

廢煤變綠電 中國技術領先全球

煤泥煤矸石等廢棄物也能吃乾榨盡 發電效率超高排放超低



▶去年11月，世界首台660MW超超臨界循環流化床(CFB)機組在陝西通過專家組鑒定。

超超臨界循環流化床

- 具有燃料適應性強、低污染排放、燃燒效率高和負荷適應性好等特點。

CCUS技術

- 將二氧化碳從工業生產、能源利用過程或大氣中分離出來並加以利用或注入地下。



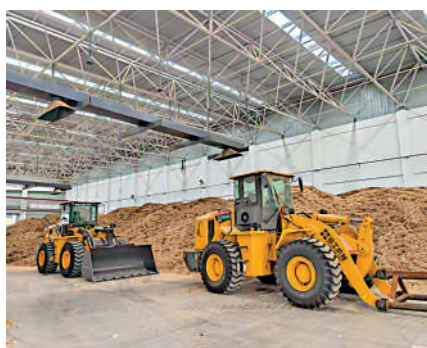
▲CCUS技術其中一種轉化產品為乾冰。

高效供熱柔性回熱

- 重構熱能分配路徑，有效解決了低負荷欠溫這一行業難題。

煤電耦合生物質發電

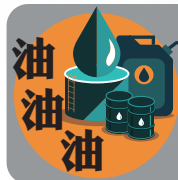
- 是指將生物質與傳統化石能源(如煤炭)結合燃燒發電的技術。



▲湖北西塞山電廠利用稻殼、木片等生物質協助發電。

多路分倉+儲能粉倉

- 將切換煤種時間縮短至分鐘級、製粉供粉時間縮短至秒級，有效破解了燃料供給與負荷需求動態匹配難題。



中國能源·煤電篇

「十五五」規劃明確提出，推進煤電改造升級，着力構建新型電力系統。作為我國能源體系的「壓艙石」，煤電在新型電力系統構建中的角色正經歷深刻重構，從「主力軍」到「調節器」是必然選擇。國家能源局數據顯示，2025年，我國原煤產量48.5億噸，同比增長1.4%，火電全年發電量約6.3萬億千瓦時。

去年11月，世界首台660MW超超臨界循環流化床(CFB)機組在陝西通過專家組鑒定，其技術達到國際領先水平，標識着中國在清潔發電技術領域實現重要突破。機組每年可清潔轉化約100萬噸煤泥、煤矸石等煤礦廢棄物，並具有燃燒效率高、污染物排放低、能耗低等多重優勢，能靈活平抑風電、水電、光伏等新能源波動，可大幅提升電網對新能源的消納能力。

大公報記者 李陽波

內地煤電裝機佔比從2016年的57.33%降至2024年的35.7%，絕對量仍超12億千瓦。國家發改委、國家能源局關於印發《新一代煤電升級專項行動實施方案(2025-2027年)》的通知明確，新建機組和現役機組改造需聚焦「清潔降碳、安全可靠、高效調節、智能運行」四大維度。

煤電與新能源耦合成為新方向。例如，東方電氣在國能滄東電廠，以60萬噸煤機組為基荷，耦合分布式光伏、風力發電等間歇性新能源，並引入電化學儲能系統，實現新能源耦合火電「一體化」運行模式，提升火電廠綜合能源效率。

作為全球公認的前沿革新性技術，「超超臨界」技術主要是指通過加壓加熱，使得水與蒸汽界限模糊，從而大幅提升熱轉電效率；「循環流化床」技術則是以氣流帶動燃料呈「沸騰」狀翻滾燃燒，使得燃燒效率達99%以上。兩項技術結合形成的「超超臨界循環流化床」發電技術，其超高的燃燒效率和超低的能耗與排放，成為世界各國競相搶佔的全球產業制高點。

每年可轉化約百萬噸煤廢料

2022年，在清華大學、哈電集團鍋爐公司等10餘家單位共同開發下，世界首台660MW超超臨界循環流化床項目落戶陝西彬長礦業集團文家坡發電有限公司，2024年11月27日項目投產發電。

「這座『不挑食』的發電機組，每年可清潔轉化煤泥、煤矸石等低熱值燃料約100萬噸，消納礦井疏乾水約100萬噸。」陝西彬長礦業文家

坡發電公司總工程師陳建斌在接受媒體採訪時表示，項目具有燃料適應性強、燃燒效率高、污染物排放低、能耗低、發電效率高、負荷調節能力強等多重優勢。「煤矸石對煤礦來說是亟待處置的廢棄物，但對我們來說是可以利用的『粗糧』。」

據陳建斌介紹，煤泥、煤矸石等低熱值燃料儲量大，尋常機組難以使用。而項目讓低熱值燃料清潔高效利用從願景變為現實，低熱值燃料摻燒比例最高可達75%。

「項目的超高參數實現了煤耗大幅降低，機組供電標煤耗較同容量同類型機組低約29克每千瓦時，能效顯著提升。」陳建斌表示，在污染物排放控制上，項目也樹立了新標杆。首年的運行實踐表明，機組污染物排放濃度遠低於國家標準。

入選國際能源署全球典型案例

項目還能靈活調節負荷，用於平抑風電、水電、光伏等新能源波動，充當電力系統的「穩定器」。「我國新能源快速發展要求更多的調節性電源，以保障電網安全。」中國工程院院士呂俊復表示，超超臨界循環流化床鍋爐在調峰能力方面更具優勢，是目前國際上唯一實現了從25%低負荷到100%滿負荷範圍內蒸汽參數達到額定值的技術，有效破解新能源「靠天吃飯」導致的電網波動問題。

值得一提的是，該項目從技術研發到生產製造100%國產化，具有完全自主知識產權，也成功入選國際能源署全球典型案例，為全球能源綠色發展貢獻中國智慧和中國方案。

內地今年煤電重大建設

山東

- 建成投產大唐鄆城、華能四期等大型清潔高效煤電項目。

陝西

- 推動商洛電廠二期、店頭電廠二期等402萬千瓦機組建成投運。



▲商洛發電二期工程3號發電機轉子早前穿裝成功。

湖南

- 推進岳陽岳州2×100萬千瓦、陝煤汨羅2×100萬千瓦等燃煤發電工程項目建設。

貴州

- 加快推動先進煤電機組布局，建成投產大灣、盤南等煤電項目。

青海

- 建成橋頭、格爾木支撐調節性火電。

天津

- 啟動楊柳青電廠、完成大港電廠共6台亞臨界機組替代。

數讀660MW超超臨界CFB機組

- 供電煤耗降低至290克/千瓦時以下
- 效率提升約5%
- 單台機組年節約標準煤6.6萬噸
- 年減少二氧化碳排放約16.5萬噸，相當於6萬輛家用燃油車年碳排放，或100萬棵楊樹年二氧化碳吸收量

資料來源：哈爾濱電氣集團

煤電智能化低碳化為新能源「保駕護航」

優化升級

中國是煤炭大國，截至2023年底，煤炭儲量達到2185.7億噸。大公報記者梳理發現，在2026年政府工作報告中，山東、陝西、湖南、廣東、青海等14個省區市均明確提出將開展煤電項目建設或升級改造。華南理工大學電力經濟與市場研究所所長陳皓勇表示，從各省規劃可以看出，煤電在「十五五」時期仍然不能完全退場，原因在於目前尚無任何替代品能同時兼具滿足巨大的基底負荷需求、穩定持續輸出電力、被電力

系統信賴的主體電源。目前的新型儲能等靈活性資源雖展現出潛力，但尚無法承擔起結構性支撐作用。

除了兜底，煤電還是為新能源「保駕護航」的「調節器」。未來，煤電將向「高參數+智能化+低碳化」深度融合邁進。依托大數據、數字孿生等技術構建的「四智電廠」，能實現運行參數實時優化、故障精準診斷。預計到2030年，中國煤電裝機將達約15.5億千瓦峰值，之後逐步轉型為基礎性調節電源，為新型電力系統提供核心支撐。



▲去年10月，工作人員在監控660MW超超臨界循環流化床機組的運行數據。受訪者供圖



▲工作人員在研讀機組運行數據。受訪者供圖

多層次支撐體系 中國有效分散能源外部衝擊

專家解讀

「資源多，並不等於能源安全。」全國政協委員、民建新疆區委會主委馬華東在今年兩會期間指出，當前全球能源格局深刻調整，地緣政治博弈加劇，能源安全已成為國家安全的核心組成部分。而在全國政協委員、包頭稀土研究院副主任研究員李寶犬看來，建設能源強國，正是要從根本上擺脫對外部能源供給、價格波動、運輸通道及關鍵技術的依賴，確保國家發展的命脈始終掌握在自己手中。

「近期，美國、以色列對伊朗發動的襲擊已導致霍爾木茲海峽的事實性封鎖。」北京科技大學副教授王冰日前公開表示，對我國而言，該通道受擾增加了我國能源進口不確定性。但需要看到，經過多年持續布局，中國已形成為經濟韌性、國內供給、儲備體系、進口多元、新能源發展以及煤電兜底共同構成的系統性支撐體系，使我國應對外部衝擊的能力顯著增強。多層次能源支撐體系的形成，使中國能夠有效分散、吸收和延緩霍爾木茲海峽受阻帶來的外部衝擊，在複雜多變的國際環境中保持戰略主動。