

反應堆普遍超30歲 嚴重缺乏熟練技工 技術荒廢多年

歐美再靠核能路艱難

能源緊張欲走回頭路

俄烏衝突引爆歐美能源危機，促使多國轉向回歸碳排放較低的核能，但近年歐美核能發展幾乎陷於停滯，現役核反應堆大多有30年以上歷史，長年缺乏新項目導致歐美核電工程能力大為倒退，各國普遍存在核電專業知識落後、熟練技術人員不足等問題，不但導致工程成本攀升，更嚴重影響安全性。歐美欲回歸核能，談何容易？

歐美各國1980年代後已基本停止新建核反應堆，2011年的日本福島核災更推動多國遠離核電。不過近年減排需求增加，加上今年能源危機蔓延，各國又嘗試回歸被視作較為清潔的核能。單是在歐洲，就有英國、波蘭、捷克和荷蘭先後宣布建造新反應堆。

法反應堆工程逾百焊縫不合格

但建設工作開始後，各國才開始發現技術上原來存在很大挑戰。以法國弗拉芒維爾核電站為例，該核電站正建設一座希望實現零碳排放的反應堆，原計劃2012年投產。然而10年過去，反應堆冷卻系統中還有100多處不合格焊縫，許多早在7年前便發現的漏洞，如今還需焊工修補。法國核能安全署副署長科萊便坦言，該項目質量「遠低於預期水平」。

芬蘭財團也從法國採購一種新式的「歐洲壓水反應堆」，希望在芬蘭提高鈾燃料使用效率。但芬蘭核安全局副局長維羅萊寧透露，反應堆完工後不久便問題叢生，用於支撐的近3米厚混凝土板水密性不足，安全結構金屬內襯也有焊接錯誤，氣密性明顯不達標。這座反應堆今年3月終於開始少量發電，較預期投產時間已延遲近13年。

美普通焊工充核電工

持續多年的廢核計劃還讓多國缺少熟練技

術工。美國佐治亞州電力公司正建設全美30多年來首批動工的核反應堆，但進度明顯落後。當地施工的工會負責人索爾特斯稱，美國已幾乎沒有核電技術工，「我們不得不培訓焊工和其他技術工，讓他們轉型作核電工人。」

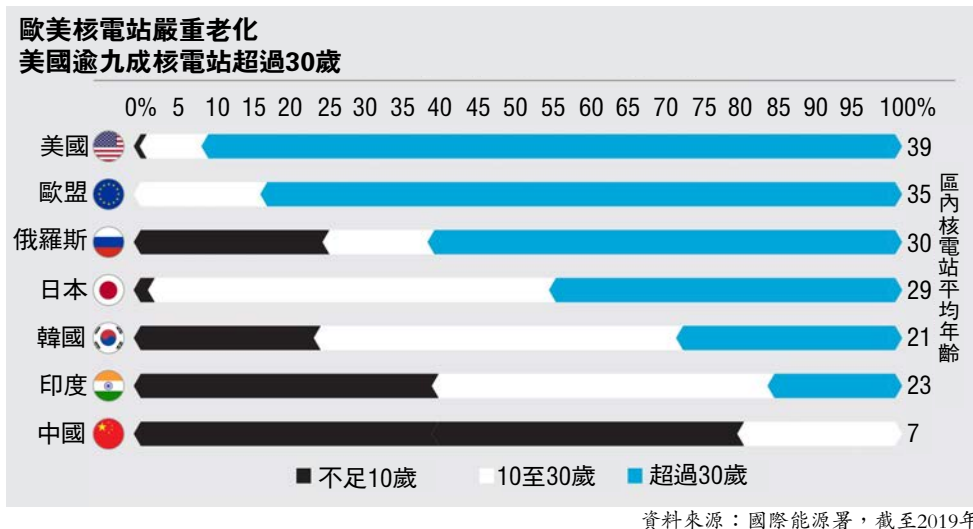
法國核安全監管機構也指出，反應堆中一些不合格焊縫是焊工缺乏專業知識的失誤所致。法國電力焊接事務主管哈澤維爾表示，「我們早就沒有進行大規模高精度核反應堆設備焊接的習慣了，現在從事核電的員工基本只負責維護。」

專家：應探討投資核電效益

工期延誤讓許多新反應堆的成本驟增。芬蘭財團為反應堆合共投入逾57億歐元（約471.6億港元），遠超最初估計的30億歐元（約248.2億港元）。法國電力將弗拉芒維爾核電站反應堆裝載燃料日期推遲至明年中，累計成本隨之推升至127億歐元（約1,050.8億港元），幾乎是最初估算成本的4倍。

史丹福大學環境工程教授雅各布森認為，如今需要討論核電是否還值得投資，「太陽能和風能更安全平價，建設速度也較核能發電更快，為何不開發更多可再生能源呢？」他也稱可再生能源要用電池儲存電力，確實增加開銷，「但相較建設新反應堆，這些成本微不足道。」

◆綜合報道



歐盟分歧不斷 核能「綠色標籤」半年被推翻

歐洲各國對於使用核能一直存在分歧。歐洲議會的環境委員會及經濟委員會本月中便支持一項決議，否決歐盟將天然氣和核能納入「綠色投資」分類。今次否決也為下月歐洲議會全會投票決議定下基調，預計有過半數歐洲議員都會投下反對票，意味歐盟今年初為核能貼上「綠色」標籤不到半年便被推翻。

歐盟委員會今年2月將核能投資列入「歐盟永續活動分類」（EU taxonomy for sustainable activities），支持投資者減少對化石能源投入。不過有環保人士和投資者認為，將核能納入綠色投資反而會破壞分類目標，削減為太陽能或風能等可再生能源提供的資金。荷蘭綠黨議員艾克豪特便宣稱，將核能納入綠色投資，「只會以犧牲其他可再生能源和可持續發展項目為代價。」

核能本身屬於低碳能源，不過環保人士普

遍認為核能的污染問題難以解決，強調其必須滿足嚴格條件，才能被貼上綠色標籤。面對政治壓力，歐盟委員會據報亦不排除妥協，不再將核能視作綠色能源，而是納入「過渡性能源」行列。

◆綜合報道



◆歐盟委員會今年2月將核能投資列入「歐盟永續活動分類」。

網上圖片

歐美企業倡建「小型模塊化反應堆」

歐美多間企業近年倡議建造「小型模塊化反應堆」（SMR），以降低核電建設成本。支持者認為SMR可在工廠大量生產後運輸分配，無須類似傳統反應堆般就地建造。不過專家指出，SMR若要大規模投產，對核燃料的純度要求會更高，如何解決供應鏈和排污問題也構成挑戰。

核能專家表示，SMR若

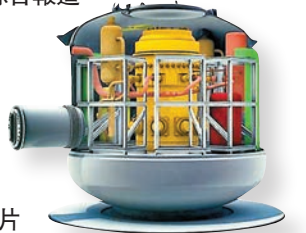
投入應用，需開發全新的「高純度低濃縮鈾」，以提高SMR運作效率並延長使用壽命，然而這種燃料從未在商業領域大規模使用。致力研發新型反應堆的美國企業Terra Power也承認，供應鏈問題是研發面臨的最大風險，「我們亦需要焊工和建築工等熟練技術工，其中一些員工要額外進行特殊培訓。」

SMR能較傳統反應堆更高效利用

◆一間歐美企業的「小型模塊化反應堆」概念圖。網上圖片

濃縮鈾，產生更少核廢料，不過史丹福大學近期一項研究發現，多數SMR的設計實際會增加需處理的核廢料數量，增幅介乎2至30倍不等。

◆綜合報道



中國持續發展核能 在建機組容量多年全球第一

歐美國家過去20多年來核能發展舉足不前，如今想要恢復發展已變得力不從心，相反中國則持續推動核能，據中國核能行業協會去年4月發布的《中國核能發展報告2021》顯示，截至2020年12月底，中國在建核電機組17台，總裝機容量達1,853萬千瓦，在建機組裝機容量連續多年保持全球第一。

《報告》指出，「十三五」期間，中國

核電機組保持安全穩定運行，新投入商運核電機組20台，新增裝機容量2,344.7萬千瓦，商運核電機組總數達48台，總裝機容量為4,988萬千瓦，裝機容量位列全球第三，2020年發電量達到世界第二；新開工核電機組11台，裝機容量1,260.4萬千瓦，在建機組數量和裝機容量多年位居全球首位。

2020年，中國核電自主創新能力顯著增

強。華龍一號自主三代核電技術完成研發，大型先進壓水堆及高溫氣冷堆核電站重大專項取得重大進展，小型堆、第四代核能技術、聚變堆研發基本與國際水平同步。

《報告》還顯示，「十四五」及中長期中國核電將在確保安全的前提下向積極有序發展的新階段轉變。在碳达峰、碳中和的背景下，中國能源電力系統清潔化、低

碳化轉型進程將進一步加快，核能作為近零排放的清潔能源，將具有更加廣闊的發展空間，預計保持較快的發展態勢，中國自主三代核電會按照每年6至8台的核准節奏，實現規模化批量化發展。預計到2025年，中國核電在建裝機7,000萬千瓦左右，在建約5,000萬千瓦；到2030年，核電在建裝機容量達到1.2億千瓦，核電發電量約佔全國發電量的8%。

◆綜合報道

◆法國建設核電站連環受挫。網上圖片



◆默克爾曾推動德國完全棄核，專家指現在回頭或為時已晚。

網上圖片

法律安全問題掣肘 德後悔太遲

德國1970年代興起環保運動主張廢核，前總理默克爾更在日本福島核災後不久，宣布完全棄核，當地最後3座核電站亦將於今年底關閉。然而對俄能源禁運嚴重衝擊德國，掀起延長核電站使用年限的討論，支持者認為此舉可為能源轉型提供緩衝，反對者則認為廢核多年衍生的法律和安全問題難以短期解決，如今暫緩叫停核能為時已晚。

德國政府經濟顧問格林表示，若俄羅斯對德全面「斷氣」，德國經濟在極端情況下恐萎縮12%，現有3座核電站供電量佔德國電力12%，繼續運作「至少能提供一些喘息空間」。最大反對黨基民盟主席默茨也稱，延長核電站運作在技術和法律上都有可行性。但總理朔爾茨強調，由於取得核燃料棒有難度，現時「沒有任何可行計劃」，能讓這些核電站繼續運作。

扭轉退役耗最少一年半

在今屆德國政府中，執政聯盟成員綠黨向來主張反核，德國針對核電站的安全檢查標準及管理法案，也因棄核計劃而多年未有執行。德國經濟研究所能源及基礎設施專家希爾斯霍伊森指出，獲取濃縮鈾以及訂購、交付並安裝核電站設備都需要時間，政府還要更新安全標準，預計在未來18個月都難以扭轉核電站的退役進程。

協調德國能源企業事務的組織Branchenverband Kernenergie提醒稱，當地核電站仍然可以延長運作時間，但當局要盡快作出決定，「核電站正在關閉，等待決定的時間愈長，將其再次啟動就會愈困難。」

◆綜合報道