

「紡織品到紡織品」 的永續解決方案

■ 紡織產業綜合研究所 ITIS 李信宏

現今許多紡織品都是由混合纖維製成，且大多數都包含了棉和聚脂纖維。目前廢棄紡織品的回收方法主要有兩大類，機械回收法和化學回收法。但機械回收法欲將不同的纖維從廢棄紡織品中分離出來有其難度，而化學回收法分離混紡纖維所耗用的成本，以及對環境污染的影響程度卻較高；除非能有更好的紡織廢棄品回收技術，否則以現有的回收方法而言，在處理回收的混合紡織品方面仍具有挑戰性。

快時尚引發的災難，除了製造過程對環境造成的負面影響，再來就是生產過剩以及消費後的廢棄衣物，無論是焚燒或掩埋都會釋放出溫室氣體。而廢棄紡織品回收再利用，應該是解決上述問題最好的方法，也符合循環經濟的理念，除了減少資源的浪費，也能降低對環境所造成的傷害。

廢棄紡織品回收除了符合環保永續的精神，同時也兼具未來的商業效益，因此國際間已有部分的法人機構或企業團體投入廢棄紡織品回收的營運和研發，尤其較受矚目的化學回收法，可將舊衣服或紡織品處理，經粉碎、清洗、加熱、熔化、抽絲等加工程序後重新製成紡織原料，再次做成全新的衣服，可以完成「紡織品到紡織品」的全循環利用；以下提供3家可以進行「紡織品到紡織品」化學回收方式的廠家，供台灣紡織業界參考。

一、Block Texx®

Block Texx® 創建於澳洲，自詡為一家清潔技術公司，可從紡織品和服裝中回收聚酯和纖維素，能將任何顏色或任何破舊型態的衣服、床單和毛巾等紡織品中的聚酯纖維和棉分離，並重製成高價值的聚酯和纖維素纖維材料。

(一) 核心產品

1. 主要產品

SOFT™ 纖維分離技術；Block Texx® 開發了化學回收技術（SOFT™），可應用於回收目前市場上最常用的纖維，包括：聚酯/棉混紡、100% 聚酯、100% 棉以及嫘縈纖維。



2. 產品特色

為解決紡織廢棄物對環境的影響，以達到紡織廢棄物「零掩埋」的目標；主張將紡織廢棄物從垃圾掩埋場轉化為永續產品，提供客戶商業規模的循環經濟解決方案。使用專利化學技術將紡織品轉化為聚酯顆粒和棉花再利用，2023年處理了4,000噸紡織廢棄物，目標是每年處理10,000噸紡織廢棄物。



資料來源：Block Texx®，紡織所ITIS研究團隊整理(2024/11)。

圖1 Block Texx®再生聚酯粒(左)及再生纖維素(右)

(二) 關鍵技術與問題解決

Block Texx®的纖維分離技術S.O.F.T (Separation of fibre technology)與昆士蘭科技大學和聯邦科學與工業研究組織 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO) 的研究員共同開發，主要製造流程包括：切碎 (分解產品) → 分離 (將來自石油基的聚酯纖維和屬於纖維素纖維的棉分開) → 洗滌 → 乾燥 (經過徹底洗滌，並透過乾燥過程確保聚酯與棉分離) → 造粒 (針對聚酯：進一步乾燥，並擠出成粒) 或 乾燥 (針對棉：脫水或乾燥以便進一步利用)。Block Texx®分離出的材料除紡織領域外，還可運用於農業、建築、日用品等。

(三) 應用與市場機會

Block Texx®積極開發合作對象，例如與澳洲環境復原公司 Vital Chemical 合作，利用再生纖維素纖維開發水土保持的覆蓋膜，以及和紐西蘭服裝公司 Deane Apparel 合作，開發確認可回收的服裝，以避免在回收過程需移除無法回收的裝飾物。同時，Block Texx®也積極尋找更多可以回收的料源，拓展供應商合作夥伴。其供應商網路 Block Texx® Supplier Network (BSN) 由200多個澳洲和國際原料供應合作夥伴組成。

(四) 關鍵創新要素

Block Texx®的業務不僅是回收再製，其在五年半的時間內將澳洲的供應商網路發展到了200多家，主要集中在酒店、醫院和工作服等業者，並與物流合作夥伴一起在澳洲全國範圍內提供收貨服務。Block Texx®以商業化運轉及國際化為目標，期待能透過授權方式快速拓點，隨著廠產能的擴大，其回收料源將納入更多的消費後服裝。



二、Loop Industries

Loop Industries 是一家來自於加拿大魁北克省的回收聚酯材料公司，其解聚技術可將 PET（聚對苯二甲酸乙二醇酯）塑料和聚酯纖維廢料分解為結構單體：對苯二甲酸二甲酯（DMT）和單乙二醇（MEG）。然後，再經過純化、聚合成 Loop™ 品牌的 PET 塑膠和聚酯纖維，產品可由 100% 回收材料製成。

（一）核心產品

1. 主要產品

以領先全球的再生聚酯塑膠/纖維製造技術，開拓永續性聚酯產品市場，秉持著不接受現狀的創新精神，開發「革命性永續技術」，以加快地球的聚酯塑膠循環經濟發展。主要產品即是 Loop™ 再生聚酯和纖維。

2. 產品特色

Loop™ 再生聚酯（粒）和聚酯纖維，可製成 100% 由回收材料製成之最終產品，且可以再回收循環利用。

（二）關鍵技術與問題解決

關鍵核心技術在於可產出具有高品質之 Loop™ 再生聚酯，兼具高規格的原生品質及安全標準，可適用於食品級包裝；以及可無限回收循環再使用。

採用 Loop Industries 再生技術（分解聚酯聚合物、純化、單體聚合），可以達到多次回收再製，且不會降低純度或品質。最後，再生產品可以完成色彩重現，Loop Industries 再生聚酯技術能夠消除所有污染物、染料和其他添加劑，於再製終端成品可以重現鮮豔色彩，有助於創作設計。

（三）應用與市場機會

Loop Industries 擁有專利和專有技術，可以解聚廢棄之聚酯塑料和聚酯纖維，包括：透明寶特瓶、彩色塑膠瓶、不透明塑膠瓶、聚酯纖維紡織品、部份地毯，甚至是被太陽/海鹽降解過的海洋廢棄塑料。經解聚後之單體，再經過過濾、純化和聚合，製成適合用於食品級包裝或聚酯纖維的高品質 Loop™ 聚酯，讓客戶實現可持續發展目標。



資料來源：Loop Industries，紡織所 ITIS 研究團隊整理(2024/11)

圖 2 Loop™ 食品級再生聚酯粒



Loop Industries 在解聚後，便將單體轉由 INVISTA 聚合再製成全新 PET 樹脂或聚酯纖維。Loop Industries 在加拿大魁北克省有建造一座創新中心和示範設備，展示專有的解聚技術，為大規模商業化合作推廣用，同時積極布局與各大國際品牌商開發適用之可持續性商品，包括：與 Bormioli Pharma（國際藥品包裝和醫療器材公司）合作開發一款創新的藥品包裝瓶，採用 Loop™ 的 100% 回收 PET 樹脂製造。以及，與瑞士運動品牌商 On 合作開發運動鞋麵、鞋底專用的再生纖維、再生聚酯。

（四）關鍵創新要素

Loop Industries 可以解聚廢棄之聚酯塑料和紡織品，包括：塑膠瓶、有顏色的地毯和紡織品，甚至是來自海洋廢棄塑料，所生產之 Loop™ 再生聚酯品質，除等同原生聚酯品質外，更可應用於食品級包裝。

用 Loop™ 為原料生產之終端產品可以在不降低品質的情況下，再次回收循環利用，成功開創閉合循環。Loop Industries 透過減少塑膠垃圾和回收廢棄塑膠以實現永續發展，為全球走向循環經濟做出貢獻。

三、Samsara Eco

Samsara Eco 是澳洲國立大學（Australian National University）2021 年的新創計畫，命名自印度宗教的生死輪迴，表示所有生命、物質的無限重生與循環。創辦人 Paul Riley 表示：「Samsara Eco 回收新創公司可不用原生石化原料來生產塑膠，且可以更有效率的減少塑膠進入海洋和掩埋場」。



資料來源：Samsara Eco，紡織所 ITIS 研究團隊整理(2024/11)

圖3 Samsara Eco 酵素可將回收寶特瓶分解成粉末

（一）核心產品

1. **主要產品**：Samsara Eco 尋找可商業化的回收塑膠技術，及塑膠替代物市場，成功開發出可分解回收塑膠的酵素與技術。
2. **產品特色**：Samsara Eco 使用可以分解塑膠（聚合物）的酶，將其恢復到原來的化學結構單元（單體）。

（二）關鍵技術與問題解決

透過 Samsara Eco 獨特的回收方法，可以無限次地從塑膠廢物中重新製造新塑膠，達到使用後的塑膠不會再被視為「廢棄物」。



新創回收塑膠的技術意味著可以透過提供由100%回收材料組成的新塑膠（無需補充原生塑膠），將化石燃料與塑膠產業鏈脫鉤。

（三）應用與市場機會

目前全球絕大多數聚酯紡織廢棄品都被填埋、焚燒或洩漏到環境中；Samsara Eco的回收技術EosEco™，系利用酵素酶分解塑膠。Samsara Eco開發優化EosEco™酵素酶，可有效大規模回收聚酯和尼龍6,6，及其他塑膠製品，並已應用至時尚、汽車和電子等產業供應鏈。

Samsara Eco的酵素分解過程可以處理各種混紡織物，包括：聚酯纖維/棉和尼龍/彈性纖維混紡物、地毯和安全氣囊，並達成無需使用原生纖維即可生產服裝的未來；2023年，Samsara Eco宣布與lululemon合作，推出全球首款採用酵素酶分解回收尼龍6,6的Swiftly長袖樣衣，宣布紡織品到紡織品回收、循環系統的新突破。

（四）關鍵創新要素

Samsara Eco用酵素分解塑膠技術擁有技術創新特色與優勢，包括：分解速度快、受熱時酵素性質穩定，Samsara Eco表示其製程可在1小時內分解塑膠，他家製程需要12小時以上。目前，Samsara Eco的試點工廠產能，可達到分解20噸廢塑/日；預計2024年底將建立新回收工廠，每年能處理超過2萬噸廢塑。

生物科技帶來材料及技術上的創新，如：生物塑膠、可生物降解材料和可以分解塑膠的酵素等，值得開發應用於紡織、建築、醫療、農業等領域。與傳統塑膠製造相比，這些材料、技術不僅可再生，而且可分解，對環境影響小，可以減少對有限資源的依賴及對環境的負擔，從而實現地球可持續性環境之目的。

四、結論

開發「廢棄紡織品回收技術」可以減少資源的浪費，例如在淡水資源有限的環境下減少棉花的栽種，亦可減輕淡水資源不足的負擔。此外，廢棄紡織品回收也可以減少聚脂纖維的使用，同時也減少石化原料的開採，並降低石化原料對環境的危害。而對於企業而言，當紡織品有生產過剩的現象時，紡織品回收系統也能降低企業庫存的壓力，並可避免焚燒或掩埋廢棄紡織品，減少溫室氣體排放。

紡織品回收突顯了循環經濟對生態環境的重要性，雖然目前的技術和產能尚無法滿足回收所有的紡織廢棄品，但永續發展改變了人類的作息，也改變了紡織業的商業模式。紡織品回收再利用，未來將是紡織業供應鏈中不可或缺的一環。