

紡織品及成衣之 永續產品開發與創新

2023年7月

紡拓會 編譯

紡織品及成衣之永續產品開發與創新

目 錄

頁次

概要.....	1
成衣	
Primark和Recover合作開發含回收材料之休閒服系列.....	1
Vollebak 和 Living Ink 合作開發一款使用衍生自藻類之油墨染色的 T 恤衫.....	2
人造皮革材料	
Natural Fiber Welding (NFW) 與全球四大龍頭品牌合作開發使用具氣候適應力之棉花製成的 Mirum 植物基人造皮革材料.....	4
方塊地毯	
Tarkett開發一系列以回收材料製成使用壽命終期時可完全回收再利用的新方塊地毯.....	5
牛仔布	
Advance Denim和Good Earth Cotton合作開發採用"全球最符合道德標準之棉花"製成具可追溯性之系列牛仔布.....	7
羽絨	
Allied Feather+Down開發具可追溯名為RENU:TRACE的可回收再利用羽絨.....	7
染料	
ALBINI_next和Vienna Textile Lab正合作開發微生物染料.....	8
Noyon Lanka開發名為Planetones之天然染料系列.....	9
織物	
Sichuan EM Technology 和FRX Innovations 為英國傢俱市場推出一系列名為Glentham之無鹵素阻燃室內裝飾織物.....	10
纖維	
Genomatica和Aquafil已開始進行植物基聚醯胺6之預商業化生產.....	11
Thai Acrylic Fiber開發使用提取自聚丙烯腈紡織廢料之回收材料再製聚丙烯腈纖維.....	11
Toray Industries (Toray) 開發製造尼龍6.6纖維之100%生物基己二酸.....	12
加工整理劑和表面處理劑	
Alchemie Technology和HeiQ採環保永續製程開發植物基之氣味控制處理劑.....	12
Devan Chemicals (Devan) 開發具過敏原控制特性之名為Purissimo NTL的生物基加工整理劑.....	14
Huntsman Textile Effects開發不含全氟和多氟化合物 (PFCs) 之耐用防水 (DWR) 加工整理劑.....	15
鞋類	
Asics開發一款重量輕且對環保影響很小之運動鞋.....	16
On開發使用提取自碳排放之材料製成的運動鞋.....	17

縫線	
Coats推出名為Eco-B之可生物降解再生聚酯縫線.....	18
可追溯性	
Eastman 和 TextileGenesis 合作將可追溯性技術應用於 Eastman 之 Naia 纖維素紗線和纖維.....	19
紗線	
Ananas Anam開發名為Piñayarn提取自廢鳳梨葉纖維製成之紗線.....	19
Carl Weiske開發名為FLAMEXGREEN之具防火性和環保永續的聚酯紗線.....	20
Renewcell和Eastman合作開發使用Circulose製成之Naia Renew ES紗線.....	21
Valérius 360和Trützschler Group合作開發使用自紡織廢料提取之再生棉紗線..	22

圖目錄

圖1：Primark x Recover運動衫.....	2
圖2：Vollebak和Living Ink之T恤衫.....	3
圖3：Desso Recharge方塊地毯.....	6
圖4：使用Piñayarn製成之織物.....	20
圖5：直接紡紗製程.....	22
圖6：通道式併條製程.....	23

概要

Noyon Lanka開發一系列天然染料，ALBINI_next和Vienna Textile Lab則開發一系列微生物染料。Alchemie Technology和HeiQ開發植物基氣味控制表面處理劑，Devan Chemicals開發生物基過敏原控制加工整理劑，Huntsman Textile Effects開發不含全氟化合物（perfluorinated compounds，PFCs）之DWR加工整理劑。

Toray Industries開發應用於製造尼龍6.6纖維的100%生物基己二酸（bio-based adipic acid），而Genomatica和Aquafil已開始進行植物基聚醯胺6之預商業化生產，以及Thai Acrylic Fiber開發提取自聚丙烯腈紡織廢料之回收材料製成的纖維。Coats推出一系列可生物降解之回收聚酯線，而Carl Weiske則開發防火且具環保永續性的聚酯紗線。Ananas Anam開發使用衍生自廢鳳梨葉之纖維製成的紗線，Valérius 360和Trützschler Group則開發使用提取自紡織廢料之再生棉製成的紗線。Eastman與Renewcell合作開發使用Circulose木漿製成之Naia Renew ES紗線，並與Textile Genesis合作以使其Naia紗線和纖維完全具有可追溯性。Allied Feather+Down開發名為RENU:TRACE的可回收再利用羽絨，具可追溯性，而Advance Denim和Good Earth Cotton則開發具有可追溯性之牛仔布系列。Sichuan EM Technology和FRX Innovations推出一系列無鹵素阻燃室內裝飾織物，而Natural Fiber Welding（NFW）則與全球四大龍頭品牌合作開發，使用具氣候適應能力之棉花製造的Mirum植物基人造皮革材料。

Primark和Recover合作開發含有回收材料之休閒服系列，而Vollebak和Living Ink則合作開發一款使用藻類油墨染色之T恤衫。Asics開發一款重量輕且對環保影響很小之運動鞋，而On則開發使用來自碳排放之材料製成的運動鞋。同時，Tarkett開發一系列以回收材料製成，在使用壽命終期時可完全回收再利用的新方塊地毯。

成衣

Primark和Recover合作開發含回收材料之休閒服系列

位於愛爾蘭Dublin的國際成衣零售商Primark和位於西班牙Alicante之專業製造回收棉纖維的Recover公司合作開發含有回收材料之休閒服系列。

該系列含括T恤衫和運動衫，有多種顏色可供選擇，包括藍色、灰色和粉紅色。

該系列的成衣品項使用了Recover之RBlue產品系列中的RColorBlend紗線製成，其中含有52%來自消費前、消費後和後工業紡織廢料之回收棉。

該紗線還含有48%來自聚對苯二甲酸乙二醇酯（polyethylene terephthalate，PET）塑料瓶廢棄物的回收聚酯。

該紗線不需要染色，因為它的顏色是透過以下方式完成的：

- 自製造紗線之棉紡織廢料中提取的現有著色劑；以及
- 載體纖維（carrier fibre）¹在本例中為再生聚酯纖維—是採用對環保影響較小之方法進行染色的。

圖1：Primark x Recover運動衫



資料來源：Recover

因此，相較傳統紗線之生產，生產該紗線每公斤的能源消耗減少了40千瓦時（kWh），而用水量則減少了7,790公升。

還有，相較傳統紗線之生產，每公斤產生的二氧化碳排放量也減少了近14公斤。

此外，RColorBlend紗線已獲全球回收標準（Global Recycled Standard，GRS）²認證。透過認證可獲紗線原材料的真實性，還驗證紗線符合環保和社會標準相關的嚴格標準。

該系列是作為Primark Cares策略之一部分而開發的，該策略旨在：

- 增加公司生產之含有回收材料的成衣數量；以及
- 讓環保永續性之時尚更實惠。

Vollebak和Living Ink合作開發一款使用衍生自藻類之油墨染色的T恤衫

位於英國倫敦的成衣製造商Vollebak和位於美國科羅拉多州Berthoud之生物材料公司Living Ink，合作開發一款使用衍生自藻類的油墨染色之T恤衫。

¹ 載體纖維（carrier fibre）是一種較長之纖維，其強度足以支撐自廢棄物中回收之較短的和較弱的纖維。

² 全球回收標準（Global Recycled Standard，GRS）驗證最終產品：含有至少20%之回收材料；製造時對環保之影響最小；製造時尊重工人之權益和健康；並且對最終消費者是安全的。GRS為位於美國德克薩斯州Lamesa的非營利組織Textile Exchange所擁有，該組織致力於促進紡織品和成衣供應鏈之環保永續性。

該T恤衫含有80%有機棉和20%SeaCell—是由Smartfiber³開發的一款lyocell纖維。

圖2：Vollebak和Living Ink之T恤衫



資料來源：Vollebak

SeaCell是利用桉樹漿（eucalyptus pulp）和褐藻（brown algae）—一種被稱為多節海草（knotted wrack）之海藻—製成的。

該樹漿來自環保永續管理之森林，而藻類則是在冰島的北大西洋峽灣收成的，它們在該處生長茂盛。

這款T恤衫採用由Living Ink耗時五年研發而成之藻類油墨（Algae Ink）進行染色。

值得注意的是，該T恤衫是第一件使用這款油墨來染色之成衣。

開發這款T恤衫歷時六個月。在此期間，Vollebak進行各種實驗室測試，以便能成功地為該T恤衫染色。

其測試檢測了不同的織物成分、染色溫度和顏料濃度。

傳統的黑色油墨是使用提取自不可再生之石油基材料中的炭黑顏料製成。

相較之下，Algae Ink則是傳統黑色油墨之一款環保永續替代品，因為它含有衍生自可再生資源的海藻黑（Algae Black）顏料。

這款顏料利用食品工業之副產品製成。尤其是，它來自廢棄之螺旋藻（spirulina）—一種通常作為食品著色劑的藻類。

該廢棄螺旋藻由Earthrise Nutritionals⁴提供Living Ink之工廠，並在那裡進行熱處理。

³ Smartfiber 是總部位於德國 Rudolstadt，是一家專業生產高功能性纖維之公司。

⁴ Earthrise Nutritionals 是位於美國加利福尼亞州 Imperial County 之螺旋藻生產商。

然後再使用專有技術將該材料轉化為顏料，此技術能將其研磨成一微米（micron）⁵大小的顆粒。

然後將顏料與水性基黏合劑結合得以製造Algae Ink。

該顏料被認為具"碳匯（carbon sink）"功能，因為它在其整個生命週期內積累和儲存了二氧化碳（CO₂）。

尤其是，該螺旋藻自大氣中吸收大量的二氧化碳，除非它分解，否則不會將二氧化碳釋放回大氣中。

事實上，製造該顏料之螺旋藻可防止其達到分解點，因此，它所吸收的CO₂仍會保留在該顏料中。

該T恤衫之色彩有點像褪色之黑色，不過，放眼未來，Vollebak和Living Ink希望推出色彩更濃厚的黑色T恤衫。據說這涉及進一步縮小其顏料內之微粒的尺寸。

人造皮革材料

Natural Fiber Welding (NFW) 與全球四大龍頭品牌合作開發使用具氣候適應力之棉花製成的Mirum植物基人造皮革材料

Natural Fiber Welding (NFW) 是總部位於美國伊利諾州，專業開發和製造環保永續性材料Peoria的公司，其已與四個全球龍頭品牌合作開發使用具氣候適應力之棉花（Climate Beneficial cotton），並製成的Mirum人造皮革材料。

參與合作之四個品牌是：

- Allbirds—總部位於美國加利福尼亞州舊金山之環保永續功能性成衣公司；
- Pangaia—總部位於英國倫敦之材料科學和成衣公司；
- Reformation—總部位於美國加利福尼亞州Vernon之高級女裝品牌；以及
- Stella McCartney—總部位於英國倫敦之奢華時尚品牌。

Mirum是一種衍生自植物之人造皮革材料。該材料被描述為"生物製造的（biofabricated）"材料，而且它不含任何合成黏合劑，如聚氨酯（polyurethane，PU）或聚氯乙烯（polyvinyl chloride，PVC）。

此外，以Mirum製成的產品在達使用壽命終期時，可被回收再利用並使用於製造新的Mirum材料，為循環經濟（circular economy）⁶作出貢獻。

⁵ 一微米（micron）等於 10⁻⁶ 米，即百萬分之一米。

⁶ 循環經濟（circular economy）是一種經濟系統，涉及再利用、共享、修復、翻新、再製造和回收，以創建一個閉環系統，最大限度地減少碳排放、污染、投產資源之使用和產生廢棄物。

Mirum現有的有機棉背襯（backing）是一款更具環保永續之替代品。

該背襯將使用具氣候適應能力之棉花（Climate Beneficial cotton）—一款由加州棉花與氣候聯盟（California Cotton & Climate Coalition, C4）生產的可追溯和再生之作物（traceable and regenerative crop）⁷製成。

C4由Fibershed⁸領導，它與美國加利福尼亞州Central Valley之農民合作，使用有助恢復土壤中之二氧化碳（CO₂）的農業方法來生產棉花。

這樣的方法：

- 避免使用合成肥料、除草劑和殺蟲劑；
- 避開耕地（tillage）⁹；
- 使用多種覆土作物（cover crops）¹⁰；以及
- 透過羊隻吃覆土作物來運用動物融合（animal integration）。

恢復土壤中的二氧化碳尤為重要，因為可改善土壤之如下特性：

- 結構；
- 蓄水能力；
- 自然的肥沃度；以及
- 二氧化碳吸收率。

成功復原二氧化碳之土壤能更好地抵擋乾旱和防禦氣候侵蝕，而且有助減緩氣候變化的速度。

作為該合作的結果，這四個品牌將開發使用Climate Beneficial棉花製成之Mirum產品。

品牌團隊希望此類產品之開發將有助推動材料革命，並鼓勵紡織和成衣產業採用循環與再生技術。

方塊地毯

Tarkett開發一系列以回收材料製成使用壽命終期時可完全回收再利用的新方塊地毯

Tarkett—是一家總部位於法國巴黎，專業從事環保永續鋪地產品的公司—開發一系列新的方塊地毯，這些方塊地毯使用回收材料製成，在其使用壽命終期時可完全回收再利用。

⁷ 再生作物（regenerative crop）是那些以提升環保之方式種植的作物。種植這些作物被認為：肥沃作物生長之土壤；改善生物多樣性；增加自大氣中吸收之二氧化碳（CO₂）量，並產生比傳統作物更高的收成更頻繁的產量。

⁸ Fibershed 是位於美國加利福尼亞州 San Geronimo 專業開發環保永續纖維之公司。

⁹ 耕地（tillage）是一種準備土壤的過程，透過機器攪動讓土壤通氣、施用糞肥和肥料、消滅害蟲、根除雜草。然而，耕地被認為會促進土壤侵蝕。這是因為它會去除土壤覆蓋物質，增加土壤中之微生物失衡的風險，並且向空氣中釋放碳。

¹⁰ 覆土作物（cover crops）是種植在作物之間並覆蓋土壤之植物，而不是為了收割而種植。覆土作物有助控制土壤侵蝕、土壤肥沃度、土壤品質、水、雜草、害蟲、疾病、生物多樣性和野生動物。

此外，該方塊地毯的環保永續資歷已根據搖籃到搖籃認證（Cradle to Cradle Certified）標準¹¹得到了證明。

該新系列包括Desso Recharge方塊地毯和Desso Retrace方塊地毯，它們已作為Tarkett之Desso Origin系列的一部分推出市場。

這些方塊地毯由一疊使用了Aquafil生產之Econyl聚醯胺紗線製成，Aquafil是位於義大利Trento的聚醯胺製造商。Econyl是使用衍生自回收廢棄物中之材料製成，因此被認為比傳統聚醯胺更具環保永續性。

這些方塊地毯還包括了使用聚酯製成之主背襯和使用EcoBase製成的輔助背襯，其中含有80%回收材料。

根據Tarkett表示，Desso Origin方塊地毯製程中的碳足跡至少比其競爭對手低六倍。

此外，在開發該方塊地毯時，Tarkett採用以循環經濟原則為基礎的方法。

這些方塊地毯經專業設計，可容易地拆卸成基本組件，所以材料得以便於回收並製造新的方塊地毯。

因此，為Tarkett之ReStart回收計畫，該公司藉此重新利用鋪地材料產業產生之各種廢棄材料。

這些材料包括：

- 安裝後之油氈和乙烯基邊角料；
- 消費後之鎖扣（click）或免膠（Loose lay）乙烯基鋪地材料；以及
- 消費後之地毯鋪地材料。

這些材料在Tarkett遍佈全球的九個專用回收中心進行分類、檢查和清洗，以去除雜質。然後將這些材料回收成原材料，以製造新的Tarkett產品。

圖3：Desso Recharge方塊地毯



資料來源：Tarkett

¹¹ 搖籃到搖籃認證（Cradle to Cradle Certified）標準由搖籃到搖籃產品創新研究機構（Cradle to Cradle Products Innovation Institute, C2C）–在美國加利福尼亞州舊金山開展業務之非營利組織–管理。為獲得搖籃到搖籃認證，產品必須符合如下相關方面的嚴格標準：材料健康，涉及產品中每種材料之化學成分；材料再利用，涉及使用可重複使用或回收再利用的材料；可再生能源和碳管理，涉及在製程中使用可再生能源；社會公平，涉及工作環境；以及與廢水之評量有關的水管理工作。

牛仔布

Advance Denim和Good Earth Cotton合作開發採用"全球最符合道德標準之棉花"製成具可追溯性之系列牛仔布

位於中國大陸廣東之牛仔布工廠Advance Denim和位於澳洲New South Wales的棉花生產商Good Earth Cotton合作開發採用"全球最符合道德標準之棉花(earth's most ethical cotton)"製成具可追溯之系列牛仔布。

特別值得一提的是，該系列採用Good Earth Cotton—一種被認為是負碳排放(carbon negative)之棉花—製成。

種植棉花吸收的二氧化碳(CO₂)多於排放之二氧化碳。尤其是，種植棉花的土壤吸收之二氧化碳也多於其產生的二氧化碳。

還有，種植Good Earth Cotton的棉花比種植傳統棉花更有效地利用土地。尤其是Good Earth Cotton之棉花生產，平均每公頃產出14包(bales)¹²棉花，位居世界高產量之列。

此外，據說使用Good Earth Cotton來製造紡織品比使用傳統棉花來得更省時。

這是由於Good Earth Cotton的雜質更少，因而所需要之清理程序更少。

除使用Good Earth Cotton製作布料，該系列牛仔布還使用了BioBlue Indigo—一款在染色過程中未使用有毒化學物質的染料—來染色。

尤其是，該染料可自粉末轉化為液體形式，無需使用亞硫酸氫鈉(sodium hydrosulfite)—一種高度易燃之化學品，在傳統牛仔布染色過程會因此化學品產生有毒廢水。

還有，該系列採用Advance Denim BigBox染色製程來進行染色。

該製程能達到傳統牛仔布之洗滌週期和極佳的色彩一致性，而且同時，相較傳統牛仔布之染色製程，其耗水量減少了95%。

此外，該系列的牛仔布料採用FibreTrace技術，可應用於識別織物製造過程纖維之來源。

因此，客戶也可透過供應鏈來追溯織物。

羽絨

Allied Feather+Down開發具可追溯名為RENU:TRACE的可回收再利用羽絨

Allied Feather+Down是總部位於美國加利福尼亞州Montebello專業供應永續性來源羽絨之公司，其開發名為RENU:TRACE的可回收再利用羽絨，具可追溯性。

¹² 一包(bale)棉花的標準重量約為500磅(227公斤)。

據稱，這款羽絨是同類產品中首款符合責任羽絨標準(Responsible Down Standard, RDS)¹³之可回收再利用羽絨。

該標準確保其依據道德動物福利標準 (ethical animal welfare standards) 對羽絨來源之農場進行審核。

尤其是，它確保羽絨供應鏈中的鳥類—即鵝和鴨—擁有良好之生活品質，不會遭受不舒適、強迫餵食、飢餓和乾渴，以及疼痛、傷害或疾病。

符合標準的羽絨會被發配一個批號，藉此可沿著其供應鏈來進行追溯。

Allied Feather+Down希望利用RDS羽絨之可追溯性，將其應用於製造RENU:TRACE。

尤其是，Allied Feather+Down正在全球尋找與該公司合作的夥伴，並使用RDS羽絨來製造其產品—包括床上用品、夾克和睡袋。

Allied Feather+Down希望將合作夥伴公司產品使用之RDS羽絨，重新再使用於製造其RENU:TRACE。

Allied Feather+Down將透過其合作夥伴公司的產品上附加吊牌 (hangtags) 來達到此一目標。該吊牌將向客戶提供如何在產品使用壽命終期時，將其退回Allied Feather+Down之使用說明。

為了生產RENU:TRACE，Allied Feather+Down將自退回之產品中提取羽絨，並使用名為Durawash的專有工序對其進行清潔。

與傳統之羽絨清潔工序不同，Durawash能在不使用刺激性化學品的情況下，去除回收羽絨中之雜質。

而且，由於Durawash不需使用刺激性化學品，因此該工序生產出來的羽絨品質高於傳統羽絨。

通常，傳統之羽絨清潔工序需使用會損壞羽絨的漂白劑。尤其是，其羽絨會失去蓬鬆度、變脆、易成團並迅速降解。

染料

ALBINI_next和Vienna Textile Lab正合作開發微生物染料

位於義大利Albino之創新中心ALBINI_next¹⁴和位於奧地利維也納的生物技術公司Vienna Textile Lab正合作開發微生物染料。

¹³ 責任羽絨標準 (Responsible Down Standard, RDS) 為紡織交易所 (Textile Exchange, TE) —一家位於美國德克薩斯州 Lamesa 之非營利組織—所擁有，其宗旨是為了促進紡織品和成衣供應鏈的環保永續性。

¹⁴ ALBINI_next 為 Albini Group 所擁有，該公司位於義大利 Albino，是歐洲最大的襯衫織物製造商。

此次合作得到材料創新實驗室(Material Innovation Lab, MIL)之支持,該實驗室是Kering—位於法國巴黎的奢華時尚集團—旗下之創新中心。

尤其是,該染料將使用含Vienna Textile Lab微生物彩色顏料之溶液來進行開發。

這款顏料使用提取自天然細菌形式的微生物之有機材料製成。

這些染料的開發是為了使用於棉花和其他天然纖維的著色。

該兩家公司希望染料將有助為紡織業提供環保永續之替代品,以替代不良的合成染料。

Noyon Lanka開發名為Planetones之天然染料系列

Noyon Lanka是位於斯里蘭卡Malwana生產經編花邊的公司,它開發名為Planetones之天然染料系列。

該染料使用水果和植物中的天然色素製成,即:

- 胭脂樹 (achiote)¹⁵; 以及
- 蔓越莓 (cranberries)。

這些染料有32種色調可供選擇,這些色彩在使用天然來源製成之染料中通常是找不到的。

該染料之開發是為了支持該公司減少對環保影響的承諾,並確保它們100%可生物降解。

此外,相較使用合成染料著色的產品,使用該染料著色之產品的耗水量減少32%,能源消耗量減少了15%。

據知該染料提供的上色水準可與合成染料媲美。

尤其是,當該染料應用於織物時,它們提供了85%~95%之色彩匹配度,並具極佳的耐光色牢度。而且該染料之色彩在每個批次之間可保持一致。

該染料經認證符合:

- 藍色標誌系統 (bluesign system)¹⁶;
- 生態染料標準 (Eco Dye Standard)¹⁷; 以及

· ZDHC 製造限用物質清單 (ZDHC Manufacturing Restricted Substances List, ZDHC MRSL)¹⁸。

¹⁵ 胭脂樹 (achiote), 也稱為紅木 (Bixa orellana), 是一種灌木, 在覆蓋其種子之蠟質假種皮中含有胭脂樹橙 (annatto)。胭脂樹橙是一種天然的橙紅色著色劑和香料。

¹⁶ 藍色標誌系統 (bluesign system) 是由瑞士機構藍色標誌科技公司 (bluesign technologies) 開發的, 其為整個紡織供應鏈—自原材料供應到零售分銷—訂定了環境、健康和 safety (environmental, health and safety, EHS) 之標準。它保證生產鏈中使用之所有元件和製程對人類和環境都是安全的。

¹⁷ 生態染料標準 (Eco Dye Standard) 由位於荷蘭鹿特丹之認證機構 Control Union 授予。

¹⁸ ZDHC 生產限用物質清單 (ZDHC Manufacturing Restricted Substances List, ZDHC MRSL) 由 ZDHC 基金會零路線圖計畫 (ZDHC Foundation Roadmap to Zero Programme) 監督。零路線圖計畫包括 150 多個簽署品牌、價值鏈分支機構和聯營公司之共同合作, 其目的是為了消除供應鏈中有害化學物質的使用, 並減少時尚和紡織產業之化學品足跡。

該染料已商業性規模地投放於兩個龍頭歐洲時尚品牌的產品製程。

展望未來，Noyon Lanka希望將染料分銷至其他供應鏈之合作夥伴，以製造鬆緊帶、織物和其他配件之染色。

織物

Sichuan EM Technology和**FRX Innovations**為英國傢俱市場推出一系列名為**Glenthams**之無鹵素阻燃室內裝飾織物

Sichuan EM Technology和**FRX Innovations**將一系列名為**Glenthams**的無鹵素阻燃室內裝飾織物引入英國傢俱市場。

Sichuan EM Technology是總部位於中國大陸綿陽之開發和生產絕緣材料、功能性聚合物及相關精細化工產品的公司。

FRX Innovations是位於美國馬薩諸塞州**Chelmsford**，致力於開發具環保永續性阻燃化學品之公司。

於英國實施了禁止在回收傢俱中使用持久性有機污染物—例如鹵化阻燃劑等—的法規後，這兩家公司推出了該系列產品。

Glenthams系列之織物採用含磷量很高—百萬分之22,000—的改性聚酯纖維製成，並且它們表現出高抗表面引燃性（**surface ignition**）和稜邊引燃性（**edge ignition**）。

尤其是，該織物符合相關之嚴格的英國防火標準（**British fire standard**）¹⁹。

同時，它們是：

- 透氣的；
- 抗磨損的；以及
- 觸感舒適的。

該織物提供了與羊毛、棉或黏膠纖維之聚酯混紡織物。

應用於製造織物的阻燃劑名為**Nofia**，它是**FRX Innovations**開發的產品。

重要的是，該阻燃劑據稱是唯一能以高含量摻入聚酯纖維的無鹵素阻燃劑。

此外，該織物在多次洗滌後仍具阻燃性。

根據英國之法規，軟墊傢俱必須能抵抗香煙和諸如由火柴產生等小火焰的點燃。

¹⁹ 英國防火標準（**British fire standard**）**BS 5852:2006** 第 1 部分：透過無焰悶燃和火焰點火評估軟墊座椅之可燃性的測試方法（**Methods of test for assessment of the ignitability of upholstered seating by smouldering and flaming ignition**）。

為滿足這些需求，在英國使用之大多數室內裝飾織物皆經過鹵素阻燃劑處理，如前所述，鹵素阻燃劑是一種持久性有機污染物。

但自2023年1月1日起，此類化學品必須作為化學廢棄物處理。

因此，經由它們處理過的傢俱必須焚化掉，不能再送往垃圾掩埋場。

纖維

Genomatica和Aquafil已開始進行植物基聚醯胺6之預商業化生產

位於美國加利福尼亞州聖地亞哥生產中間產品（intermediate）和基礎化學品的公司Genomatica及其長期合作夥伴Aquafil—位於義大利Trento之聚醯胺紗線生產商—正在使用植物基前體細胞（plant-based precursors）進行聚醯胺6的預商業化規模（pre-commercial scale）生產。

Genomatica開發一種製程，其可利用植物基材料製成之可再生成分，來製造己內醯胺（caprolactam）—生產聚醯胺6的關鍵成分，而不是以聚醯胺產業傳統使用之原油衍生材料製成。

Genomatica與Aquafil已合作生產數噸首批植物基己內醯胺。此外，這兩個合作夥伴將其轉化為聚醯胺6，目前正在將該聚醯胺6轉化為生產地毯之紗線、其他紡織品和工程塑料。他們相信這個製程將有助確定未來商業化工廠的最終規劃。

Genomatica還在與總部位於日本東京之旭化成公司進行試驗，該公司在化學、電子和纖維領域開展業務，包括使用生物基中間產品來製造聚醯胺6.6。該聚醯胺6.6將應用於生產汽車和電子產業用組件，以及製造安全氣囊的紗線。

目前，旭化成使用源自化石燃料之六亞甲基二胺（hexamethylenediamine，HMD）生產名為Leona的具耐熱性和剛硬性（rigid）之聚醯胺6.6。

透過與Genomatica的合作，旭化成獲得優先使用Genomatica正在開發之第一批生物基HMD的權利，旭化成將評估使用這款生物基HMD來作為其聚醯胺6.6聚合技術之原料。

2021年8月，總部位於加拿大不列顛哥倫比亞省溫哥華的運動成衣製造商lululemon athletica（lululemon）在當月投資了Genomatica後透露，他們計劃在其成衣製造中使用生物基聚醯胺來代替傳統聚醯胺。

Thai Acrylic Fiber開發使用提取自聚丙烯腈紡織廢料之回收材料再製聚丙烯腈纖維

Thai Acrylic Fiber—位於泰國曼谷之聚丙烯腈纖維供應商，隸屬於Aditya Birla Group²⁰—開發一款提取自聚丙烯腈紡織廢料中的回收材料製成聚丙烯腈纖維。

該纖維名為Regel，在泰國Saraburi之Thai Acrylic Fiber製造工廠生產。

²⁰ Aditya Birla Group 是總部位於印度孟買之跨國企業集團。

該纖維含50%的原始聚合物和50%之再生材料，這些材料來自消費前、消費後和加工中的聚丙烯腈紡織廢料。

通常，聚丙烯腈纖維是使用對環保有害之石油基材料製成的。這是因為此類材料是使用不可再生資源—包括原油（crude oil）—製成的，這些資源很稀缺，但它們仍在繼續被開採。

Regel纖維之製造較少依賴此類材料，因此它被認為更具環保永續性。事實上，該纖維已獲全球回收標準（GRS）認證。

此外，由於這款纖維需採用回收材料，其製造有助解決業界紡織廢料的問題，否則這些廢料將被焚化或送往垃圾掩埋場。

由於該纖維除含回收材料外，還含有原生聚合物，據知可提供與傳統聚丙烯腈纖維相同水準之功能性。

而且，據說Regel還為此纖維提供了舒適性、色牢度和保暖性等附加功能。

Toray Industries (Toray) 開發製造尼龍6.6纖維之100%生物基己二酸

Toray Industries (Toray) 一家總部位於日本東京的化學公司—開發製造尼龍6.6纖維之100%生物基己二酸（adipic acid）。

這款生物基己二酸是同類產品中的首創，由不可食用生物質（inedible biomass）中之糖類可再生資源製成。因此，它被認為是傳統己二酸之環保永續替代品，傳統己二酸源自於不可再生資源，即石油。

在生物基己二酸的製造過程中，不可食用生物質之糖類經微生物發酵過程，然後再使用反滲透分離膜來進行純化。

該製程被認為是高效節能的，並與傳統己二酸之生產不同，不會導致溫室氣體一氧化二氮（dinitrogen monoxide，即氧化亞氮<nitrous oxide>）的排放。

生物基己二酸之開發是提高尼龍6.6生產達環保永續至關重要之一步。

而這一點之所以被認為特別重要，是因為尼龍6.6的產量很大，而且由於尼龍6.6具高水準之強力和硬度，因此商品應用範圍廣泛。

Toray正使用其生物基己二酸測試尼龍6.6的聚合反應（polymerisation）。

此外，它正在開發一種自作物殘餘物，以及其他不可食用植物資源中生產糖的製程，將可使用於生產其生物基己二酸。

加工整理劑和表面處理劑

Alchemie Technology和HeiQ採環保永續製程開發植物基之氣味控制處理劑

Alchemie Technology和HeiQ合作開發名為HeiQ Life的植物基氣味控制處理劑，該表面處理劑採用環保永續之製程。

Alchemie Technology是英國劍橋專業從事紡織品染整的公司。HeiQ則是位於瑞士蘇黎世主要開發和製造創新紡織染化之公司。

該表面處理劑已開發並應用於製造家用紡織品和成衣。

該表面處理劑具天然和可再生資源提供的固有氣味控制特性。

尤其是採用提取自胡椒薄荷（mentha piperita）植物中之薄荷油製成。

該油含薄荷醇（menthol）的活性成分，將其應用於織物時，可有效抑制與織物表面接觸之異味微生物生長。

因此，經過處理的織物製成之物品可保持更長時間的潔淨。

相對的，這些物品不需要像傳統織物製成之物品那樣頻繁地洗滌。

這有助在物品生命週期內節約能源和水，因此，含有HeiQ Life之物品比未含有HeiQ Life的物品更具環保永續性。

這款表面處理劑非常耐用，據HeiQ表示，它在多達50個洗滌週期內仍然維持有效。

該表面處理劑可應用於所有類型之織物，包括使用天然纖維、合成纖維和混紡製成的織物，並且它可與其他紡織品整理劑如柔軟劑、芯吸劑和冷卻處理劑相容。

此外，該表面處理劑經認證符合：

- 藍色標誌系統（bluesign system）；
- Standard 100 by Oeko-Tex²¹；以及
- ZDHC生產限用物質清單（ZDHC MRSL）。

該表面處理劑可使用現有之加工整理製程進行施用，包括浸染加工整理（exhaust finishing）²²和軋染加工整理（pad finishing）²³。

此外，它還可使用一種名為Novara的環保永續製程進行應用，該製程由Alchemie Technology率先推出。

Novara是一項精密之數位加工整理製程，其可在織物單面應用HeiQ Life而無需人工接觸。

使用該製程，織物經受高速射流–其以二維（two-dimensional，2D）圖案化方法來施加處理劑。

²¹ Standard 100 by Oeko-Tex 認證產品不含有害物質。該標準可於生產過程的任何階段測試原材料、中間產品和最終用途產品。

²² 浸染加工整理（exhaust finishing）是一種分批處理製程，其中某種物質（如整理劑）被浸入處理液中的紡織材料選擇性地吸附。

²³ 軋染加工整理（pad finishing）是以液體或糊狀物浸漬基材，然後擠壓–通常是讓基材透過輾隙（nip）–以便在基材上留下特定數量之液體或糊狀物。

該製程能比傳統的軋染加工整理更均勻地施加處理劑，並達更高品質之水準。事實上，它還能以比傳統軋染加工整理高20倍的濃縮度來施加處理劑。

此外，該製程比傳統軋染加工整理製程消耗的能源少84%，耗水量少92%。

根據Alchemie Technology進行之研究顯示，Novara每處理一公斤織物僅消耗0.4千瓦時能源和0.06公升水。這代表傳統軋染加工整理的巨大改進，傳統軋染加工整理每千克織物處理消耗多達2.6千瓦時能源和0.8公升水。

Devan Chemicals (Devan) 開發具過敏原控制特性之名為Purissimo NTL的生物基加工整理劑

位於比利時Ronse的特種化學品供應商Devan Chemicals (Devan) 開發具過敏原控制特性之名為Purissimo NTL的生物基加工整理劑。

該加工整理劑於2023年1月10日至13日在德國法蘭克福舉行的2023年度Heimtextil展覽推出，這是全球最大家用紡織品的國際貿易展覽會。

Purissimo NTL是一款天然的過敏原控制加工整理劑，其有助紡織品遠離引起過敏之物質，包括塵蟎、寵物皮屑 (pet dander)²⁴和花粉 (pollen)。

該加工整理劑適用於處理家用紡織品，如床上用品、地毯、窗簾、羽絨被、床墊、枕頭和室內裝飾織物。

也可應用於醫院、圖書館、學校、交通工具等公共場所之紡織品處理。

該加工整理劑結合含非活性益生菌 (probiotic bacteria)²⁵的微膠囊。

當微膠囊之外殼破裂時—例如摩擦—益生菌就會被釋放並開始吸收空氣中的水分。

然後，該活性益生菌會消耗含有過敏原之有機物。

因此，患有哮喘或其他呼吸道過敏症之人，在使用經加工整理後的紡織品，過敏反應將變得輕微或沒有過敏反應。

Purissimo NTL非常耐用。事實上，據說其過敏原控制特性在多達30次洗滌週期後仍維持有效。

此外，該加工整理劑是Devan於2010年推出之原始Purissimo的生物基版本。Devan之原始Purissimo被微膠囊化在不可生物降解的聚合物殼中。相較之下，Purissimo NTL則被微膠囊化在含97%生物基之聚合物殼中。

²⁴ 寵物皮屑 (pet dander) 由極微小的皮膚斑點組成。

²⁵ 益生菌 (probiotic bacteria) 是活的天然微生物，可改善腸道健康，常見於優酪乳中。

此外，根據經濟合作與發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development，OECD）²⁶的測試編號301B：快速生物降解性（Ready Biodegradability）——一種使用二氧化碳（CO₂）釋放來測量生物降解性之有氧生物降解測試，Purissimo NTL被認為是可生物降解的。

另，該加工整理劑符合Standard 100 by Oeko-Tex，證明不含有害物質。

Huntsman Textile Effects開發不含全氟和多氟化合物（PFCs）之耐用防水（DWR）加工整理劑

位於新加坡的染料和化學品供應商Huntsman Textile Effects開發一款不含全氟和多氟化合物（perfluorinated and polyfluorinated compounds，PFCs）²⁷之耐用防水（durable waterrepellent，DWR）加工整理劑。

該加工整理劑名為Phobotex R-ACE，已開發來製造：

- 日常穿著；
- 極限運動成衣；以及
- 高功能性戶外成衣。

據說該加工整理劑非常耐用，即使經過反覆洗滌，其機能性仍維持有效。

關於纖維類型，該加工整理劑可施用於使用天然纖維、合成纖維或使用混紡纖維製成之織物。

關於施用方法，該加工整理劑可使用傳統的樹脂加工整理方法來施加。

當該加工整理劑施於織物時，它可提供防雨和防濺之防護。也可避免各種污漬的附著，尤其是咖啡、果汁、番茄醬和污泥。

根據Huntsman Textile Effects表示，與使用不含PFCs的其他DWR加工整理劑相較，使用該加工整理劑可確保更少之化學物質轉移到織物上。

此外，當施用於織物時，該加工整理劑不會影響織物之固有特性。尤其是，該織物保持透氣性並維持其柔軟觸感。

²⁶ 經濟合作與發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development，OECD）是總部設在法國巴黎之全球政策論壇。

²⁷ 全氟和多氟化合物（perfluorinated and polyfluorinated compounds，PFCs）是將碳氟化合物（fluorocarbons）——通常是聚四氟乙烯（polytetrafluoroethylene，PTFE）——施用於織物和成衣上以使其具防水和防油特性之過程中的副產品。PFCs 在環境中非常穩定，具生物累積特性，這意味著它們會在人體內積聚，並可能對人體的健康造成危害。PFCs 已被歸類為足以干擾人類內分泌干擾化學品（endocrine disrupting chemicals，EDCs）。

此外，與透過不含PFCs的典型DWR加工整理劑作處理之織物不同，透過該加工整理劑處理的織物不會苦於遭受到：

- "樹脂痕 (chalk marks)"；或
- 縫線滑脫 (seam slippages)。

該表面處理劑不僅不含PFCs，而且也不含甲醛 (formaldehyde)。

該表面處理劑具多項環保永續證書，符合：藍色標誌系統 (bluesign system)；Standard 100 by Oeko-Tex；以及ZDHC生產限用物質清單 (ZDHC MRSL)。

該加工整理劑作為Huntsman Textile Effects之High IQ Repel計畫的一部分，該計畫是一項品質和功能性保證計畫，其目的在協助工廠和品牌開發可防雨和防污漬之環保永續成衣產品。

該計畫涵蓋三個不同的績效水準，即：

- High IQ Repel Everyday—適用於製造校服、休閒服、運動休閒成衣和職業服裝之織物；
- High IQ Repel Extreme—適用於製造攀爬、登山、雪地運動等戶外服裝之織物；以及
- High IQ Repel Outdoor—適用於製造騎自行車、打高爾夫球、遠足、跑步和徒步旅行等活動之戶外服裝的織物。

鞋類

Asics開發一款重量輕且對環保影響很小之運動鞋

總部位於日本神戶的運動成衣公司Asics開發一款重量輕且對環保影響不大之運動鞋。

該運動鞋經過十年的開發，以GEL-LYTE III CM 1.95為名銷售。

該運動鞋是與位於美國馬薩諸塞州Cambridge之麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 於2010年合作開發的。

作為其合作之一部分，Asics開發一個生命週期評估 (life cycle assessment, LCA) 的架構，該架構確定該運動鞋生命週期之四個階段，即：

- 運動鞋之製造；
- 運動鞋之運輸；
- 運動鞋之使用；以及
- 運動鞋之使用壽命終期。

由於開發該LCA架構，Asics能測量其產品生命週期排放的二氧化碳當量 (carbon dioxide equivalent, CO₂e)²⁸。

²⁸ 二氧化碳當量 (carbon dioxide equivalent, CO₂e) 是衡量溫室氣體排放量之指標，考慮二氧化碳 (CO₂) 和其他溫室氣體，例如水蒸氣、甲烷 (methane, CH₄)、一氧化二氮 (nitrous oxide, N₂O) 和氯氟烴 (chlorofluorocarbons, CFCs)。CO₂e 允許其他溫室氣體排放根據其相對的全球暖化潛能值 (global warming potential, GWP) 以 CO₂ 表示。例如，CO₂ 之 GWP 為 1，而 CH₄ 的 GWP 約為 25 (在 100 年之時間範圍內)。因此，排放 1 噸 CH₄ 的 GWP 相當於排放 25 噸 CO₂。

尤其是GEL-LYTE III CM 1.95運動鞋在其生命週期內僅產生1.95千克之CO₂e排放量。

由於採用環保永續材料，該運動鞋對環保的影響很小。

具體來說，該運動鞋之中底（midsole）和鞋墊（sock lining）採用名為SEPTON BIO系列的生物基泡棉製成，該系列為總部位於日本東京之專業生產化學品的Kuraray公司所生產。

該泡棉含80%之生物基單體，名為β-法尼烯（beta-farnesene），它衍生自發酵甘蔗。

此外，該運動鞋的鞋面和覆蓋運動鞋鞋墊之網布，均採用再生材料製成的聚酯。且組件皆採用環保永續製程進行染色。

該運動鞋之開發是 Asics承諾2050年淨零排放（net-zero emissions）的一部分。

On開發使用提取自碳排放之材料製成的運動鞋

位於瑞士蘇黎世之運動服公司On開發一款使用提取自碳排放的材料製成之運動鞋。

開發該運動鞋歷時五年，並以Cloudprime為名銷售。

該鞋款成為替代使用石油基材料運動鞋之環保永續替代產品。

尤其是，這款運動鞋採各式環保永續材料製造。

例如，該運動鞋的中底使用名為CleanCloud之EVA（乙烯醋酸乙酯<ethylene vinyl acetate>）泡棉材料，這款材料本身就是利用碳排放來製造的。

該材料之開發是與如下機構共同合作的結果：

- LanzaTech，位於美國伊利諾伊州Skokie之公司，該公司結合了基因工程、人工智能，以及機械和化學工程的開發，其在生產化學品之過程中吸收碳而不是排放碳；
- Borealis，總部位於奧地利維也納生產塑料之公司；以及
- Technip Energies，總部位於法國巴黎專業從事能源轉型之工程和技術公司。

LanzaTech之技術能在場域排放氣體到大氣之前，即可捕獲一氧化碳排放物。

被捕獲之排放物來自：

- 工業來源，例如鋼鐵廠；以及
- 垃圾掩埋場。

排放物一旦被捕獲，就會進入專利的發酵過程，該過程使用特選之天然細菌。

在此過程中，排放物被轉化為乙醇（ethanol），這類似於傳統酒精生產的過程。

一旦轉化，乙醇就會被Technip Energies脫水處理以產生乙烯（ethylene）。

然後，Borealis再將乙烯聚合成小固體塑料顆粒形式之EVA。

然後將該顆粒提供給On，而On將它們轉化為CleanCloud泡棉，並製造Cloudprime運動鞋。

該運動鞋的外底採用Novoloop生產之熱塑性聚氨酯（thermoplastic polyurethane，TPU），Novoloop是位於美國加利福尼亞州Menlo Park的回收技術開發商。

該TPU含有35%來自消費後聚乙烯塑料廢棄物之原料。

此類廢棄物包括但不限於氣泡膜、洗髮水瓶和購物袋。

該原料是使用該公司獲得專利名為加速熱氧化分解（Accelerated Thermal Oxidative Decomposition，ATOD）之回收技術製成的。

該運動鞋之鞋面採用Fairbrics生產的聚酯織物製成，Fairbrics是總部位於法國巴黎之環保永續織物製造商。

該織物使用了提取自二氧化碳排放的材料製成。為了生產該織物，Fairbrics捕獲工業和大氣中之排放物。

然後使用該公司的Airwear技術將排放物轉化為乙烯。

一旦轉化，乙烯就會聚合成聚酯顆粒，然後將其紡成紗線，可使用於織物生產。

縫線

Coats推出名為Eco-B之可生物降解再生聚酯縫線

Coats是位於英國Uxbridge的工業縫線生產商，其推出了一系列名為Eco-B之縫線，這些縫線以回收聚酯製成，並含可使其生物降解的添加劑。

該添加劑名為CiCLO，根據其開發者Intrinsic Advanced Materials（IAM）²⁹表示，總部位於美國北卡羅來納州Gastonia和美國加利福尼亞州Hayward，CiCLO會導致合成纖維在自然環境中降解，與天然纖維一樣。

尤其是，添加了CiCLO會導致製成縫線的聚合物中產生可生物降解之斑點。

這些斑點使某些環境中自然產生的微生物能將該聚合物分解。

然而，在疲勞測試期間，這些縫線表現出與原生聚酯製成之縫線相同的韌性、伸長率和耐磨性。

Coats開發三種Eco-B之變異產品（variations），即：

- Epic Eco-B，聚酯包芯縫線；
- Gramax Eco-B，變形聚酯縫線；以及
- Sylko Eco-B，三葉形聚酯縫線。

²⁹ Intrinsic Advanced Materials（IAM）是位於美國加利福尼亞州 Silicon Valley Hayward 之初創企業 Intrinsic Textiles Group 與 Parkdale Advanced Materials 於 2018 年成立的合資企業。Parkdale Advanced Materials 是總部位於美國北卡羅來納州 Gastonia 之 Parkdale 公司-全球龍頭紡紗製造商-之纖維和紗線部門。

可追溯性

Eastman和TextileGenesis合作將可追溯性技術應用於Eastman之Naia纖維素紗線和纖維

位於美國田納西州Kingsport的先進材料公司Eastman和位於香港上環（Sheung Wan）之可追溯性公司TextileGenesis合作，將可追溯性技術應用於Eastman的Naia纖維素紗線和纖維。

Naia系列包括Naia Classic、Naia Advance和Naia Renew。Naia Classic和Naia Advance是由醋酸和木漿製成之乾紡醋酸纖維素顆粒製成的。

該木漿採自永續性管理之松樹和桉樹林，以確保古老的和瀕危的林木免受砍伐。

Naia Renew之生產方法與Naia Classic和Naia Advance採用的製造方法相同。然而，製造Naia Renew之醋酸衍生自塑料廢棄物的回收材料，這些材料無法以其他方式回收，而且通常會被送往垃圾填埋場。

事實上，Naia Renew以60%之木漿材料和40%的塑料廢棄物之回收材料製成。

作為此次合作的結果，Naia使用融合區塊鏈技術之TextileGenesis平台進行全面追溯。

該技術涉及使用TextileGenesis的專利“纖維錢幣（Fibercoins）TM”，一旦生產出纖維，每公斤纖維在TextileGenesis的平台上將以一個纖維代幣（Token）之形式表示。製造過程使用“標記（tokenisation³⁰ model）”沿纖維供應鏈轉移。尤其是，該標記技術涉及Naia纖維製造之每個環節轉移，以利後續追蹤。

此外，該平台還整合了各種追溯系統，包括顏料標記（pigment markers）、DNA標記（DNA markers）和同位素繪圖（isotope mapping）。

因此，自製造Naia之原材料到含有Naia的最終產品，它都能被識別和追溯。

當宣佈合作消息時，Eastman紡織品永續性發展負責人Claudia de Witte表示：「了解材料之來源是品牌永續發展故事的重要組成。透過與TextileGenesis合作，為我們的品牌合作夥伴提供Naia自工廠車間到零售商店家之旅程日誌，並附有詳細介紹整個價值鏈旅程的完整參照。最終，這為消費者提供在做出其道德決策時所需要的資訊。」

紗線

Ananas Anam開發名為Piñayarn提取自廢鳳梨葉纖維製成之紗線

總部位於英國倫敦的織物生產商Ananas Anam開發名為Piñayarn之紗線，該紗線提取自廢鳳梨葉的纖維製造而成。

Piñayarn被認為是一款環保永續性替代品，可替代使用原生纖維和使用石油衍生材料製成之紗線。

³⁰ 應用於數據安全性時，標記化（tokenisation）是以非敏感性的等價物—稱為代幣（token）—來替換敏感性數據元素之過程，與實物出貨量呈正比，提供數位監管鏈之參考。

這是因為Piñayarn是使用100%植物基材料製成的，其生產不需要使用土地、水或殺蟲劑—這些通常大量使用於原生纖維之生產。

此外，其製造防止廢鳳梨葉之焚燒。因此，可防止焚燒過程中產生的二氧化碳（CO₂）排放。

該廢棄鳳梨葉來自菲律賓之鳳梨農場，這些農場由當地農民管理，而Ananas Anam為他們提供了另一項收入來源。

每次收成後將葉子收集，並使用半自動機器提取纖維。

然後將該纖維清洗並風乾，然後再進行純化製程。

一旦去除所有雜質之後，將所得纖維與源自玉米澱粉的聚乳酸（polylactic acid，PLA）結合。

然後將這些纖維經過紡紗製程來生產Piñayarn。該製程不需要使用水或有害化學物質。

由於Piñayarn不含有害化學物質，再加上它結合了100%之植物基，因此它是可生物降解的和可堆肥的纖維。

Piñayarn有多種紗線支數可供選擇，而且適於製造梭織和針織織物。

織物可應用於各種紡織商品，包括配飾、成衣、鞋類和家用裝飾物。

圖4：使用Piñayarn製成之織物



資料來源：Ananas Anam

Carl Weiske開發名為FLAMEXGREEN之具防火性和環保永續的聚酯紗線

總部位於德國Hof的聚合物、纖維和紗線製造商Carl Weiske，開發名為FLAMEXGREEN之具防火和環保永續的聚酯紗線。

該紗線已被廣泛應用於產業和商品。尤其是，適於製造機能性紡織品、公共室內裝飾物、運動服和產業用紡織品。

該紗線天然嵌有具阻燃性能之有機磷化合物。

因此，該紗線的防火性能不受以下因素影響：

- 老化；
- 經常使用；或
- 洗滌。

該紗線含有高達60%之回收材料，這些材料來自消費後的聚對苯二甲酸乙二醇酯（polyethylene terephthalate，PET）塑料瓶。

透過重新利用消費後之PET塑料瓶，該紗線的製造減少紡織業對原生聚酯之依賴。通常，這是使用自化石燃料—包括原油—中提取的材料製成，這些燃料很稀缺，但它們仍在繼續被開採。

此外，該紗線之製造減少了使用對環境有害之PET塑料瓶的數量，包括焚燒和丟棄垃圾掩埋場，降低有毒化學品釋放至環境中。

該紗線已獲全球回收標準（GRS）之認證，其驗證製造該紗線原材料之真實性。它還驗證了該紗線的製造符合與環保和社會標準相關之嚴格準則。

還有，該紗線已註冊為符合歐盟的REACH（化學品註冊、評估、授權和限制<Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals>）法規³¹。

此外，該紗線已被授予證書符合Standard 100 by Oeko-Tex認證，根據第1類附錄6³²的條件，證明其不含有害物質，且適用於嬰兒用品。

Renewcell和Eastman合作開發使用Circulose製成之Naia Renew ES紗線

總部位於瑞典斯德哥爾摩的紡織品回收公司Renewcell和總部位於美國田納西州Kingsport之先進材料公司Eastman合作開發使用Circulose製成的Naia Renew ES紗線。

傳統的Naia Renew ES含有40%木漿、40%醋酸和20%再生纖維素。

該木漿採自永續管理之松樹和桉樹林，以確保古老的和瀕危的林木免受砍伐。

該醋酸來自塑料廢棄物獲得之回收材料，這些材料無法以其他方式被回收，通常會被送往垃圾掩埋場。

該再生纖維素則衍生自包括紡織廢料在內的廢棄材料。

³¹ REACH（化學品註冊、評估、授權和限制<Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals>）法規於2007年6月1日生效，並要求所有在歐盟開展業務之公司每年皆要對其在1噸或更多數量的所有化學物質之生產、使用和進口進行註冊。REACH的主要目標是：確保高度防護人類健康和環境免受化學品可能造成之危害；推廣替代性測試方法；促進物質在歐盟內部市場中之自由流通；以及增強競爭力和創新發展。

³² Standard 100 by Oeko-Tex 認證根據第1類附錄6，對三歲以下嬰兒和幼童有害物質含量有限之紡織品和材料授予證書。這些物質包括可透過皮膚被吸收的酚類（phenols），是被認為有毒的和具腐蝕性，以及導致遺傳缺陷之嫌疑的化學物質。

然而，Renewcell和Eastman在努力使用Circulose—款以Renewcell生產之溶解木漿—來替代現有製造傳統Naia Renew ES紗線之再生纖維素。

該木漿來自消費後成衣廢料，以及棉花和纖維素纖維製成的消費前紡織品和成衣廢料。

為了生產Circulose，Renewcell自紡織品和成衣廢料中去除鈕扣和拉鍊等組件，並將廢料切碎。

然後該碎片經處理去除雜質並轉化成漿料（slurry）。

再將該漿料進行去污，並去除任何非纖維素材料。

然後再將漿料烘乾，並抽取多餘的水分以形成Circulose片材。

Valérius 360和Trützschler Group合作開發使用自紡織廢料提取之再生棉紗線

位於葡萄牙Barcelos之再生紗線製造商Valérius 360和位於德國Mönchengladbach的紡織機械供應商Trützschler Group合作開發使用自紡織廢料提取之再生棉紗線。

該紗線含有50%原生棉和50%再生棉—衍生自切割、生產過剩和未售出的庫存廢料。

此類廢料除了由公司之合作夥伴品牌提供之外，還由Valérius 360的內部製造部門提供。

該紗線之開發是這兩家公司開展試驗性項目（pilot operation）的結果。

該試驗性項目之目的是為了提高Valérius 360現有之再生纖維紗線品質。

更具體說明，Valérius 360希望減少該紗線可能影響其外觀和功能性之任何因素。

作為該試驗性項目的一部分，Valérius 360利用Trützschler Group之紗線專業生產知識。

尤其是，Trützschler Group在位於德國Mönchengladbach的技術中心—Trützschler Technical Center—進行與紗線製造相關之試驗。

這些試驗包括使用直接紡紗製程（direct spinning process）（圖5）製造紗線和使用併條製程（draw frame process）（圖6）製造紗線。

圖5：直接紡紗製程（direct spinning process）



資料來源：Trützschler Group

圖6：通道式併條製程（passage draw frame process）



資料來源：Trützschler Group

在直接紡紗製程中，經過梳棉機的棉條（sliver）直接於併條機裡牽伸，這比通道式併條製程少了一個步驟。

因此，使用直接紡紗製程來製造紗線所需要的設備較少，因此而節省了寶貴之資源—包括空間和勞動力。

此外，使用直接紡紗製程生產紗線比使用併條製程之能源消耗減少5%。

關於使用自紡織廢料提取再生棉製成之紗線，發現直接紡紗製程的紗線品質高於併條機生產之紗線。

事實上，相較使用併條製程生產的紗線，使用直接紡紗製程之紗線每100公里的斷裂頻率低30%。

此外，其紗疵指數（imperfection index，IPI）³³每1公里比使用併條機製程生產之紗線降低38%。

值得注意的是，由Valérius 360和Trützschler Group開發之紗線在根據Uster Statistics³⁴進行測試時獲得了行業識別之50%的品質評級。

³³ 紗疵指數（imperfection index，IPI）是每1公里之細紗區（thin areas）、粗紗區（thick areas）和棉結（neps）的總量。

³⁴ Uster Statistics 是紡織產業的品質標準，由總部位於瑞士 Uster 之品質管理公司 Uster Technologies 監管。