



從「沙進人退」到「沙土共生」 易志堅探索沙漠生態整治

「沙粒」抱團「成土」 綠洲良田「誕生」

▲重慶交通大學「沙漠土壤化」團隊在沙漠進行土壤化改造。

▲重慶交通大學「沙漠土壤化」團隊在沙漠進行土壤化改造。

▲重慶交通大學「沙漠土壤化」團隊在沙漠進行土壤化改造。

從中國西北沙漠到非洲乾旱地區，一場「沙改土」的奇跡正在發生：原本寸草不生的沙地，經過重慶交通大學易志堅教授團隊的特殊改造，竟能像普通土壤一樣種出莊稼、長出樹林。這項技術通過一種植物纖維黏合劑讓鬆散的沙粒「抱團」，形成適合植物生長的結構。「沙漠土壤化研究」從理論到實踐歷經十餘年，從「沙進人退」到「沙土共生」，人類與沙漠的關係正被這項技術悄然改寫。

從2016年至今，「沙漠土壤化」技術在國內外20多個點、多種嚴酷自然條件下進行實地試驗，總面積達到5萬畝，驗證了技術上的科學性和有效性，以及應用上的可行性和經濟性。

1963年出生的易志堅研究方向是斷裂力學。上世紀八十年代，他來到重慶交通大學任教，開始接觸混凝土等材料。

跨界治沙 力學破解沙漠化難題

「2000年以後，我把力學研究重點放到混凝土結構、材料上面。在研究一種新型聚合物水泥混凝土路面時，發現顆粒物質加了材料後，出現流變狀態。」易志堅腦海中靈光一閃，如果能讓沙漠裏的散沙形成穩定的力學結構，或許也能成為植物生長的載體。

「土壤有兩個生態力學屬性，一是自修復，二是自調節。所謂自修復，就是固體狀態下的土壤被破壞後，通過吸收足夠的水分，變成流變狀態，並恢復如初；而自調節屬性，說明土壤能夠自調節顆粒排列，可以調節自己的體積、形狀讓植物根系扎入自身，這是保證植物在土壤中生長的關鍵。沙子雖然能夠調節，但是它是離散的，沙子顆粒間沒有黏結力，不像土壤，可以像一位擁抱著小孩的母親那樣，用一種溫柔的力擁抱和保護植物根系，不懼風沙影響，同時具有保水保肥等特性，能夠呵護植物成長。這些實際上就是我們沙漠土壤化項目的



●易志堅教授（第二排左四）和團隊舉起在烏蘭布和沙漠種植出的農作物開心合影。

●文：香港文匯報記者 孟冰、張蕊 重慶報道 圖：香港文匯報重慶傳真



●重慶交通大學易志堅教授團隊的「沙漠土壤化」技術在國內外5萬畝試驗田中得到了科學有效性驗證。

研黏合劑 流變固體狀態自由轉換

2013年，易志堅帶領團隊研發出一種植物纖維素黏合劑，只要在沙中加入這種黏合劑，就能改變其力學狀態，讓沙擁有土壤一樣的萬象約束關係——在濕潤時呈現稀泥般的流變狀態，水分蒸發後結成像土疙瘩一樣的固體狀態，且在兩種狀態之間可自由轉換，並具有較強的存儲水分、養分和空氣的能力，成為適宜植物生長的載體。

為驗證自己的研究，易志堅團隊在重慶交通大學實驗室開闢了為期3年的種植試驗，陽台、屋頂、戶外種植地到處都可以看到他們的身影。為了模擬沙漠沙層滲透條件，他們在實驗地依次鋪設了20-30厘米厚的碎石層、15-25厘米厚的未作任何處理的普通河沙以及經過10-20厘米厚的「土壤化」改性土。「沙漠裏沙子有粗有細，我們的實驗證明，這項技術對沙子粒徑沒有特殊要求，適用範圍廣。」

治沙終歸需要大規模實踐來檢驗，學校中用以模擬沙漠的一方土地較之萬餘平方公里的蒼茫大漠不過是方寸之間。不久後，易志堅的團隊北上前往茫茫沙漠。

多地試驗 進行規模化沙改土作業

內蒙古烏蘭布和沙漠是中國八大沙漠之一，在蒙



●當地農民將在內蒙古庫布齊沙漠種植的馬鈴薯裝車銷售。

●在非洲尼爾試驗田，當地工人與沙漠土壤化後種植出的向日葵合影。

固沙非造田 事實會說話

「沙變土」初見於媒體時，曾在互聯網上引發了熱議——有人質疑「沙漠有水，植物就能生長，因此認為沙漠土壤化成本過高，沒有意義」，還有人表示「沙變土成本遠高於防沙固沙」……易志堅告訴香港文匯報記者，他心裏只有一個念頭：繼續試驗，讓科學原理和事實說話！

每到植物播種和生長的季節，易志堅便拿出周末休息時間，前往沙漠開展研究。作為高校教師，易志堅還把自己最大的「職業福利」暑假拿出來，去各個沙漠基地度過。

易志堅告訴香港文匯報記者，與常規沙漠治理方法相比，沙漠「土壤化」技術具有成本低廉、節水明顯、環保安全、推廣快的特點，離水源較近或有充足地下水的沙漠都可以實現「沙改土」。「土壤化」一次性改土成本平均不超過2,500元/畝，明顯低於我國現有土地復墾費用。而且，一次添加長久有效，長出的植物根系腐爛了之後，又會成為新的約束，形成生態的良性循環，此外，他強調「固沙」和「造田」本來就是不一樣的目標，討論實現成本高低並無意義。

「我國是世界上荒漠化面積最大、受影響人口最多、風沙危害最嚴重的國家之一。哪怕只能改造其中的1%，也將拓展約2,600萬畝的耕種土地。」易志堅從來不忘記自己的科研初衷：「咱們要做的將是受人類影響土壤沙漠化的土地改造回土壤，而這其中，如果能有一小部分沙漠化土地能夠變成良田，則是一件糧食安全和生態保障兼得之舉。」

植物根系發達 根深葉茂節水

「看，我們這棵蘿蔔超過5公斤，是不是長得很好？」易志堅打開手機，請香港文匯報記者細看試驗田中拔出來的蘿蔔根系，「由於沙漠土壤化改造後，土體有上緊下鬆的『倒裝結構』，植物根系十分發達，所以產量高，長勢好！」

原來，沙漠上實地改造的土壤化的沙土和自然土壤相比是倒裝的結構，自然土壤上層疏鬆，下層緊密，一般植物的根系扎得較淺；而改造後土壤化的沙土，上層由於被約束而相對緊密，下層仍為離散狀態的沙子，植物的生長主要靠毛細根吸收養分及水分，這使得植物生長根系發達，根深葉茂並且節水。

「植物纖維素黏合劑需要加入一次，就能讓改性後的沙子永久保留『土壤』特性，實現正常的植物生長。」易志堅說。2017年的數據表明，與當地農田中傳統種植相比，試驗地多數作物根系更發達，莖葉生物量更多。試驗地的高粱、麻籽，其根系生物量比普通地發達6倍以上，部分農作物增產效果明顯。試驗地番茄畝產達到1.4萬斤，高粱畝產達到1,200斤，西瓜畝產達到8,000斤。

試驗地還探索出了適宜的規模化灌溉方法，大多數植物種類均用水量不到300立方米，顯著低於當地農牧業取用水限額，更低於當地農田用水量。更為可喜的是，科研團隊專門留下的一塊無灌溉試驗地中，2017年8月栽種的沙蒿、沙打旺等耐旱植物當年發芽生長後，至今7年多不再進行人工灌溉，目前生長良好，形成綠色生態屏障。

「現在的情況就是，團隊已在烏蘭布和沙漠等多地試驗成功，烏蘭布和沙漠、庫布齊沙漠種植的蘿蔔平均畝產達到1.3萬多公斤，高粱平均畝產789公斤，馬鈴薯平均畝產7,006公斤，大豆平均畝產280公斤，均高出全國平均水平1倍以上。」易志堅稱。

昆蟲鳥類「安家」 動物常「光顧」

55歲的張國富家住內蒙古自治區阿拉善左旗巴彥木仁蘇木烏爾素海嘎查，據他回憶，2017年春節期間，重慶的科研團隊來到嘎查並在此租房，說是要在當地進行治沙試驗。曾經在林木部門治沙站工作20多年的張國富對此特別感興趣，「想看看科學家們到底有啥治沙的新方法。」

遊客打卡沙漠綠洲

「治沙是個體力活，無論是打草方格固沙，還是在沙地種樹，都很耗時耗力。」張國富說起在沙漠裏摸爬滾打多年的經驗，「沙漠就像一個大篩子，你往上面澆水，很快就滲下去了，種些耐旱的植物還行，種莊稼根本不可能。」

不過，他很快被試驗基地的收穫景象所震撼：這裏不僅種植了狼尾草、蘇丹草、苜蓿、沙打旺等優質牧草，西紅柿、大蔥、蘿蔔、茄子、土豆、西瓜等蔬菜瓜果，還種植了高粱、花生、黃豆、蕎麥、枸杞等經濟作物。近100種植物分布在生態農業示範區、荒漠草原區、多樣性示範區、精細化試驗區等10個區域內，還有幾十隻綿羊和雞、鵝等飼養在其間。

恢復了生態活力的試驗地也吸引了多種昆蟲、鳥類在此「安家」，野兔、狐狸、獾、野貓和青蛙等動物也經常「光顧」。

沙漠綠洲景觀更成為一個新晉旅遊景點。據試驗基地工作人員李泉介紹，遊客主要來自距離該地半小時車程的烏海市。李泉說，這周邊原本沒有生態旅遊項目，附近群眾前來遊覽，既是好奇，更是在看「人進沙退」的希望。

沙漠國家邀合作 推廣「力學治沙」

「力學治沙」消息一經傳出，就受到沙漠地區國家廣泛關注。阿聯酋、沙特阿拉伯、巴基斯坦、烏茲別克斯坦等10多個國家紛紛與團隊聯繫，希望開展合作。

上世紀五十年代以來，海灣地區的阿拉伯各國一直把農業產業化作為追求目標，但進展緩慢。當了解到「力學治沙」技術後，阿聯酋高級官員多次到重慶商談合作事宜，希望用這項技術把該國沙漠改造為沃土，實現農業生產自給自足，並改善生態環境。

幾經談判協商，易志堅團隊受邀與阿聯酋一家公司合作。根據協議，科研團隊在該國進行了50畝沙漠土壤化試驗，試種的各種草類、蔬菜等長勢良好。

目前，該技術在非洲撒哈拉沙漠、西沙島礁等極端環境成功應用。試驗及產業化推廣應用總面積達5萬畝，技術適用性覆蓋沙漠、戈壁、濱海、高海拔等多類沙化環境。