

全球最大海上換流站粵落戶 中國海上風電啟超高壓時代

年送灣區60億度電 滿足200萬戶家庭一年用電需求

全球規模最大海上換流站「海風之心」日前抵達廣東陽江青洲海上風電場安裝海域，4日起開展海上浮托安裝作業。「海風之心」約有15層樓高，每一層平面的面積相當於一個標準足球場。它實現的超高壓柔性直流輸電技術突破，將為中國深遠海風電大容量、遠距離規模化集中開發與送出提供工程示範，也標誌着中國海上風電進入超高壓直流輸電時代，助力中國海上風電向深遠海規模化開發。「海風之心」投入使用後，將匯集陽江青洲兩個風電場的電能，每年將為粵港澳大灣區輸送清潔電能約60億千瓦時，可滿足約200萬戶家庭一年用電需求。

●文：香港文匯報記者 方俊明 廣東報道
圖：香港文匯報廣東傳真

作為深遠海風電運行的關鍵裝備，海上換流站的作用是匯集風機電能，進行升壓換流後再通過海底電纜輸送到岸上，因此也被稱為海上風電設備的「心臟」。作為陽江青洲五、七期海上風電場的核心樞紐，「海風之心」重達2.5萬噸，像一座巨大的海上鋼鐵巨城，也是世界規模最大的海上換流站，將為深遠海風電產業的發展注入新動能。

採用多重防腐與抗震設計

由於「海風之心」安裝作業所處的廣東陽江青洲海上風電場海域，無近岸依託，面臨風浪大、流速強、鹽霧腐蝕重及颱風頻發等多重複雜環境考驗，項目團隊24小時密切監測海況、潮汐和風浪變化；加上「海風之心」重量遠超中國船機吊裝能力極限，將採用國際先進的整體浮托安裝工藝進行作業。三峽集團廣東分公司陽江公司海上風電項目負責人黃勇表示，海上浮托借助潮汐變化、船舶調載、高精度定位系統，在海上完成毫米級精度安裝。

具體而言，「海風之心」通過整體浮托，將陸地總裝好的上部組塊，與預先安裝在海上的導管架進行精準對接。換流站內部集成電氣、暖通、消防等大量精密設備，針對南海海域高鹽霧、高濕度、強風浪等嚴苛環境，項目團隊創新施工工藝，對設備進行強化升級，採用多重防腐與抗震設計，全面適配深遠海長期穩定發電需求。

比傳統輸電損耗降低60%

作為全球首座±500千伏、2,000兆瓦柔性直流海上換流站，「海風之心」採用全國首創模塊化、集約化送出系統，可匯集陽江青洲五、七期兩個風電場163台風機的電能，完成匯集、升壓、換流全流程，再通過海底電纜穩定輸送至陸地電網。「深遠海風電開發的核心難題是電能高效穩定上岸。『海風之心』通過創新設計將風機66千伏交流電，轉化為±500千伏高壓直流電，依託柔性直流輸電技術，相比傳統交流輸電，電能損耗降低60%，輸送效率大幅提升。」中國能源建設集團廣東省電力設計研究院有限公司計劃經理程俊表示，「海風之心」能將電能穩定直達負荷中心，解決了深遠海輸電損耗大、穩定性差的痛點問題。

二氧化碳排放減約500萬噸

「海風之心」項目在陽江青洲海上風電場海域投入使用後，將創新採用無人化、智能化運維模式，構建遠程集控、分級診斷、片區維護、專業檢修的全流程生產管控制體系，大幅提升運行管理效能。該項目也標誌着中國海上風電正式進入超高壓直流輸電時代，為深遠海上風電規模化開發提供了可複製、可推廣的技術方案。

據了解，陽江青洲五、七期兩個風電場是廣東陽江海上風電產業的重點項目，總裝機容量達200萬千瓦。這兩個風電場採用國產化主要電氣設備，填補了中國海洋工程領域多項技術空白，通過「海風之心」每年將為粵港澳大灣區輸送清潔電能約60億千瓦時，等效減少二氧化碳排放約500萬噸，為大灣區能源結構轉型升級注入強勁動力。



●「海風之心」每一層平面的面積相當於一個標準足球場。



▲全球規模最大海上換流站「海風之心」日前抵達廣東陽江青洲海上風電場安裝海域，4日起開展海上浮托安裝作業。

▶截至去年底，陽江海上風電建成裝機突破700萬千瓦，佔廣東省50%以上。



數看「海風之心」與工藝創新

●長85.5米、寬82.5米、高44米、重2.5萬噸，整體高度相當於15層居民樓，平面面積相當於一個標準足球場，是全球規模最大、輸送容量最大的海上換流站

●是世界首個±500千伏、2,000兆瓦柔性直流海上換流站，可將海上風機發出的66千伏交流電匯集起來，以低損耗、高效率的方式轉化為±500千伏的高壓直流電，採用全國首創的模塊化、集約化送出系統

●施工工藝創新：國際先進的整體浮托安裝工藝，採用陸上總裝、一體運輸、海上一次安裝模式，替代傳統分體吊裝方案；全維度智能監測，融合風、浪、流、潮、船舶運動及壓載全過程等數據，實現施工工況全部可視化監測

國產海上風電裝備加速挺進深遠海

特稿

國產新能源裝備發展迅速。今年以來，中國海上風電裝備不斷取得新突破。從全球首台20兆瓦海上風電機組在福建海域成功併網，實現關鍵部件100%國產化；到全球單機容量最大漂浮式海上風電平台「三峽領航號」在廣東陽江海域完成安裝，項目首次應用國產化特種聚脂纖維維繫泊纜，單根可承受約1,300噸拉力；再到全球首座±500千伏、2,000兆瓦柔性直流海上換流站「海風之心」加快安裝啟用，中國海上風電裝備產業正加速從近海走向深遠海。隨着近海資源開發逐步趨於成熟，深遠海將成為中國海上風電發展的主戰場。

「十五五」規劃綱要明確提出，到2030年海上

風電累計併網裝機規模達到1億千瓦。據中國電力企業聯合會數據，截至今年第一季度，中國海上風電裝機4,722萬千瓦，佔全球總裝機的52%，穩居世界第一，已形成整機製造、勘测設計、施工安裝、運行維護、併網管理等完整的產業鏈，規模化優勢顯著。同時，目前中國海上風電產業鏈自主可控能力持續增強，在關鍵裝備領域，大容量風機、超長葉片、漂浮式平台、永久繫泊纜、柔性直流換流閘、動態海底電纜等核心設備和部件持續實現國產化突破。

料年內將實現千萬千瓦級併網目標

三峽新能源陽江發電有限公司工程部工程師郭保東表示，全球規模最大海上換流站「海風之

心」所代表的超高壓直流輸電技術突破，將進一步鞏固陽江市在全國海上風電領域的領先地位，提升本地綠電產能規模，助力陽江加快打造「綠能之鄉」。目前陽江正加快建成千萬千瓦級海上風電基地，預計今年將實現千萬千瓦級併網目標。

據了解，廣東陽江市已成為中國規模最大、產業鏈最完整、產業集聚度最高的海上風電裝備製造基地，下線了亞洲最長的118米抗颱風型海上葉片，量產了全球最大的16兆瓦海上永磁直驅風電機，也成功研發了全球首台抗颱風型漂浮式海上風電技術。截至去年底，陽江海上風電獲批規劃總裝機2,000萬千瓦，建成裝機突破700萬千瓦，佔廣東省50%以上。

港引入粵清潔能源增三新途徑

近年來香港引入廣東清潔能源持續增加，除了從大亞灣核電站輸電外，還通過跨境綠證交易、液化天然氣（LNG）加注合作及可持續航空燃料（SAF）產業鏈協同等方式參與廣東清潔能源的消費與配置，助力大灣區綠色轉型。

作為粵港澳大灣區能源互聯的核心節點，深圳變電站第三台500千伏聯變壓器已可靠運行近兩年，深港電力互聯邁入超高壓「雙通道時代」。而隨着深港兩地共建的河套深港科技創新合作區快速發展，對供電可靠性和電能質量提出了更高要求。在園區投運的「紫荊花」型高品質供電接線達到中國領先水平，一路電源故障時，故障段被自動隔

離，用戶供電不中斷；多路電源同時故障時，通過分布式自愈技術轉由備用線路供電，實現毫秒級復電。香港文匯報記者了解到，深港電力互聯將進一步協同推動兩地能源結構轉型，內地更多綠色能源可望輸送到香港電網，為香港推進低碳轉型提供更多元的選擇。

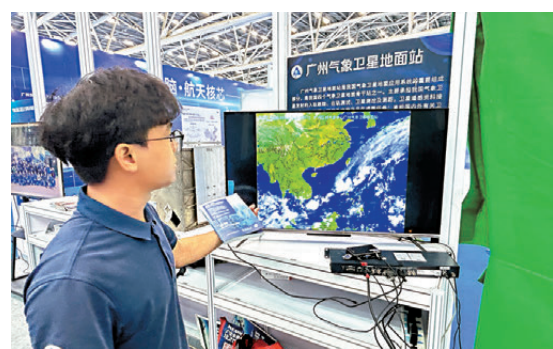
未來5至10年投資超100億港元

據了解，港澳跨境綠色電力證書交易已在廣州電力交易中心平台達成，港澳可參與國家綠電證書交易，也為當地企業消費綠電提供了不同途徑。而中國電源集團與中海油廣東水運清潔能源有限公司去

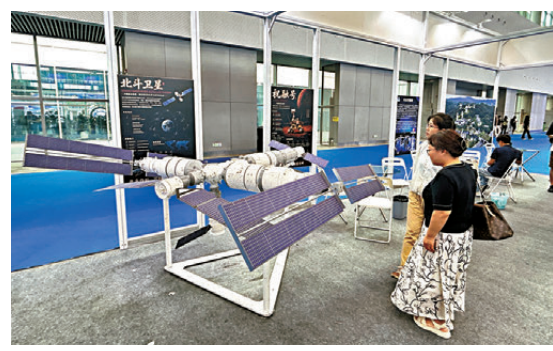
年合作完成香港首次液化天然氣加注及同步貨物裝卸，加注約1萬立方米液化天然氣，這也是香港至今最大規模的單次液化天然氣加注作業。

此外，由香港中華煤氣有限公司孵化的可持續燃料及綠色分子生產商怡和，上月與東莞市政府簽署投資意向協議，在粵港澳大灣區建立首條完整的SAF產業鏈。據悉，此次合作將推動香港成為可持續航空燃料的區域樞紐，加速大灣區綠色能源轉型。香港SAF生產基地項目落戶東莞後，預計年產約45萬噸SAF及氫化植物油，未來5至10年投資超100億港元，形成「生產鏈在大灣區，市場在港」的綠色生態鏈。

黎家盈效應 大灣區航天科普受捧 穗「AI太空基地」接待萬餘港澳學生



●工作人員展示廣州氣象衛星地面站工作原理。香港文匯報記者啟敏輝攝



●AI太空基地展區展出的按比例打造的「天宮」空間站。香港文匯報記者啟敏輝攝

香港文匯報訊（記者 啟敏輝 廣州報道）黎家盈近日成為首個來自香港的航天員，令粵港澳大灣區掀起一股航天熱，更令越來越多的大灣區青少年關注和熱愛航空航天科普與實踐。4日，在2026廣州國際數智裝備與人工智能展覽會上，廣州市南粵航空航天科技創新研究院（AI太空基地）展位成為熱門，作為華南地區首個綜合性航空航天科技教育研究機構和科普基地，成立五年來，已經接待了約9萬名前來參觀、實踐的青少年，其中，來自港澳地區的研學學生超過1萬名。

航天專家開講 5年9萬人研學

香港文匯報記者在現場看到，AI太空基地展位以圖片和實物的形式，展出了中國航天事業取得的成就。其中，按照一定比例還原打造的「天宮」空間站、長征三號乙（CZ-3B）運載火箭，吸引了不少觀眾駐足。

香港文匯報記者了解到，AI太空基地位於廣州市

黃埔區天龍湖，在中國航天科技集團、國家衛星氣象中心、中國衛星導航定位協會、中國宇航協會、廣東省氣象局、廣州氣象衛星地面站等單位指導下，於2021年成立，得到中國科學院院士、國際宇航科學院院士孫家棟、國際宇航科學院院士何賀彬等眾多航天專家指導，致力於青少年航空航天科技教育創新工作。

值得一提的是，該基地融科研和科普於一體，作為廣州氣象衛星地面站，與北京、烏魯木齊、佳木斯一道，成為中國四個骨幹氣象衛星接收站，負責承擔中國氣象衛星發射的入軌跟蹤、在軌測試、衛星測控測距，以及衛星遙感資料接收、存儲、處理、轉發及應用產品生成等任務，因此，氣象模擬、航天觀測等氣象科普也是該基地的特色之一。

展區負責人告訴香港文匯報記者，5年來，基地接待了約9萬名中小學研學學生，除了航天科技館中國航天事業成就展，基地的VR體驗館是最受學生們喜

愛的項目之一，通過VR技術和設備，可以參與模擬登月、星際穿越等各類獨特的太空體驗。

聯合港澳創新開展航天科普

研學團體中，不少來自港澳地區，截至目前，接待來自香港的研學學生約1萬名。同時，基地還不斷拓展航天科普的內容和形式，比如，與香港的科技公司合作，舉行大灣區航天創客大賽，模擬月球和火星探測等。

展區負責人表示，黎家盈作為香港首位、大灣區首位航天員，將鼓勵更多青少年熱愛航天科普，基地將不斷更新升級研學形式和內容，讓廣大航天愛好者有更好的體驗。

據悉，近年來，大灣區航天科普設施也越來越豐富，除了廣州的AI太空基地，還有珠海太空中心、大灣區空天科普中心（位於南沙）、廣東科學中心追夢星辰航天館、佛山獅山航天科技體驗中心等，青少年有十分豐富的選擇。