

年產100億度 三代核電技術最高安全標準 華龍全球首堆商運 比肩美法俄

世界
一
流

1月30日，「華龍一號」全球首堆中核集團福建福清核電5號機組投入商業運行。「華龍一號」是中國具有完全自主知識產權的三代核電技術，採用加強版177堆芯設計，發電功率提升5%至10%，每年發電近100億度，在安全性上滿足國際最高安全標準要求。「華龍一號」投入商運，標誌着中國成為繼美國、法國、俄羅斯等國家之後真正掌握自主三代核電技術的國家。

大公報記者 何德花福州報道



▲「華龍一號」福清核電技術人員在進行首爐接料操作。受訪者供圖

►「華龍一號」是當前世界核電市場上接受度最高的三代核電機型之一。圖為已投用的「華龍一號」核電機組福清核電5號機組。新華社



當日，國務院國資委黨委書記、主任郝鵬出席活動，並宣布「華龍一號」全球首堆投入商業運行。生態環境部副部長、國家核安全局局長劉華，國家能源局副局長任志武，國家原子能機構總工程師劉永德等，充分肯定了中核集團堅持自主創新取得的重要成果。

自研蒸汽發生器 破美法壟斷

「華龍一號」是國家名片和民族品牌，體現了國家意志和民族精神，蘊含着核工業自立自強的理想追求。中核集團黨組書記、董事長余劍鋒介紹，「華龍一號」全球首堆自開工以來，有上萬名核工業建設者常年奮戰在項目施工現場，5300多家設備製造企業聯合攻關。

據「華龍一號」總設計師邢繼回憶，若不是日本福島核事故，2011年底，在福清核電5號機組的這塊廠址上將會建立一座型號為CP1000的核電機組。日本福島核事故加速ACP1000這一型號的面世，即中核集團自主三代核電。

據中核集團介紹，長期以來，蒸汽發生器的設計技術，只掌握在美國西屋、法國阿海茲等少數國外公司手中，設計新型號的百萬千瓦級核電站蒸汽發生器在中國尚無先例。在從事蒸汽發生器設計研究近30年的專家張富源帶領下，攻關團隊常常24小時守在冰天雪地的試驗現場，啃饅頭、泡即食麵。經過27個月的攻關，第三代核電ZH-65型蒸汽發生器問世。相比之下，美國、法國製造首台三代核電蒸汽發生器的時間用了將近40個月。而與國外三代核電蒸汽發生器相比，ZH-65型蒸汽發生器產生的蒸汽壓力更高、蒸汽濕度更低、經濟性更好。

創新堆芯設計 提升發電功率

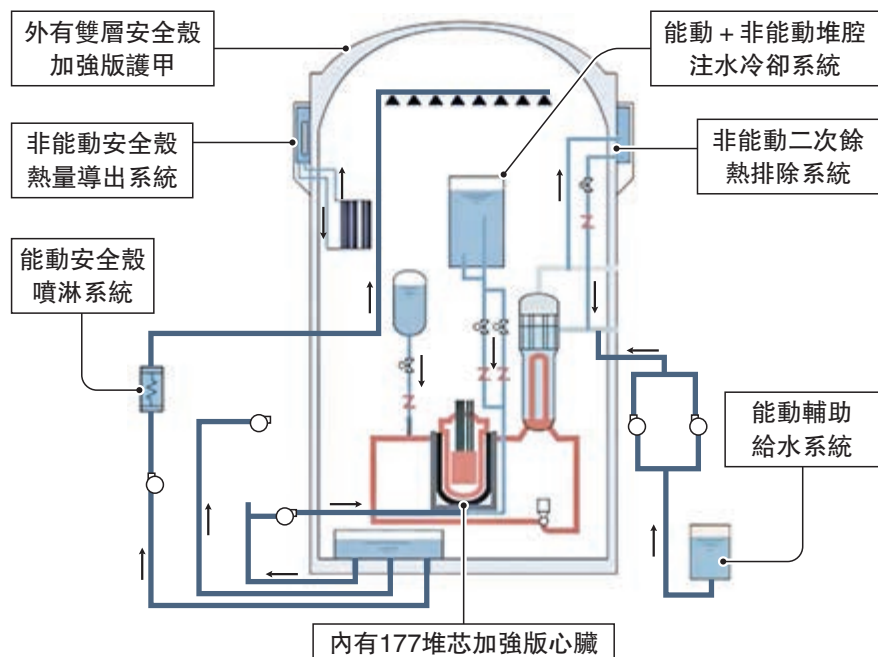
據了解，作為中國高端製造業走向世界的「國家名片」，「華龍一號」是當前核電市場上接受度最高的三代核電機型之一。「華龍一號」設計壽命由40年延長到60年，反應堆採用177堆芯設計，相比以往建設機組反應堆堆芯採用157組燃料組件，不僅可以使核電機組的發電功率提升5%至10%，同時增強核電站安全性。堆芯設計換料周期18個月，創新採用「能動和非能動」（「能動」需要額外提供動力源實現系統和設備運行；「非能動」不需要額外提供動力源，靠重力、密度差、壓力差等，即可實現系統和設備的運行）相結合安全系統及雙層安全殼等技術，在安全性上滿足國際最高安全標準要求。「華龍一號」首堆所有核心設備均已實現國產，所有設備國產化率達88%，完全具備批量化建設能力。

資料顯示，「華龍一號」每台機組裝機容量116.1萬千瓦，每年發電近100億度，能夠滿足中等發達國家100萬人口的年度生產和生活用電需求；同時相當於每年減少標準煤消耗312萬噸、減少二氧化碳排放816萬噸，相當於植樹造林7000多萬棵。



核電5號機組主控室工作。新華社

核電機組雙重保障



- 「能動+非能動」安全雙重保護**
 - 「能動」需要額外提供動力源（電力、蒸汽等）實現系統和設備運行
 - 「非能動」不需要額外提供動力源，靠重力、密度差、壓力差等，即可實現系統和設備的運行
- 無電降溫**：只要有重力，無論有沒有電，都可以給堆芯降溫
- 無電導熱**：無論有沒有動力電源，都能導出餘熱，維持反應堆處於安全狀態
- 多重事故終極防禦系統**
- 完善的事務應對措施**
- 安全注入、應急注入等12項主要安全輔助招式**

核電安全防護 華龍無出其右

抗震設計

●不管震源在哪裏，不管能量通過何種地質構造傳遞而來，反應堆所處地表水平向和豎向的抗震設計標準不可超過0.3g。從2012年底到2014年底，抗震攻關團隊夜以繼日攻堅，歷五次抗震設計迭代優化，終形成布置方案，超越歐洲的0.25g。

團隊主力馬英、孫曉穎：「最擔心計算出錯，因為一旦計算出錯，可能會因為連鎖反應，導致上游工藝專業的工作都白做了。」

防撞保護

●在抗大飛機撞擊的設計中，由於相關模型和參數在國際上是機密，無資料可尋，原打算尋求國際知名公司協助指導研發團隊從零開始，最後決定自行研發，採用三維模型分析。

項目負責人蔡利建：「最重要的原因在於用三維模型做分析，更加全面、更有說服力，也更有利於團隊技術儲備及發展。」

蒸汽發生器

●蒸汽發生器的設計技術由美國和法國公司掌控，設計新型號的百萬千瓦級核電站蒸汽發生器在國內尚無先例。團隊成員歷27個月攻關，製造出來的第三代核電蒸汽發生器比國外製品的蒸汽壓力更高、蒸汽濕度更低、經濟性更好。

「華龍一號」總設計師邢繼：「也只有靠自己，才能擁有完整的自主知識產權，中國核電技術才能走出國門，在國際上與那些核電公司有力地展開競爭。」

資料來源：中國政府網

歷68月建成 破首堆「必拖」魔咒

【大公報訊】記者何德花福州報道：核電站作為極其複雜的系統工程，工程量和施工難度十分巨大。近年來，全球範圍內的三代核電首堆建設都遭遇了拖延，而作為「華龍一號」全球首堆的福建福清核電5號機組，從開工建設到投入商運歷時約68個月，如期完成建設目標，成為了全球首個按期投產的三代核電首堆。據了解，世界上三代核電首堆，不管是美國的AP1000，還是法國的EPR，都遭遇了拖期的魔咒，拖期長達四到五年。

「華龍一號」首堆工程涉及大的專業領域70多個，以及80多個構築物、360多個系統，工程設計圖紙20萬張以上。為了確保首堆工程順利推進，引入沙盤推

演等項目管理工具。「華龍一號」受到的方方面面挑戰不計其數。以汽輪機為例，「華龍一號」汽輪機重量和尺寸都遠勝福清核電前4台機組。其中，汽輪機低壓轉子重達281噸，比前4個機組重了近一倍。中核五公司的范永光等安裝人員晝夜不停地施工。「我每天有十五六個小時在現場，一個星期瘦了整整6公斤，到最後人都打飄了。」范永光說。

據介紹，「華龍一號」還聯合58家國有企業，聯動140餘家民營企業，帶動上下游產業鏈5000多家企業，共同突破411台核心裝備的國產化，為「華龍一號」全球首堆按計劃推進提供重要支撐。

堅持雙層安全殼 點燃創新熱情

特稿

若不是日本福島核事故，2011年底，在福清核電5號機組的這塊廠址上將會建立一座型號為CP1000的核電機組。「CP1000是中國首個具有完全自主知識產權的百萬千瓦級核電站，即將落地之時卻因為福島核事故夭折了。」回憶起將近十年前的往事，「華龍一號」總設計師邢繼五味雜陳。

1997年，中核集團着手開展自主百萬千瓦級核電機組的研發，邢繼在2009年進入這一研發團隊，並擔任這一型號的總設計師。隨後，研發團隊提出了「能動+非能動」的初步設想，並落實在CP1000方案中。然而，對

於採用雙層安全殼這一重大改進，大家產生了嚴重的分歧。如果採用雙殼，科研團隊能否在剩下不到一年的時間內完成設計和論證。在專家討論會上，雙方爭執不下。

邢繼並沒有急着回答，而是翻開筆記本，平靜地念出了這樣一段話：「我們能夠深刻理解到這件事情對我們的影響有多大，也非常珍惜有這樣的機會去創造一個屬於自己的核電站，同時更知道它的重要性……我們要堅持採用雙層安全殼，我認為這個方案能夠點燃設計人員的創新熱情和激情。」

喧鬧的會議室突然靜了下來，隨後又響起了一陣熱烈的掌聲。中核集團

內地去年綠能發電量增8.4%

【大公報訊】據新華社報道：記者30日從中國國家能源局獲悉，2020年，全國可再生能源發電量達22148億千瓦時，同比增長約8.4%。截至2020年底，中國可再生能源發電裝機達到9.34億千瓦，同比增長約17.5%。

可再生能源是指風能、太陽能、水能、生物質能、地熱能等非化石能源，是清潔能源。

國家能源局有關負責人表示，2020年國家能源局以壯大清潔能源產

業為重點，着力加強行業管理，不斷優化可再生能源產業發展布局，努力推動可再生能源高質量發展。

2020年，中國可再生能源保持高利用率水平。全國主要流域棄水電量約301億千瓦時，水能利用率約96.61%，較上年同期提高0.73個百分點。

去年全國棄風電量約166億千瓦時，平均利用率97%，較上年同期提高1個百分點；全國棄光電量52.6億千瓦時，平均利用率98%。

中國電競市值千億 宜家亦爭杯羹



▲觀眾上海展會上體驗「競速光輪」電競遊戲。資料圖片

【大公報訊】據新華社報道：市場規模超千億元，每三個人中就有一位用戶——作為全球最大的電競市場，中國釋放出的巨大機會正吸引跨國公司紛紛「出圈」。

中國音像與數字出版協會遊戲出版工作委員會等機構發布的《2020年中國遊戲產業報告》顯示，中國電子競技遊戲市場收入從2019年的947.27億元（人民幣，下同）增長至2020年的1365.57億元，同比增長44.16%。2020年中國電子競技遊戲用戶規模達4.88億人。

專業機構艾媒諮詢預測，包括客戶端、移動端遊戲及電競生態市場在內，2021年中國電競市場規模有望達到1651.4億元。

中國電競市場釋放出的巨大機會，吸引着相關行業跨國公司紛紛「出圈」。29日，全球知名傢俱及家居用品零售商宜家為其旗下電競新品系列在上海舉行全球首發。包括電競桌、儲物收納櫃等在內的30餘款產品當日在宜中國大陸市場全渠道啟動發售，並計劃在未來登陸全球其他市場。