

產品碳足跡的介紹 —以紡織產業為例

An Introduction of Product Carbon Footprint —A Case Study of Textile Industry

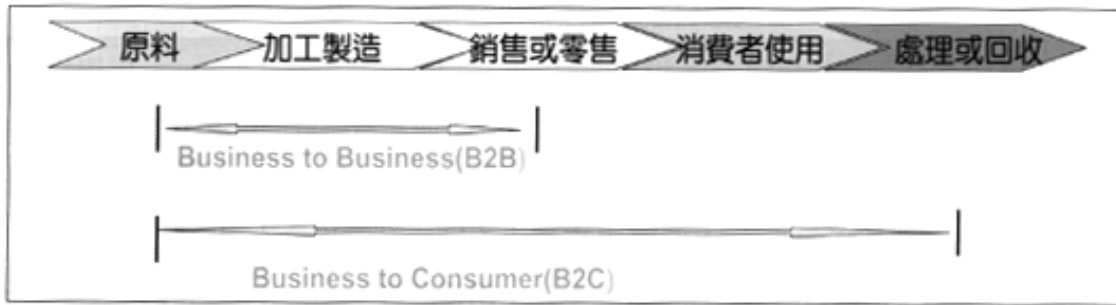
紡織綜合所 產品部
林添寶

前言

人類因經濟活動的高度發展，造成大氣中溫室氣體：二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）及六氟化硫（SF₆）等濃度持續增加，已引起全球氣候變遷及災難不斷發生。原為尋求解決 2012 年京都議定書期限屆滿後，全球減碳協議的新談判，2009 年 12 月 17~18 日於哥本哈根盛大舉行，然因美國與中國大陸兩大陣營歧見，無法對全球減碳達成重要協議，但通過一個由美國、中國大陸、歐盟、印度、加拿大、巴西與南非等國家主導的「哥本哈根協定」，要求全球暖化程度應控制在攝氏兩度內。

雖然哥本哈根會議失敗，2012 年後聯合

國具法律約束力的規範尚未成形，但氣候變遷對地球造成的危機，已廣為世人所認知。不管是已開發國家或開發中國家，從政策面、產業面到消費面的各種減碳管制措施接踵推出，如歐盟已於 2007 年 8 月立法，要求產品需滿足生態設計的要求（EUP），否則可限制其進口或課碳關稅；全球最大零售商沃爾瑪（Wal-Mart），要求五年內其所有供應商均須完成碳足跡驗證機制；另外，擁有全球最大消費市場的美國若通過減碳法案（United States Carbon Reduction Act），政府與民間採購的商品，都必須有碳足跡認證，這對台灣出口將有很大的衝擊。而台灣紡織品銷往美國、歐盟等國家，未來也有可能受到產品碳足跡標示的非關稅貿易障礙影響，國內的紡織業者宜提早因應，避免未來在出口貿易上受到嚴重衝擊。



資料來源：同參考文獻 2

圖 1 碳足跡盤查邊界之分類

產品碳足跡 (Product carbon footprint)

產品碳足跡的定義即產品生命週期的溫室氣體排放，其評估準則架構於生命週期評估技術 (ISO 14025、ISO 14040 及 ISO 14044，其中 ISO 14040 與 ISO 14044 的差異點在於前者為標準，後者為指導方針)，而評估範圍包含原料開採製造、產品製造、運輸、銷售、使用及廢棄處置等各階段所產生之溫室氣體排放量。盤查方式可採用搖籃到墳墓 (Cradle-to-grave) (B2C) 及搖籃到大門 (Cradle-to-gate) (B2B) 等兩類作為邊界之界定 (參見圖 1)。產品碳足跡現今已被企業或政府視為達成減緩全球暖化目標之重要行動方案之一，也是與消費者作產品溝通的新媒介，可利用生命週期評估技術及溫室氣體暖化指標，瞭解產品生命週期過程中各階段暖化的衝擊程度，進一步透過評估結果獲得產品技術提升資訊及同類產品之差異化分析。

產品碳足跡的驗證制度發展，包括 PAS 2050 (英國)、TS Q 0010 (日本)、國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 預定於 2011 年頒布產品碳

足跡之國際標準 ISO 14067。而國際間也積極從制定評估標準、試行計畫及發展查驗準則，以期民眾瞭解產品之碳生產履歷，提供評估選用之標準。

碳標籤的國內外發展現況

英國、美國、德國、瑞士、加拿大、日本、韓國等各國對於碳標章的發展迅速，各國的碳標籤及發展現況如表 1 所示，其中如英國則是委託英國標準協會 (BSI British Standards)、碳信託 (Carbon Trust) 等於 2008 年 10 月聯合發佈的新標準 PAS2050:2008，提供企業對其產品和服務的碳足跡 (Carbon footprint) 進行評估之統一標準，從而在應對氣候變化方面發揮更大的作用，其中 Carbon Trust 公司與 Pepsi、Coca Cola、Tesco、Danone、Kimberly Clark 等跨國大公司合作，已有超過 2,500 種產品標示碳足跡。

台灣碳標籤剛起步，於 2009 年由行政院環保署舉行台灣碳標籤徵選活動，並頒布了台灣碳標籤如圖 2 所示，其申請文件、使用規範及審查流程等配套措施即將出爐，未來碳標籤的推動將分兩階段進行，第一階段推動碳標籤、第二階段推動低碳標章 (見表 2)。

表 1 國外碳標籤推動現況

國家	碳標名稱	產品類別	揭露內容	已查驗產品	碳標籤
英國	Carbon Trust	B2B B2C	CO ₂ e 承諾未來減量	果汁、燈泡、洋芋片、洗髮精、洗潔劑、T恤、網路帳戶等	
美國	Carbon Labels	B2C	CO ₂ e	飲料	
加拿大	Carbon Counted	B2C	CO ₂ e	啤酒	
瑞士	climatop	B2C 所有產品或服務	宣告減量20%	洗潔劑、衛生紙、奶油	
德國	Product Carbon Footprint	B2C 所有產品或服務	衡量/評價	保溫材料、衛生紙、洗髮劑、洗潔劑、草莓、雞蛋、咖啡、利樂包紙盒等	
日本	Carbon footprint	所有產品或服務	CO ₂ e	啤酒、尿布、飲料、文件夾、牙膏等	
韓國	Cool (CO ₂ Low) Label	B2C 所有產品和服務 (包含農漁牧產品)	CO ₂ e 承諾未來減量	LCD面板、濾水器、洗衣機、洗髮精、可樂、乾燥米飯	

資料來源：同參考文獻 4

表 2 台灣產品碳足跡未來發展規畫

期程	目標	推動策略
第一階段	1. 確認產品碳足跡計算準則、方法 2. 建立碳標籤制度	1. 設計統一格式之碳標籤 2. 建立碳標籤申請/核發制度，獎勵自願性碳標示。
第二階段	1. 普及產品碳標籤 2. 發展低碳產品標章 (排放當量低於基準值以下)	1. 計算及溝通準則與 ISO 14067 接軌 2. 建置產品碳足跡資料庫，發展低碳產品標章

資料來源：同參考文獻 4



資料來源：同參考文獻 4

圖 2 台灣碳標籤圖示

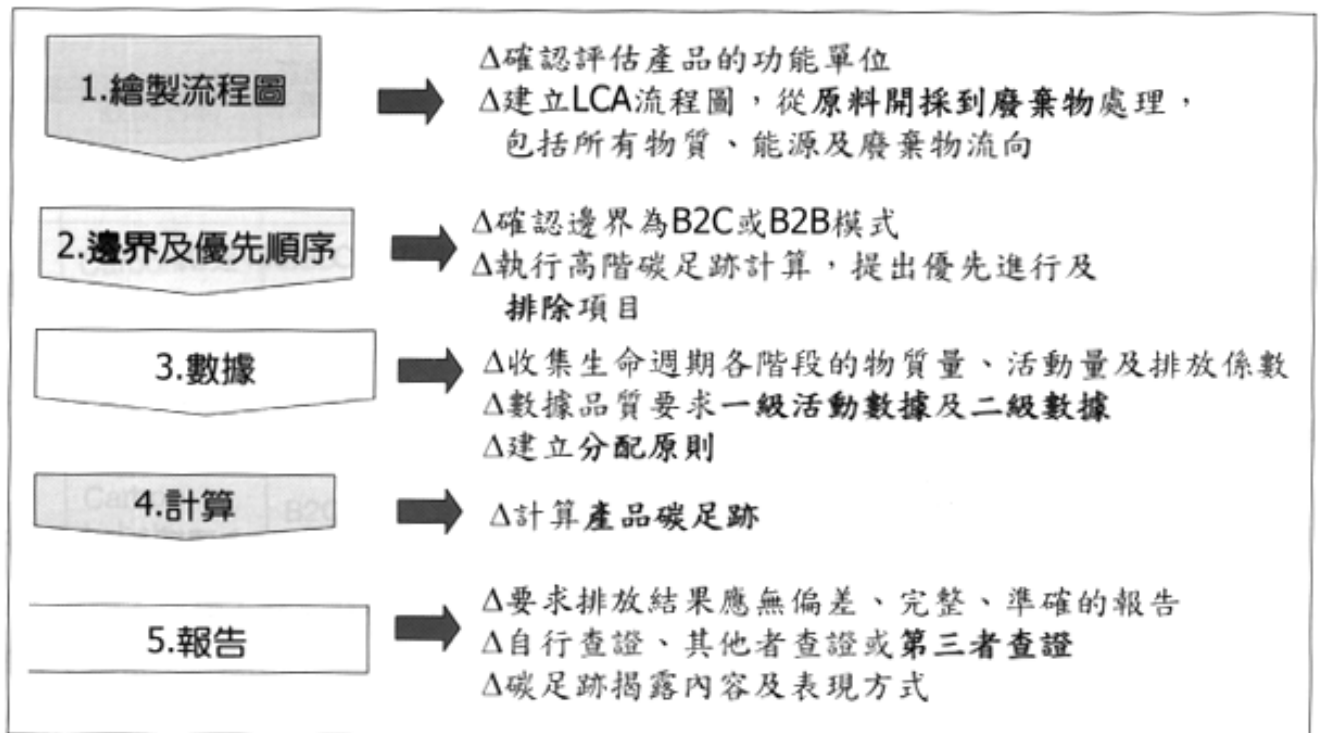
紡織品碳足跡盤查案例

產品碳足跡的盤查可依據目前國際間最廣泛使用的 PAS2050 標準，進行評估產品/服務生命週期排放指引之碳足跡評估步驟如圖 3 所示，首先須先鑑別產品定義及邊界範圍，以界定生命週期是採 B2B（搖籃至大門）或 B2C（搖籃至墳墓）。進行碳足跡評估時，應明確定義「產品」以及其計量單位為何，可依據產品的生產與銷售情形訂定。確認要進行評估的產品後，則應決定產品生命週期計算範圍，如不是最終產品，其合理的生活週期為

B2B（搖籃至大門）。若生命週期為 B2C，系統邊界應包括自原料生產、製造、銷售、使用、回收與廢棄這些階段所造成之排放；若為 B2B，則僅考慮原料生產、製造與提供到另一廠商之排放，如紡織品若以染整階段為例，其產品即是胚布經由前處理、染色及整理加工而成的半成品布，即適合 B2B 的生命週期評估，但若紡織品最終產品為成衣，會到消費者手上則適合以 B2C 的生命週期評估。

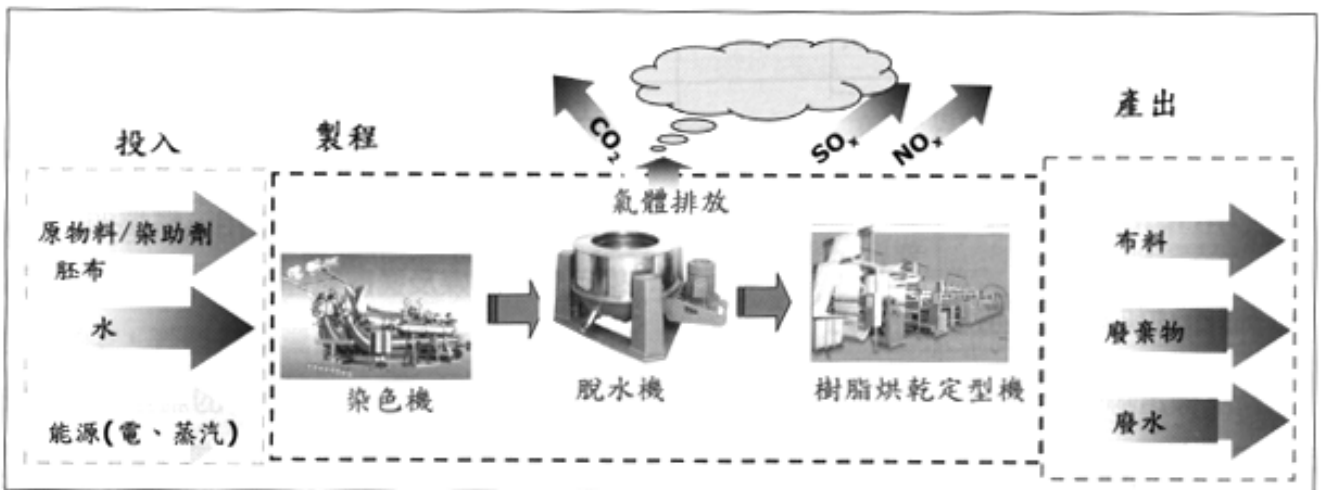
進行評估時，排放源應包含製造、投入與產出之排放，包括：能源使用、燃燒過程、化學反應、冷媒及逸散氣體、運作、服務，污染防治包括廢水處理及廢棄物處理等，染整製程如圖 4 所示。因此，除自身的溫室氣體排放外，仍需結合如染料、助劑、織布等供應鏈廠商，各物質量及碳排放等相關數據以計算產品碳足跡。

以下案例為有機棉世界協會委託 Sustain 顧問公司進行 3 件不同衣服的碳足跡盤查，依 PAS2050 分析如表 3 所示，藉以了解紡織品碳足跡的衝擊，以及產品生命週期各階段碳的排放情形，也可決定碳排放減量的目標。



資料來源：同參考文獻 2

圖 3 碳足跡評估步驟



資料來源：紡織綜合所 產品部

圖 4 染整廠製造流程

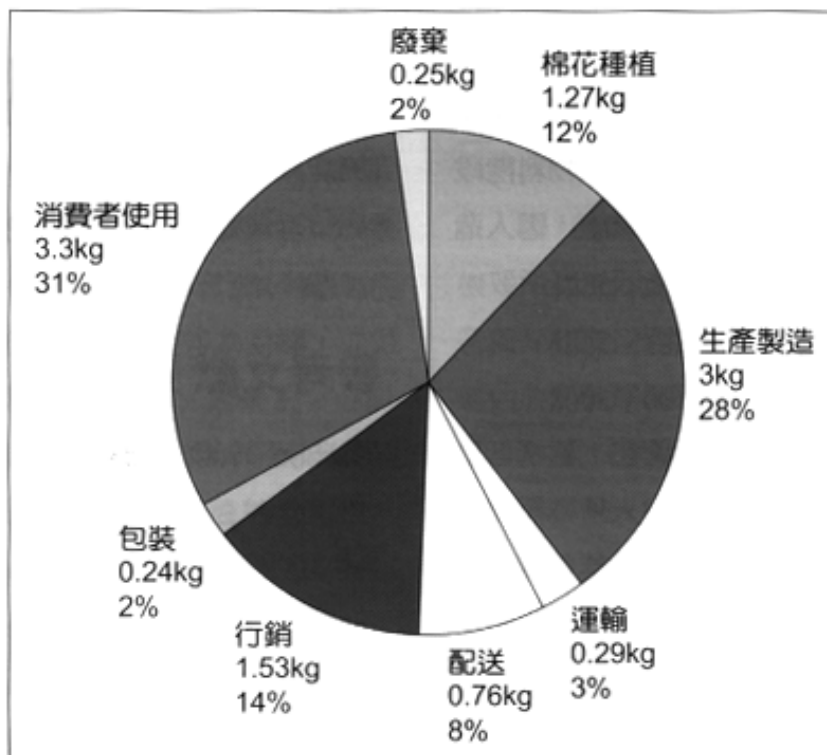
表 3 顯示一件白色長袖襯衫其碳排放量 (10.75kg CO₂e)將近衣服淨重(222 g)的 50 倍左右。其生命週期的產品碳足跡分佈如圖 5 所示，其中消費者使用的溫室氣體排放為 3.3kg

CO₂e 在整個產品生命週期佔了 31%，高於生產製造的 3kg CO₂e (28%)，其原因可能因歐美習慣將洗衣水加熱及用機器烘乾衣服。

表 3 紡織品產品碳足跡

			
產品名稱	白色3/4長袖襯衫 100% cotton	紫紅色夾克 100% cotton	兒童紅色夾克 100% Acrylic
大小	40~42	40	152~158
淨重 (g)	222	446	266
產品碳足跡kg CO ₂ e	10.75	13.42	13.67
來源	棉來自美國，產品由孟加拉國的OTTO生產	棉來自南非的Benin，產品來自土耳其的BAUR	Acrylic 來自中國大陸，產品由孟加拉國的OTTO生產

資料來源：同參考文獻 2

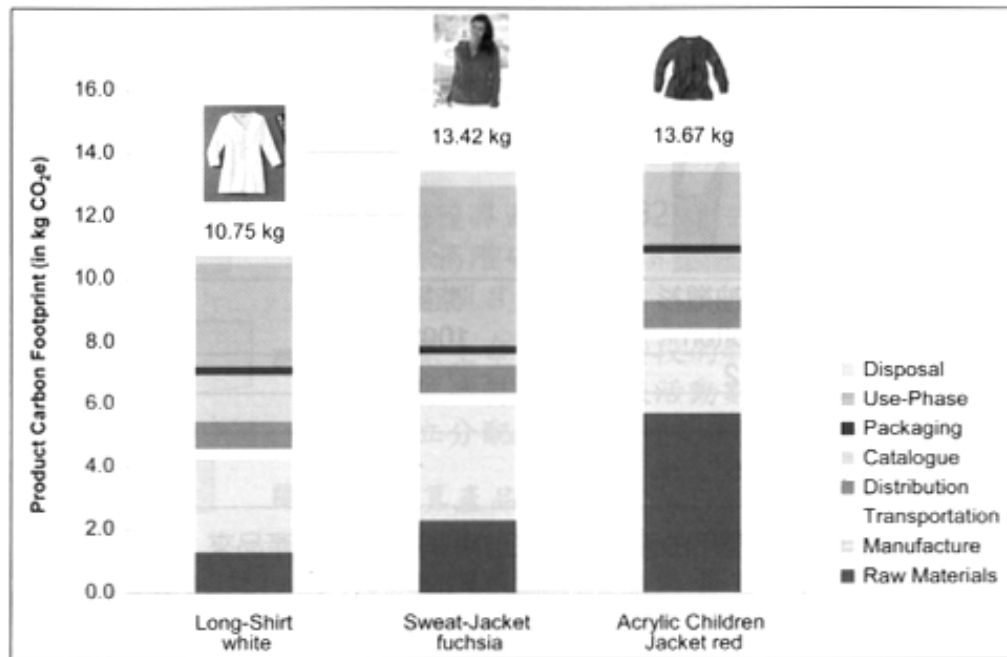


資料來源：同參考文獻 3

圖 5 白色的長袖襯衫生命週期的碳足跡分佈

棉花種植往往需要使用大量的殺蟲劑和農藥，及消耗大量的水資源灌溉，這些對土地、環境無疑都是很大的負擔，圖 6 顯示來自美國的白色的長袖襯衫與南非的紫紅色的排汗夾克

在原料的棉花栽種階段的差異性，即南非棉花栽種的碳足跡遠高於美國。而棉織物產品在消費者使用階段的碳足跡均高於生產製造階段。



資料來源：同參考文獻 3

圖 6 三種產品碳足跡分佈

另外，以棉花和亞克力材質的衣服碳足跡比較，發現天然纖維與人造纖維在原物料階段以人造纖維的碳足跡遠高於天然纖維，因人造纖維在紡絲階段須耗用較多的能源生產所致。

結論

隨著全球減碳議題的熱潮興起，建構低碳生活圈已是全球政府、企業、個人所極需努力的目標。且全球各大品牌商及大企業更要求旗下的供應鏈廠公佈碳排放資料，因此產品碳足跡的驗證需求也將日益增加。目前國內電子業如華碩、奇美、群創等已積極投入碳足跡盤查及驗證，以出口貿易為導向的紡織業也是全球紡織品製造供應鏈中心的一環，在面臨節能減碳與國際貿易的雙重壓力下，惟有更積極進行企業碳管理以生產低碳產品，迎接新時代的挑戰。無論從原物料低碳材料的開發應用、寶特瓶回收 PET 纖維產品的製造、製程的節能改

善、或從供應鏈管理著手降低碳排放，除可達到節能減碳降低成本的目的，並可透過碳足跡標章與消費者作正向的溝通，提升企業的競爭力。

參考文獻

1. Carbon Trust ,Defra and BSI (2008) ,PAS 2050, " Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services" .
2. Carbon Trust ,Defra and BSI (2008), "Guide to PAS 2050: How to Assess the Carbon Footprint of Goods and Services" .
3. Norbert Jungmichel (2009), " The Carbon Footprint of Textiles, Systain Consulting" .
4. 簡光文 (2010) ,〈台灣碳標籤制度之推動規劃〉，行政院環境保護署管考處。