



紡織材料永續指數評估

■ 紡織產業綜合研究所 檢測及驗證部 曾靖庭、李若華

工業革命後，人類活動對自然環境的影響日漸加重，根據BBC的報導，我們有一半的能源來自化石燃料，REN21於2019年的「全球再生能源現況報告（Renewables Global Status report）」顯示，化石燃料的使用佔全球能源的80.2%。人類消耗的能源產生眾多污染，造成全球暖化、氣候變遷及極端氣候，讓地球陷入前所未有的危機，因此環境相關課題已漸漸成為世界各國刻不容緩的研究對象。

近年來國內、外皆有相關永續發展目標及相關政策的制定，期望透過行動，如：再生材料使用、製程優化、能源優化及設備優化等來達到減碳目的；聯合國於2015年宣布永續發展目標（Sustainable Development Goal, SDGs），包含了17項核心目標及169項發展目標，指引全球共同努力，於2030年達成17項目標，邁向永續。氣候變遷大會（COP26）也將「逐步減少化石燃料使用」納入目標中，宣示未來十年將減少30%的溫室氣體排放，並與《巴黎氣候協定》全球氣候目標一致，避免地球升溫超過攝氏1.5度；國際紡織非營利組織紡織交易所（Textile Exchange TE）與其會員也共同承諾於2030年達成全球紡織供應鏈減碳45%。於國內，蔡英文總統已宣示臺灣2050淨零轉型目標，而國發會於今年公布該目標之路徑，推出12項關鍵策略，包含電力系統與儲能、節能、碳捕捉利用及封存、資源循環零廢棄及淨零綠生活等。我國環保署預計2023年公布碳費金額，並於同年開始徵收，規劃針對每年溫室氣體排放量達2.5萬公噸以上排碳大戶收取碳費。

為達成以上目標，須先有基準線，盤查紡織生產製造現況，並訂定相關減碳措施；然而，如何做起、應使用哪些工具或方法，是目前業者最大的挑戰。永續成衣聯盟（Sustainability Apparel Coalition, SAC）所開發之材料永續指數（Higg MSI）可列為清單的其中之一選項，在國際上，Recovertex及Lenzing皆使用該工具評估自家產品之環境衝擊，其中包含溫室氣體排放的評估。

一、評估工具及方法

（一）永續成衣聯盟（Sustainability Apparel Coalition, SAC）

永續成衣聯盟為全球多方利益相關者的非營利組織，致力於減少整個全球價值鏈之環境衝擊並促進社會正義。其會員包含250家以上具影響力之服裝、鞋類及紡織品品牌、



零售商、供應商、服務提供者、公協會、非營利組織、非政府組織及學術機構等，如：NIKE、new balance、PUMA、MARKS & SPENCER 及 Lenzing。而 SAC 會員之任務是透過創新工具、夥伴合作以及產業永續值得信賴的領導風格，轉型成指數型影響力的商業模式。

(二) Higg Index

Higg Index 為一系列工具，使產業足以衡量整個價值鏈的環境（如：用水、碳排或碳足跡）及社會勞動衝擊，以標準化其永續性，為 SAC 達成任務的核心。透過數據的呈現及比較進行熱點分析，提升永續發展效益，並達成消費者所需之環境及社會透明化要求。Higg Index 工具包含產品工具（Product Tools）、工廠工具（Facility Tools）及品牌與零售商工具（Brand & Retailer Tools），各工具介紹如下（參見圖 1）：

1. **產品工具 (Product Tools)**：生命週期評估工具，以深入了解產品生產製程及產品之環境衝擊。內包含 3 項評估工具，材料永續指數 (Higg Materials Sustainability Index, Higg MSI)、MSI Contributor 及產品模組 (Higg Product Module, Higg PM)。
2. **工廠工具 (Facility Tools)**：深入評估工廠之社會及環境成效，作為廠內永續改善之依據。
3. **品牌及零售商工具 (Brand & Retailer Tools)**：深入評估品牌及零售商之社會及環境成效，作為企業永續發展之依據。



圖1 Higg Index
資料來源：Higg Index brochure

根據前言所提及之國內、外政策及趨勢，使用 Higg Product Tools 可有效協助產業評估再生材料之使用或製程優化等減量措施的效益；依據經濟部「紡織產業概況」，我國紡織產業以上、中游為主力，其包含纖維業、紡紗業、織布業、染整業等，佔整體紡織產業約 71%，選擇 Higg Product Tools 中 Higg MSI 作為推動紡織產業永續發展的重要工具，可監督與量測紡織產業之永續性，藉由降低風險與發現產業發展機會推動其商業價值，並透過 Higg MSI 的統一方法及語言，使利害關係人，包含品牌商、紡織業者及消費者能夠於紡織產業及時尚產業在永續議題上有效溝通。Higg MSI 數據庫之建模原則皆基於最新之國際標準，包含 Gabi 建模原則 (Gabi modeling principles)、ecoinvent 數據品質準則 (ecoinvent data quality guidelines, Weidema et al. 2013)、ISO 14040/14044、產品足跡指引 (product environmental footprint guide, PEF Guide) 等。



(三) 材料永續永續數 (Higg Material Sustainability Index, Higg MSI)

Higg MSI評估材料、副料及包裝材或製程之環境衝擊，為Higg Product Tools中之定量基礎，適用產品包含服裝 (apparel)、鞋類 (footwear) 及家用紡織品 (home textile products)。其範疇為搖籃 (cradle) 到大門 (gate)，產品中上游供應鏈，包含原料取得、紡紗、織布、染色／印花及整理 (參見圖2)。Higg MSI評估5項衝擊類別，包含氣候變遷 (Global warming)、優養化 (Eutrophication)、水匱乏 (Water scarcity)、非生物資源消耗 (Abiotic resource depletion, fossil fuels) 及化學品 (Chemistry)，而計算材料、製程衝擊類別指標之LCIA方法如表1，並將其結果正規化，轉換為易於比較之單一分數－MSI score，使利益相關者於平台上一目瞭然地比對不同材料及製程間的環境衝擊，以做更永續的選擇。

數據包含一級數據及二級數據，一級數據為現場採集數據，取產品製造階段之能資源使用、廢棄量等相關項目活動數據。而二級數據未實際盤查生產過程現場活動數據，而使用公開或商業可用之數據資料庫，包含GaBi、World Apparel Lifecycle Database (WALDB)、Ecoinvent及文獻等。為擴充Higg MSI中之資料數據以及鼓勵業者揭露自家產品或製程的環境衝擊，利益相關者，尤其品牌對接業者，可以透過MSI Contributor提交產品或製程之一級數據，數據經審核通過後即登錄於Higg MSI中，供利益相關者參考；數據提交流程如圖3。提交至MSI Contributor之數據分為兩類型：類型1 (type 1) 所提交之數據為盤查範疇的直接材料、輔助材料、能資源投入、污染物及廢棄物產出等資訊；若無法直接提供類型1之相關一級數據時，可提交LCIA之結果，即類型2 (type 2)，類型2須提交之內容包含5項衝擊類別指標。另外，由於蒐集數據過程透明度較低，因此需提交一份獨立審查之生命週期評估報告，以說明盤查之過程；類型1及類型2區別如圖4及圖5所示。

表1 LCIA方法

衝擊類別	評估方法	特徵化因子
氣候變遷	IPCC 2013 GWP 100a	kg CO ₂ eq
優養化	CML-IA baseline V3.05 / EU25	kg PO ₄ - eq
非生物資源消耗 -石化燃料	CML-IA baseline V3.05 / EU25	MJ
水匱乏	AWARE v1.02	m ³
化學品	USEtox V1.03 / Europe 2004 (參考)	Chemistry Units

資料來源：Higg MSI methodology

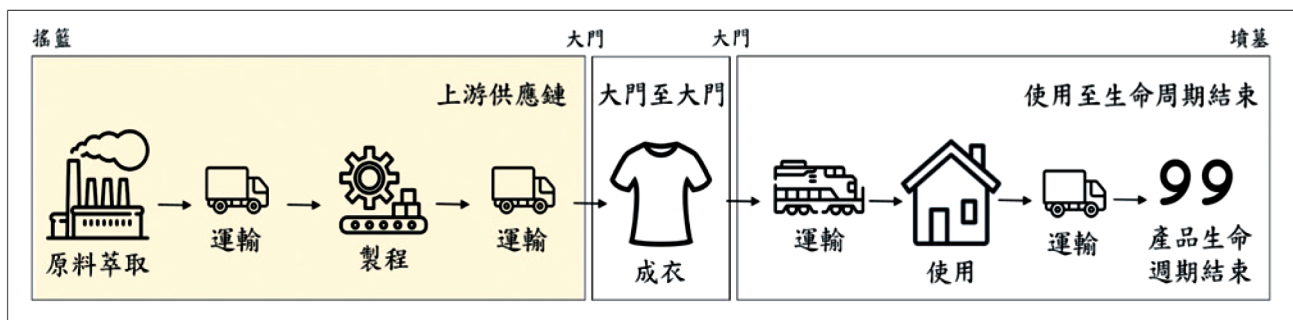


圖2 Higg MSI範疇

資料來源：紡織所提供



圖3 提交數據流程

資料來源：紡織所提供

二、國內案例說明

紡織所 110 年度「紡織品循環再生系統開發與驗證先導研究計畫」聚焦製程端聚酯廢絲與庫存（餘）布之再生技術與工程，串接易循環產品製程開發與綠色驗證。計畫中盤查聚酯造粒階段，並比對及分析使用原生材料及再生材料時之環境成效。

本計畫以庫存布料為原料，經退漿、乾燥、碎化、熔壓、冷卻、切粒等製程單元，最終產品為再生酯粒。依據產品生產投入、製程及產出蒐集相關活動數據，並將蒐集之環境數據經環境衝擊評估後，提交 MSI Contributor 將其結果正規化。評估 5 項衝擊類別指標，以下分析說明：由於製程中使用之能源為重油，為非生物資源消耗之類別，其指標高；天然氣及熱煤油的排放係數（CO_{2e}/kg）分別為 0.2573 及 0.421，推測若將重油替換成天然氣，可降低環境衝擊。

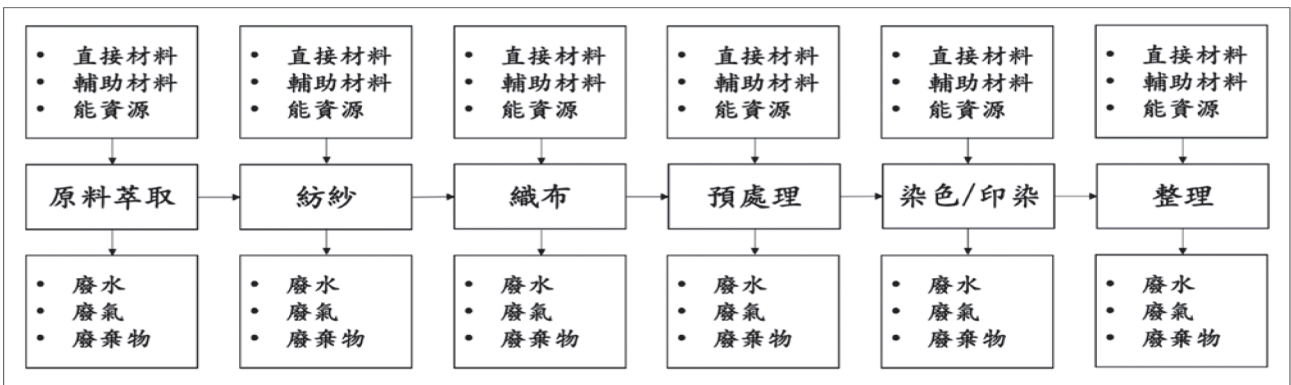


圖4 類型1

資料來源：紡織所提供

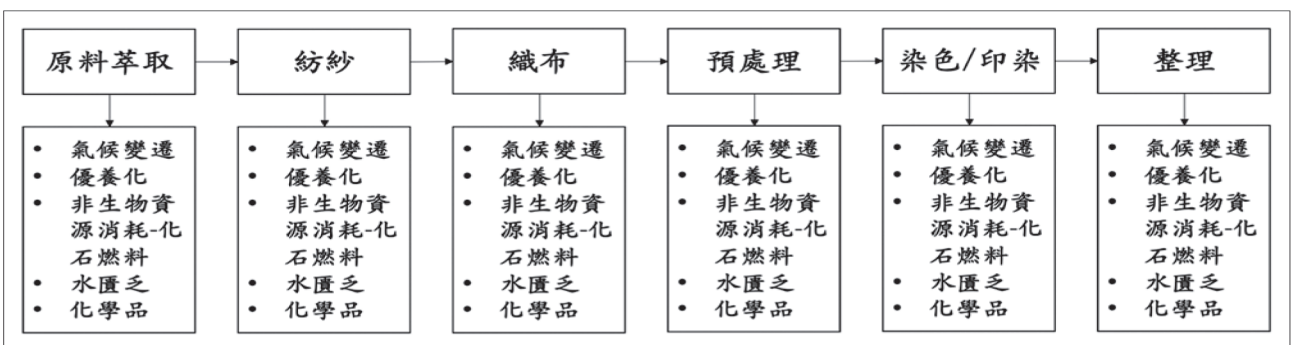


圖5 類型2

資料來源：紡織所提供



於相同製程，若使用原生材料作為原料，其衝擊類別指標請見表3。表2及表3之結果顯示再生酯粒之類別指標皆低於原生酯粒，而於眾人最關注之氣候變遷更為其1/3，因此判斷使用再生原料可有較高的環境成效。進一步分析，使用不同百分比之環境衝擊結果，如表4所示；根據表4，隨著再生材料的比例增加，各衝擊類別指標隨之下降。另外，根據減碳率公式之計算，使用0%再生材料至使用100%再生材料之減碳率為29%。

三、產業效益

環保與永續紡織技術將是臺灣未來立足全球紡織供應鏈的競爭關鍵。『Higg MSI』衡量永續績效並推動供應鏈透明度與決策，目的在提高永續行動效率與永續性的影響，藉以加速與擴大產業對環境永續的貢獻。其評估和比較供應鏈中上游產品及製程的環境衝擊，以生命週期評估（LCA）為基礎，實際評估製程端投入與產出（即物質流）、能源使用（即能量流）等，藉以評估製程之環境衝擊，作為產業製程優化之依據，也有助於企業開發產品時，瞭解及選擇最具永續性之材料。類別指標特徵化，並轉換共通語言，協助企業擬定公司內部和價值鏈合作夥伴間材料永續性之策略及發展，而一級數據之揭露，以宣傳企業使用Higg MSI之目的，並分享該公司對環境永續性的承諾，提升於產業之信賴。

四、結論

達到減碳目標，非品牌或龍頭企業責任，而是人人有責，好的工具及方法，可以協助產業擬定有效之減量措施及減碳計畫；Higg MSI易比對、透明度高且值得信賴，協助業者開發產品時選擇更具永續的方案。「永續發展」、「淨零減碳」並非高談闊論，落實於生活及企業營運，才最為實際。

表2 再生酯粒衝擊類別指標

衝擊類別	類別指標	單位
氣候變遷	3.064	kg CO ₂ eq
優養化	0.002	kg PO ₄ - eq
非生物資源消耗	110.983	MJ
水資源消耗	0.643	m ³
化學品	6.6	Chemistry unit

資料來源：數據由產基會計算

表3 原生酯粒衝擊類別指標

衝擊類別	類別指標	單位
氣候變遷	9.314	kg CO ₂ eq
優養化	0.007	kg PO ₄ - eq
非生物資源消耗	197.552	MJ
水資源消耗	4.526	m ³
化學品	6.6	Chemistry unit

資料來源：數據由產基會計算

表4 使用不同百分比之環境衝擊

比例	氣候變遷	優養化	非生物資源消耗	水匱乏	化學品
0%再生材料(100% 原生材料)	4.694(kg CO ₂ e)	0.010(kg PO ₄ - eq)	81.138(MJ)	7.898(m ³)	2.2(Units)
12%再生材料 + 88%原生材料	4.530(kg CO ₂ e)	0.010(kg PO ₄ - eq)	78.867(MJ)	7.796(m ³)	2.2(Units)
43%再生材料 + 57%原生材料	4.107(kg CO ₂ e)	0.010(kg PO ₄ - eq)	72.999(MJ)	7.533(m ³)	2.2(Units)
100%再生材料(0%原生材料)	3.328(kg CO ₂ e)	0.009(kg PO ₄ eq)	62.210(MJ)	7.049(m ³)	2.2(Units)

資料來源：數據由產基會計算