

全球首個海底數據中心在滬投產 海上風電直連

中國深海建「算力堡壘」 技術超歐美



大國智造

萬頃碧波之上，白色風機迎風旋轉，將源源不斷的海上風能轉化為綠色電力；數十米深的海水之下，一座沉靜運轉的「算力堡壘」晝夜不停，為人工智能時代輸送着澎湃算力。這是位於上海臨港東海海域的海底數據中心。

作為全球首個實現海上風電直連的商用海底數據中心，它突破了傳統陸地數據中心的發展邊界，將海上風電與數字算力深度耦合，開創出「新能源+算力」的全新產業生態。這座深海算力標桿的誕生，背後是中國自主研發技術與產業體系的集中突破，四項「全球第一」的硬核產業根基，遠超歐美發達國家水平。

大公報記者 倪夢環、孔雯瓊

四項全球第一 破解陸地數據中心痛點

在算力需求爆發、AI產業高速發展的當下，傳統陸地數據中心高能耗、高佔地、高損耗的短板日益凸顯，算力產業與能源產業長期割裂的行業痛點亟待破解。「我們的項目具有全球領先的核心創新，也是我們區別於所有同類項目的核心壁壘。」上海海蘭雲科技有限公司總經理蘇洋直言。早在2015年，微軟便開啟海底數據中心試驗項目，但始終局限於企業自用，從未實現商業化落地。而海蘭雲打造的臨港海底數據中心，是全球首家實現商用落地的海底數據中心，率先完成了海底算力技術從實驗室走向市場化的跨越。

具產業變革意義的是，海蘭雲項目首創海風直連算力的融合模式，徹底打通能源與算力兩大獨立產業。「過去能源產業和算力產業是完全割裂的，做能源的企業苦於綠電無法高效消納，做算力的企業受制於供電成本與碳排放壓力。」蘇洋解釋道，隨着AI大模型、生成式人工智能快速崛起，全球算力規模從兆瓦級向吉瓦級爆發式增長，算力能耗需求呈百倍、千倍攀升，傳統能源供給體系早已無法匹配新型算力發展需求。

海蘭雲打造的「海風+算力」生態，精準踩中行業發展風口，將海上風電直接供給海底算力設備，實現「瓦特向比特」的高效轉化。這一創新模式，也精準契合了國家算力協同的政策導向，成為算電融合發展的標桿實踐。

攻克海水自然製冷等自主核心技術

談及中國能夠率先實現海底商用算力基建落地、遠超歐美發達國家的核心底氣，蘇洋總結出四項「全球第一」的硬核產業根基，這也是國外難以復刻的核心優勢。「首先，中國AI算力需求位居全球前列，海量市場需求倒逼技術與模式創新；其次，我國海上風電產能、製造成本、裝備配套均穩居全球第一，綠電供給能力無可匹敵；第三，海洋工程實力全球領先，造船、海上平台、深海施工等全套產業鏈成熟；最後，我們的電網調度、能源供給體系完善，能源配置效率全球頂尖。」

蘇洋介紹，海蘭雲的海底算力技術體系，源於對加拿大Oceanworks公司的收購。該企業是微軟早期海底數據中心項目的核心設計與諮詢團隊，掌握全球初代海底算力核心技術。完成收購後，海蘭雲全盤引入全球領先的深海裝備技術、核心專利與技術團隊，同時立足中國產業優勢完成本土化迭代創新，攻克了海水自然製冷、海洋生物防腐、深海結構穩固等一系列自主核心技術，實現了技術的超越性突破。

結構設計使用壽命遠超25年

不同於大眾認知中全水下布設的海底設施，海蘭雲臨港海底數據中心採用水陸對半的透水構架物設計，一半懸浮海面、一半扎根海底，兼顧安全性、節能性與可維護性，這一創新結構設計極具行業突破性。

針對大眾關心的防風抗潮、結構安全、運維保障等問題，蘇洋詳細拆解了項目的嚴苛建設標準與技術邏輯。「我們所有設計均對標國內A級數據中心最高標準，核心指標遠超行業要求。」蘇洋介紹，項目採用與海上風機同源的結構設計標準，適配東海複雜風浪、泥沙、海水腐蝕環境，結構設計使用壽命遠超25年。要知道，百米級海上風機受風荷載極大，而項目主體受風力僅為風機的10%-20%，安全性、穩定性極具保障。

在供電與運維層面，項目配置雙路獨立市電、雙路獨立製冷系統，搭配UPS儲能與柴油備用電源，實現99.996%的超高供電可用性，保障服務器7×24小時穩定運行。同時，水陸共生結構解決了初代全水下設備無法人工運維的痛點，適配當下AI算力設備故障率偏高的行業現狀，支持工作人員常態化入艙檢修，大幅提升運維便捷度。



機底架、物設層。在位於於，據10一中心米水懸浮用的海水陸域、對設半置有扎透4根水層海構

絕佳地理優勢 數據高效流動



- 位置**
 - 上海臨港南匯邊灘東側海域
 - 距岸站10公里，水深6米
- 網絡優勢**
 - 距三大運營商臨港機房≤20km
 - 核心節點直連，網絡延遲≤5ms
- 能源配置**
 - 主供電源：200MW海上風電（雙路直供）
 - 備用電源：220kV/35kV市電+柴油發電機
 - 電力保障：雙路UPS（15分鐘後備）

大公報整理

數讀海底數據中心

能耗與資源消耗

整體節能效果：
臨港項目較陸上數據中心整體節能約30%-40%

運行冷卻淡水消耗：
運行期冷卻淡水消耗≈0

陸地資源佔用：
臨港項目可節省90%以上
陸地空間

遠距離輸電損耗規避：
海風直連可規避部分陸上
輸電損耗10%

綠電供給水平

海風直連綠電供給率：
臨港海風直連項目綠電供給率
保持95%以上

供電可用性：99.995%

供電與運行可靠性

連續運行能力：7×24小時

大公報記者倪夢環整理

◀全球首個實現「海風直連」的海底數據中心在上海臨港正式啓用。

成效顯著

在人工智能快速發展背景下，算力需求持續攀升，數據中心能耗問題也日益受到關注。作為全球首個實現海風直連的商用海底數據中心，上海臨港海底數據中心最大的特點之一，就是通過海水無動力冷媒循環冷卻技術，項目徹底顛覆了傳統數據中心機械空調製冷模式，節能降耗成效十分顯著。

海水溫差被動製冷 能耗低於10%

「傳統數據中心40%左右的能耗都消耗在製冷上，而我們用天然海水溫差實現被動製冷，直接將製冷能耗壓縮至10%以下。」上海海蘭雲科技有限公司總經理蘇洋給出了一組直觀的行業對比數據。與傳統機房依賴大量機械製冷設備不同，海底數據中心利用海洋環境天然低溫特性進行散熱，大幅減少製冷設備運行所需能源。由此帶來的不僅是能耗下降，也意味着整體運營成本進一步降低。

除了海水製冷之外，項目還採用海上風電直接供電模式，可以省去電力遠距離傳輸的10%損耗，雙重節能加持下，整體能耗較傳統陸地數據中心降低30%至40%，處於全球絕對領先地位。蘇洋強調：「一個是在製冷環節節約能耗，一個是在輸電環節減少損耗，兩部分疊加後，整體節能效果非常明顯。」

同時，項目徹底擺脫對淡水資源的依賴，實現零淡水消耗；依託短距離海底光電復合纜直連風機，項目綠電供給率穩定保持95%以上，最優工況可達97%，是全球綠電佔比最高的算力中心。蘇洋透露，根據實際運行情況，綠電使用比例未來有機會進一步提升。

值得注意的是，項目並未額外佔用新的海域資源。蘇洋介紹，目前海底數據中心主要利用海上風電場內部原有空置區域進行布局，相當於在風機之間的空隙中建設算力設施，實現海洋空間資源的綜合利用。他說：「風電場本來已經完成海域使用布局，我們是在這些空隙區域部署數據中心，不會新增海域消耗。」可以說，海底數據中心完美破解了傳統算力基建高耗電、高耗水、高佔地的三大行業痛點。

零淡水消耗 綠電供給率最高達97%

研「Token出海」新模式 有望惠及香港

優勢凸顯

隨着人工智能產業快速發展，算力正成為全球競爭的重要基礎資源。上海海蘭雲科技有限公司總經理蘇洋表示，中國內地未來不僅能夠滿足自身人工智能發展需求，還有望依託能源、算力和基礎設施優勢，探索「Token出海」新模式，並為香港及東南亞市場提供綠色算力服務。

目前國內重要的海底光纜登陸節點主要集中在上海和廣東汕頭。其中，上海承擔着中國東部國際數據交互的重要功能，而汕頭則是華南地區連接海外的重要門戶。

內地風電電價優勢明顯 競爭力強

蘇洋透露，中國海上風電電價低至0.2元（人民幣，下同）/度，陸風電價低至0.1元/度，在全球範圍內具有明顯優勢。部分海外市場數據中心基礎設施成本約為國內的三至四倍，包括新加坡、馬來西亞等地的數據中心建設和運營成本普遍高於中國。

與香港地區比較，內地風電成本優勢依然懸殊。蘇洋指出：「香港擁有國際化優勢和廣泛的國際連接能力，但土地和能源資源相對有限，電價成本很難大幅下降，而內地則在綠電供給和算力基礎設施方面具有優勢，雙方未來存在較大合作空間。」目前，上海臨港、廣東汕頭以及海南等地區正在探索數據跨境流動和國際數字合作模式，為未來區域算力協同提供基礎條件。「從上海和汕頭來看，無論覆蓋香港、東南亞、日本還是韓國，都具備較好的區位條件。中國大量國際海底光纜資源都集中在這些區域。」蘇洋說。

談及當下「Token出海」熱潮，蘇洋認為，本質上是將中國在電力、算力基礎設施、人工智能模型等方面形成的綜合優勢向海外延伸。隨着人工智能產業鏈不斷完善，傳統數據中心正在向算力中心、再向「Token工廠」演進，算力已經成為數字經濟時代的重要生產要素。未來「算力出海」的核心在於發揮中國在能源、基礎設施和人工智能產業方面形成的綜合優勢。

海底數據中心邁入全國多點布局新階段

算力集群

為何領跑全球的海底算電融合標桿，最終落地上海臨港？上海海蘭雲科技有限公司總經理蘇洋認為，這是上海得天獨厚的資源稟賦、產業優勢與戰略定位共同造就的必然結果。作為全國數字經濟核心高地，上海的AI、跨境算力、雲計算需求高度集中，算力市場需求旺盛；同時上海東海海域擁有成熟的海上風電布局，綠

電資源充沛，為算電融合提供了天然能源支撐。此外，上海是我國數據跨境交互的核心樞紐，國內數據出海、海外數據入境的核心鏈路均在此落地，香港接駁內地的海底光纜也以上海為核心登陸點，是名副其實的全球數據交互高地。多重優勢疊加，讓上海成為落地全球首個海風直連海底數據中心的最優載體。憑藉模塊化、可複製的產品設計，海底數據

中心已經邁入規模化落地、全國多點布局的新階段。據介紹，項目單機塊算力規模為7兆瓦，可根據區域算力需求靈活拼接拓展，目前已啟動大規模布局規劃。上海區域規劃500兆瓦算力規模，是現有2.3兆瓦示範項目的200餘倍；同時在廣東汕頭、浙江舟山、河北秦皇島、山東青島等沿海城市，均規劃了百兆瓦級以上算力集群，可快速實現標準化複製落地。