

中國高鐵技術飛躍 從「追趕者」到領跑世界

自主創新研發 樹立國際標桿「復興號」金名片



▲9月13日，復興號試驗列車駛出龍龍高鐵梅龍段毛公寨隧道。

新華社

中國鐵道博物館保存着一套特殊的藏品——火車司機韓軍甲的九本火車駕駛證。作為中國鐵路「全履歷火車司機」，他親歷了中國鐵路機車從蒸汽機車、內燃機車、電力機車再到如今「和諧號」、「復興號」的五代變遷。最早他駕駛時速50公里的蒸汽機車，四處透風、咣咣直響，從北京到上海要一天半時間；如今無線上網、智能控制的「復興號」動車一小時「貼地飛行」350公里，京滬四個半小時可達。據透露，樹起國際標桿的中國高鐵，又在加緊攻堅商業運營時速400公里新紀錄，即將刷新新的中國速度。

韓軍甲的職業歷程也是中國高鐵從「追趕者」到「領跑者」這一偉大飛躍的縮影。幾十年前，在高鐵領域，中國只是後來者，通過引進、消化吸收再創新到自主創新掌握自主知識產權，中國已然超越眾多國際巨頭，建成了全球發展速度最快、系統技術最完備、集成能力最強的高鐵系統，並成為運營里程最長、運營速度最快、在建規模最大的國家之一。

大公報記者 王 珏

純正中國「智造」的復興號動車組是中國高鐵「金名片」。在中國鐵道科學研究院（下稱鐵科院）的動車組關鍵系統實驗室內，正在進行中國新一代高速列車制動系統的研究。起步晚，大步趕，從一顆螺絲釘也要進口，到研發出樹立國際標桿的大國重器，中國高鐵從追趕到領跑的秘訣何在？答案是，奮發圖強，自主創新。

引進階段處處掣肘 無法掌握話語權

鐵科院機輛所所長張波經歷了高鐵列車科研創新全過程。他向記者介紹，新世紀以來，中國走上「堅持引進先進技術與自主創新緊密結合」的高鐵研發之路，引進了四國高速動車組技術，為高鐵快速發展奠定了基礎。然而，技術引進吸收如同一把雙刃劍，在爭取了寶貴時間的同時，也留下了兼容性難題：基於不同平台研發出的車型、技術路徑不同，難以互聯互通，影響了運輸效率。

「在最初引進技術階段，作為甲方，我們卻感到處處掣肘，根本無法掌握話語權。」他回憶，鐵路是需要技術高度協調統一的系統，但是幾個先進國家的技術專家對本國技術標準各持己見，誰都不肯妥協，溝通很是不順。最令他意難平的是，關鍵系統核心技術依賴進口，運用和維護中受到制約，一旦出現故障就只能提交申請，然後等對方派技術人員過來，不僅周期長，收費還高。特別是每次技術討論，一問到核心問題，外國專家就開始打太極，總是說，別着急，過不了幾年你們中國也會有的，「雖然語帶調侃，但聽着讓人特別難受。」

2012年，國家集中各方力量，奮力攻關、獨立自主研發「復興號」中國標準動車組。張波全程參與了「復興號」自主創新的全過程，帶領團隊負責制定動車組的總體技術條件以及牽引、制動、網絡、安全等核心系統攻關。這些都是國外技術封鎖的重點，就連向國外企業詢價購買一些軟件，要麼石沉大海音信全無，要麼被明確拒絕報價和出售。此外，中國複雜的地理條件，高度密集的路網，也決定了世界上沒有現成的範例可以借鑒。

於是，張波帶領團隊馬不停蹄地赴各地調研，聽取一線反饋，並與其他專家圍繞頂層技術方案開展了艱苦

論證。他回憶，當時中國鐵路總公司組建了總體技術組和8個子系統組，光是大的會議就開了上百次，僅互聯互通一個方面的技術會議開了60多次，與互聯互通相關的協議文件，在會議室擦起來有半人多高。

研究制動技術 歷百萬次測試

總體技術條件敲定後，張波帶領團隊開展關鍵核心技術攻關。他們從零開始建立自己的圖形化軟件開發平台，日夜奮戰，代碼量超過100萬行，成員幾天幾夜將自己封閉在辦公室，構建了第一套軟件系統；研究制動技術時，深入生產車間，對每個零件的入場檢測、每一道安裝工序都密切跟蹤，進行了上百萬次測試；攻關網絡控制系統，為了一個偶發300微秒通信中斷故障，堅守168個小時監測。此外，線路試驗也至關重要，所有的系統和設備必須經受住比正常運行更複雜、更嚴苛的考驗。他還記得2016年6月25日，帶領團隊成員到鄭徐高鐵安裝調試測試系統，當時室外驕陽如火，溫度高達40攝氏度，他們在空調置於極冷狀態的車上進行能耗試驗，一待就是十幾個小時，從頭到腳透心涼，沒有一個人叫苦叫累。

在張波等無數鐵路科研工作者的努力下，一系列技術難關被攻克。2017年6月26日，具有完全自主知識產權、達到世界領先水平的兩列「復興號」中國標準動車組在京滬高鐵雙向首發，開啟了中國鐵路技術裝備一個嶄新時代，此後成為京滬等多條高鐵幹線的運力擔當，並樹立了世界高鐵商業運營的新標桿。「以前很多時候是以其他高鐵強國為標桿，看看他們有什麼，再決定我們幹什麼。現在持續加強國際交流合作的同時，我們更多地從實際需要出發，從滿足鐵路運輸需求的角度去突破。」張波說道。



▲鐵科院機輛所所長張波（右二）經歷了高鐵列車科研創新全過程。

中國鐵路發展大事記

大公報記者王珏整理

1952年7月

四方機車車輛工廠製造的新中國第一台蒸汽機車下線，定名為「解放」。中國不能製造機車的歷史從此結束。

1958年

中國開始製造內燃機車，先後有東風等3種型號機車最早投入批量生產。從1960年至1980年，東風型柴油機車作為中國鐵路內燃牽引動力的主力之一。

1969年

「韶山1型」電力機車投入使用，這是中國鐵路使用的第一代國產幹線客、貨兩用電力機車。

1997年4月1日

中國鐵路實施第一次大提速。京廣、京滬、京哈三大幹線最高時速達140公里。全國鐵路客車平均時速由1993年初48.1公里提到54.9公里。

2004年後

中國進一步推進鐵路機車車輛裝備現代化，研製生產「和諧」系列電力機車。作為引進先進技術並國產化的新一代交流傳動電力機車，「和諧」型成為目前中國普速鐵路客貨運輸的主要牽引機型。

2007年4月18日

中國鐵路第六次大面積提速調圖正式付諸實施，主要幹線開始「時速200公里」的高速運行，中國鐵路開啟「追風時代」。CRH動車組列車投入運營，開啟了中國鐵路的高速牽引時代。

2017年6月26日

最高時速350公里的「復興號」動車組列車率先在京滬高鐵上線運營。

蛋從裏面啄開 飛出一隻鷹

熱評

電影《長津湖》裏，吳京飾演的老兵連長伍千里對新兵弟弟伍萬里說：「蛋從外面被啄開，注定會被吃掉。要是能從裏面自己啄開，很可能是隻鷹。」在志願軍面臨絕境之地，他以此鼓勵弟弟，不將希望寄託於外力，而是要立足自身，殺出一條血路，為自己創造生機。

中國高鐵發展相比發達國家晚了數十年，但過往經歷表明，「站在巨人肩膀上」是行不通的，落後和依賴帶來的不僅是高昂的成本，更是潛在的技術風險。一旦供應鏈和運行出現問題，整個高鐵系統都可能陷入困境，甚至可能成

為他國制衡中國的籌碼。

慶幸的是，中國的鐵路科研工作著者早就意識到，科技自立自強是國家強盛之基、安全之要。從車輛到線路，從制動到通信信號，甚至一個個小零件，他們狠下決心苦練內功，最終一一攻關。核心技術實現自主化，不僅避免關鍵時刻被卡脖子，更打破國際巨頭一統天下的市場格局，向世界傳遞中國自主創新的澎湃力量。

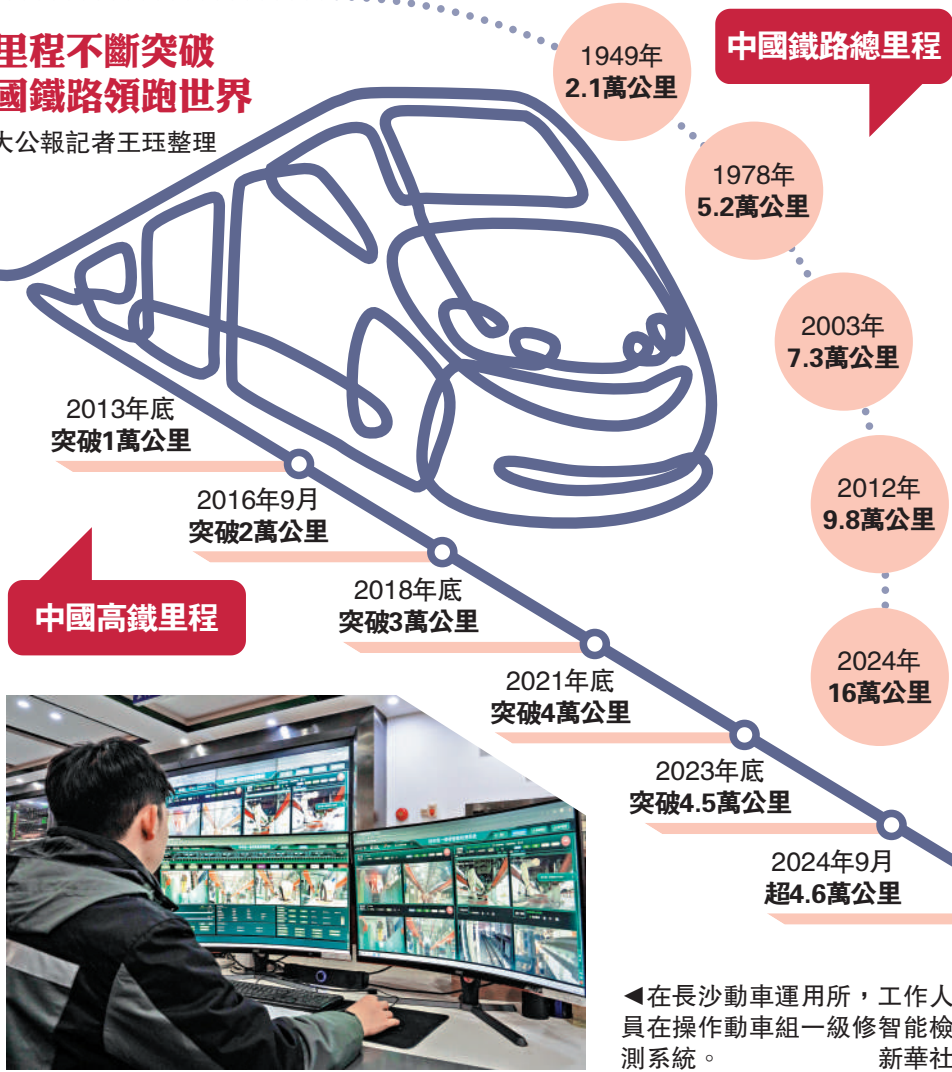
當前，科技革命與大國博弈相互交織，中國高鐵發後先至、逆襲蝶變的成功經驗啟迪並激勵國人：唯創新者強，唯自強者勝。



▲在印尼雅加達哈利姆站候車大廳，人們和雅萬高鐵高速動車組模型合影。新華社

里程不斷突破 中國鐵路領跑世界

大公報記者王珏整理



▲在長沙動車運用所，工作人員在操作動車組一級修智能檢測系統。新華社

「如今老外不停打聽中國高鐵有何新動作」

中國標準

2021年12月，中國老鐵路開通運營，復興號首次走出國門；2023年10月，基於復興號技術平台研製的高速列車在雅萬高鐵投用，中國高鐵首次全系統、全要素、全產業鏈在海外落地……

寶劍鋒從磨礪出，中國高鐵經歷了從無到有，從技術引進到自我創新，從合作研發到獨立自主創新。復興號採用的254項重要標準中，中國標準佔到84%。動車組整體設計以及車體、轉向架等關鍵技術都是自主研發，軟件全部自主開發，具有完全自主知識產權。被極寒、霧霾、柳絮、風沙「淬煉」出的中國高鐵標準正逐漸超越過去的「歐標」與「日標」，逐步將「中國標準」

推向了「世界標準」，中國方案、中國技術與中國智慧將在世界各地的高鐵上進一步展現。

截至2023年底，中國鐵路累計主持ISO、ICE和UIC國際標準制定修訂項目65項，參與國際標準制定修訂項目249項，國際鐵路聯盟高鐵領域全部11項系統級國際標準均由中國鐵路主持制定。

「現在與外國同行坐在一起的感覺不同了。原來是單向學習，現在是相互學習，許多跨國企業的技術專家主動要求和我們交流，不停打聽中國高鐵有何新動作，未來又會有何新發展。」中國鐵科院首席研究員趙紅衛說，在全球下一代高鐵標準的制定上，中國也將扮演更加重要的角色。

每年12億買「芯」 花錢又受氣

打破壟斷

在為高鐵提供持續動力的牽引電傳動系統中，有一塊巴掌大小的IGBT（絕緣柵雙極晶體管）模塊，它把控着車輛自動控制和功率變換的「命脈」，是高铁的「心臟」。這個核心部件，曾經中國一直依賴進口，吃盡了苦頭。

據湖南日報報道，中車株洲所工程師梁永奇在一次座談會中透露了一個往事：該所曾經以高於國際市場3倍的價格購買了一批IGBT芯片，正當工程師們小心翼翼地對芯片進行測試時，芯片炸了，「原來我們視若珍寶高價購買的這批芯

片，是國外生產的殘次品，是別人看不上的『廢品』。」

中國工程院院士、中車首席科學家丁榮軍也曾在受訪時表示，過去IGBT技術被少數工業強國壟斷，外企掌握定價權，一個模塊售價過萬元，且只賣成品；轉讓合同文件還明確註明，傳動和控制電驅動系統的IGBT技術不能轉讓。「這個技術是國家工業競爭力的重要體現，用錢也買不來。」彼時，每年全國高鐵進口芯片成本超過12億元，採購周期長達數月甚至一年。

花錢又受氣，是當時的真實寫照。「命脈」不能掌握在別人手

裏，必須走自主研發的道路。2006年，中國啟動了IGBT芯片自主研發工程，並投入了大量資金支持其發展。

2014年6月，由中國自主研製、具有完全知識產權的8寸IGBT芯片在中車株洲所成功下線，中國高鐵從此迎來了「中國芯」。目前，中車株洲所已推出第七代IGBT技術，其中很多技術為原始首創，產品性能已達到國際領先水平，產品還廣泛應用於智能電網、新能源汽車、新能源裝備、高端工業等多個領域，實現了自主IGBT芯片「補短板」。