

15年來，中國海洋大學水產學院教授張沛東專注於海草床修復等工作。他的團隊修復養護海草床面積已超過2萬畝，遍及山東、河北、遼寧等省份。

受到潮汐作用和生物取食的影響，海草床種子的留存率（種子能夠存續在適宜萌發區域的比例）通常小於1%，留存下的種子幼苗建成率通常不超過10%。

而在張沛東團隊的努力下，他們將海草種子留存率提升至70%以上，萌發率（單位數量種子萌發成功的種子數量比例）可達30%以上。與國際同類技術相比，他們團隊海草種子的留存率高了13倍，萌發率高了兩倍以上。

●香港文匯報記者 丁春麗 青島報道



●張沛東（左）與學生查看實驗室海草的生長情況。
香港文匯報記者丁春麗攝

在中國，青島、威海和煙台近岸海域超過80%的海草床已完全消失。相關數據顯示，近幾十年來，全球三分之一以上的海草床已完全退化，每年面積衰退速度超過7%。

張沛東說，如果僅靠海草自然生長擴繁，其恢復速度很慢，一定要輔以必要的人工修復措施。

2006年，張沛東博士畢業並留校任教，從本科至博士，他的專業都是捕撈學。了解到國外非常關注海草床，而國內相關研究似乎斷層，他轉向了海草床修復的調研和研究。起步階段異常艱難，張沛東形容那時自己是「光桿司令」，要人沒人，要錢沒錢，要資料沒資料。所幸實驗室負責人「借」給了他一個學生。如今，他的團隊已經有近20人。

研發投放方法 提高播種效率

「每年7月份，威海天鵝湖海面上就出現很多發亮的種莖，我們叫它佛焰苞。」團隊成員張彥浩說，這些就是海草的種子，但它們的集中成熟期只有15天左右。一周的時間，他們要採集幾百萬粒種子。三四隻小漁船上滿載從海裏採集的海草生殖枝，人工把種莖摘取下來，再泡到海水裏進一步後熟、催熟。一個多月後，再挑選出顆粒飽滿的種子。

張沛東說，海草種子在深度為1厘米至1.5厘米的泥中更容易發芽成活——淺了容易被海水沖走，深了又不容易發芽。張沛東團隊對海草種子進行春化和促萌，大大提高了海草的萌發率。他們又研發了泥塊底播法、網袋底播法等方法以及增值修復的輔助裝置，提高了海草種子播種效率。底播是指將人工種苗或經中間培育的半人工苗，投放到環境條件適宜的海域，使其自然生長。

湖區生態改善 上萬天鵝棲息

通過多年努力，2017年，中國首次規模化的大葉藻增殖作業在山東進行。張沛東團隊當年共在威海4.8平方公里的天鵝湖移植了大葉藻5萬餘株，底播大葉藻種子13萬粒。

哪裏生態好，天鵝最知道。如今每年11月份，上萬隻大天鵝飛來威海天鵝湖棲息越冬，這裏是亞洲最大的大天鵝冬季棲息地，生長於湖區的大葉藻（鰻草）是大天鵝越冬初期和中期的主要食物來源。

下潛至天鵝湖的海草床，團隊成員鄧筱凡看到各種各樣的石頭，石頭上長滿了藻類、海綿等生物，多姿多彩。在她的身邊，還有螃蟹、海參以及各種海螺。「那些斑塊狀的海草床，漸漸地聯結長成一大片，海底空白區域越來越小。」

碳中和作用大 深入相關研究

此外，海草床與紅樹林、鹽沼被稱為三大濱海藍碳生態系統，具有巨大的固碳、儲碳能力。中國的海草床每年至少可新增埋藏20萬噸以上的二氧化碳，是實現碳中和不可忽視的「中流砥柱」。目前，張沛東團隊已在煙台、威海、唐山等多地進行海草床固碳和增匯的研究。

張沛東崇尚自然恢復為主、人工恢復為輔的海草床修復。他表示，保護比修復更重要。否則今天修復了，明天依然會消失。

修復海草床 保護海生態

實現碳中和「中流砥柱」

團隊工作記錄(部分)

地點：河北省曹妃甸



10月12日 凌晨1:07
採集沉積物，以測定海草床沉積物碳匯。



10月12日 下午5:36
縫製、固定麻袋，在海區採用麻袋平鋪法進行鰻草種子的底播。



10月12日 晚上11:16
團隊成員李文濤(左)進行潛水取樣工作。



10月13日 凌晨3:17
將掩埋在沉積物中包裹有海草凋落物的網袋回收。



10月15日 凌晨5:03
對海草床待修復區域進行水質監測(pH、溶解氧、鹽度、溫度、流速、流向等)與沉積物間隙水的獲取。



10月14日 下午6:37
對潛水樣方採集的礁體附着生物進行篩檢。



10月14日 凌晨3:26
在實驗區放置水泥擋流板用於營造海草移植及種子底播實驗所需的減流環境。



10月14日 凌晨2:20
進行海草移植。



掃碼看片

冬季鑿冰取樣 靠喝白酒禦寒

特稿

「(團隊)大規模的出海實驗主要集中在3月至12月，一年裏有大半年都在外面。」

「海上工作時間一般選擇在晚上退潮的時間段，這樣便於工作。」張沛東說，此次出海實驗是在河北省唐山的曹妃甸，10月11日至15日，共五天四夜的實驗，每天只能休息兩三個小時。這是「海底修復師」出海實驗的工作常態，每天最佳的工作窗口時間只有兩個多小時，必須爭分奪秒。

「耕海不怕深夜寒，不到一線豈知情？」張沛東說，要想真實掌握海草床的生長情況，必須要下潛到海底。

他說，最困難的出海試驗是在冬季，



●正在進行海上實驗的張沛東。
受訪者供圖

鑿開海面的冰層，手伸到刺骨的海水裏幾秒鐘就凍僵了。十幾年前，他會把罐頭瓶裏裝一些熱水用來暖手。在漁民的建議下，每次出海前，他們也學會了喝上幾口白酒禦寒。

一個同事打趣張沛東說，15年默默無聞的堅守換得海底2萬畝「草原」，但他的頭髮卻越來越少。摸著自己稀疏的頭髮，張沛東卻笑得特別開心。

「看着小苗長大 很有成就感」

鄧筱凡是張沛東團隊唯一會潛水的女生。作為碩士研究生三年級的學生，她的實驗基地在威海天鵝湖，實驗課題是「典型生境修復技術和效果評價」。

「下潛到海草床，撥開濃密的水草前行，就像穿梭在『森林』裏。」鄧筱凡每月都需要出海採集實驗樣品。7月份至9月份是她潛水頻繁的季節，每周至少三四次。

北方11月的海水已有些刺骨，穿上濕式潛水服，鄧筱凡跳進水里那一刻就被冷氣滲透。說這些時，鄧筱凡一臉雲淡風輕。報這個專業時，她知道這裏工作環境非常艱辛。「每次下潛到自己的實驗區，海草都會有新的變化。看著一棵棵小苗一天天地長大，很有成就感。」

海草床是什麼？

話你知

海草是地球上唯一一類可完全生活在海水中的被子植物，一種或多種海草組成的大面積連續成片的植物群落稱為海草床。中國海草床主要分為南海海草床分布區和黃渤海海草床分布區。黃渤海海草種類主要有7種，該海域海草床修復以鰻草為主，其適應性強、分布廣、易於養護。



●捆紮海草種苗準備移植。
受訪者供圖

海草床「養肥」海參 粗蛋白含量更高



●姜玉山在海草床養殖的刺參。
香港文匯報記者丁春麗攝

在中國海洋大學海洋生物資源增殖與保護實驗室，除了長在水族箱裏的海草以及海草種子，也有在海草裏蠕動的幾隻刺參（海參的一種）。

盼與養殖業融合發展

這幾隻刺參是張沛東團隊成員姜玉山的「寶貝」。姜玉山研究的內容是以海草床為載體，刺參綠色海洋牧場增養殖的可行性。今年6月份，他在天鵝湖的海草床投放了一批長10厘米、重50克的刺參。至11月底，海參已經長到23厘米、重150克。而在海草床增養殖的同批海參只長到16厘米、重約90

克。

姜玉山說，當海水溫度超過25攝氏度，刺參就要進行夏眠。但生活在海草床的刺參夏眠期短，依然有進食活動，體重還在不斷增加。通過對刺參的生長觀察實驗，姜玉山發現海草床對海洋生物有着很強的養護作用，刺參不但品質好且粗蛋白含量更高。

張沛東說：「我們希望海草床跟大草原一樣，上面不僅僅有牧草，更要有牛和羊，真正帶來高價值的生態產品。」未來，他希望海草床修復能和海洋牧場、綠色養殖等產業和行業融合發展。