

老夫子不老

港人樂觀精神不變

貼地的生活點滴，無論哪個年代都能引起共鳴。

A6

王澤

全球最大強流重離子加速器 揭秘宇宙起源

中國「重離子大炮」震撼世界

HIAF 應用層面：

航天：

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

醫學：

• HIAF 將推動重離子治癌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。

物理研究：

• 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。

增強器 BRing

高能綜合實驗終端

放射性次級束線分離器

外靶實驗終端

電子-離子複合譜儀

高精度核質量環形譜儀

超導ECR離子源

超導直線加速器 iLinac

低能核結構與輻照終端

◀位於廣東省惠州市的強流重離子加速器裝置，進入試運行階段，開始投入科學研究。

新華社

大公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準，實現了中國強流重離子加速器裝置跨越發展。

HIAF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。HIAF將推動重離子治癌裝置與新型醫用同位素藥物的研發，支撐材料科學、空天探測及先進核能等領域研究，可望揭秘宇宙起源。中國科學院近代物理研究所透露，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國家重離子科學與技術的發展。

大公報記者 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。

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「重離子大炮」，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。

推動高端醫療航天核能等研究

HIAF裝置具備廣闊轉化前景。在醫學上，裝置可支撐重離子放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。



話你知

什麼是重離子？

重離子指的是元素周期表中，比氫原子質量更重的原子失去部分或全部電子後，形成的帶電粒子，如碳、鐵、氬、銻離子等。它們以超高速飛行形成的重離子射線，在農業上可以誘發種子基因突變，用於育種；在工業中用於製作有選擇透過性的核孔膜，用於滅菌、滲透、電池製造等場景。在醫學領域，重離子治療技術已在多個國家進入腫瘤臨床治療。

▲強流重離子加速器裝置BRing注入線。

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襯真空室，創新研發變頻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。

中國科研 全球矚目

美國

• 美國國家科學院曾發表評估報告指出，HIAF有助於推動「電子-離子對撞機」(EIC)的相關前沿研究，有望與美國本土科學設施優勢互補。

日本

• 日本著名物理學家長宮資弘（S. Nagamiya）曾發表論文，肯定中國HIAF在「高密度核物質」領域的強大能力。

德國

• 德國亥姆霍茲重離子研究中心與重離子反質子研究中心（FAIR）的團隊，將HIAF視為重要互補設施，讚賞其在「束流強度」上所具備的技術優勢。

基於這些創新技術，在HIAF束流工藝測試中，典型氧離子束與鈹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。

「國之重器」歡迎香港學者參與

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，顯著提升我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力的重離子科學研究中心。

中國科學院近代物理研究所還向《大公報》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國家重離子科學與技術的發展，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。

創新解難

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，過去的16年中，HIAF項目組圍繞這些前沿課題，提出了多項創新方法，在強流束流動力學、核心關鍵技術方面取得了系列突破，在高質量、高效率工程建設方面開創了新的大科學工程建設範式。

核心技術突破 樹立國際標杆

▲楊建成表示，項目團隊攻克了多項難題挑戰，取得一系列重要成果。

值得一提的是，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，實現了我國加速器裝置核心軟件的完全國產化。

開創大科學工程建設新範式

LACCS系統基於HIAF裝置構築了承載GB級控制數據的「信息高速公路」，傳輸效率超越國際主流加速器控制系統。該系統的運行，有力推動了HIAF快速出束，實現4小時主加速器成功出束、16小時2公里束線全線貫通，創造了大型加速器束流調試速度新紀錄，對保障加速器高穩定、高效率、高可靠性科學運行至關重要。

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。

相關新聞刊

A2