

全球首台

「離子大炮」HIAF試運行 創多項紀錄

向香港科學家開放 助力灣區國際科創中心建設

大灣區的「國之重器」再上新。香港文匯報記者從中國科學院獲悉，7月21日，位於廣東省惠州市的國家重大科技基礎設施建設項目——強流重離子加速器裝置（HIAF）通過了由中國科學院組織的工藝驗收，標誌着該裝置達到所有工程建設目標，進入試運行階段，開始投入科學研究。HIAF綜合性能達到國際同類裝置領先水平，實現了中國強流重離子加速器裝置跨越發展。據了解，該裝置將向香港科學家開放。

●香港文匯報記者 劉凝哲 北京報道

HIAF是世界上第一台超導直線加速器、同步加速器和儲存環組合的先進重離子研究裝置，結合了直線加速器的高脈衝流強優勢和環形同步加速器的高能量特點。項目建設內容包括加速器系統、實驗終端系統及其土建公用配套設施。HIAF於2018年12月開工建設，2025年10月首次出束。

精準轟擊靶材 窺探微觀結構

中國科學院近代物理研究所副所長、HIAF總工程師楊建成表示，HIAF是「離子大炮」，也是「超級顯微鏡」。該裝置能發射高能離子束，精準轟擊靶材，產生豐富的粒子碎片，科研人員通過分析這些微觀反應產物，便能精準窺探物質的深層微觀結構。

賦能醫藥航天 轉化前景廣闊

HIAF裝置具備廣闊轉化前景。在醫學上，裝置可支撐重離子治療設備與醫用同位素研發，推動高端醫療設備與藥物國產化；面向航天與核能領域，裝置可開展材料抗輻照性能測試，保障航天器與核電設備安全。還能服務於材料改性、農業輻照育種等多個領域。

據介紹，HIAF團隊創下多個國際首次。在國際上首次實現六維相空間填充注入，國際首創極高真空度大尺寸超薄壁骨架內觀真空室，創新研發變前勵全儲能電源新拓撲架構，自主研製國際低頻段最高電壓梯度油冷磁合金高頻系統，實現國際上最快的非諧振加速。團隊還創新發展了加速器全系統數字孿生與複雜電磁兼容一體化技術體系，依託團隊自主研發的大規模加速器集群控制系統，HIAF實現16小時2公里束線全線貫通，創造了國際同類裝置束流調試速度新紀錄。

基於這些創新技術，在HIAF束流工藝測試中，新型氧離子束與鉍離子束流強指標均優於工程設計指標，並刷新了國際重離子束脈衝流強新紀錄，分別將原國際最高指標提高了3倍和7.5倍，氧離子束實測單核子能量為4.299吉電子伏，優於設計指標。

HIAF在21日順利通過驗收。據悉，驗收專家組由來自全國科研院所和高校、企業的8位院士、15位專家組成。專家組認為，HIAF實現了強流重離子加速器和實驗終端方法和技術的全鏈條自主可控創新突破，經多輪性能測試，國家要求的驗收指標全部達到並均優於設計指標。驗收專家組一致同意強流重離子加速器裝置通過工藝驗收。

楊建成表示，HIAF將為核科學前沿和重離子重大應用提供國際領先的研究平台，聚焦「探索原子核存在極限、揭示核天體物理過程、推動核能開發和多學科應用」三大目標，顯著提升中國重離子科學與技術領域的創新能力，打造具有重大國際影響的重離子科學研究中心。

灣區科技創新走廊正串珠成鏈

近年來，大灣區的國之重器建設不斷加速。據不完全統計，粵港澳大灣區已推動東莞中國散裂中子源、深圳國家超算中心、國家基因庫、大亞灣中微子實驗室、江門中微子實驗室、惠州強流重離子加速器、加速器驅動嬗變系統研究裝置落地。有評論認為，引進或推動建設實驗室、積極布局大科學裝置，長期以來被外界解讀為粵港澳大灣區加速補短板的重要手段之一，科技創新走廊正在串珠成鏈。

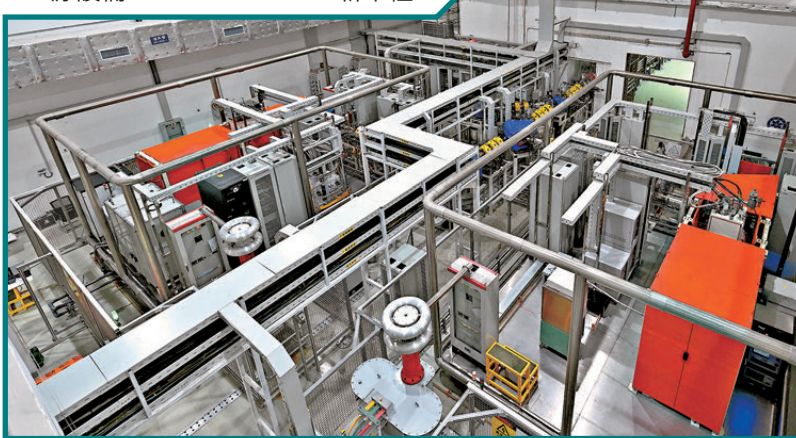
中國（深圳）綜合開發研究院公共經濟研究所副所長汪雲興此前表示，一條完整的科技創新鏈條包括基礎研究、應用研究、技術開發、成果產業化、金融賦能等幾個階段，其中基礎研究是源頭，重要性不言而喻。

強流重離子加速器的建成並投入試運行，成為大灣區科技創新的又一大利器。中國科學院近代物理研究所向香港文匯報透露，作為落戶於大灣區的國家重大科技基礎設施建設項目，HIAF將向香港科學家開放，歡迎更多香港學者參與到國家重離子科學與技術的發展中來，相信HIAF將為粵港澳大灣區國際科技創新中心建設提供有力支撐。



●強流重離子加速器裝置高精度環形譜儀。香港文匯報北京傳真

▼強流重離子加速器裝置的超導離子源設備。新華社



HIAF有多先進？

全裝置共實現9項核心技術指標突破，3項關鍵技術為國際首創。

1. 國際首創第四代超導電子迴旋共振（ECR）離子源：離子源是整個加速器裝置的「超級引擎」，團隊成功研製了國際首創第四代45吉赫茲ECR離子源，創造了國際ECR離子源最高流強紀錄。

2. 國內首創全超導重離子直線加速器：超導重離子直線加速器是離子獲得能量的核心系統之一，它能推動離子不斷加速，並把束流損失降到最小。

3. 國際首創非諧振變前勵全儲能快循環脈衝電源：電源系統是束流運行的「精準舵手」。團隊研製出國際首創非諧振變前勵全儲能快循環脈衝電源，該電源可實現38,000安/秒的國際最快電流上升速率，同時跟蹤誤差小於0.2安。這就像從北京到上海的高速公路上，一輛時速約14萬公里的賽車，全程不能偏離預定軌道超過0.2米。

4. 國際首創骨架內襯極高真空超薄壁真空室：真空管道是束流的「高速公路」。團隊打造出「太空星際級」的真空環境，真空度達 5×10^{-12} 毫巴，比月球表面的真空度還要高，是當前國際同類裝置中「最潔淨」的「束流高速公路」。

HIAF鎖定前沿科學目標

HIAF聚焦「探索原子核存在極限、揭示核天體物理過程、推動核能開發和多學科應用」三大目標。

一、基礎研究方面

HIAF將幫助科學家尋找原子核存在的邊界，並探索理論預言的「超重核穩定島」，有望率先合成新的元素。

可以揭示奇特的核結構現象，認識原子核內有效相互作用，發現超出既有理論的新現象。

通過對壽命極短的關鍵原子核（特別是與天體核反應相關的關鍵原子核）進行高精度測量，為解釋宇宙中重元素的起源提供直接證據。

二、應用層面

航天	HIAF可用於航天器與核電材料的抗輻照性能測試與改良，支撐材料科學、空天探測及先進核能等領域研究。
----	---

醫學	HIAF將推動重離子治療裝置與新型醫用同位素藥物的研發，推動高端醫療技術發展，造福人類健康。
----	--

農業和食品領域	重離子輻照技術可應用於作物育種、食品保鮮等。
---------	------------------------

還將為高能量密度物理研究創造條件，為磁慣性約束聚變等新型能源探索提供支撐。

HIAF「大腦」核心軟件完全國產化

特稿

高流強是新一代離子加速器最核心的性能指標，是推動核科學前沿發展、實現重離子束重大應用的關鍵前提，也是世界各大著名實驗室競爭的主要領域之一。要實現超高流強指標，面臨一系列世界級的動力學難題和技術挑戰，國際上並沒有成熟的系統性解決方案。中國科學院近代物理研究所副所長、HIAF總工程師楊建成表示，項目團隊攻克了強流重離子束流產生、高效預加速、非諧振極快速率加速等難題挑戰，取得了一系列有國際影響力的重要成果。

作為HIAF的「大腦」與「神經網絡」，加速器控制系統能解決大科學裝置數據高速採集、實時傳輸、處理、存儲的難題，實現對HIAF這一由成千上萬個精密子系統構成的「科學巨器」的融合精準操控。團隊自主研發了大規模加速器集群控制系統LACCS，已形成「通信—控制—存儲—分析」全鏈條自主可控軟件生態，實現了中國加速器裝置核心軟件的完全國產化。

安裝周期縮短至8個月

此外，應對大科學裝置規模龐大、系統複雜等諸多建設挑戰，團隊開創了大科學工程「數字孿生驅動建造」新模式，實現了工程設計、製造、安裝、管理全鏈條數字化閉環，不僅顯著提升工藝質量，還將國際平均兩到三年的安裝周期縮短至8個月，解決了大科學裝置高效率建設難題。

團隊還率領制定了中國首部《粒子加速器電磁兼容（EMC）要求與測試》國家標準，為未來大科學裝置的建設提供規範指引。目前，該電磁兼容技術已應用於空間環境地面模擬裝置、質子位移損傷效應模擬試驗裝置、合肥先進光源、先進阿秒激光設施、散裂中子源二期等大科學裝置中。

●香港文匯報記者 劉凝哲 北京報道



▲強流重離子加速器裝置主控室。新華社



▶強流重離子加速器裝置航拍圖。中新社

雜質含量十億分之一 中國光纖技術走在世界前列

香港文匯報訊（記者 歐陽思柔 武漢報道）「這是我們獲獎的一個產品模型——光纖預製棒，純度達到了9個9，相當於在中國960萬平方公里的陸地面積上只有1顆綠豆大小的雜質。」長



●長飛光纖副總裁王瑞春介紹獲得國家大獎的光纖預製棒。香港文匯報記者歐陽思柔 攝

飛光纖光纜股份有限公司（下稱「長飛光纖」）副總裁王瑞春近日在介紹剛剛獲得國家大獎的產品時強調，長飛光纖研發有下限、沒上限，有義務研發最先進的光纖，使中國的光纖核心技術走在世界前列。

作為在內地和香港兩地上市的中國光通信行業龍頭企業，長飛光纖牽頭完成的「石英光纖核心材料製備關鍵技術及應用」項目在7月榮獲國家科技進步二等獎，王瑞春作為代表赴人民大會堂領獎。此為長飛光纖第四次獲得該獎項，這也是行業內唯一一家四次榮獲國家科技進步獎的企業。

研發團隊歷數百次失敗仍堅持

在湖北省政府新聞辦近日舉辦的首場「新征程上的荊楚奮鬥者」記者見面會上，王瑞春表示，

長飛光纖製備的光纖預製棒已經達到了全球最大、超過200公斤，純度達到9個9，「相當於在中國960萬平方公里的陸地面積上只有1顆綠豆大小的雜質」。「9個9」指物質純度達到99.9999999%，即雜質含量為十億分之一，這一指標代表了對材料純淨度的極致要求。

王瑞春指，2000年前後，國內光纖行業如預製棒、關鍵原材料、合成石英管基本依賴進口；那時候起，長飛光纖決心自己立項開發大尺寸預製棒以及關鍵原材料核心技術。

長飛光纖為此組建了逾百人的研發團隊，而在起初的數百次試驗中，基本每一次都失敗。當時有不同意見勸說團隊放棄研發，改為從國外引進相對比較落後但安全的技術。但研發團隊堅持認為，既然要開發一個全球領先的技術，就一定要

堅持下去，「我始終相信國外能解決的，我們中國人一定能解決」。

連續10年光纖預製棒銷量全球第一

經過近10年的研發，長飛光纖完全攻克了大規格光纖預製棒以及超高純合成石英管技術，並成功實現了產業化。長飛光纖目前是全球唯一同時掌握PCVD、OVD、VAD三種光纖預製棒工藝的生產研發企業，連續10年蟬聯光纖預製棒、光纖、光纜銷量全球第一。

王瑞春告訴香港文匯報記者，從信息安全角度而言，未來所有的信息是通過光纖傳輸的，光纖承擔了信息安全的重要職能。長飛光纖在確保研發過程不洩密的前提下，有義務研發最先進的光纖，使中國的光纖核心技術走在世界的前列。