

# 中國散裂中子源二期東莞啟建 趕超美英日

# 「超級顯微鏡」升級 灣區攻芯利器



中國科學院高能物理研究所3月30日在廣東東莞舉行國家重大科技基礎設施中國散裂中子源二期工程啟動會，國產「超級顯微鏡」上新。中國散裂中子源是繼英、美、日之後，世界第四台脈衝散裂中子源。二期工程建成後，裝置研究能力將大幅提升，實驗精度和效率將顯著提高，為探索科學前沿、解決國家重大需求和產業發展中的關鍵科學問題提供科技利器。有理由相信，在「芯片單粒子效應」等領域的科創成果基礎上，中國散裂中子源將為灣區高端芯片研發和產業發展帶來新動能。

大公報記者 劉凝哲東莞報道



正式啟動建設。3月30日，中國散裂中子源二期工程正式啟動會，中國散裂中子源二期工程正式啟動。

愛因斯坦曾預言：「未來科學的發展，無非是繼續向宏觀世界和微觀世界進軍。」物理學在過去一個世紀經歷了三次大的跨越，100多年前科學家發現原子由原子核和電子組成，後來又發現原子核由質子和中子組成，從20世紀60年代開始，科學家逐步發現組成原子核的質子和中子是由更深層次的粒子——夸克組成的。這三次大的跨越產生豐碩成果，物質結構理論取得重大突破，轉化成巨大生產力，半導體、手機、激光以及全球定位系統等，都是以20世紀物理學的研究成果為基礎發展起來。

實驗分辨率更高，能夠測量更小的樣品、研究更快的動態過程。

作為粵港澳大灣區首個國家重大科技基礎設施，中國散裂中子源為粵港澳大灣區建設綜合性國家科學中心、打造國際科技創新中心提供了重要科技內核。中國散裂中子源二期工程將有力地推動粵港澳大灣區的原始創新能力，將和其他大科學裝置形成集群優勢，為粵港澳大灣區科技發展和產業升級作出貢獻。

## 檢測宇航級芯片抗輻射效能

中國散裂中子源2018年完成國家驗收、投入運行以來，用戶迅速增加，目前註冊用戶已超過6000人，機時供不應求。截至目前，已完成1500餘項（含港澳地區及國外100餘項）用戶實驗課題，涵蓋了能源、物理、材料、工程等多個前沿交叉和高科技研發領域，在航空航天關鍵部件應力檢測、鋰離子電池、太陽能電池結構、稀土磁性、新型高溫超導、功能薄膜、高強合金、芯片單粒子效應等重點領域取得了一批科技創新成果。正是由於散裂中子源豐碩的成果產出和強烈的用戶需求，二期工程得以快速立項並啟動建設。

「芯片中子單粒子效應」是什麼？簡單來說，宇宙中存在各種輻射射線，衛星、航天飛機、空間站等人造飛行器的高性能芯片，均可能受太空射線影響而產生「單粒子效應」，引致電子器件性能異常或損毀。所以，抗輻射設計對於宇航級芯片而言必不可少。而在這些領域，散裂中子源都能發揮關鍵作用。

## 強化灣區原始創新能力

中國散裂中子源被譽為探索物質材料微觀結構的「超級顯微鏡」。其原理是首先想辦法產生大量中子，再把中子作為探針，研究物質材料的微觀結構。據介紹，二期工程主要建設11台中子譜儀和實驗終端，建成後中子譜儀數量將增加到20台，新建的中子譜儀將聚焦磁性超導量子材料、生命科學、催化材料等研究領域；此外，還會新建國內首台繆子實驗終端和高能質子實驗終端；同時，加速器打靶束流功率將從一期的100千瓦設計指標提高到500千瓦，這意味著實驗效率有望提升至現階段的五倍。

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介紹，二期工程初步設計概算於2024年1月9日獲國家發展改革委批覆，建設周期為5年9個月。建成後，裝置在同等時間內能產生更多中子，不僅能有效縮短實驗時間，還能使實

## 散裂中子源Q&A

### 主要結構？

● 裝置包括直線加速器、快循環同步加速器、靶站以及中子散射譜儀等。加速器建在13米到18米深的地下，其中直線加速器隧道長240米，快循環同步加速器周長228米，相當於半個足球場大小。

### 應用潛力？

● 散裂中子源可以產生強脈衝中子，並通過測量中子束流在樣品的散射反應過程，探測樣品原子核的位置和運動狀況。目前已在航空航天關鍵部件、鋰離子電池、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。

### 微中尋機？

● 散裂中子源的原理就是首先想辦法產生大量中子，再把中子作為探針，研究物質材料的微觀結構。

### 升級領域？

● 二期工程建成後，能夠有效縮短實驗時間，使實驗分辨率更高，測量更小的樣品，捕捉更快的運動過程，研究能力將基本覆蓋中子散射所有應用領域。

### 高效安全？

● 中國散裂中子源基於新一代加速器，不需要核材料，其動力來自電能，輻射嚴格控制在環保安全範圍。據測算，在散裂中子源附近居住1年，居民受到的輻射量僅相當於乘1次長途飛機。

### 運行成果？

● 數據顯示，一期工程至今，中國散裂中子源已完成11輪開放，每年運行時間超過5000小時。目前，註冊用戶超過6000人，已完成1500多項課題，不少來自國外。

資料來源：人民日報



## 散裂中子源主要科學成果

### 國家重大需求

● 航空器件控制器大氣中子效應測試；國產高鐵車輪評價；船舶部件的研究；航空航天鋁基複合材料研究等



▲ 在山東青島，動車組在車庫內等候發運。新華社

### 世界科技前沿

● 新型碳基材料結構演化機理；龐壓卡材料反常壓熱機制研究；高性能催化材料結構表徵；固態離子電池機理研究



▲ 福建一公司芯片生產車間，技術人員在忙碌。中新社

### 經濟主戰場

● 電動車電池研發；頁岩油存儲評估；聚合物太陽能電池研發；芯片單粒子效應檢測等



▲ 北京小米汽車工廠內，工人在汽車生產線上工作。新華社

### 人民生命健康

● mRNA疫苗研發、核酸藥物研發、硼中子俘獲腫瘤靶向治療等



▲ 山東醫護人員為完成靶向治療的患兒加油鼓勁。新華社

大公報記者 劉凝哲整理

## 中國散裂中子源

### 話你知

中國散裂中子源（CSNS）是國家「十五」立項、「十五」重點建設的重大科技基礎設施和高科技多學科應用研究平台。由中國科學院和廣東省共建，位於東莞市大朗鎮，總規劃用地1000畝，首期用地約400畝，總投資約23億元人民幣。中國散裂中子源是繼英、美、日之後世界第四台脈衝散裂中子源，為我國生命科學、新材料科學、新型核能開發等提供先進強大的科研平台。目前，東莞市依託散裂中心源項目，規劃建設53.3平方公里的東莞中子科學城，啟動同步輻射光源項目建設論證，打造世界級科學基礎設施集群。

## 衍生新型放射療法 細胞級精準治癌

### 國際領先

在中國散裂中子源的建設及運行過程中產生的大量新技術，正服務於經濟社會發展，其中一項被稱為「二元靶向藥」、「第五療法」的硼中子俘獲療法（簡稱BNCT）備受癌症患者及家屬的期待。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表示，依託散裂中子源工程技術，基於加速器的第一台BNCT正式臨床裝置已在東莞人民醫院建成，計劃在今年開展臨床試

驗，力爭早日在國內正式進入市場治療癌症患者。

據介紹，硼中子俘獲療法是一種利用中子與腫瘤內硼元素發生核反應所產生的重離子來摧毀癌細胞的放射性療法，是射線與藥物結合的二元、靶向、細胞級精準的治療，也是國際最前沿的抗癌技術之一。治療時，醫護人員先給病人注射一種含硼的藥物，這種藥物與癌細胞有很強的親和力，會迅速聚集於癌細胞內，相當於給癌細胞做「標記」，而在其他正常

組織內分布較少。隨後給病人進行中子照射。當照射的中子被癌細胞內的硼俘獲，產生高殺傷力的α粒子和鋰離子，便可精準「殺死」癌細胞。

中國科學院高能物理研究所2020年8月13日研製成功具有完全自主知識產權的基於加速器的BNCT實驗裝置，這一裝置不僅為醫用BNCT設備提供工程驗證和積累設計、優化、運行經驗，還為加速器、中子產生靶、中子束流整形體、劑量監測設備、治療計劃等研發提供實驗與測試條件。

## 促進粵港科創 研究論文蜚聲國際

### 自主創新

中國散裂中子源是粵港澳大灣區首個國家重大科技基礎設施（大科學裝置），也是世界上第四台脈衝式散裂中子源。其中，多物理譜儀是散裂中子源首個合作譜儀，由散裂中子源科學中心、東莞理工學院、香港城市大學共同建設，稱得上是粵港澳科研合作的典範。

多物理譜儀是一台中子全散射譜儀，可用於不同有序度材料的結構研究。據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（見圖）介

紹，散裂中子源一期建成三台譜儀後，用戶依然有着強烈需求，在東莞理工學院、香港城市大學共同支持下，多物理譜儀順利建設。

「多物理譜儀在建成開放的第一年，其研究論文就發表在兩大頂刊上」，王生表示，這台譜儀是散裂中子源與香港科研團隊合作的典型案例。他認為，散裂中子源在與香港合作方面還有很多的空間。在二期工程的多台譜儀中，兩地合作還有很大的潛力，不僅是合作譜儀的建設，還可以為香港學者提供更多的實驗條件。



▲ 中國散裂中子源的科研人員在加速器中控室值班。

## 每年運行逾5000小時 全球最長

### 科研重器

2018年，中國散裂中子源正式投入運行，目前已完成11輪開放，每年運行時間超過5000小時。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介紹，為了盡可能多地滿足用戶需求，裝置24小時運行，除每週一天的檢修和暑期兩個多月的檢修，裝置都在高效率運行。「中國散裂中子源的運行時間是世界上最長的，實際運行效率達到

97%。」王生表示，散裂中子源實際運行時間與計劃運行時間的比值數字越高，意味着設備故障率越低、穩定性越好。

2023年，散裂中子源全年完成376項用戶實驗，其中，有多篇學術論文在國內外一線學術期刊發表，遠超國外散裂中子源相同階段的成果產出水平，在航空航天、磁性量子材料、新能源、高性能合金、信息材料等眾多領域，產出了一批重大原創成果。