

編者按

材料的使用與文明發展密不可分，千萬年間，人類先後走過石器、銅器與鋼鐵時代，隨着各種新型複合材料以至智慧材料等的研發製作，科學家更有能力操控物料甚至創造新的性質，以切合生活所需，凸顯科技的進步。在尖端的材料科學領域，不少香港科學家亦正爭取走在世界前沿。香港文匯報今日起推出「超能材料」系列專題，報道本港科研人員透過創新研究，以科學力量將不同物料提煉、轉化、整合與重新設計，為它們賦予更強大更多元的特性，激發突破性的應用潛能，成為有力改變社會面貌的「超級材料」。



竹，高直而挺拔，中空有節，在中國傳統文化中是「謙謙君子」的象徵，而在科學的世界，竹其實亦隱藏着不少神奇力量有待發掘。香港城市大學機械工程學系教授陸洋與團隊，以生長速度超快的毛竹（moso bamboo）為基礎，利用創新方式加壓精煉出當中的竹纖維研發成較天然竹強3.5倍的「超級竹子」，在相同密度下其強度甚至比鈦鋁合金更佳，更能藉後續處理達至防水防火等多種功效。該項目除了於國際發明展勇奪金獎外，團隊成員亦以此創辦初創企業，計劃進軍環保建材世界，為邁向碳中和貢獻，以現代智慧為詠竹故事寫下新篇章。

● 香港文匯報記者 郭虹宇

陸洋近日接受香港文匯報專訪時解釋道，只需三步驟即可將毛竹變成「超級竹子」，過程簡單便捷，成本比木頭低。首先將毛竹切片，之後浸泡在由團隊製作的無毒無害的氫氧化鈉及其他的化學混合試劑中，進行高溫煮竹，令竹子本身的竹纖維和薄壁細胞有機分離，六七個小時後再取出進行熱壓，即可成為「超級竹子」。

保留竹纖維再壓縮10倍

他形容，整個研發製作流程重點其實是「取長補短」，「竹子本身是多孔的梯度結構，有高達70%的空心蜂窩結構，我們保留了竹子的竹纖維，但去除了竹子中木質素、蛋白質及澱粉等容易導致生蟲、腐爛、不耐久的結構，體積壓縮5倍到10倍，由10毫米壓縮至約一二毫米，增強了竹子的剛性、密度、強度和尺寸穩定性。」研究團隊進行仔細分析測試，以比強度（Specific Strength）即同等密度下的強度計，「超級竹子」是普通竹子的3.5倍，也明顯比高強度鋼以及鋁或鈦合金更優秀（見表）。如果有特殊的需求，還可以透過浸泡塗層等後續處理，達至防水、防火的功效。

竹在港人生活中隨處可見，市民幾乎每日都可見到維修大廈使用的竹棚（或稱搭棚、築棚），「相較內地使用鋼筋，香港可謂是竹棚使用率最高的城市，更是將有關技術發揚光大的關鍵，」陸洋笑說，這些潤物細無聲的竹棚使用的都是天然竹子，相對比下，「超級竹子」的應用可更廣闊，例如可以取代水泥、木材成為建築材料，比木材成材時間更短，硬度更高，同時可緩解水泥生產時會排放大量的二氧化碳的問題，「與現時盛行的碳中和環保思想不謀而合。」事實上，北歐、越南等地均有用竹子建造的房子或摩天大樓，相信「超級竹子」於建材上大有前景。

性能優越 又帶文化內涵

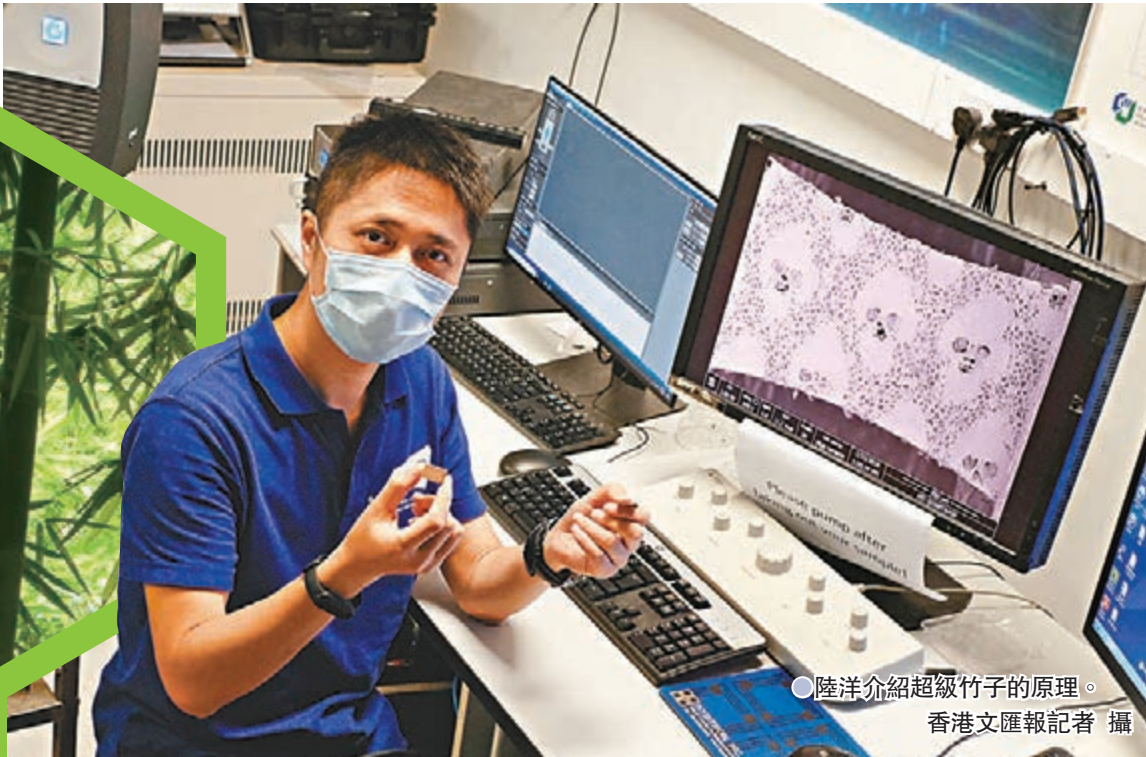
陸洋又提到，室內裝修亦有會直接將竹子劈開

「君子」受壓成良材 超級竹硬淨勝鋼

再直接鑲嵌在地板和門上，做成竹地板及竹門，成本較低，但此做法無法避免竹子腐爛、生蟲，無法長時間保持良好狀態，需要定期更換竹子，如利用「超級竹子」就能避免這些問題的產生，而有些高檔汽車內部的儀錶台亦是竹子做的，「超級竹子」有優化其性能及強度的潛力。「竹，既富有環保材料的性能，又帶有中國文化的內涵，何樂而不為？」陸洋總結道。

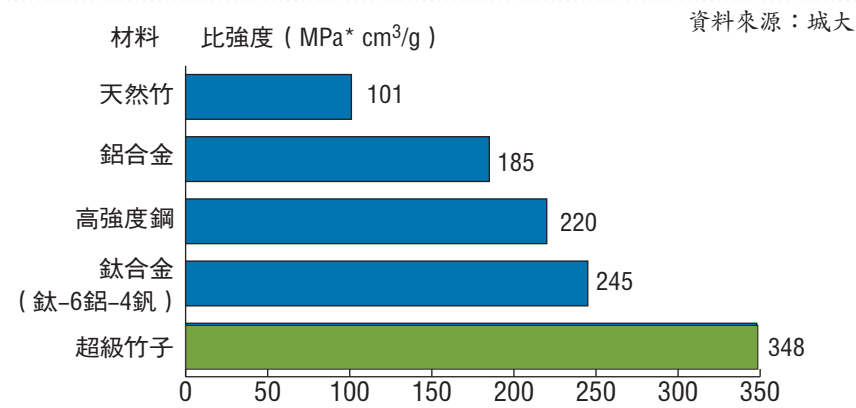
在今年的網上日內瓦國際發明展，陸洋團隊就以「超級竹子」勇奪金獎，而團隊成員與陸洋的學生更成立了初創公司 Super Bamboo，計劃製成產品原型推動應用。目前，他們需要考慮將較小的實驗樣本做大，但陸洋直言，雖然「超級竹子」已獲得本地建築協會的認可，但行業選材始終較為保守，要有效進駐還需要較長的時間。

城大研3.5倍強竹纖維 將進軍環保建材獻力碳中和



● 陸洋介紹超級竹子的原理。
香港文匯報記者 攝

不同材料的比強度



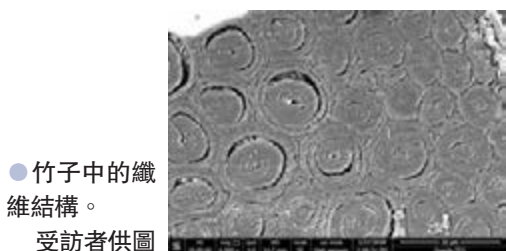
獲家鄉竹海啟發 生長期快過樹木

香港文匯報訊（記者 郭虹宇）隨着社會高速發展，人類對傳統物料消耗快速，若要達至可持續發展，就需要開發其他高強度的新型材料，以供應市場，回應業界對材料的廣泛應用需求，超級物料於是應運而生。陸洋憶述，自己在麻省理工讀博士後時，參加過一個介紹多孔材料的講座，其間就介紹了竹子，從而引發了他對研究竹子的興趣。

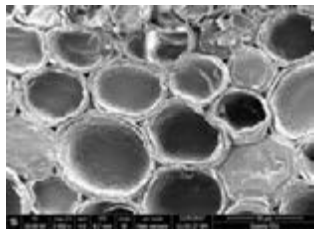
陸洋指出，竹子被稱為「窮人的木頭」，歐洲學者雖也研究竹子，但西方國家少有地區種竹，且多為觀賞性竹子，反觀發展中國家竹子覆蓋率高很多，而中國東南部就有廣袤的竹海，他的家鄉江蘇本身就是一個竹海茂密的地方。多種原因的疊加，造就了陸洋和竹子的緣分。

「真正開始有系統地研究竹子，是2012年來港後。」一聽到竹子大部分人都會想起愛吃竹子的國寶大熊貓，但陸洋解釋，「大熊貓吃的箭竹，並不適合製作超級竹子，毛竹才是最適合的材料，因此實驗的相關材料都是從我家鄉江蘇運來的。」

美國科學家積極研究「超級木頭」，陸洋坦言，自己研究的思路其實和「超級木頭」類

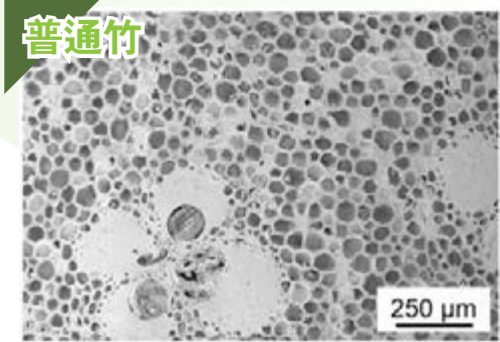


● 竹子中的纖維結構。
受訪者供圖

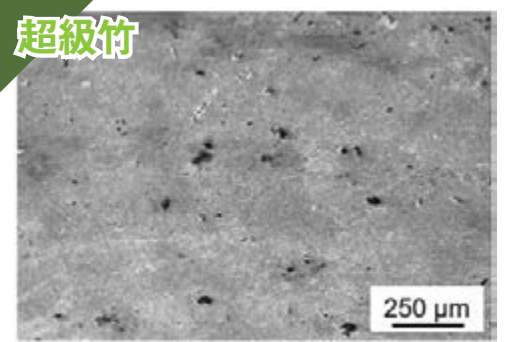


● 竹子中的薄壁細胞。
受訪者供圖

似，在春季雨水充沛的時候，毛竹會快高長大，兩個月就竄出約20米，變成熟了的竹子供人類使用。相比下，「十年樹木」的木頭，作為寶貴資源且成材時間慢，從環保的角度來說，實在應該減少開採，以減少水土流失、土地沙漠化，讓「地球之肺」的森林發揮應有的淨化功能。



● 掃描電子顯微鏡(SEM)下的天然竹材結構，包含薄壁細胞和纖維。
受訪者供圖



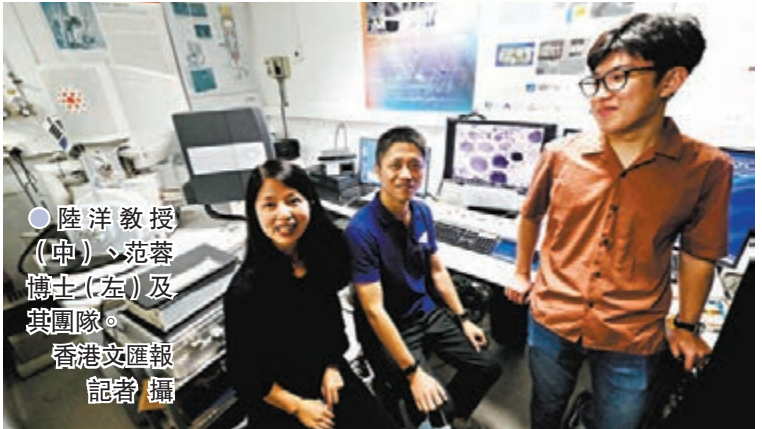
超級竹子的好處

- 輕薄，厚度僅一二毫米
- 製作簡單便捷，成本比木材低
- 生長期比木材短很多倍，兩個月可長幾十米
- 剛性、密度、強度和尺寸穩定性，比市場上現有的木材、竹材、塑料優秀
- 比強度是一般竹材料的3.5倍，亦較高強度鋼、鋁或鈦合金為高
- 不易腐爛、不會被蟲蛀、耐久
- 特殊處理後，還有一定的防水、防火功效
- 應用範圍廣，竹棚、家居裝修、汽車裝潢等均可使用，有望替代水泥，減少二氧化碳排放

整理：香港文匯報記者 郭虹宇

「攻關」納米鑽石 突破半導體研究

香港文匯報訊（記者 郭虹宇）作為研究超級物料的專家，除了「超級竹子」外，陸洋亦致力探究不同特殊材料的特性。針對閃閃生光、以堅硬聞名的鑽石（金剛石），他的團隊更全球首次發現，當大小降至納米



● 陸洋教授（中）、范蓉博士（左）及其團隊。
香港文匯報記者 攝

級別時，鑽石其實亦具有彈性，徹底改變了人類的一貫認知，為開拓鑽石於半導體、生物醫學及量子資訊科技領域的應用帶來重大突破。

陸洋介紹說，鑽石與第一代半導體材料硅（Silicon，又稱矽）的晶體結構類似，日常生活中見到的大顆粒鑽石是無法「變形」的，但如將鑽石的大小降至約100納米，約人類頭髮六百分之一時，鑽石單晶結構樣本的拉伸彈性應變可從原本的0.1%至0.35%增至約9%。

鑽石拉伸後具強電子遷移率

他續說，拉伸後的鑽石具有較強的電子遷移率，能承載巨大電流、高功率、高頻率、高導熱、散熱快等優點，納米鑽石作為「超寬禁帶半導體」，可應用在電動汽車、高鐵、6G通信、量子計算機等範疇，是傳統半導體矽無法可及的，因此，納米鑽石有望在不久的將來實現「半導體領域的彎道超車」。

實驗所用的鑽石主要來自於人工合成鑽石，並非天然鑽石，是與哈爾濱工業大學合作的項目，「內地現在製造人造鑽石，或稱人造金剛石的工藝發展很快，可以根據需要生產大塊的金剛石，並切割成複雜的外

形。」陸洋說。

科學實驗是「攻關」的過程，難關重重，「業界測試金剛石，均是用金剛石作為『壓頭』，現在切割金剛石，等於『以子之矛，攻子之盾』，光是『壓頭』就壓壞了幾個，一個『壓頭』花費兩三萬元，經費要自己出，隊伍成員差點就放棄了。」

不過，有志者事竟成，陸洋及其團隊發現「不一定要針尖對麥芒，對不準才是測量的關鍵」。他們特別研發了嶄新的「壓縮—彎曲」測試法，從納米壓痕儀尖端的側面向鑽石納米針施加壓力，成功解決了這一難題，繼而得以發現納米鑽石可以承受極大的變形並能完全恢復原狀的突破性發現，希冀為科學界的半導體研究提供一把鑰匙。

有關的成果已在國際期刊《科學》上發表。由於鑽石與人體相容，這項發現未來更有可能進一步探索以納米鑽石針把藥物傳輸至人體細胞，又或讓製造商生產極可靠、高效率的鑽石共振器及感應器，用於快速數據儲存及資訊傳輸。

由於內地對於半導體的需求較為龐大，陸洋表示，納米鑽石的研究將來擬於深圳開展進一步研發。