

# 中國有了水下檢測機械人 「深海醫師」護駕海上風電塔

## 哈工程大學攻克多重技術難題 實現水下500米無損檢測

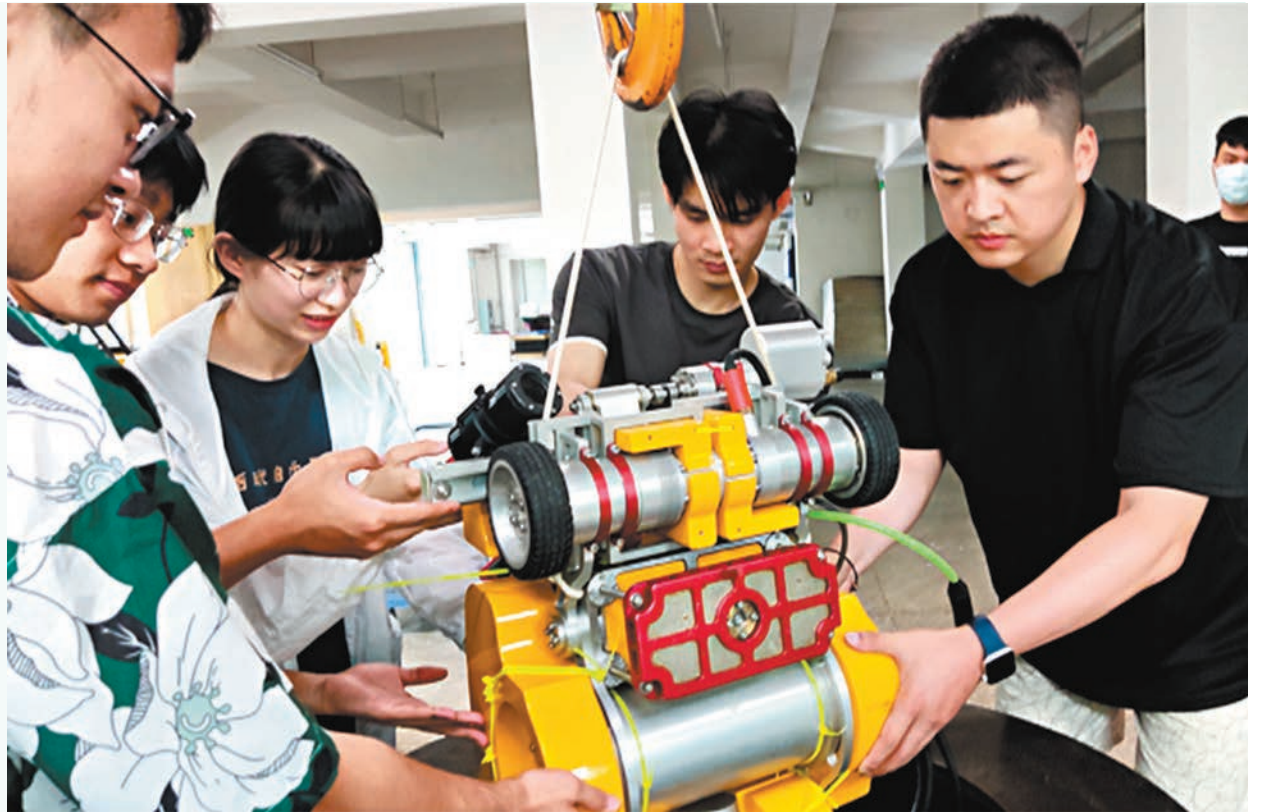
點讚中國

香港文匯報訊（記者 吳千 哈爾濱報道）哈爾濱工程大學研發內地首套海洋結構物水下無損檢測機械人，並於日前通過了國家科技部驗收，實現了內地水下無損檢測的工程化示範應用。被稱為「深海醫師」的水下檢測機械人可用於水下500米，完成各類海洋結構物的水下無損檢測，填補了該領域的國產空白。



水下檢測機械人

受訪者供圖



◆平均年齡不到23歲的研發團隊在對設備進行檢測。

受訪者供圖

「據不完全統計，我國海上風電塔有4,300個，但可以潛入水下60米的專業檢測人員卻不到200人，作業過程不僅需要專用潛水設備和支持母船，而且還要看海況和天氣，存在作業窗口期短、風險大、成本高的特點。」為解決這一痛點、難點，哈爾濱工程大學船舶工程學院副教授王剛帶領學生們在5年前開展了水下檢測機械人的研發。

### 變磁力吸附系統 實時調整吸附力

2021年，該團隊攜帶機械人先後在渤海錦州25-1油田和中廣核如東海上風電場進行了實際檢測，機械人表現出色，完成了內地的首次風電塔樁水下機械人無損檢測示範應用。「海洋結構物水下機械人檢測，不但避免了人工潛水檢測的人員安全風險，還能提高檢測效率降低運維成本，有利於海洋各類資源的高效開發，為我國的能源安全提供強有力的保障。」王剛說。

水下作業不同於陸地，不僅面臨水深的影響，而且存在擾流複雜，保證檢測過程中機械人和探頭的穩定是極具挑戰性難題。通過多年攻關，團隊相繼突破了擾流複雜吸附難、海洋結構物管徑差異大、節點焊接結構複雜等難題。

王剛說，在水下複雜擾流干擾的情況下，保證機械人的穩定吸附與靈活運動是一大挑戰。對此，研究團隊設計了一套變磁力吸附系統，通過流速感知檢測機械人的流場情況，進而實時調整吸附力大小，保證檢測過程中既能吸附牢靠又可靈活運動。

「海洋結構物管徑最小是0.5米，而最大的可達8米左右，為了兼容各種形式的海洋結構物的管徑，團隊成員巧妙地將機械人的結構設計成可重構的三段鉸接形狀，通過改變鉸接出兩段間的角度，滿足了機械人兼容不同管徑的檢測任務。」王剛說。

同時，團隊研究開發了人在環中的半自主檢測技

術，使機械人可以跟蹤焊縫，在檢測到疑似缺陷時操作人員可以專注於對檢測效果影響最大的運動軸，其他的運動軸則由機械人自動解算，極大地簡化了操作人員的操作。

### 增輔助定位系統 一人即可完成操作

「我們船舶學院一直致力於培養行業創新型新工科人才，特別注重學生的實踐能力，學生在大一時就可以進入團隊，探索入門，很多大二學生研發的相關技術已經運用到水下檢測機械人上。」王剛說，該研發團隊的平均年齡不到23歲。

「我從小就喜歡機械人，所以就報考了哈工程船舶學院的海洋機械人專業，進入團隊之後，發現要學的太多了。」陳思文和同學們一邊把專業知識運用到實踐中，一邊發現問題，自學了機械人技術中的設計、控制、感知等內容。「我們用了一年的時間，不僅自學了很多專業知識，還讓機械人也學會了自主學

習。」陳思文說。

「目前，市場上運用的檢測工具需要兩位檢測人員分別在水上和水下密切配合，而我們的技術給機械人增加了輔助定位系統，降低了檢測人員的操作複雜度，能夠更專注於檢測數據的判斷，提高作業效率，整個操作過程一人就可以完成。」陳思文和同學們通過水下焊縫輔助定位系統的研發，通過打壓試驗，可以讓機械人在海底500米穩定精準操作，該技術已經獲得了軟件著作權，也讓他們贏得了「挑戰盃」黑龍江省大學生創業計劃競賽金獎。

「讓我們的技術落地轉化，實現大規模應用是這代人的使命，也希望更多人能加入到海洋機械人的設計研發中。」王剛說，團隊還將繼續改善水下檢測機械人環境感知和智能決策能力，實現在複雜環境中對複雜焊縫的精確跟蹤，為中國水下機械人自主環境感知與作業技術研究應用奠定基礎。

# 「廣珠第二城際」動工 擬連港珠澳大橋口岸

香港文匯報訊（記者 方俊明 珠海報道）廣州—珠海「第二城際」來了！廣州地鐵18號線南延段（又稱「南中珠城際」）近期相繼在中山段、珠海段啟動勘察鑽探工程，意味著這條繼廣珠城際之後的「廣珠第二城際」進入實質工程階段。據規劃，「南中珠城際」線路全長79公里，總投資超103億元人民幣，途經廣州南沙、中山、珠海，擬銜接拱北口岸，並可望連接港珠澳大橋珠澳口岸人工島，促進粵港澳大灣區城市群互聯互通。

據前期研究招標顯示，「南中珠城際」線路由南沙往南延伸之後，擬分為東西兩線，西線進入中山，東線經中山開往珠海。據初步規劃，該城際線在南沙將設萬頃沙、十六

涌站和十一涌預留站，往南延伸進入珠海後，分別設唐家灣、香洲、拱北口岸等站點。

目前，「南中珠城際」分別進入《廣州2022年重點項目計劃》、《珠海市2022年重點建設項目計劃》。而據珠海市自然資源局關於《南沙至珠海（中山）城際連接至人工島規劃方案研究》，結合港珠澳大橋珠澳口岸人工島現狀及規劃條件，分析南沙至珠海（中山）城際上人工島的可行性。

澳門特區政府今年公布的《澳門陸路整體交通運輸規劃（2021-2030）》亦特別提到，積極配合推進南沙至珠海（中山）城際鐵路等項目規劃建設。廣東省交通專家指出，澳門方面提出積極配合「南中珠城際」項目推進，預計該項目加速規劃直連港珠澳大橋珠澳口岸人工島，珠江西岸城市群的跨江交通網便利度將進一步提升，從廣州南沙坐軌道有望直達港珠澳大橋口岸，從而連接港澳地區。

### 港人：「口岸+城際+大橋」更便捷

「南中珠城際規劃銜接拱北口岸，並可望連接港珠澳大橋珠澳口岸人工島，加上既有的廣珠城際珠海站亦毗鄰拱北口岸、青茂口岸，這對於港澳居民北上出行是一大利好。」經常往返南沙與港澳開展商務活動的港人吳宣博表示，如今廣州南沙深化面向世界的粵港澳全面合作，「南中珠城際」將促進南沙與灣區城市群互聯互通；而「口岸+城際+大橋」模式不僅為港澳居民往返內地提供多樣化的快捷通道，也讓內地客出入港澳多個好選擇，對於內地客特別是華南地區旅客赴港澳旅遊更有吸引力。

### 擬2025年建成通車

據了解，目前廣州地鐵18號線廣州段首段（萬頃沙至洗村站）已開通，時速達160公里，是目前粵港澳大灣區時速最快的地鐵，也是全國在建時速最快的地鐵線。其南延段（即「南中珠城際」）也納入《粵港澳大灣區（城際）鐵路建設規劃》，成為「軌道上的大灣區」規劃中貫通珠江西岸的交通大動脈，預計2025年建成通車，串聯起大灣區南、北部城市，助建灣區優質生活圈。



- 廣珠城際**  
已通車。該線路起自廣州番禺的廣州南站，經廣州、中山，接入珠海北站、珠海站等，珠海站毗鄰拱北口岸、青茂口岸。
- 南中珠城際**  
廣州地鐵18號線南延段，又稱「廣珠第二城際」、「南沙至珠海（中山）城際」，目前啟動勘察鑽探工程，進入實質工程階段。據規劃，該線路途經廣州南沙、中山、珠海，擬銜接拱北口岸，並可望連接港珠澳大橋珠澳口岸人工島。
- 廣中珠澳高鐵**  
又稱「廣州至珠海（澳門）高鐵」，擬於今年底開工。該線路經廣州白雲機場、魚珠、南沙、中山、珠海鶴洲，終至橫琴口岸。

整理：香港文匯報記者 方俊明

# 海南商業航天發射場開建

香港文匯報訊 綜合香港文匯報記者何政及中新社報道，海南商業航天發射場項目6日在海南文昌國際航天城舉行開工儀式，這是中國首個開工建設的商業航天發射場，致力於打造國際一流、市場化運營的航天發射場系統，進一步提升中國商運載火箭發射能力。

據介紹，該項目由海南國際商業航天發射有限公司投建，該公司由海南省和中國航天科技集團、中國航天科工集團、中國衛星網絡集團共同出資成立。

### 有望2024年實現常態化發射

該商業航天發射場有望於2024年實現常態化發射，以解決中國目前商業航天發射資源相對緊缺的局面，推動行業高質量發展。

海南省長馮飛在致辭中表示，該發射場建設將瞄準世界商業航天發展前沿，加快構建火箭鏈、衛星鏈、數據鏈產業生態體系，支持文昌建設世界一流的國際航天城。

項目承建單位中國航天建設集團有限公司董事長高峰表示，中國航天建設集團將運用數字化、智慧化、信息化高技術管理手段，如期高質量完成建設。



◆海南商業航天發射場項目開工儀式在海南省文昌市舉行。新華社