

編者按

在現今陸地資源有限的情況下，海洋資源就如同一個寶庫一樣等待發掘。有些國家空有海域，沒有科技的賦能，只能望洋興嘆！中國不僅擁有着廣闊的海域面積及漫長的海岸線，也有世界領先的海洋科技，正在打造出現代海洋經濟發展高地。香港文匯報今起推出中國藍色經濟新版圖系列，從海洋科技、海洋漁業及海洋生物圖譜三個方面，向讀者展示中國海洋科技躍進步伐及產業發展最新版圖。

中國藍色經濟新版圖

三之一

烈日下，距廣西防城港陸地約20海里的海面，銀白色的風機以科學而有序的方式分布在廣闊的海域上，構成了一幅壯觀的能源畫卷。香港文匯報記者蘇徵兵攝

廣西防城港風機數據

- ▶ 單個風機8.5兆瓦，風機轉動一圈可發電17千瓦時，可令電車跑百公里。
- ▶ 廣西防城港83台風機日均發電量119萬千瓦時，颱風期最高日發電逾450萬千瓦時。

單葉長111.5米，掃風面積約5個足球場

距海面113.4米，約42樓高

廣植「海上能源森林」建世界最長「風景線」

中國風電全球第一 海洋科技日新月異

中國海洋科技近年發展勢頭迅猛，海上風電裝機容量連續多年實現全球第一。中國擁有着廣闊的海岸線，海上風電場也圍繞海岸線而建，從山東到江蘇，從浙江到福建，從廣東到廣西……勾勒出一道世界上最壯觀的「風景線」。香港文匯報記者分別採訪了廣西和廣東的海上風電場及海上風電運維員，從壯闊的海上能源森林到不辭辛勞的電網守護者，見證着中國海洋科技與清潔能源產業的蓬勃發展與日新月異。

●香港文匯報記者 蘇徵兵、方俊明 廣西、廣東報道

7月某個颱風抵達前，廣西防城港碼頭，新灣洲運維1號船正解纜啟航，目的地是20海里外的防城港海上風電項目基地。運維船上，廣西廣投北部灣海上風力發電有限公司安全總監孟慶偉說，「颱風對我們，是禮物，也是考卷。」颱風期間風機經常滿載運行，他此行正是為檢查海上風機設備是否落實好既定的安全保障措施。

香港文匯報記者經過3小時的顛簸後抵達防城港海上風電項目基地，俯瞰由83台風機組成的風電場，就像是一片巨大的「海上能源森林」。作為廣西首個海上風電項目，防城港入場址工程的83台風機組年發電量可達20.57億千瓦時，可滿足約200萬戶家庭用電需求。

同行的工程建設與技術管理部副主任沙欣宇說，「去年『摩羯』17級，浪高10米，風機釘在海底一樣沒有任何影響。」這得益於風機採用三樁嵌岩導管架作為基礎，深深扎進100米的海底，確保了在惡劣海況下的穩定性。

作為內地無人值守風電場，「5G+衛星+Wi-Fi」多模通信系統正將實時數據傳回岸基，憑藉海上升壓站配置的智能巡檢機器人，風電場運維效率可提升40%。

「馭風者」搏擊風浪護電網

雖然風電場日常可以「無人值守」，但仍需要例行運維。位於廣東的海上風電運維員們日復一日地與「風浪」進行着較量，劉興漢便是當中的一員。

他直言，「海上風電運維的嚴苛『考驗』在於海上作業窗口期短。」為保證海上風電運維員的安全，海事部門對巡檢「窗口期」有嚴格的規定，不僅風浪要小於1.5米，還要風速小於10.8米/秒才能出海作業。抵達風機後，運維員需要升至超過100米高的風機頂部開展高空作業。

運維員不僅要和海況賽跑，還要了解所有風機的狀態，譬如基於風機運行參數，鎖定維護優先級——哪台機組優先「問診」，哪個部位亟待「手術」。任務部署跑在風浪前頭，爭取每一次出擊都是對時機的精準把握。

如今，南澳勒門海上風電場所處的汕頭海域上，過百台海上風機向海列隊、迎風轉動，不斷將海風轉化為綠色能源。而放眼整個廣東，海上風電產業亦駛入快車道，截至今年6月底，廣東海上風電裝機規模達1,251萬千瓦，居全國第一。這些年，從傳統的電網守護者到搏擊風浪的「馭風者」，劉興漢們見證着中國海洋科技與清潔能源產業的蓬勃發展與日新月異。



內地三大風電巨頭之一的金風科技，正在廣西打造北海風電產業集群。圖為金風科技16兆瓦海上風電機組正在安裝中。香港文匯報記者蘇徵兵攝

民企挺進深遠海 拓海上風電市場

在如今國家能源行業轉型升級浪潮中，越來越多民營企業逐「綠」而行，開闢發展新空間。數據顯示，中國是目前全球最大的風電裝備製造基地，去年風電機組出口同比增長近42%，再創歷史新高。

在廣東陽江離岸約70公里處的海面上，全球最大漂浮式風電平台「明陽天成號」以「V」字形迎風展翼。全球首創雙風輪和雙主機設計、全球首創「單點繫泊設計+複合繫泊系統」、搭載近3,000個智能感應器、最高可抵禦17級颱風，這些在颱風期風能開發利用的技術裝備創新突破，標誌着

民企明陽智慧能源集團進軍深遠海邁出了重要步伐。香港文匯報記者了解到，該企業近年致力於海陸大功率、中高風速、低風速風電機組開發，從風電抗颱風技術領先，到海上大兆瓦機組引領，再到深遠海漂浮式風機領航，不斷拓展風電開發邊界。

據了解，目前明陽集團還加快拓展全球能源版圖，已與亞洲、歐洲、美洲的多個國家開展新能源技術合作和業務，包括啟動了首個中德合作海上風電項目，實現了海上風機首次進入日本市場，助力地中海建成首個海上風電項目，以及為意大利建成首個海上風電場。

作為內地三大風電巨頭之一的金風科技，正在廣西打造北海風電產業集群，包括布局海上風電場。金風科技將以北海基地為戰略支點，拓展東盟市場，目前已在湄公河五國建立穩定業務網絡。北海基地一期建產後，每年將有200台風機從這裏裝船，順着北部灣的潮汐，駛向湄公河沿岸，每年預計為北海創造約20億元出口額。



運維人員正通過風機底部塔筒的入口登上海上風機。香港文匯報記者蘇徵兵攝

國產無人艇破浪突圍 自主創新攻克核心技術

近年來，廣東得益於生產製造基礎扎實和市場前景廣闊等多重優勢，在發展海洋戰略科技產業方面勢能強勁。其中，「廣東造」無人船艇如蛟龍探海，不斷以里程碑式的技術突破，實現無人船艇關鍵核心技術的自主可控。

「初涉高速無人艇這片科技『無人區』，我們幾乎是『白手起家』。」國家級專精特新企業珠海雲洲智能研發人員蔡發君回憶道，彼時，研發團隊終日泡在海面上進行測試，對於此前只坐過渡輪的他而言，光是暈船這一項就需要經歷艱難的適應期。

警戒巡邏反走私「海上哨兵」大顯身手

除了高度緊張的海上測試觀察外，許多不確定性因素也是蔡發君工作的難點，比如捉摸不定的風浪、洋流、電磁干擾，以及時有時無難以捕捉的故障……他坦言，有時設備運行得似乎無可挑剔，但平靜得令人心慌；有時則毫無徵兆地發難，比如一個傳感器突然「死亡」，一道精密的控制回路瞬間「凍結」。



雲洲智能高速可潛無人艇「藍鯨號」。

香港文匯報廣東傳真

2018年，團隊打造的首艘7.5米級安防巡邏無人艇橫空出世，一舉斬獲中國船級社頒發的首張無人艇入級證書，創造了行業里程碑。更讓他自豪的是，之後短短四年內，這款「海上哨兵」已從實驗室走向深藍，在警戒巡邏、反走私、防偷渡等海防中大顯身手。回望征途，那份攻坚克难後的成就感，依舊澎湃如初。

很快，雲洲智能研發團隊還重塑海洋產業模

式，通過聚焦海洋油氣、海上風電、海洋測繪、海上安全等領域，開創性地構建了應用示範場景。以中海油瀾洲海上油田群為例，曾經數十年依賴大型船舶進行補給物資、水面巡邏、水下探測的傳統模式，現在被靈活高效的智能無人艇打破——人員成本驟降80%，燃油消耗銳減91%，相當於每年從碧波之上抹去5,160噸碳排放，年省成本約1,500萬元人民幣。

高速可潛無人艇 全球首艘珠海下水

「如今，國產高速無人艇已做立潮頭，在全世界大放異彩。」蔡發君說。

最近，全球首艘高速可潛無人艇「藍鯨號」便在珠海下水，其創新性在於既能在水面高速航行，又能實現數十米深的水下和潛航，而且可在水下靜態懸浮一個多月，隨時響應突發任務。「藍鯨號」還具備搭載多枚探空火箭和多種傳感器、小型無人裝備的能力，將驅動海洋經濟向更安全、高效、智能方向發展。



位於廣東汕頭的南澳勒門海上風電項目。香港文匯報廣東傳真

九小時「蒸」「晃」海上行

在廣西防城港北港里碼頭，太陽像一口倒扣的鐵鍋，防城港的盛夏，早上8點半的空氣已經像被煮開的海鹽湯，黏在皮膚上甩不掉。按照出海安全要求，我把救生衣套到短袖外，瞬間像又被捆上一層棉胎——外面40℃，裏面45℃。

船上的空調只管「象徵性」地吹，吹出來的風帶着柴油味，溫度比外頭低不了兩度。第一波暈船來得毫無尊嚴：我一把扯開艙門，踉蹌撲向船尾洗手間，吐得昏天黑地。

當最後一道防波堤被甩在身後，浪從兩米高瞬間漲到三四米，船頭「咣」地插進浪谷，海水漫過甲板，又「嘩」地退成瀑布。人就像骰子一樣被擲來擲去。遠處終於出現一片銀白——風機塔筒像插在海底的巨型筷子，葉片慢悠悠地轉。船長說：「還有90分鐘！」

下午1點，終於在巨大的海浪起伏中，船靠上升壓站。腳踩在鏤空鋼網搭建的平台面，透過鋼網網眼，海浪就在腳下湧動。

下午6點，當碼頭的水泥地面終於出現在視野裏，所有人不約而同地長出一口氣。下船那一刻，回頭望，夕陽把「新灣洲運維1號」鍍成金色，它明天還會再出海，再帶回一群被蒸過、晃過、吐過、曬黑過的海上風電人。

●香港文匯報記者 蘇徵兵

中國海洋科技從「跟跑」變「領跑」

近年來，中國在深海探測與裝備、海洋能源開發、船舶製造與高端裝備等領域不斷取得新進展，自主創新實力穩步躍升。比如，「奮鬥者」號載人潛水器、「海斗一號」無人潛水器實現萬米探測，標誌着國產深海裝備進入國際第一梯隊。而中國造船業持續向產業鏈、價值鏈中高端攀升，形成了船海產品全譜系總裝建造能力，躋身全球第一陣營。業內專家指出，中國海洋科技已從「跟跑」邁向「並跑」，部分領域更實現「領跑」。未來要以國家實驗室、高校及科研院所為引

擎，強化企業創新主體地位，將海洋科技優勢轉化為全球海洋治理的引領力。

智能運維體系「空天地海」全覆蓋

「中國在無人系統、感知裝備、信息系統等方面快速發展，用新質生產力構建新型海洋基礎設施已具備條件。海洋管控模式、海上作業模式將從過去的有人系統為主，逐步轉變到以無人系統為主。」中國無人船艇技術專家、珠海雲洲智能總經理成亮對香港文匯報記者指出，以無人艇為

例，從核心技術看，中國在智能控制技術、集群控制技術和控制硬件設計技術上處於國際領先。

「中國海上風電技術也持續取得新突破！」南方電網廣東電網公司生產技術部副總經理李瑞坡對香港文匯報記者表示，要在汪洋大海上架起直流通電線路並非易事。目前團隊推出海陸空三棲跨域巡檢機器人、水下作業機器人等智能終端，初步構建起設備全感知、運行全智能、管理全穿透、業務全協同的「空天地海」全覆蓋智能運維體系，全力打造新一代高性能海上風電柔直工程的「中國範本」。