

守護粵港逾廿載 見證中國技術由弱轉強

大亞灣核電站 從引進到出口



▲如今的大亞灣核電基地

核電是改革開放的產物。20世紀80年代末期，中國大陸的核電事業處於起步階段，中廣核董事長賀禹當時作為大亞灣核電站選派的100多名核電「黃金人」之一前往法國，學習法國先進、成熟的核電站運行和管理經驗。如今，中國的核電事業經過30多年的發展，已經形成自主知識產權核電技術「華龍一號」並正式落地英國，首次進入西方發達國家。賀禹稱，中國的核電事業實現了由弱到強的轉變。

改革開放40年之巨變軌跡

大公報記者 何花

「與核電事業結緣應該是1986年，當時水電部要抽10名技術人員去大亞灣核電站。我當時在北京熱電廠工作，和電廠同事聊天時知道，大亞灣核電站是100萬千瓦的機組。100萬千瓦的機組是什麼樣子，不可想像，當時我們全廠才30萬千瓦，國內最大的機組10萬，小的才1萬，還有許多幾千千瓦的機組。」賀禹回憶，1982年12月，國務院批准廣東建設核電站，我國商業核電事業正式起步。

培育國家專業運營人才

當時，中國沒有核電專業人才，核電站建好後如何運營？聘請外國人運營，還是培養自己的運營人才？大亞灣核電站選擇了後者。為了我國核電的「高起點起步」，全國核工業系統和電力系統的優秀人才被抽調到大亞灣來。賀禹正是這樣來到了大亞灣核電站。

啟「借貸建設售電還錢」模式

大亞灣核電站是中國大陸首座商用核電站，成立之初就帶着改革開放的烙印。1978年12月，改革開放總設計師小平同志在接見法國外貿部長後對外宣布，將引進法國技術在中國建設兩座百萬千瓦大型核電站，中國大型商業核電發展序幕開啓。彼時的廣東省，剛剛得改革開放風氣之先，「三來一補」企業迅速增加，電力需求急劇上升，缺電的情況常常出現。許多企業在高速發展期卻不得不「開三停四」。1978年4、5月間，時任廣東省委書記、常務副省長的王全德隨谷牧副總理出訪西歐，在參觀了法國核電站後，一直希望能夠在廣東建設核電站，解決廣東電力匱乏難題。1978年下半年起，廣東省開始調集專業人才，組織核電建設隊伍，並着手核電站的建設工作。

「缺乏資金是擺在大亞灣核電站建設之初的第一道難題。」賀禹介紹，大亞灣核電站引進的是法國M310技術，其總投資高達40億美元，而1978年我國外匯儲備只有區區1.67億美元。為此，大亞灣核電站開創了一個借錢建設的新模式——「借貸建設、售電還錢」，即向銀行借貸進行建設，建成後將電賣給香港換取外匯。按照這一思路，經過與香港中華電力公司協商談判，雙方同意以合營方式建設核電站，其中資本金4億美金，香港中華電力出資1億，廣東貸款3億，其餘的建設資金則向歐美銀行貸款。有人把這一思路形象地叫做「借錢買雞，養雞生蛋，賣蛋還錢，還有錢花」。這一模式也打破了中國重大項目由國家投資的模式。



▲2016年9月29日，中廣核與英國政府、法國電力集團在倫敦正式簽署欣克利角C核電項目最終投資協議等英國新建核電項目一攬子合作協議

受訪者供圖

中廣核成全球第三大核電企業

「出口一座「華龍一號」核電站相當於出口200架中型商業客機，這對帶動我國裝備製造業5400家企業走出去，提升「中國製造」和「中國智造」的影響力都極為重要。」賀禹強調，落地老牌核電強國英國，將成為中國核電產業邁向全球價值鏈中高端的重要標誌。

除「華龍一號」之外，中廣核還研發了具有完全自主知識產權的核電站「神經中樞」——核級數字化儀控平台「和陸系統」、核電機器人等一大批科技產品。改革開放40年，中廣核從當年的零資產，成

長為了總資產近7000億元人民幣的全球第三大核電企業。

至今，中廣核國際化指數已達18.6%。除投資了中國在英國及歐洲最大的項目——英國核電項目，在經濟全球化背景下，中廣核正在全球積極布局。在納米比亞、哈薩克斯坦、澳洲等地，中廣核已儲備鈾資源超過30萬噸，可供30台百萬千瓦核電機組使用30年。中廣核投資建設的納米比亞湖山鈾礦是中國在非洲最大的實體投資項目。2016年，通過併購馬來西亞埃德拉項目，中廣核成為中國在海外的最大氣

電發電商，成為埃及和孟加拉最大的獨立發電商。在歐洲，中廣核下屬的歐洲能源公司短短四年成長為法國第五大新能源運營商，項目分布在法國、英國、愛爾蘭等多國。

「目前低碳、綠色能源已經成為世界潮流，中廣核作為清潔能源提供商和服務商，在核電領域積累了30多年的經驗，在風電、太陽能等新能源領域也有相當的優勢。我們願意積極參與「一帶一路」沿線各國清潔能源發展，為沿線各國節能減排、發展清潔能源做貢獻。」賀禹表示。



▲圖為中廣核董事長賀禹 受訪者供圖

賀禹個人簡歷

- 1957年3月出生**：祖籍山西。研究生學歷，管理學博士，研究員級高級工程師
- 1990年12月**：加入中國共產黨。享受國務院政府特殊津貼。現任中國廣核集團有限公司黨委書記、董事長
- 1986年-2001年**：先後任廣東核電合營有限公司生產部運行處副處長、運行工程師、運行處副處長、處長、生產部經理助理、大亞灣核電廠廠長；其間在法國參加核電專業培訓
- 2001年-2005年**：先後任廣東核電合營有限公司副總經理、大亞灣核電運營管理有限責任公司總經理、中國廣核集團有限公司黨組成員、副總經理等職
- 2005年**：擔任中國廣核集團有限公司黨組成員、總經理
- 2010年**：擔任中國廣核集團有限公司黨委書記、董事長

(記者何花製表)



受訪者供圖

▲一九八八年十二月施工現場 受訪者供圖



▲一九八七年八月七日，大亞灣核電站主體工程開工 受訪者供圖

核電「黃金人」赴法甘做「小學生」

大亞灣核電站建設之初資金難題解決之後，隨即而來的是人才匱乏，賀禹就是此時由北京熱電廠調任大亞灣。來到深圳後，等待賀禹的是近乎殘酷的培訓生活。賀禹回憶，此後培訓學員被分到了北京的國際關係學院等進行為期一年的法語封閉培訓。賀禹坦言，學習法語時已經31歲了，沒有任何基礎，學習過程非常艱苦。「室友告訴我，說夢話都說法語，說得比白天還好。」

回到深圳後，他們又接受了半年的專業法語培訓。賀禹至今還記憶猶新的是，他們當時集中在剛剛建好的深圳南園小學上課，「我們是學校第一批學生。深圳的夏天濕熱難耐，一群大老爺們住在宿舍裏，資料擺滿了屋子複習。」

1989年初，淘汰了三分之一學員後，最終110多人撐到了最後，被送往歐洲培訓。他們的培訓費用非常高昂，平均每人130萬法郎，30年前相當於200萬人民幣，按照當時的金價，相當於50公斤黃金，和一個成年人的體重相當。因此，這批赴歐培訓的學員被稱為「黃金人」。

剛到法國，賀禹坦言深受觸動。「法國非常發達，普通人都住着獨棟的房子，每家都有汽車。」看到了差距，賀禹和其他「黃金人」更有使命感。在法國培訓，考試的壓力絲毫沒有降低。「兩個星期一次考試，用法語和你聊技術，並且每兩周交一個法語報告，至少3頁紙以上。」經過一年多的培訓

，賀禹等113人拿到了法國頒發的運行人員合格證書，學成歸國。當時大亞灣核電站正處於建設期，「黃金人」回國後要承擔大亞灣核電站的調試、運營的重擔。

當時的大亞灣核電站，法國人是主導，中國人是「小學生」，工作語言是英語。「剛回來開會時，我們是列席會議，一個月後就正式參加會議，再一個月後就主持會議，經過幾件複雜的機組事件的處理後，我們得到了法方人員的高度認可，逐漸從後台走向前台。」1997年7月1日，法國人將大亞灣核電站的鑰匙交到了中方廠長手裏，中國人提前兩年實現了核電「自主運營」。



▲1989年12月26日，「黃金人」被法國電力集團安排在比利時核電站模擬機進行培訓(左一為賀禹) 受訪者供圖

自主技術「華龍一號」落地英國

大亞灣建設之初，國產化率只有1%，從水泥到地板磚全部都要進口，這讓第一代「黃金人」夜不能眠。核電站的建設、運行過程中，用法國人的技術，處處離不開外國專家，這讓賀禹心裏不是滋味。「80年代從北京到深圳有一個夢，就是修百萬千瓦的汽輪機。從法國回來後的夢想就是擁有中國自己的核電技術。」

2004年以來，中廣核在大亞灣法國M310二代核電反應堆的基礎上，改進出中國自主品牌核電技術CPR1000。2010年，賀禹正式就任中廣核董事長，「我上任後立即部署研發自己的三代核電技術。」賀禹表示，中廣核在CPR1000的基礎上，研發出具有三代核電主要技術特徵的ACPR1000技術，並在2014年成功研發出中國具有自主知識產權的三代核電技術「華龍一號」。

「華龍一號」是採用國際最高安全標準研發設計的，其安全指標和技術性能達到了國際三代核電技術的先進水平，且充分利用中國成熟的核電裝備製造業體系，設備國產化率近90%，滿足全面參與國內、國際核電市場競爭要求。2015年10月21日，中廣核與法國電力集團簽署了英國新建核電項目一攬子合作協議，其中布拉德韋爾B(BRB)項目將採用中國自主技術「華龍一號」建設，並以廣西防城港核電二期為參考站。中國自主核電技術至此走進了老牌核電強國英國。這一項目被中英兩國領

導人稱為中英「黃金時代」的旗艦項目。

目前，「華龍一號」英國項目正在穩步推進，在英國的通用設計審查(GDA)已經進入了第三階段。布拉德韋爾B項目已於2017年底開始開展廠址適應性評價及可研工作。2019年將是「華龍一號」GDA項目最具挑戰性的一年。「在GDA第三階段工作中，我們需完成三份報告的審查，並根據審評不斷修改。此外，還需完成英國版「華龍一號」的設計改進項。」賀禹稱，雖然任務重大，但對中國自主知識產權技術充滿信心，未來「華龍一號」還可以走向全球更多國家和地區。



▲正在建設中的「華龍一號」示範項目廣西防城港3號機組 受訪者供圖