，轉而扶持高科技企業。」中國科學院高能物理研究所副所長、中國散裂中子源二期工程總指揮王生回憶說。王生近期在主持了一個國際研討會時，忍不住與來自全球的科學家分享東莞的重要性，「現在平均每四台智能手機，就有一台產自東莞。」王生笑着說：「東莞不再只是簡單的製造基地，而是越來越成為科技創新的中心。」

王生告訴記者，東莞地方政府對項目的巨大投入，展現了支持科技發展的堅定決心。「整個中國散裂中子源二期項目的建設經費中，1/3來自東莞，1/3來自廣東省，1/3由國家撥款，這種投入力度非常罕見。」

學部副主任殷雯表示，現在中國散裂中子源周邊聚集了眾多科研院所和高新技術企業，如東莞理工學院和松山湖材料實驗室，以及來自深圳的比亞迪等，形成了密切的合作關係。「目前，中國散裂中子源的用戶中有四分之一來自粵港澳大灣區。」殷雯說。這樣的新型研發機構吸引了更多高新技術企業入駐松山湖，形成科技循環，推動着粵港澳大灣區材料、化學、生物、醫藥等領域的產業發展。

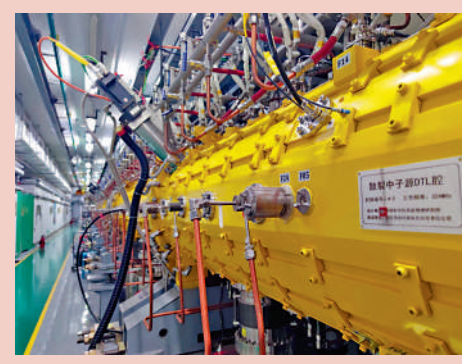


▲7月8日，科研人員在中國散裂中子源進行實驗工作。 新華社

為新能源企把脈 診斷鋰電池續航「疾病」

在中國散裂中子源的實驗室裏，時常可以見到來自大灣區的產業負責人興沖沖地帶着最新產品尋求科研人員的幫助。某車用電池生產企業的高級研發工程師易觀貴就是其中之一。他曾帶着新研發的全固態電池到中國散裂中子源尋求幫助。「我們企業的分析能力有限，希望借助科研機構的專業檢測能力，共同推動這個行業的發展。」易觀貴說道，他對於與中國散裂中子源的合作十分滿意。

中國科學院高能物理研究所的助理研究員楊陸峰認為，鋰電池是中子研究領域的理想對象。「過去的分析往往需要拆解電池，導致電池損壞，而現在我們可以進行非破壞性的全壽命評估，就像給電池做定期體檢，找出影響續航的『疾病』。」他告訴記者，這樣的合作還有很多：「科研人員研究出實驗方法，企業獲取實驗結果，這樣的雙贏方案，很受企業歡迎。」



▲中國散裂中子源的設備。 大公報記者盧靜怡攝

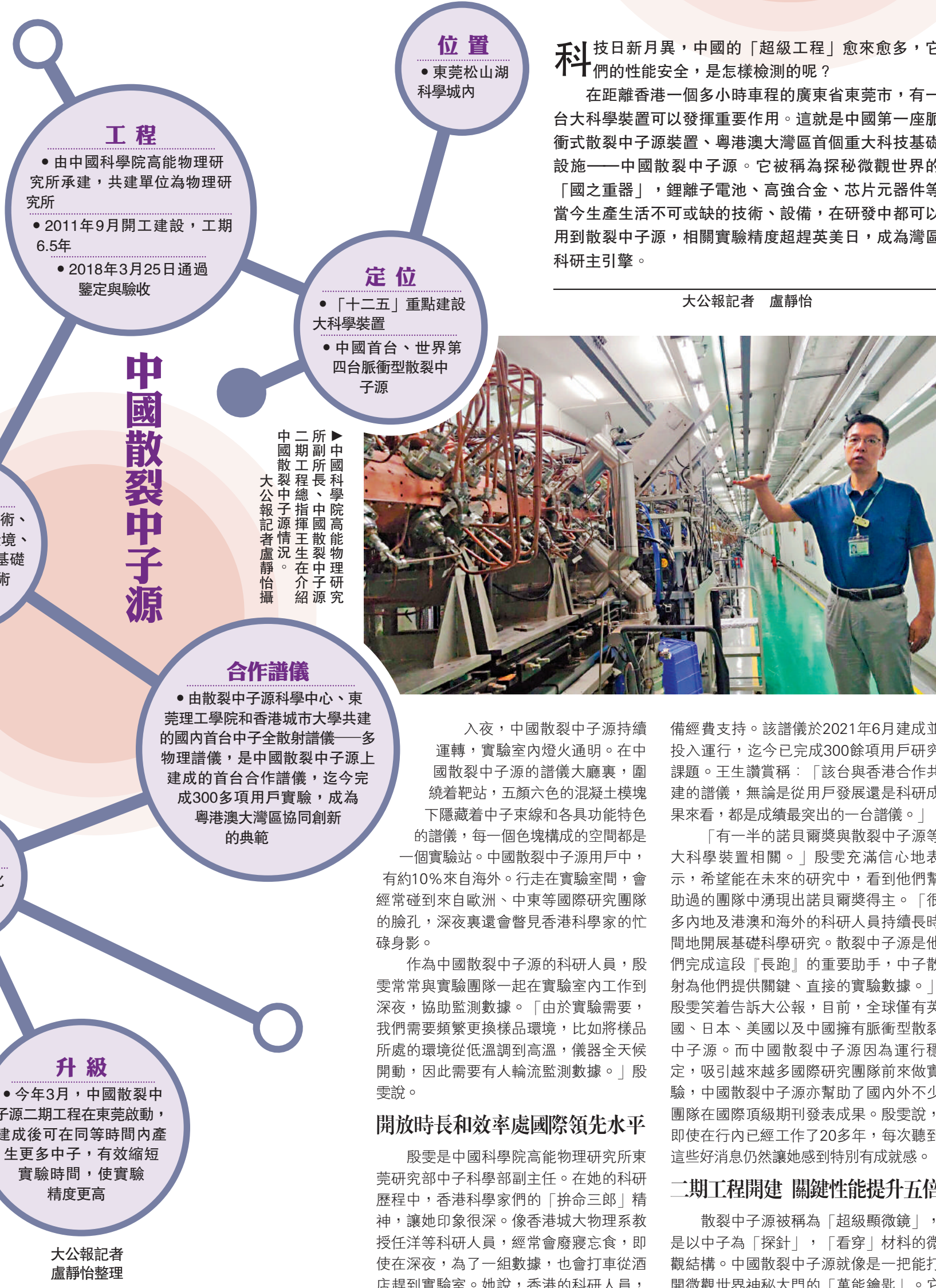
在鋰電池行業合作的成功案例只是冰山一角。依託中國散裂中子源，被譽為是現代工業「皇冠上的明珠」的航空發動機葉片，就在短短半年時間內驗證試驗獲得重大突破。在工程領域，就像給電池做定期體檢，找出影響續航的「疾病」。他告訴記者，這樣的合作還有很多：「科研人員研究出實驗方法，企業獲取實驗結果，這樣的雙贏方案，很受企業歡迎。」

大科學裝置探微觀世界 高精度實驗超趕英美日

中國散裂中子源 大灣區科研引擎



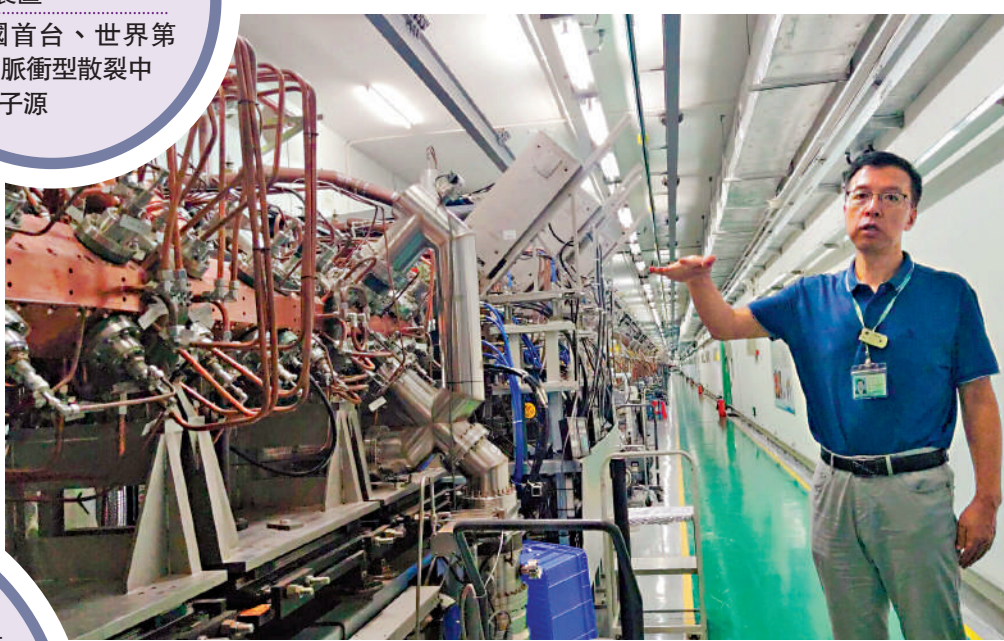
▲在中國散裂中子源，科研人員經常會廢寢忘食地工作。 受訪者供圖



科技日新月異，中國的「超級工程」愈來愈多，它們的性能安全，是怎樣檢測的呢？

在距離香港一個多小時車程的廣東省東莞市，有一台大科學裝置可以發揮重要作用。這就是中國第一座脈衝式散裂中子源裝置、粵港澳大灣區首個重大科技基礎設施——中國散裂中子源。它被稱為探微觀世界的「國之重器」，離子電池、高強合金、芯片元器件等當今生產生活不可或缺的技術、設備，在研發中都可以用到散裂中子源，相關實驗精度超趕英美日，成為灣區科研引擎。

大公報記者 盧靜怡



入夜，中國散裂中子源持續運轉，實驗室內燈火通明。在中國散裂中子源的譜儀大廳裏，圍繞着靶站，五顏六色的混凝土模塊下隱藏着中子束線和各具功能特色的譜儀，每一個色塊構成的空間都是一個實驗站。中國散裂中子源用戶中，有約10%來自海外。行走在實驗室間，會經常碰到來自歐洲、中東等國際研究團隊的臉孔，深夜裏還會瞥見香港科學家的忙碌身影。

作為中國散裂中子源的科研人員，殷雯常常與實驗團隊一起在實驗室內工作到深夜，協助監測數據。「由於實驗需要，我們需要頻繁更換樣品環境，比如將樣品所處的環境從低溫調到高溫，儀器全天候開動，因此需要有人輪流監測數據。」殷雯說。

殷雯是中國科學院高能物理研究所東莞分部中子科學部副主任。在她的科研歷程中，香港科學家們的「拚命三郎」精神，讓她印象很深。像香港城大物理系教授任洋等科研人員，經常會廢寢忘食，即使在深夜，為了去一組數據，也會打車過酒店趕到實驗室。她說，香港的科研人員，在任務繁重的情况下，依然堅持基礎實驗步驟，有時通宵和他們留在實驗室，與團隊一起分析數據。殷雯回憶稱：「每個團隊的熱情，大家的目標一致，充滿了創新的激情。」

王生告訴大公報，中國散裂中子源對於解決國家重大戰略需求和前沿科學諸多領域的關鍵問題有着重要意義，目前已在航空航天關鍵部件、離子電池、稀土磁性、新型高溫超導等重點領域取得了一批科技創新成果。

而今年這座「超級顯微鏡」又上新，二期工程正式開始建設。二期工程將建設11台中子譜儀和實驗終端，建成後中子譜儀總數將增加到20台，新建的中子譜儀將聚集磁性超導量子材料、生命科學、催化材料等研究領域。同時，散裂中子源的關鍵性能指標，打靶束流功率，也將提升五倍。

大灣區作為我國開放前沿，參與國際合作顯得尤為重要。王生提到，最近一次德國研究團隊參觀了中國散裂中子源，他們對東莞的高科技裝置印象深刻。「讓世界了解我們擁有如此先進的科技設施並向世界開放，一直是我工作的重點之一。」

中國散裂中子源二期工程，是中國散裂中子源二期工程正式開始建設。二期工程將建設11台中子譜儀和實驗終端，建成後中子譜儀總數將增加到20台，新建的中子譜儀將聚集磁性超導量子材料、生命科學、催化材料等研究領域。同時，散裂中子源的關鍵性能指標，打靶束流功率，也將提升五倍。

中國散裂中子源二期工程，是中國散裂中子源二期工程正式開始建設。二期工程將建設11台中子譜儀和實驗終端，建成後中子譜儀總數將增加到20台，新建的中子譜儀將聚集磁性超導量子材料、生命科學、催化材料等研究領域。同時，散裂中子源的關鍵性能指標，打靶束流功率，也將提升五倍。