

防水透氣織物：
在機能與環保間取得平衡

2020年12月

紡拓會 編譯

防水透氣織物：在機能與環保間取得平衡

目 錄	頁次
防水透氣結構的發展.....	1
防水透氣布料及成衣市場.....	2
防水透氣布料市場的挑戰與機會.....	3
機能性布料的防水性與透氣性.....	5
防水性、撥水性及透氣性的測試標準.....	6
機能性成衣達成防水性與透氣性的方法.....	8
環保永續性.....	10
防水透氣成衣.....	12
DWR 加工處理創新.....	14
防水透氣薄膜與布料創新.....	17
展望.....	22

防水透氣織物：在機能與環保間取得平衡

防水布料是對抗惡劣氣候的要角，隨著消費者日趨重視舒適感，業界開始發展具撥水功能且能排除濕氣的材質。視終端用途而定，不同布料提供不同程度的防水性與透氣性。一般來說，防水透氣布會加上薄膜或以耐久撥水加工處理（DWR），這類過程往往需使用 PFCs（全氟碳化合物），但 PFCs 化合物對人體健康及環境有害，因此，業界努力研發較安全且功能相同的替代物，例如，改採生質材質或根據仿生學原理來開發環保 DWR 加工；此外，在環保薄膜開發方面也有所進展，像是使用回收廢棄物再生材質。未來全球防水透氣布料的需求預估將會持續成長，防水透氣布料亦將受益於運動休閒服裝的盛行而大放異彩。

防水透氣布料目的在於防止外界環境的濕氣接觸皮膚，同時讓濕氣以汗水形式散出體外，使穿著者在戶外潮濕狀況下活動時仍能感覺舒適，避免因肌膚潮濕帶來的寒冷、濕黏感及摩擦。

大部分防水透氣織物的基本原理相同，多數也已商業化生產。一般而言，這類布料含有數以百萬計的微孔，小到潮濕的液體無法穿透，卻大到得以讓濕氣通過。過去，防風雨的布料不透氣，穿著不適；如今，相關技術大幅進步，消費者可同時擁有防水與透氣性能兼具的舒適材質。

防水透氣結構的發展

讓衣服具防水性能的歷史可回溯至數個世紀之前。印加民族將橡膠汁液塗抹在衣服上以撥掉水分；維京人與因紐特人（加拿大北部原住民）使用魚油、薩克遜部落使用動物脂肪來達到相同的防護效果。

到比較現代的時期，Macintosh 橡膠塗層材質最早開發的防水布料之一，以蘇格蘭化學家 Charles Macintosh 命名。Macintosh 於 1820 年代初期推出時，橡膠塗層布料已十分普及，但不僅會變硬，在熱水中會融化，且味道難聞，因此 Macintosh 將橡膠處理得更強韌、有彈性，以克服上述缺點。

十九世紀末防水技術有了更進一步發展。1879 年，英國布商學徒出身的 Thomas Burberry 發明了用於雨衣的防水布料「軋別丁（Garbardine）」，係以防水棉線織成。軋別丁甫推出之時，被認為是當時最透氣的防水布料，製成的成衣在二次世界大戰時廣為英國軍人穿著。

1930 年代末，英國曼徹斯特的 Shirley 研究中心開發出一種織法特殊的棉布 Ventile，該布料的棉纖維接觸水的時候會膨脹，因此能防止水分通過布料空隙。Ventile 布料製成的制服在二次世界大戰時廣為英國軍人穿著，英國皇家空軍的戰鬥機飛行員在被迫跳傘入海時，這種制服可提供保護作用。

合成聚合物亦於 1930 年代開始發展，對戶外穿著產生巨大影響，因為這種材質讓衣服製造商能以相對低的成本生產高性能的防水服裝。1950 年代，vinyl（乙烯基）及塑膠等新防水材質被用來製作雨衣。

1970 年代，Gore-Tex 推出以 ePTFE（聚四氟乙烯）製成的薄膜，改變了防水材質的市場。1958 年成立的 W L Gore & Associates（簡稱 Gore），創辦人 Wilbert Gore 出自杜邦研究部門主管，該公司第一批商業產品是 PTFE 絕緣線纜，品牌為「Multi-Tet」。1969 年，Gore 發現 PTFE 在某些情況下可以延展；ePTFE 是種多微孔材質，具有多種性能優點，如卓越的強度與低吸水性，並用來製造數種不同產品，包括用於防水透氣布料的薄膜。

首款使用 Gore-Tex 品牌的防水透氣布料於 1976 年商業化，之後商品內容擴充至不同系列的布料並用於不同的用途，包括鞋履、軍用服裝、戶外成衣與配件，以及工作服。Gore-Tex 依舊是防水透氣布的市場領導者，不過也有其他公司開發足以競爭的產品；對環保永續產品的需求也激發出新的防水透氣材質及耐久撥水加工處理(DWR)的發展。

防水透氣布料及成衣市場

根據美國 Grand View Research 市研顧問公司估計，2018 年防水透氣布的全球市場規模為 16.7 億美元，預計 2019~2025 年間的年平均成長率為 5.5%。另一家美國市研顧問公司 Global Market Insights 則預估，防水透氣布的市場規模於 2025 年將超過 25 億美元。

防水透氣布料的應用範圍涵括運動休閒成衣、鞋類、運動衣、軍用服裝、醫療用成衣、戶外成衣及配件，以及防護性服裝。防水透氣布料之所以受到消費者歡迎，是因為其機能性與舒適感；此外，消費者越來越追求多用途成衣，如運動休閒服，因而激發出對機能性材料更大的需求。

防水透氣布料廣泛用於運動與戶外成衣，隨著運動與戶外活動的參與率增加，市場也將受益。在美國，2017 年估計有近一半 6 歲以上的人口至少參與一次戶外活動，計達 1.461 億人，共外出 109 億人次，平均每人外出近 75 次；其中有兩成的人每週參與戶外活動至少兩次，最普遍的運動是跑步（包括慢跑與越野跑）。

亞太地區（尤其中國大陸）的運動參與率也在增加。中國大陸政府鼓勵人民多運動，並推出全國性健身計畫，投資運動與健身設施。2012~2017 年間，中國大陸每年舉行的馬拉松次數成長六倍。根據中國大陸田徑協會報告，2017 年有超過 1,100 項的馬拉松賽事及其他跑步活動（800 人以上的路跑活動與 300 人以上的越野活動）在中國大陸舉行，共有 500 萬人參加；原該協會相信今（2020）年將舉行 1,900 項賽事及超過 1,000 萬人參加，然因新冠肺炎疫情爆發，此數目顯然無法達成。中國大陸將舉辦 2022 年北京冬季奧運與殘奧運動會，冬季運動定會蓬勃發展，同時，政府也訂下十年內讓冬季運動參與者數目到達 3 億人的目標。

在歐洲，根據歐洲戶外協會（European Outdoor Group）統計，2018 年戶外服裝銷售額價值 29.1 億歐元（約 34.4 億美元），戶外市場鞋類銷售總額為 16.9 億歐元。歐洲境內，2018 年戶外產品的三大市場是德國、英國與法國。

此外，防水透氣布料市場也將受惠於對防水透氣防護服裝的需求增加，因為 1. 工業化程度擴大，特別是開發中國家；2. 健康與安全標準的意識成長，特別是開發中國家。

需要穿著具防水透氣性防護服裝的產業有鐵路產業、水電等公用事業、道路建築、石油瓦斯產業及碼頭運輸業。軍事人員及緊急救護服務人員也穿著需求。

具撥除液體性能的紡織品也應用於醫療方面，因為穿著者有接觸體液及其他物質的可能，所以要撥水也要能撥除其他液體。醫護專業人員常需承擔耗費體力並長時值班的工作，故透氣性對醫療用紡織品相當重要。

防水透氣布料市場的挑戰與機會

防水透氣布料市場蘊含許多創新機會，特別因為運動與戶外服裝的消費者很看重高機能性的創新產品。此外，產品的環保面也有創新的機會。事實上，環保是此市場的關鍵挑戰，尤其許多 DWR 處理技術是採用對人體及環境有害的 PFCs（全氟碳化合物）。

防水透氣布料及 DWR 耐久撥水加工處理的領導供應商

最著名的防水透氣布料和 DWR 加工供應企業，可說是美國 Gore，其產品品牌為 Gore-Tex。其他企業亦開發出競爭性產品（表 1），另有戶外服裝品牌開發出自家防水透氣技術（表 2）。

表 1 2020 年防水透氣布料、薄膜及 DWR 加工的領導供應商與其產品

公司	國別	產品類別	產品名稱
Archroma	瑞士	DWR 加工	Smartrepel Hydro
Bolger & O'Hearn	美國	DWR 加工	47 Pro 6、Altopel F3、OmniBloq、Shell Tech 6 Elite
Duopel	臺灣	薄膜	Duopel 薄膜
Europlasma	比利時	DWR 加工	PlasmaGuard
eVent fabrics	美國	薄膜、貼膜布	DVexpedition、DVAlpine、DVstorm
HeiQ	瑞士	DWR 加工	HeiQ Eco Dry
Huntsman Textile Effect	新加坡	DWR 加工	Phobotex
Nikwax	英國	DWR 加工、布料	Nikwax Analogy、Polar Proof、SoftShell Proof、TX.Direct
OrganoClick	瑞典	DWR 加工	OrganoTex
Pertex ^a	日本	貼膜布	Equilibrium、Quantum、Shield
Polartec ^b	美國	貼膜布	NeoShell、Power Shield、Power Shield Pro
Rudolf Group	德國	DWR 加工	Bionic-Finish、Bionic-Finish Eco
Schoeller Textil	瑞士	DWR 加工	3XDRY、3XDRY Bio、ecorepel、ecorepel Bio
Sciessent	美國	DWR 加工	Curb
Singtex（興采）	臺灣	薄膜、布料	Airmem、Stormfleece
Sympatex Technologies	德國	薄膜、貼膜布	Sympatex membrane

Tanatex Chemicals	荷蘭	DWR 加工	Baygard WRS
Teijin Frontier	日本	貼膜布	Eco Storm
Toray	日本	薄膜、貼膜布	Entrant、Dermizax
Ventile ^c	英國	布料	Ventile
W L Gore & Associates	美國	薄膜、DWR 加工、貼膜布	Gore-Tex

^a Pertex 隸屬於日本企業三井物產。

^b Polartec 隸屬於美國企業 Milliken & Company。

^c Ventile 品牌隸屬於瑞士企業 Stotz & Co.。

表 2 2020 年特定戶外成衣品牌開發的防水技術

品牌	技術	概述
Berghaus	AQ2	戶外成衣用防水透氣布料
Berghaus extreme	Hydroshell	戶外夾克用防水透氣材質，可承受天氣狀況
Columbia Sportswear	OutDry Extreme	防水透氣貼膜技術，在外層布料上加入一層防水薄膜；透氣布料有助內層濕氣排出；用於抵擋暴雨及大雪
Columbia Sportswear	Omni-Tech	防水透氣布料用於抵擋輕／中度雨雪
Craghoppers	AquaDry	防水透氣貼合材質經過 DWR 塗層加工；用於抵擋中／重度雨雪
Craghoppers	AquaDry Membrane	防水透氣貼合材質，加上一層防水薄膜，並經 DWR 加工；用於抵擋最嚴重的暴風雪
Craghoppers	AquaDry Rain Defence	防水透氣布料，加上防水薄膜或 DWR 塗層；用於抵擋輕／中度雨雪
Fjällräven	Eco-Shell	防水透氣貼合材質，結合以回收廢棄物製造的聚酯布、DWR 處理及親水薄膜；提供 2.5 層與 3 層布料的選擇
Helly Hansen	Helly Tech	防水透氣貼合外層布料，結合經 DWR 處理的外層布料、高度透氣防水薄膜，有時亦加入一層高度透氣的內層布料、網布或襯裡
Jack Wolfskin	Texapore	防水透氣材質，包含一層外殼、撥水塗層、防水 PU 薄膜或 PU 塗層，提供層、2.5 層與 3 層布料的選擇
Jack Wolfskin	Texapore Air	防水透氣材質，包含一層布料、一層多微孔 PU 塗層或 PU 薄膜
Marmot	EVODry	防水透氣塗層布料，經撥水加工處理
Marmot	Guardian	防水透氣材質，包含表層布料和「雙層」PU 塗層處理

Marmot	MemBrain	採用雙層 PU 貼膜技術賦予布料防水透氣性能
Marmot	MemBrain Strata	2.5 層貼膜技術，在貼合布料內層加入無機微分子以改善耐久性，並賦予乾燥手感
Mountain Hardwear	DryQ Elite	防水透氣材質，用於製造高機能性頂級戶外產品；促進任何體溫下的布料透氣性
Mountain Hardwear	DryQ Active	輕量防水透氣布料，用於製造有氧運動服裝
Mountain Hardwear	DryQ Core	防水透氣材質，用於製造戶外服裝
Patagonia	H2No	防水透氣貼膜布料，提供 2 層、2.5 層與 3 層的選擇
Rab	Proflex	防水透氣布料，兩層高針數針織布料間夾著一層 PU 薄膜
Regatta	Isotex	防水透氣布料，經 DWR 加工處理
The North Face	Dryvent	防水透氣貼膜布料，經 DWR 加工處理
Vaude	Ceplex Green	聚酯 ^a 製防水透氣薄膜
Vaude	Vaude Eco Finish	環保 DWR 加工，用於處理 Vaude 成衣產品

^a 包含 50% 來自消費後廢棄物的聚酯聚合物。

機能性布料的防水性與透氣性

防水性

防水布料須在非常潮濕的情況下提供持續防水作用，係利用布料結構來防止水分穿透。防水布料通常是緊密織成的材質，或是塗敷上一層聚合體薄膜，或是與一層薄膜黏合形成貼膜布，以防止水滴穿透布料孔隙。

防水衣是讓外界水分無法穿透衣服上的任何通道，衣服上接縫的背面皆以貼帶封住，以防止水分滲透衣服車縫線造成的孔隙，接縫亦可以超音波而非車縫方式熔接，以免產生車縫線。

撥水性

撥水布料是經過撥水加工處理，藉著迫使水分在布料外層表面形成水珠以阻抗水分穿透。撥水布料與防水布料不同，防水布料是利用布料的結構產生作用。

撥水布料製成的成衣，譬如，傳統軟殼外套¹，能抵擋輕微降雨，但無法抵擋傾盆大雨。必須注意的是，撥水加工多半應用在防水貼膜布的外層，以強化機能。

¹ 軟殼 (soft shell) 是種外衣，具備兩種以上衣服的功能，觸感柔軟，防風抗雨，並高度透氣。硬殼 (hard shell) 外衣相對能保護穿者對抗惡劣天氣，通常以堅韌抗磨的材質製成，例如：尼龍。

透氣性

透氣性或濕氣穿透性，是機能性成衣具備舒適感最重要的因素之一，指的是材質（布料、塗層、薄膜）容許濕氣穿透結構的程度。濕氣以兩種方式穿透布料：通風－濕氣直接通過布料的孔隙；固態擴散－濕氣在布料內層表面上凝結形成液體，然後穿透至布料外層表面，以水氣型態蒸發。

如果衣服不透氣，水氣與多餘體熱便無法排除，因此，透氣性是維持身體「微氣候²」的重要考量。人體努力將核心溫度維持在 37°C，任何額外的熱度（如體能運動產生的體熱）必須消除，以維持身體的舒適溫度。額外熱度的消除通常透過放射、傳導、對流三種過程達到。

² 微氣候指的是緊鄰肌膚區域的溫度與濕度。

不過，在耗力體能活動中，這些機制可能還不夠，所以身體以出汗將多餘熱氣透過蒸發的冷卻效果來消除。在中度用力活動中，身體 1 小時會產生約半公升的汗水；在耗力運動中，1 小時會產生達 2 公升的汗水。

倘濕氣型態的汗水在布料內層凝結且無法排出至大氣層，潮濕的布料會黏在肌膚上而引起不適感；天冷時若活動停止，此過程會導致寒冷的感覺。

由於科技進步，防水透氣布料轉移汗水濕氣的速度近年大幅改善。不過，布料製造商仍致力改善薄膜與貼膜的透氣性，以加強穿著舒適感。

防水性、撥水性及透氣性的測試標準

防水性

布料的防水性是以在水分穿透前所能承受的壓力份量來決定。布料在壓力下越能抗拒水分穿透，就越防水。壓力份量是以磅／平方呎（psi，lb/in²）或千帕（kilopascal，kPa）來衡量，或是以水柱的毫米高度或靜壓水頭³來表達。

³ 靜壓水頭（hydrostatic head）用來描述施加在材質上的壓力，以等同水柱的高度表達。因施加壓力僅由水柱高度決定，因此可用該數字來量化布料的防水程度。例如，可以承受 1 公尺靜壓水頭的布料，當水壓超過這個數字時水分才會穿透布料。

表 3 防水等級與提供的防水程度

防水等級 (毫米靜壓水頭，mm)	防水程度	天氣狀況
0~5,000	無或稍具防水程度	微雨、乾雪、無壓
6,000~10,000	輕度壓力下可防雨防水	微雨、一般性下雪、輕壓
11,000~15,000	非高壓下可防雨防水	中度下雨、一般性下雪、輕壓
16,000~20,000	高壓下仍可防雨防水	大雨、濕雪、一些壓力
超過 20,000	極高壓下仍可防雨防水	大雨、濕雪、高壓

不過，部分專家與企業，包括 Gore 在內，認為使用靜壓水頭單位來決定布料防水性並非最精確的方式，因為這種測試方式是假設施加在服裝上的壓力是靜態的，並不符合現實情況，而且此測試方式並未考量布料防水性老化的影響。

有鑑於此，Gore 使用「雨室」來測試其布料防水性。利用此一設施，可以準確模擬不同類型雨勢，從毛毛細雨到傾盆大雨。此外，該公司將衣服歷經模擬老化過程，再測試其防水性。供應商必須證明衣服歷經模擬老化過程後仍能防水，才適合商業化。

撥水性

布料的撥水性測試是使用「噴灑測試法」，測量布料具有凝珠性能不會被水分滲透的區域，並以布料經過特定次數的洗滌處理後，仍保有凝珠性能的百分比來顯示結果，例如，80/20 表示經過 20 次洗滌後，布料有 80% 的區域仍保有凝珠性能。

透氣性

衡量布料透氣性的測試很多，但不同測試的結果可能無法直接比較。為了讓不同布料的透氣性能進行可靠比較，在相同狀況下使用相同的測試方法是很重要的。

透氣性可經由計算濕氣蒸發傳輸率（Moisture Vapour Transfer Rate, MVTR）來決定，MVTR 即為織物在特定時間內，可讓濕氣穿透到外部空氣中的速率。當衣服內部的溫度與濕度大於外部時，濕氣會試著傳輸到外部。因此，當衣服外部環境較乾冷時，濕氣的傳輸會增加；當外部環境較濕熱時，濕氣的傳輸會減少。MVTR 是以公克為單位來測量濕氣在 24 小時內穿透 1 平方公尺織物的量。

布料透氣性亦可用計算布料的濕阻抗值（Resistance to Evaporative Transfer, RET）來決定，RET 值越低，布料透氣性越高。RET 值可以用來測量單一塊布料或多層組成整件成衣的透氣性。成衣的總 RET 值可以將各個布料或成衣各層的 RET 值加總計算；赤裸人體的 RET 值為零。當衣服各層加入時，每一層與在這些層之間的空氣會提升 RET 值，進而降低整體透氣性。

表 4 RET 值與透氣性、舒適度之間的關聯

RET 值範圍 (m ² Pa/W)	預期表現
0-6	非常好或極度透氣；高活動量時舒適
6-13	好或非常透氣；中度活動量時舒適
13-20	滿意或透氣；高活動量時不舒適
20-30	不滿意或稍微透氣；低活動量時尚稱舒適
30 以上	不滿意或不透氣；不舒適且無法久穿

防水透氣布料的評估標準

目前已發展出許多用以評估防水透氣布料防水性、撥水性及透氣性的工業標準。

表 5 2020 年評估紡織品防水性、撥水性及透氣性的標準

標準	出版者	國家
AATCC TM127-2017 防水性：流體靜壓力測試	AATCC ^a	美國
AATCC TM195-2012 紡織布料的濕氣管理性能	AATCC	美國
AATCC TM204-2015 紡織品的水蒸氣傳輸性能	AATCC	美國
AATCC TM208-2017 防水性：在一項約束下的流體靜壓力測試	AATCC	美國
AATCC TM22-2017 撥水性：噴灑測試	AATCC	美國
AATCC TM35-2018 防水性：降雨測試	AATCC	美國
AATCC TM42-2017 防水性：衝擊滲透測試	AATCC	美國

AATCC TM70-2015 撥水性：滾筒動態吸水性測試	AATCC	美國
ASTM D7017-14 雨衣及多用途撥水大衣布料的標準機能規格	ASTM International	美國
BS EN 343 防護性服裝。防雨用	BSI ^b	英國
ISO 11092:2014 紡織品-生理效用-穩態條件下熱阻度與水蒸氣阻度的測量（發汗防護熱板測試）	ISO ^c	國際性
ISO 18695:2007 紡織品-防滲水性-衝擊滲透測試	ISO	國際性
ISO 18696:2006 紡織品-防吸水性-滾筒動態吸水性測試	ISO	國際性
ISO 22958:2005 紡織品-防水性-降雨測試：曝露於水平式噴水	ISO	國際性
ISO 811:2018 紡織品-防滲水性-流體靜壓力測試	ISO	國際性
ISO 9865:1991 紡織品-布料撥水性-Bundesmann 陣雨測試法	ISO	國際性
JIS L 1099 紡織品水蒸氣滲透性測試方法	JSA ^d	日本

^a AATCC: American Association of Textile Chemists and Colorists

^b BSI: British Standards Institution

^c ISO: International Organization for Standardization

^d JSA: Japanese Standards Association

機能性成衣達成防水性與透氣性的方法

緊密織成的布料

成衣的防水性與透氣性可藉著使用緊密織成的布料或結合防水透氣技術來達成。

織法緊密的布料可用來防堵外界的風雨，同時讓內部濕氣逸出。自然透氣的布料可以使用超細纖維緊密織成，但因組織緊密，這類布料相對較重，也不防水，水分在某些情況下會滲透，因此不適用於非常潮濕的天候。

防撕裂布是種能防風撥水的布料，通常以尼龍或聚酯為材料，採雙線以固定間隔緊密織成，以防止布料裂縫擴散。這類結構使布料有著類似網格的外觀。

防水透氣技術

傳統成衣用的防水透氣布料可以分成塗層布及貼膜布兩種。

1. 塗層布

塗層布較貼膜布便宜，但也比較不透氣、不持久。防水透氣成衣使用的塗層布通常用在最接近肌膚、緊密織成的抗磨布料表面，藉著噴霧或滾筒方式加上一層聚合體塗層。

2. 貼膜布

貼膜布是將一層薄膜利用黏合劑附著在抗磨布料上，這類布料通常以尼龍或聚酯製成，織法結構也相當緊密。薄膜能阻擋水分穿透，卻可讓水氣通過。薄膜通常是以共聚物（如組成聚酯與聚醚的成分）、ePTFE（聚四氟乙烯）、PU（聚胺酯）薄膜、聚酯薄膜及 PE（聚乙烯）等材質製成。

今日市場上主要的防水透氣塗層布或貼膜布有下列三種形式：一.多微孔塗層或薄膜，這些微型孔讓水氣而不是液體穿過布料；二.無孔塗層或薄膜，可以吸收布料裡的濕氣並將之穿透到外界；三.結合上述兩種形式的雙組成塗層或薄膜。

- 多微孔塗層或薄膜上的微孔直徑通常介於 0.1~1.0 微米 (micron, 百萬分之一公尺) 之間，大於汗液蒸氣分子的直徑 (大約 0.0004 微米)，但小於雨滴的直徑 (約大於 3.0 微米)；也就是說，汗液蒸氣可以穿透布料，雨滴則不能。塗層或薄膜的孔越大，布料越透氣，但防水性就較低；相反地，孔越小越防水，但透氣性就較差。
- 無孔塗層或薄膜利用其親水性聚合物材質裡的分子移動，推移布料裡的濕氣到外界。聚合物中的分子會回應溫度變化產生熱振動因而移動，溫度越高，移動越大，因此，人體產生的熱會驅使塗層或薄膜的水蒸氣至布料表面排出。水分子是從聚合物鏈移動至聚合物鏈，而非自由穿過實體的洞或孔。

當人體水分子被吸收時，親水性聚合物會膨脹，產生的濕氣量越多，膨脹越大。隨著身體產生更多濕氣，分子鏈之間的距離就會增加，進而使濕氣移動得更厲害。

- 雙組成塗層或薄膜結合多微孔與無孔兩種材質，兼具兩者好處，同時消除多微孔材質的主要缺點。多微孔塗層或薄膜是疏水性的，含有非常小的孔，即使在極高壓下仍能抗拒液體通過，卻可讓水蒸氣及其他氣體穿流而過。這種材質透氣，汗液在衣服內蒸發，產生的水氣透過塗層或薄膜散發到外界。

不過，多微孔材質用在非常耗力的活動時，會發生大量出汗的問題，因為汗液含有表面活性劑，會逐漸穿透塗層或薄膜，覆蓋住微孔內部表面，所以塗層或薄膜會失去防水性，並吸附外部濕氣。這是因為表面活性劑會降低下雨帶來水分的表面張力，水分就會穿過布料到達內部。幸而有辦法可以防止這些污染物到達微孔，那就是在最貼近肌膚的多微孔材質內部表面上添加一層無孔親水聚合物薄膜，以形成雙組成布料。這層薄膜可讓水蒸氣通過，使布料保有透氣性。以這種方式添加一層親水性材質的其他優點在於，汗液會被親水層吸收再穿透布料傳輸至外界，如果是純粹多微孔材質就不會有這種效果。

DWR 耐久撥水加工處理

布料經過 DWR 加工以產生疏水性的表面，該處理通常是使用全氟碳化物，以降低布料表層的能量或張力，使得水滴在表層形成水珠並滾落。DWR 加工是附著在布料纖維上，非覆蓋布料，因此不會阻礙透氣性。這種加工在布料製造時進行，透過噴霧方式，或是將布料浸浴在化學溶液中，可以防止微雨穿透布料，但無法防禦暴雨。

經 DWR 處理的布料可以吸收相當於 30%~50% 自身重量的水量，這是當水分開始滲透布料時的「浸透」作用效果。浸透作用會破壞布料的透氣性，因為濕氣自布料內部穿流至外部會被外部的水分阻擋。

DWR 加工與貼膜或塗層處理一起施用，但 DWR 的效用會受到灰塵、清潔劑殘留、油脂、化學物及其他會改變布料表面張力污染物的不利影響。此外，DWR 加工不是永久

性的，機能會隨時間消逝。不過，經 DWR 加工的衣服，其耐久撥水機能可藉由洗滌浸漬及機器烘乾等方式強化。

環保永續性

環境永續是大眾關注的問題，成衣品牌也承受越來越大的壓力，不但要證明產品是合乎道德，製造過程也要不損害動物、海洋生物或人類。DWR 加工及薄膜的環保性更是不容忽視的焦點。

全氟碳化合物（PFCs）與環保的替代選擇

因為可提供高度撥水性，PFCs 仍被用於防水透氣布料的薄膜與 DWR 加工上。不過，對於這類化合物的環保關注已然升高，其中最受關注的是含有長鏈碳原子的 PFASs（全氟烷基化合物），已被證實有毒，不但在環境中有高度持久性，且會在人體與野生動物中生物累積。

最受關注的長鏈 PFASs 是 PFOS（全氟辛烷磺酸，含有六個以上的碳原子）與 PFOA（全氟辛酸，含有八個以上的碳原子）。由於對於這類化學品的關注，部分 DWR 處理技術及薄膜供應商不斷尋求替代性化學品。

不含 PFCs 的商業化產品有 Schoeller Textil 的 3XDRIY Bio 及 ecorepel Bio DWR 加工；Bolger & O’Hearn 的 Altopel F3 及 OmniBloq DWR 加工；Rudolf Group 的 Bionic-Finish Eco；Sciessent 的 Curb DWR 加工；HeiQ 的 HeiQ Eco Dry DWR 加工；OrganoClick 的 OrganoTex DWR 加工；Archroma 的 Smartrepel Hydro DWR 加工；Sympatex Technologies 的 Sympatex 薄膜；以及 Chemours 的 Zelan R3 DWR 加工。

然而，對有些 PFC 化合物替代品的環保性尚缺乏了解。有鑑於此，瑞典化學署（KEMI）對長鏈 PFASs 的替代品進行了一項調查，指出有關替代化學品的重大「資料差距」，譬如，與含有樹狀聚合物或奈米分子的替代化學品有關連的危害，並沒有普遍的記載。而業界兩大咖亦採取行動去除 PFCs，以實踐永續環保目標。

1. Gore

美國防水布料及產品供應商 Gore 設下在今年底前，於某些產品中去除 PFCs 的初始目標，攸關在外套、鞋子、手套及配件裡使用的貼膜布，這些產品占「消費性加工成品」的 85%。然而亦遇到一些技術性的挑戰，因此，今年該公司將發出第一批不含 PFCs 的貼膜布，明（2021）年將擴大出貨規模。

展望未來，Gore 將致力於 2023 年前完全去除產品中的 PFCs，並承諾開發出不含 PFCs 的 ePTFE 薄膜。這類薄膜原型品的研發始於 2017 年，並於去（2019）年有大幅進展，但薄膜的商業量產耗時較預期來得久。另一條研發途徑走的是開發非氟化的「替代性薄膜材質」，目前 Gore 已找到前景看好的方向。此外，已成功開發出新 DWR 處理，無需 PFCs 成分，並於 2018 年初開始出貨經該項技術處理的貼膜布。

Gore 正在開發使用生質材質，並於去年 11 月宣布與加州柏克萊生技新創公司 Checkerspot 合作，亦將獲得瑞士專精開發紡織環保加工技術的 BST（Beyond Surface

Technologies) 協助。該項合作由位於加州 Gore 創新中心的研究人員與 Checkerspot 人員合作開發使用在機能性成衣上的環保材質。

2. Sympatex Technologies

德國 Sympatex Technologies (Sympatex) 開發出 Sympatex 薄膜，並提供貼膜布與機能性布料。該公司於 2018 年 11 月獲得 B 型企業⁴ 認證，認可其經營方式的透明度及環保與社會責任。去年 9 月該公司被 B Lab 選為「對世界最好的企業：友善環境」類別榮譽得獎者之一，被認可實踐最環保的行為。

⁴B 型企業 (B Corporation) 係指經證明符合「社會與環境表現、公眾透明度及法律問責性以平衡利潤與目的最高標準」的企業。B 型企業認證由美國非營利組織 B Lab 獨立執行

Sympatex 薄膜透氣且 100% 防水防風，以聚酯與聚醚共聚物製成，因此不含 PFCs 及 PTFE。該公司表示，與傳統 PTFE 薄膜比較，製造 Sympatex 薄膜產生的二氧化碳減少 30 倍，並藉著支援國際認證的氣候保護計畫以抵銷生產薄膜時無法避免的氣體排放。

Sympatex 堅持承諾對循環經濟做出貢獻。去年春季宣布投資英國 Worn Again Technologies，該公司開發出的製程，可以從回收廢棄紡織品的聚酯纖維與棉纖維中，各自分離、除汙及提取出聚酯聚合物與纖維素。

此外，Sympatex 是歐洲回收再生夥伴聯盟 wear2wear 的共同創辦者（聯盟其他成員包括 Schoeller Textil、TWD Fibres、CWS 及 Carl Weiske），wear2wear 專注生產僅使用「可回收再生及單一來源材質」的紡織品。據此，Sympatex 開發出成分為同源同質的貼膜布，故在使用壽命中止時可回收再生。現時開發出的是 100% 聚酯製可回收貼膜布，此貼膜布結合的內層及外層布料是以來自回收廢棄物的再生聚酯聚合物製成，貼合該公司的共聚物薄膜是以聚酯與聚醚所製，這類貼膜布占該公司提供成衣用貼膜布的 85%。

展望未來，Sympatex 訂下使用回收廢棄物材質的三項目標：

1. 2020 年將推出第一款全以源自回收廢棄物材質製成的貼膜布。
2. 2025 年之前製造貼膜布使用的原料將有半數來自「循環紡織供應鏈」，貼膜布本身在使用壽命結束時是可完全回收再生的。
3. 2030 年達成完全循環式供應鏈的目標。

回收再生材質

數家致力於改善營運環保性的企業，正努力減少使用原生材質，轉而使用源自廢棄物的再生材質。例如，貼膜布與塗層布使用的布料，可能以來自消費前或消費後廢棄物的聚酯纖維製成。

在防水透氣薄膜方面，臺灣遠東新世紀開發出 FENC TopGreen 薄膜，使用來自廢棄寶特瓶 (PET) 再生的聚酯聚合物製造；德國戶外服飾品牌 Vaude 則研究使用回收廢棄物再生的聚酯聚合物來製造防水透氣薄膜。

回收廢棄物再生纖維的使用可延伸至天然纖維，像是瑞士 Stotz & Co. 的布料品牌 Ventile，使用回收廢棄物再生的纖維來製造防水棉布。

天然纖維

人們對於使用可生物分解的天然纖維製造機能性成衣產品，興趣日漸升高，包括具防水透氣性的產品。美國棉花公司（Cotton Inc.）開發了一種 DWR 技術「Storm Cotton」，應用在棉布上。經 Storm Cotton 處理的布料具有優異抗磨性，並保有未經處理棉布的舒適性與透氣性。

有機材質

對有機材質的需求甚高。去年布料品牌 Ventile 表示對其有機棉防水產品的需求較前三年上漲 115%，據此估計 Organic Ventile 品牌布料的銷售，現占公司營運額的三分之一，並繼續成長。

遵循環保標準

所有品牌及零售商面臨著越來越大的壓力，紛紛需使用環保材質生產產品，因此 DWR 加工技術、薄膜及其他防水透氣材質供應商，皆被要求能證明其產品不含有害化學物，並符合產業通用的知名環保標準規定。

業界使用的重要標準包括 Oeko-Tex 的 Standard 100 及 bluesign 系統。有害化學物質零排放聯盟（ZDHC）的 Roadmap to Zero Programme（零排放計畫路線圖）所提出的 MRSL（生產限用物質清單）亦為業界高度重視，是環保化學物的指標。

德國 BMZ（德國經濟合作與發展聯邦部）於去年 7 月推出一款新的環保認證標章「綠鈕扣（Grüner Knopf, Green Button）」，預計歷經兩年的試驗階段，將於明年 6 月正式推出。該標章適用於歐盟境內製造的產品，以及歐盟境內營運的企業，可應用在符合環保與社會責任標準的紡織產品及企業，其中，獲得標章的產品必須符合相關環保與社會責任標準的 26 項規定，而獲得標章的企業，則必須符合相關環保與社會責任標準的 20 項規定。

德國戶外服飾供應商 Vaude 已宣布其 2019/20 秋冬成衣系列產品有 90% 獲頒此標章；事實上，該公司有七成五的產品皆已獲頒此標章。

防水透氣成衣

防水透氣成衣材料

防水透氣成衣的典型材料皆由兩層或多層組成。兩層結構是由耐磨的表面布料（通常是聚酯或尼龍）加上一層薄膜或塗層。2.5 層的結構由一層外層、一層薄膜及一個半層組成，半層的部分可能由貼合的「點狀物」、網格圖案或是樹脂組成。3 層的結構是在一層表層布料與一層內層布料之間夾入一層貼膜布。4 層的結構由表面布料、微多孔薄膜、親水塗層及排濕襯裡組成。

薄膜以黏著劑附著在布料上，黏著劑選擇應注意確保對布料整體的手感不會有負面影響，理想黏著劑應該黏性夠強到只需用到最少量即可。大部分防水透氣貼膜布料的外層表面皆經過 DWR 加工，讓水分形成珠狀再從布料表面滾落。現存防水透氣材質及 DWR 加工技術有許多選擇，另有部分戶外服裝品牌亦開發出自家的防水透氣技術。

防水透氣成衣的設計特色

為強化戶外運動及消遣活動穿著服飾的防水透氣效果，「設計」扮演著關鍵角色。大多數為這些目的設計的高品質服飾都號稱能促進穿著舒適感，設計特色包含：可調整的開口、有透氣孔的口袋、拉繩控制的邊緣衣擺、腋下拉鍊、下擺防風裙設計、防風雨前片門襟，以及防水接縫。

外套手腕處與長褲腳裸處可調整的開口能拉緊或放鬆，以調整穿著者手臂與腿部進出的氣流，開口通常以黏扣帶構成。有透氣孔的口袋是特殊設計的，打開時可增加氣流，加強透氣性。拉繩控制的邊緣衣擺在許多防水外套及長褲上皆可見，就像黏扣帶的功能一樣，能阻隔冷空氣、雨及雪；內含鬆緊帶的下擺可以拉緊或放鬆，以調整衣服內部的空氣循環。外套的腋下拉鍊拉開時可讓汗水濕氣逸出。下擺防風裙是指與外套襯裡整個腰部以按扣接合的一片布，有著鬆緊下擺，如同抽繩下擺作用一樣，可防止空氣與濕氣穿透。防風雨前片門襟是覆蓋住拉鍊的布料，用以防止濕氣穿透拉鍊齒縫。防水接縫是指接縫以貼條或密封膠密封，以防止水分滲透。

防水透氣成衣的保養

防水成衣通常高度耐穿且使用壽命長。2015 年一項由英國 De Montfort University 調查、歐洲戶外協會出版的調查《經過 DWR 加工的戶外外套：消費者與品牌對產品特色、用途及產品保養的觀點》發現，36% 受調歐洲品牌會期望其熱銷的非保暖戶外外套擁有十年以上的穿著壽命。

不過，關於戶外外套最佳的保養方式仍缺乏明確說法，很重要的一點是，經過 DWR 加工處理的衣服洗滌方式必須正確，並經烘乾或熨燙，以確保洗滌後能再度活化 DWR 功能。但前述調查受調品牌，有 68% 對非保暖戶外外套的洗滌頻率不提供任何建議；同時，受調消費者有 27% 至少一年洗滌一次他們的非保暖戶外外套（2% 消費者一個月洗滌一次以上；3% 每個月都會洗；8% 隔月洗；25% 一年洗 3~5 次；26% 一年洗兩次；9% 從來不洗）。

品牌通常會提供非保暖戶外外套烘乾與熨燙的保養說明，但受調消費者通常選擇不烘乾或熨燙外套，也因而失去再度活化 DWR 功能的機會。經 DWR 加工的外套洗滌後，可經過再活化程序恢復防水功能，但該調查發現，26% 消費者每次洗滌後會加上再活化過程，28% 消費者洗滌後不曾如此做過。不過，59% 的品牌並未提供有關外套再活化頻率的建議。

防水透氣布料的應用

防水透氣布料應用的服飾類別主要為：運動服裝、休閒穿著與運動休閒服裝、軍用服裝、個人防護裝備及醫療服裝。在這些方面，防水透氣布料主要用於外層成衣，首要功能是保護穿著者免受風、雨、雪由外而內的侵入。不過，這樣的防護作用不應妨礙到任何內層成衣（提供濕度管理）和／或中層成衣（保暖絕緣）的機能。

外層成衣另應維持其他特性，例如：良好的尺寸穩定性、輕量、手感舒適及良好耐穿程度。各種防水透氣布料的防水透氣能力大有不同；儘管創新不斷，兼顧防水與透氣往往涉及取捨：布料越防水，就越不透氣，反之亦然。

選擇防水透氣服飾最重要的考量是「用途」。真正防水的布料用於不同活動時，如在風雨中健行或坐在潮濕的地面釣魚，必須能抵擋水分。此外，不同用途需要的透氣程度也可能不同，視穿著者進行的體能活動而定。舉例來說，運動用防水透氣服裝，因可能高度從事體能活動，流汗程度也很高，需要較高程度的透氣性；未從事體能活動時所需的防水透氣服裝透氣性就毋須要求太高。另外，個人防護用與醫療用的防水透氣布料需加強透氣性，但不能妨礙對生物製劑、化學物或甚至放射性污染物等的防護性。

防水透氣成衣的舒適感視穿著者的活動程度而定。高活動量會讓身體產生更多潮濕水氣，必須有效率地將水氣傳輸至衣服外部，以防止不舒服的感覺；穿著者活動量越大，衣服透氣性需求越高。

其他影響舒適感的因素有：周遭溫度、濕度、穿著者的新陳代謝作用、成衣表層布料厚度、成衣裡穿著的衣服種類、衣服襯裡種類（網布襯裡比梭織布襯裡透氣）、閉合裝置如拉鍊的使用，以及風速。

防水透氣布料在休閒穿著與工作服的市場應用十分廣泛，也使用在睡袋、帳篷及床墊等品項上。不過，在許多方面的應用會需要防水透氣之外其他的功能特性，如機械力、耐磨性及耐洗滌性。

DWR 加工處理創新

ALTOPEL F3 WATER REPELLENT 與 OMNIBLOQ

Altopel F3 與 OmniBloq 是美國特殊化學品公司 Bolger & O'Hearn 開發的 DWR 加工技術。

Altopel F3 是種不含 PFCs 的 DWR 加工技術，較其他競爭性產品使用壽命長。這種加工不會影響布料手感或透氣性，也有助改善布料的耐磨性，應用在 100% 的尼龍布或聚酯布時，可經得起超過 50 次的洗滌，應用在棉布時則可經得起 20~30 次的洗滌。數家品牌產品使用 Altopel F3，包括美國機能性布料公司 Polartec。

OmniBloq 係去年推出的 DWR 加工技術，宣稱能防水、防暴風雨及高度透氣。這種加工用於生產運動休閒服裝、背包、健行服裝、雪地運動服裝、帳篷等產品布料上。OmniBloq 據稱賦予布料的防水程度可比擬使用防水薄膜的效果，同時提供絕佳透氣性。此外，這種加工不含 PFOA、可以回收，並且防汗，包括油性汗漬。

PLASMAGUARD S

PlasmaGuard S 是比利時電漿專門公司 Europlasma 開發的奈米塗層技術，由於不含鹵素、PFOS 及 PFOA，因此被認為是環保的。

這種塗層可應用於紡織品或薄膜表面，厚度僅為 100~200 奈米（十億分之一公尺）。塗層與水的接觸角⁵ 超過 120 度，可加強材質的疏水性⁶。經過 PlasmaGuard S 處理的薄膜據稱具有卓越的透氣性，有些薄膜依照 ISO 11092:2014 標準⁷ 測試時，RET 值可達 0.9。

⁵ 接觸角 (contact angle) 是指液體／水氣與固態表面交界的角度。角度越高，材質疏水性越強，反之亦然。防水表面的水滴會保持完美球形，接觸角度是 180 度；角度為 0 度時，材質是全濕情況。超疏水性的表面通常水接觸角度至少為 150 度。

⁶ 疏水性是指表面或是物質具有低的表面自由能 (surface free energy)，因此易於撥水或不易被水浸濕。如果接觸角超過 90 度，被認為是疏水性表面，小於 90 度，就被認為是親水性表面。

⁷ ISO 11092:2014 是國際標準組織 ISO 的紡織品-生理效應-穩態條件下，熱阻度與水蒸氣阻度試驗法(流汗熱板法)。

ACTIVATED SILK

美國化學公司 Evolved by Nature 開發出無毒、環保的化學配方 Activated Silk，可應用於廣泛領域，包括紡織加工、個人護理用品及醫療用品。Activated Silk 的性能可依照所需特定終端用途來修飾。例如，在紡織應用方面，可以修改成提供紡織品撥水性、吸濕性，甚至抗起球。

Activated Silk 是以從蠶繭獲得的絲蛋白所製成。Activated Silk 製造過程並不需要蠶繭的纖維束完整無缺，因此可以使用不適合應用於紡織品的繭。蠶絲包含兩種蛋白質：絲膠－在絲外層的一種蛋白膠，將蠶絲纖維黏在一起；絲蛋白－提供蠶絲纖維強力與彈性的蛋白質。

Activated Silk 僅需要絲蛋白，因此 Evolved by Nature 採用特殊過程將蠶絲的絲膠與絲蛋白分開。蠶繭先在熱水與鹽的混合液裡洗過，以除去絲膠，剩下的絲蛋白經過乾燥，露出薄而白的絲蛋白紗；絲蛋白紗再浸入熱水與鹽的混合液，形成絲蛋白液，之後，溶液裡的鹽再經過專利淨化過程除去，剩下液體的絲蛋白。

Evolved by Nature 能改變液體絲蛋白的分子排列，修飾其機能性，以配合不同終端用途的需求。由於 Activated Silk 以自然絲蛋白製成，處理時十分安全，也較傳統紡織加工過程環保。Activated Silk 可像傳統紡織品加工方式一樣應用在紡織品上，價格亦可媲美傳統紡織加工方式。

Evolved by Nature 成立於 2013 年，最初聚焦於肌膚保養產品上，之後擴及其他產業，尋求進一步成長。該公司已獲得一連串重要的投資，僅在 2018 年就接獲 B 輪募資達 3,000 萬美元，亦於去年 6 月進一步獲得法國品牌 Chanel 投資，該項投資是 Chanel 環保策略的一部分，促使兩家企業合作開發技術領先與環保永續的高品質創新材質。

EMPEL

美國 Green Theme Technologies 開發環保布料加工技術 EMPEL，包含一項液體配方的化學應用及熱療兩個步驟。

液體配方包含一個碳水單體與一項撥水加工，可以使用傳統紡織塗佈機器應用在布料上。布料經過塗層後，成匹的塗層布被放入名為 GTT Curing PODS 的槽中，經過加壓加熱，啟動單體聚合作用，撥水加工處理因而與布料的每根纖維結合。

EMPE 不使用 PFCs，也不會影響布料的手感與透氣性。此外，EMPEL 過程不會消耗任何水分或溶劑，因此被形容為「乾」加工過程，並且高度環保。

經過 EMPEL 處理的布料據稱機能「比先進撥水處理技術好十倍」，提供的撥水程度高於經過 C6 與 C8 化學物⁸ 處理的布料；而且 EMEPL 的作用非常耐久並耐磨。

⁸ C6 與 C8 化學物係指 PFCs 化合物，分別含有 6 個碳原子與 8 個碳原子的化學鏈。

耐乾洗 HEIQ ECO DRY FW 與 DWR 加工

HeiQ Eco Dry FW 是專精紡織品創新效果的瑞士公司 HeiQ，為鞋類開發的 DWR 加工技術，於去年 6 月發表，適用於羊毛或聚醯胺及與其混紡的布料，不會影響布料透氣性。該公司的 HeiQ Eco Dry 系列是應用於成衣與鞋類的 DWR 加工技術，原理皆是在布料的個別纖維表面上建立 3D 結構，讓布料表面與水滴之間的接觸面積最小化。這項加工不含 PFCs，因此是環保的。

HeiQ 也開發出禁得起乾洗的 HeiQ Eco Dry 加工，能讓使用絲或羊毛等頂級纖維製成的產品產生撥水性。

PHOBOTEX RSY 與 ZELAN R3

新加坡染料、化學品及油墨全球性供應商 Huntsman Textile Effects 開發出環保 DWR 加工技術 Phobotex RSY。

Phobotex RSY 不含甲醛、不含氟化物，提供的撥水程度相當於以 C6 化學物為基礎的撥水加工技術。該項技術具極佳耐洗性，經得起 20 次以上的洗滌，亦具優越耐磨性，適合用於以合成纖維及其混紡，以及纖維素材質製成的布料。

Phobotex RSY 加工屬於 Huntsman Textile Effects 「High IQ Repel 計畫」的一部分，這項品質與機能保證計畫是用來協助工廠與品牌開發環保性的防雨及防汗成衣產品，包含三種程度的機能性：

- High IQ Repel Everyday（日常）－應用於學校、休閒、運動休閒及上班穿著的布料；
- High IQ Repel Outdoor（戶外）－應用於單車、健行、高爾夫、跑步及越野跑步等戶外活動服裝的布料；
- High IQ Repel Extreme（極限）－應用於攀岩、登山及雪地運動等戶外服裝的布料。

Zelan R3 是由 Huntsman Textile Effects 行銷的一項 DWR 加工方式，由 Huntsman 長期夥伴、美國化學品供應公司 Chemours 所開發。這項 DWR 加工方式使用的材質有 63% 來自可再生資源，包括植物性材質、非基改原料及非食物來源原料。

這項加工適用於各種布料，包括棉、合成纖維及混紡，瞄準高機能性戶外及外衣布料市場，聲稱耐用性超過現有不含 PFC 產品的三倍，並且是現存唯一使用「可再生來源」的撥水處理方式，亦被認為是用來取代使用 PFCs 的 DWR 加工的業界領導性技術。

未來 Huntsman Textile Effects 將致力與 Chemours 合作擴展其環保性 DWR 處理系列，其中 Phobotex RSY 就是過去合作的成果。

3XDRY BIO 與 ECOREPEL BIO

專精開發創新布料與加工技術的瑞士 Schoeller Textil，開發出 3XDRY Bio 與 ecorepel Bio 兩項生質撥水加工技術。該兩項加工皆不含 PFCs，並取材自「可再生的初級產品」，亦即無法作為食品或動物飼料的非基改農產品。

3XDRY Bio 加工處理賦予布料撥水與濕度管理的性能，經此項處理的布料，外層表面可撥除水滴及任何附著的汙漬分子，內層表面則有助傳輸肌膚的濕氣到達外層表面，然後蒸發。

ecorepel Bio 的開發靈感來自大自然，模仿植物的角質層，是覆蓋植物的葉與莖、具有撥水功能的蠟質薄膜。ecorepel Bio 以生物聚合物的長鏈製成，會裹住個別纖維，形成螺旋結構，防止水滴停留在織物表面；具有透氣、高功能性、維持布料柔軟手感及無味等特性。

防水透氣薄膜與布料創新

XPORE

臺灣明基材料公司（BenQ Materials）開發 Xpore 防水透氣薄膜，可應用於合成纖維與天然纖維布料上。由於不使用 PFCs 且製程中不使用溶劑，因此是種環保薄膜。此外，在製造貼膜布過程中，無需溶劑即可附著在布料上。Xpore 薄膜適用於範圍廣泛的布料與材質，甚至皮革上。

該種薄膜每平方尺包含 100 億個奈米孔，具疏水性、極佳防水程度及透氣性，細菌無法滲透。明基材料開發出含 Xpore 的兩類貼膜布：Xpore Xtreme 貼膜布及 Xpore Xtra 貼膜布。其中，Xpore Xtreme 貼膜布有三種：

- Xtreme Power 系列－適用於製作成衣，提供極限氣候的防護。
- Xtreme Light 系列－適用於製作供「一般」天氣穿著的輕量成衣。
- Xtreme Recycle 系列－使用布料包含源自回收廢棄材質製成的聚酯或聚醯胺纖維。

Xpore Xtra 貼膜布用於製作「都會風格」的成衣，提供兩種選擇：

- Xpore Xtra Active 系列貼膜布－適用於製作運動裝的輕量貼膜布。
- Xpore Xtra Natural 系列貼膜布－包含以天然纖維如羊毛、棉製的布料，用於提供「日常舒適感」。

DIMPORA 薄膜

瑞士新創公司 Dimpora 開發出環保防水又透氣的 Dimpora 多孔薄膜，使用由 PU 聚合物與礦物基底「模板」組成的液體混合液製成。這種聚合物與礦物混合液噴灑在布料上形成薄片，然後移除礦物基底的模板，留下「互相連接空隙」形狀的孔洞。這種薄膜不含有害化學物，因此是可取代傳統 Eptfe 材質薄膜又環保的替代性薄膜，可採用傳統貼膜技術應用於布料上。

Dimpora 刻正開發 3D 薄膜，可以用噴灑、塗佈、印刷或浸漬塗佈方式直接應用在外套成品上。這類應用方式可消除薄膜在接縫處車縫過程中被破壞的風險，也去除貼帶的必要。

Dimpora 亦在研發擴大規模生產這種薄膜的生物分解版本，同時致力於商業化非生物分解版本薄膜，並已與瑞士戶外成衣品牌 Rotauf 合作開發出使用該種薄膜的外套，提供給有參與 Dimpora 於 Indiegogo 群眾募資平臺活動的消費者。Dimpora 因獲得去年 H&M Global Change Award (H&M 全球變革大獎)⁹ 資金及其他支援而進一步發展事業，更因此獎特別獲得了 25 萬歐元的獎金，進入一項創新加速器計畫 (Innovation Accelerator Program)，該計畫是由 H&M 基金會、瑞典斯德哥爾摩 KTH 科技大學及愛爾蘭的管理顧問科技服務公司 Accemture 共同執行的。

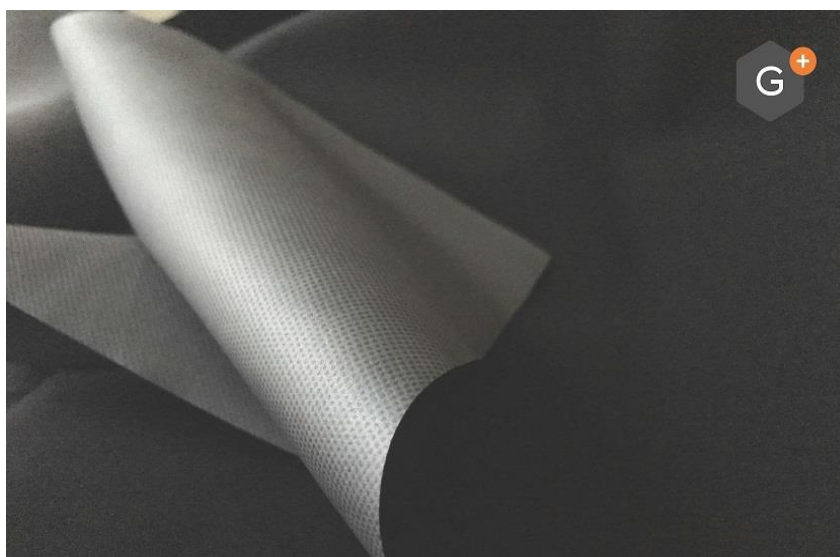
⁹ H&M Global Change Award 是 H&M 基金會成立的獎項，每年以總額 100 萬歐元的獎金頒給五名創新發明者，其發明可以減少服裝供應鏈的廢棄物並協助創造閉環式經濟。H&M 基金會是瑞典 H&M 成衣集團創辦人家族資助的非營利全球性環保組織。

G+ (GRAPHENE PLUS) 薄膜

義大利石墨烯專家 Directa Plus 開發的 G+ (GRAPHENE PLUS) 薄膜，是應用於成衣上的高機能性薄膜，防水又透氣，以 PU 或 PTFE 製成，並經過 G+ 處理。G+ 包含石墨烯奈米薄片，能提供一些機能而不會對薄膜的防水透氣性產生負面影響。

G+ 尤其有助均勻散發體熱，因而能強化薄膜的保暖舒適感，有助維持穿著者舒適體溫。另外，亦賦予薄膜抗靜電與抑菌的性能。這種薄膜適用於範圍廣泛的布料上製成貼膜布，做為運動服、工作服及奢華流行服裝等成衣品項的用料。

G+ 薄膜



資料來源：Directa Plus

FENC TOPGREEN 薄膜

FENC TopGreen 薄膜是用來製造戶外服裝使用的貼膜布，係臺灣遠東新世紀公司開發的產品。這種薄膜使用回收消費後寶特瓶 (PET) 所製的聚酯纖維製成，因此是環保的，不但完全可追溯履歷，其製造過程的碳足跡，與以石油為原料所生產的原生聚酯纖維製程相較，減少了 51%。

TopGreen 薄膜防水，可承受 15,000 毫米高的水柱，其 MVTR 速率為 15,000 公克。此外，這種薄膜是無孔的，可防止因油脂、灰塵、污垢阻塞妨礙了透氣性，其設計亦可在極度嚴寒（可低至 -40°C / -40°F）的氣候下保持彈性、柔軟及透氣。

STORMFLEECE 布料與 AIRMEM 薄膜

Stormfleece 布料與 Airmem 薄膜是臺灣機能性布料專家興采實業（Singtex）開發的產品。Stormfleece 布料可用於製造屬於中層或外層的成衣，適用於範圍廣泛的戶外活動成衣，包括單車、釣魚、雪地運動及健行，以及工作服用料。

Stormfleece 為單層布料，具緊密梭織結構，但手感可媲美針織布料。由於布料本身結構緊密，因此無需防水薄膜，布料亦較傳統外殼布料來得輕（傳統外殼布料通常有兩層或三層的貼膜結構）。

這種布料經過 DWR 加工，具優異的抗磨性，布料內面有網格刷毛組織，有助聚集空氣促進保溫隔緣。布料也具有適度的伸縮性，容許身體大幅度的動作。

Stormfleece 布料提供 Stormfleece、Stormfleece Lite、Stormfleece Plus 及 Stormfleece Pro 四種選擇。興采亦提供客製化 Stormfleece 布料的纖維成分。此外，布料內面的刷毛結構可以是網格以外的圖案。

由於 Stormfleece 具有緊密的梭織結構，不會像傳統刷毛布料在洗滌時掉落大量超細纖維，因此被認為對環境較為無害。

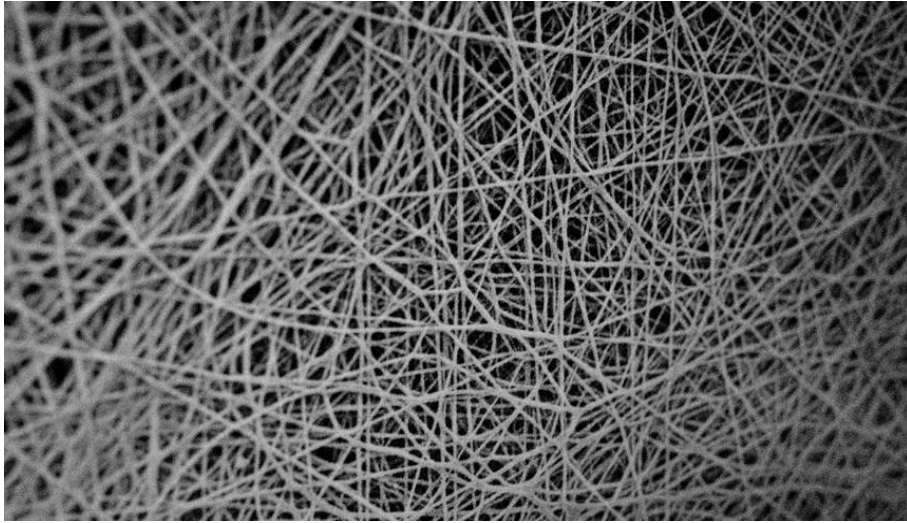
Stormfleece 布料已擁有臺灣專利，正在申請美國及歐盟專利。包括 LL Bean、New Balance 及 Patagonia 在內的戶外成衣品牌，皆已使用 Stormfleece 布料。

Airmem 是生質薄膜，用於製造防水透氣的貼膜布料，環保、防風、阻水及透氣，又提供防臭功能。製造 Airmem 時，將傳統用來生產薄膜的石油基底材質的 25%，以使用來自回收咖啡渣的咖啡油脂萃取物製造的材質，以及來自大豆油的回收再生資源與聚乳酸（PLA）製造的材質來取代。

FUTURELIGHT

FutureLight 是美國戶外成衣品牌 The North Face 去年推出的防水透氣材質。這種材質加入一種以奈米纖維製成的薄膜，被認為比市場上任何類似產品要來得透氣。薄膜製程被命名為 Nanospinning（奈米紡）。在此過程中，一種 PU 溶液自超過 20 萬個奈米級的噴嘴中抽取形成奈米纖維，纖維再放置在一張紙上形成薄膜。這種薄膜包含微米級與奈米級的孔洞，因此防水且極度透氣。Nanospinning 製程可以調整用於產生不同厚度與孔隙度的薄膜，而薄膜可與各種不同針織或梭織布料貼合，以因應不同機能需求。

FutureLight 防水透氣材質



資料來源：The North Face 及 PRNewsfoto

去年 7 月，擁有 The North Face 的美國 VF Corporation 宣布將投資 2,000 萬美元來推出 FutureLight 材質；同年 10 月推出之後，該公司指出對 FutureLight 產品的需求超過預期。

The North Face 已將 FutureLight 材質使用於外套、連身工裝長褲及長褲，屬於 2019／20 季節的 Summit 系列、Steep 系列及 Flight 系列的一部分，男、女裝皆有；亦具備用於製造其他產品的潛力，如帳篷。

CEPLEX GREEN 薄膜

德國戶外成衣品牌 Vaude 開發最新專利薄膜 Cplex Green，防水防風又透氣，提供 PU 及聚酯兩種材質版本。

PU 版加入了 25% 臺灣興采實業以廢棄咖啡渣製成的 S.Café 成份，咖啡渣與一種聚合物結合後產生母料。S.Café 技術據稱可賦予布料快乾、防臭及防紫外線的機能。

聚酯版薄膜則包含 50% 來自消費後廢棄物製成的聚酯，主要來自廢棄 PET 寶特瓶。由於大多數薄膜使用的回收材質是來自消費前廢棄物製成的聚合物，因此聚酯版別具意義。

Vaude 致力開發以 100% 來自消費後廢棄物製成之聚酯製程的薄膜，具有與前述含 50% 薄膜相同程度的機能。Cplex Green 薄膜在 2019／20 秋冬季產品中，首次加入 Vaude 的 Miskanti Softshell Jacket II（軟殼外套）男、女裝。外套另經該公司 Eco Finish DWR 技術加工，該項加工不使用 PFCs。

Miskanti Softshell Jacket II



資料來源：Vaude

VENTILE ECO 400 RCO

Ventile Eco 400 RCO 是種防水透氣棉布料，100%以來自回收消費前廢棄物的再生棉花纖維製成，由瑞士 Stotz & Co. 旗下布料品牌 Ventile 所開發。Ventile Eco 400 RCO 重量為 400 公克／平方公尺，有木炭色、橄欖色及白石色三種顏色選擇，未來將擴大色彩選項。

Ventile 所有布料皆是 100% 以超長纖維棉花製成，具緊密梭織結構，並經 DWR 加工處理，提供優異的防風、防雨、防冰雹及防雪性能，但依然透氣。

Ventile Eco 400 RCO 是 Ventile 第一款以來自回收廢棄物再生的棉材質製成的布料，Ventile 全程管理再生棉的來源及製程，以確保產品完全透明，同時亦掌控布料生產的所有後續過程。

新 GORE-TEX PRO 布料

Gore 以 Gore-Tex 品牌名提供數種防水透氣布料，例如：Gore-Tex Active 布料，加入一層輕量薄膜，用於生產越野滑雪、單車、健行及跑步成衣；Gore-Tex Shakedry 布料，極端輕量，在外層上加入一層 Gore-Tex 薄膜；Gore-Tex Pro 布料，具三層結構，用於提供極限氣候防護。

去年 11 月，Gore 宣布研發出三種新款 Gore-Tex Pro 防水透氣布料，協助成衣設計師開發出更能適合特殊活動需求的成衣品項。新款布種包含 Gore-Tex Pro 最堅固（most rugged）科技、Gore-Tex Pro 伸縮（stretch）科技，以及 Gore-Tex Pro 最透氣（most breathable）科技三種布料。

Gore-Tex Pro 最堅固科技布料適用於最需要牢固的穿著，使用年限長，布料有三層結構，包含一層表布、一層「新的薄膜科技」，以及一層溶液染色方式的 Micro Grid Backer 布料¹⁰。

¹⁰ Gore 的 Micro Grid Backer 布料是特別織造的襯裡布，用以防護 Gore-Tex 薄膜免受磨損，有助成衣在其他衣物上輕鬆移動，透氣且強韌。

Gore-Tex Pro 伸縮科技布料用以加強衣服的高伸縮性，容許各種身體動作，以及容許 20% 的伸縮度。

Gore-Tex Pro 最透氣科技布料用以促成衣服優異的透氣性，減少濕氣累積至最低。此款布料輕量，並結合一層溶液染色方式的 Micro Grid Backer 布料。

在成衣不同部位使用不同種類的布料，以強化服裝機能。以攀岩外套為例，Gore-Tex Pro 伸縮科技布料可用在肩膀及手臂後背處，Gore-Tex Pro 最堅固科技布料可用於手肘與肩膀上方，Gore-Tex Pro 最透氣科技布料可用在身體其他部位。

結合 Gore-Tex Pro 新款布料的服裝將於 2020/21 秋冬季上市，採用的戶外成衣品牌有 Arc'teryx、Mammut、Mountain Equipment、Mountain Hardwear、Montbell、Norrøna 及 Patagonia。

探險家 Mollie Hughes 穿著加入新款 Gore-tex Pro 布料製成的 Mountain Equipment 品牌成衣



資料來源：Hamish Frost

展望

防水布料有助在惡劣天氣中提供防護，一直扮演重要角色。不過，對消費者而言，舒適感逐漸與功能性一樣重要，因而促成既能撥水又能散發濕氣材質的發展。現有防水布料的選擇多且廣，包括含有各種天然纖維與合成纖維成分的塗層紡織品及貼膜布。

防水透氣布料通常與戶外服飾相關，但這類材質也廣泛應用於運動服、工作服、軍用服裝及醫療服裝；另一項較新的應用，是在運動休閒服裝，適用多種活動。預期運動休閒服裝的盛行將帶動防水透氣布料未來大量的需求。

影響材質與加工處理選擇的一項主因是日趨受重視的環保永續性，尤其在薄膜與 DWR 加工上，業界面臨極大壓力，需開發出能取代 PFCs 等有害化學物質的環保材質與加工技術，且不會影響防水透氣機能。數家企業已偏向使用生質材質或借鏡仿生學靈感來開發環保 DWR 加工技術；此外，在環保薄膜方面亦有進展，像是使用回收再生聚酯纖維，但仍需克服部分會影響機能性的問題與障礙。對環保的要求也影響對布料纖維成分的選擇，越來越多企業開發的防水透氣材質加入來自回收廢棄物的纖維，如以棉或聚酯為主。

整體而言，防水透氣材料的市場由歷史悠久的大型企業主宰，不過，消費者重視創新，促使不論新舊公司皆持續提升與多元化其產品。如同環保材料是個方向，新的創新也包含了複合功能的材質。

在此領域另有一個重要焦點，那就是天然纖維的使用。諸如 Dimpora、Evolved by Nature 等公司，已自成衣業重要國際大咖獲得相當的投資，以支援產品的商業化。