

功能性服裝的防靜電技術：
快速成長市場的商機

2025年10月

紡拓會 編譯

功能性服裝的防靜電技術：快速成長市場的商機

目錄

頁次

摘要.....	1
簡介.....	1
造成靜電的原因是什麼？.....	1
防靜電保護之必要性.....	3
賦予布料防靜電性能.....	4
導電纖維.....	4
防靜電處理.....	6
防靜電服裝.....	6
終端應用.....	8
防靜電產品市場.....	9
防靜電產品市場整體趨勢.....	9
終端應用市場.....	10
地理市場.....	11
防靜電產品市場的成長前景.....	11
防靜電安全規範.....	12
歐洲.....	12
EN 1149.....	12
DIN 54345-1.....	13
BS 6524.....	13
美國.....	13
ANSI/ESD STM 2.1及IEC 61340-4-9.....	13
AATCC TM076.....	14
主要防靜電產品製造商.....	14
主要防靜電添加劑、試劑及處理劑製造商.....	15
Nanotex.....	15

OCSiAl.....	15
主要防靜電纖維及紗線製造商.....	16
R.Stat.....	17
主要防靜電布料製造商.....	20
Burlington Fabrics.....	20
Carrington Textiles.....	21
DuPont.....	23
K&K.....	24
Klopman.....	26
TenCate Protective Fabrics.....	26
前景展望.....	28

圖表目錄

表1：工作場所常見的靜電來源.....	2
表2：活動與相對濕度對靜電程度的影響（按活動類型分）.....	4
表3：導電纖維的類型、所用材料及消除靜電的方法.....	5
表4：不同類型導電纖維的導電程度.....	5
表5：2025年防靜電添加劑、試劑、處理劑、纖維、紗線、布料及服裝的主要供應商.....	9
表6：2025年防靜電纖維及紗線的主要供應商.....	18
表7：2025年Carrington Textiles的防靜電布料.....	21
表8：2025年K&K的防靜電布料.....	24
表9：2025年Klopman的防靜電布料.....	26
表10：2025年TenCate Protective Fabrics的防靜電布料.....	27

功能性服裝的防靜電技術：快速成長市場的商機

摘要

靜電觸電是日常生活常見的現象，通常對人體不會造成太大的危害。然而，靜電在電子產業中卻是一個重要的問題，製造商因靜電而損壞的電子設備約占每年總收入的 6.5%。此外，在某些環境中，靜電的突然放電可能會引起火災或爆炸。

在工作場所中，人是靜電的最大來源，因此，在這些環境中需採取防護服等防靜電措施。值得注意的是，工作服是防靜電服裝的最大市場，而該市場中最大的消費者是電子及電腦產業。

防靜電產品（包括纖維、紗線、布料及服裝等）的市場高度專業化，但鮮少有公司專門生產這些產品。更常見的情況是，針對工作服或防護服市場的布料或服裝公司會在其產品系列中加入一種或多種防靜電產品。許多阻燃布料亦具防靜電功能。

賦予布料防靜電特性最常見的方法是加入導電纖維。布料中常見導電元素包括碳、銅、石墨烯、金屬鹽、銀或不銹鋼。導電產品的選擇，部分取決於最終用途與所需的防護等級。

展望未來，防靜電產品市場將大幅成長，原因有很多，包括：消費性產品中的電子產品日益普及；電子零件的微型化，使其更容易受到靜電影響；工作場所的安全意識不斷提高；以及汽車業及包裝業等某些終端用途市場的強勁成長。自地區來看，由於亞洲地區製造業活動強勁成長、電子產業快速擴張，預計該地區將出現強勁成長，尤其是中國大陸與印度。

簡介

靜電的產生是日常現象，在下車、換衣服或按下電梯按鈕時皆可能發生。靜電產生的常見影響包括衣服黏附在身上，以及電腦螢幕或電視螢幕上吸附灰塵。靜電累積與放電最常見的例子是閃電。

靜電通常存在於人類無法感受到的低電壓——低於 2,000 伏特。但即使在如此低電壓下，靜電仍會造成電子零件損壞。

造成靜電的原因是什麼？

所有材料皆含有電荷。一般來說，負電荷（電子）與正電荷（質子）會試圖在各自位置維持平衡。

然而，當兩種材料相互接觸時，部分電荷會自一種材料移動至另一種材料，導致一種材料上帶有過多的正電荷，而另一種材料上則帶有等量大小的負電荷，進而產生靜電。

當材料相互分離時，每種材料皆會帶走各自的電荷。一種材料帶正電，另一種帶負電。如果材料能導電，電荷就會消散並最終重新結合。這就產生了靜電，通常非常微弱，難以察覺。

然而，如果電荷分離的速度比材料消散電荷的速度快，靜電荷就會累積，從而導致高電壓和靜電衝擊。

表 1：工作場所中常見的靜電來源

工作檯	蠟面、塗漆、塑膠
地板	蠟面、乙烯基瓷磚、密封混凝土
服裝	非導電鞋、合成材料如尼龍
椅子	乙烯基、玻璃纖維、加工木材
包裝	塑膠袋、泡棉、脆盤
組裝區	噴霧清潔劑、熱風槍、吹風槍、塑膠工具、陰極射線

資料來源：Mini-Circuits。

個人所感受之電擊程度會因天氣、個人體型、穿著及正做的事而有所不同。

有些人對電擊的敏感度較其他人更高。對大多數人來說，感受電擊的臨界值在 2,000 至 4,000 伏特之間。

然而，有些人較其他人儲存更多的靜電。這受到體型、腳型及鞋底厚度的影響。較大的身體、較大的腳，以及較薄的鞋底需儲存更多的電荷才能產生相同的電壓。

其他影響個人受到電擊次數及嚴重程度的因素包括鞋底材質，以及走路的方式。

鞋子通常採用絕緣橡膠或塑膠鞋底，會在穿著者走動時累積靜電。尤其是在舊式尼龍地毯上行走時，更容易產生靜電。

天氣也會影響靜電。尤其當空氣乾燥時，靜電荷的累積更加顯著，因此在寒冷、乾燥的環境，以及乾燥的夏季更容易產生靜電。

中央暖氣與空調也會造成更多的靜電，因其會使空氣乾燥，導致空氣導電性降低。天氣潮濕時，空氣會變得潮濕且更具導電性。

當衣服乾燥時，就沒有濕氣讓衣服上的電荷流失。由棉等天然纖維製成的衣服不如由合成纖維製成的衣服那樣容易產生靜電，因為棉質衣服能維持較久的濕氣。

可透過下列方式來降低靜電次數：

- 將空氣濕度提高至 40%-50%的相對濕度；
- 穿著鞋底由皮革等天然材料製成的鞋子；
- 穿著防靜電鞋，減少靜電荷在身體累積；
- 使用防靜電處理劑處理地板，不過，這些處理劑僅適用於某些地板類型，而且會隨著時間而磨損；及
- 穿著防靜電服裝。

防靜電保護之必要性

在大多數情況下，輕微的觸電除不舒服並令人感到討厭之外，對人體幾乎不會造成危險。

然而，在許多工業環境中，觸電會導致更嚴重的風險。由於人體是靜電的主要來源，因此需採取穿著防護服等防靜電措施。

突然飾放的靜電可能會引起火災及爆炸，尤其是在處理易燃液體與氣體時。

同樣地，靜電對於靜電敏感的電子設備尤其有害。

據估計，全球靜電對電子設備造成的損失約占電子製造商總年收入的 6.5%，總計約為 500 億至 1,000 億美元。

除產品損壞外，靜電亦會給製造商帶來機器停機、工時損失、退貨及保固成本等損失，特別是在半導體及電子產業。

靜電會致使電子裝置故障，並在各種環境中皆可能造成損害，像是電腦中心、電子控制室或機上飛行電子設備。

在部份情況下，僅僅幾伏特的靜電便可損壞或破壞靜電敏感元件。這種損壞會導致記憶體的損失，以及電子記憶設備（如電腦、資料終端機與文字處理器）的錯誤輸入。這種損壞通常不會立即發生，而是在正常使用條件下逐漸顯現。

在工作環境中，人體是靜電的主要來源之一。事實上，簡單的走路動作就能在人體上產生數千伏特的靜電，而日常活動也容易累積具潛在破壞力的靜電。

表 2：活動與相對濕度對靜電程度的影響（按活動類型分）

單位：伏特

	相對濕度	相對濕度
	10%-25%	65%-90%
走過地毯	35,000	1,500
走過乙烯基瓷磚地板	12,000	250
坐在長椅上的工人	6,000	100
自長椅上撿起一個塑膠袋	20,000	1,200
坐在鋪有聚氨酯泡棉的椅子上	18,000	1,500

資料來源：靜電放電協會（Electrostatic Discharge Association, ESDA）。

在電子產業中，控制因正常活動而造成潛在損壞性電荷的環境已成為重中之重。

以電腦硬碟機生產為例，倘若製造商在生產過程中未留意靜電放電（ESD）問題，則產品不良率就會大幅增加。

防靜電控制程序包括旨在將靜電累積減至最低的措施與裝置，包括腕帶、地墊、地面修飾、靜電消散地板、腳跟接地裝置、防靜電鞋、防靜電服、產生電離空氣以中和靜電的離子發生器，以及在運輸過程中用於保護產品的防靜電與消散袋。

在某些其他環境中，包括手術室及具爆炸性或易燃混合物的生產區域，靜電會對健康或生命造成嚴重威脅。因此，在這些工作區域穿著導電鞋是很常見的。

賦予布料防靜電性能

解決靜電問題的方法是使材料具足夠的導電性，具體方法如下：

- 加入導電纖維；或
- 對紡織成品進行處理。

導電纖維

導電纖維主要分為三種類型（表 3）：

- 表面導電元件；
- 完全導電元件；及
- 芯導電元件。

表 3：導電纖維的類型、所用材料及消除靜電的方法

纖維類型	導電元件範例
表面導電元件	碳、銅、銀
完全導電元件	純不鏽鋼
芯導電元件	碳、金屬離子

資料來源：作者研究。

這三種纖維各自提供不同程度的靜電防護。產品的導電性越強，靜電防護效果越好（表 4）。

純金屬纖維及鍍金屬纖維均歸類為導電纖維。由於其具導電性，因此帶電粒子很容易穿過纖維織物的表面，並導向地面或織物接觸或接近的其他導電物體。

含有金屬鹽或碳的纖維被歸類為靜電耗散纖維。這些纖維具足夠的導電性，可將電荷轉移至地面或其他導電物體。然而，與含有導電纖維的布料相比，帶電粒子在含有這些纖維的材料表面上的流動速度更慢，流動方式也更為受控。

具保濕功能的纖維被歸類為防靜電纖維。這類纖維能保留足夠的水分來提供電導，進而防止靜電累積。然而，在乾燥空氣中，這類可能無法導電。

表 4：不同類型導電纖維的導電程度

產品	相對電導率	表面電阻率（歐姆）
純金屬纖維或鍍金屬纖維	導電型	1-103
含有金屬鹽或碳的纖維	靜電耗散型	104-109
保濕纖維	防靜電型	1010-1012
絕緣基聚合物	絕緣型	1013-1016

資料來源：作者研究。

導電產品的選擇取決於多種因素，包括：

- 所需的靜電保護等級—例如，僅需舒適、防火或防爆；
- 生產產品時所使用的製程—例如，紡紗、針氈、熱固性或染色；
- 預期的使用條件—包括磨損、清潔、染色、加熱及水洗；
- 產品的預期使用壽命；
- 產品的顏色—包括其可見性或在織物中均勻混紡的能力；
- 是否需附加特性—例如，銀纖維具抗菌特性，部分防護服應用受益於此；及
- 產品的外觀—例如，是短切纖維、長絲還是單絲紗。

許多防靜電布料皆是在棉、聚酯纖維或這些材料的混合物基材中加入導電線的網格或條紋。密集的導電纖維網格（例如，5 公釐 x5 公釐的網格）比 20 公釐 x20 公釐的鬆散網格提供更好的靜電遮蔽效果。

防靜電處理

布料可使用多種處理方式來防靜電，每種處理方式皆提供不同程度的靜電防護。

其中一種方法是將布料浸泡在親水性化學物質中或噴灑在布料上。親水化學物質應能保持水分或濕度，且由於水具導電性，因此當布料受到靜電作用時，會產生一定的導電性。這種方法相對容易施行，而且價格便宜。

然而，這種方法並不能提供真正的靜電防護，因為經過處理的布料在空氣乾燥時無法發揮作用。因此，這種方法只能說是提供「防靜電舒適感」。

此外，這種處理方式並不持久，因為只經過幾次水洗，有時甚至只水洗一次，就會失去防靜電效果。

這種處理方式可用於日用服裝、家具織物及飛機毛毯。但該處理方式在防火及防爆方面被認為是不夠安全的。

另一種方法是用專門的防靜電處理劑來處理布料，例如：Nanotex 的 Resists Static（見第 16 頁）。該處理劑係由附著在織物內纖維上的奈米級分子所組成。

與上述親水化學物質的應用不同，Resists Static 會永久附著於纖維上，並且在乾燥條件下也能發揮作用。

防靜電服裝

防靜電服裝有一系列最終用途，因此以各種形式的服裝及配件提供，包括：

- 鬍鬚套（beard covers）；
- 開襟羊毛衫；
- 連身工作服；
- 口罩；
- 鞋類；
- 手套；
- 鞋跟帶；
- 夾克；
- 連身衣；
- 實驗室工作服；

- Polo 衫；
- 鞋套；
- 工作服/罩衫；
- 襪類；
- 運動衫；
- 褲子；
- T 恤；
- 背心；及
- 腕帶。

依據防靜電服裝的功能可分為：

- 可接地型；或
- 非接地型。

可接地型服裝 (Groundable apparel) 的所有布料嵌條皆具電氣連續性，包括袖子、衣領、口袋及主要組件。

如此，只需將接地線連接至衣物上任何位置的單一接地點，便可將整件衣服接地¹。這可為產生的任何靜電荷提供安全的接地路徑。

透過鞋子接地對於使身體上儲存的靜電荷到達地面至關重要。倘若穿著者的鞋子無法將靜電荷接地，防靜電服裝就無法發揮作用。鞋底必須保持清潔，電阻必須維持在 108 歐姆以下。目前已有設備可供工人檢查鞋子的導電性。

常見的防靜電服飾包括腕帶及防靜電鞋。多年來，腕帶一直是電子產業中很流行的解決方案，因為它們價格不貴，而且能將穿戴者的身體接地。但隨著電子產品體積變得越來越小，腕帶的效能也逐漸降低。此外，當工人需走動時，腕帶並不實用。在這種情況下，可使用防靜電鞋或鞋跟帶。

非接地型服裝 (Non-groundable) 的各個部分之間不一定具電氣連續性，但其布料中的導電網格具屏蔽作用。導電網會吸收靜電荷，並將靜電均勻地釋放至環境中。這稱為電暈放電，是一種穩定的靜電消散。放電速度取決於帶電物體的溫度、濕度及表面尺寸。應注意確保任何靜電不會自衣服上釋放到對靜電敏感的設備上。

大多數電子公司更傾向員工使用接地型服裝。

¹ 要使一件衣服接地，則需要與地面連接，或使用導電體來代替地面。

服裝接縫處與布料上的電阻越小，衣服就能更平均地消散不平衡的電荷，而且最重要的是，在可接地型服裝中，身體與服裝完全接地的可靠性就越高。

終端應用

防靜電服裝的設計目的在於：

- 保障個人安全；
- 保障製造過程及生產組件的安全性；或
- 提供整體舒適感。

防靜電服裝應用於多項產業及領域，包括：

- 航太；
- 汽車；
- 無塵室織品及服裝；
- 建築物；
- 電子學；
- 阻燃服裝；
- 醫療保健；
- 工業製造；
- 軍裝；
- 石油及天然氣；
- 包裝；
- 個人防護裝備（PPE）；
- 煉油廠；及
- 工作服。

防靜電服的最大消費者是電子及電腦產業之企業。

其他主要用戶包括汽車製造商，這是因轉換到電動動力系統技術，以及汽車中發現的電子電路板數量不斷增加所致。

當工人暴露在火花可能導致爆炸或火災的環境中時，也需穿著防靜電服裝，例如：油罐車司機、麵粉廠或無塵室的工人。

除服裝外，防靜電材料亦用於地毯、過濾器、靜電刷、輸送帶、內衣、無塵室織品及智慧型紡織品。這些皆是防靜電產品的利基市場。

防靜電產品市場

防靜電產品市場整體趨勢

防靜電產品市場（包括防靜電纖維、紗線、布料及服裝等）高度專業化。

同時，市場也高度分散。專門生產與供應防靜電產品的製造商寥寥無幾，對許多製造商而言，這類產品僅佔其業務的一小部分。

表 5：2025 年防靜電添加劑、試劑、處理劑、纖維、紗線、布料及服裝的主要供應商

添加劑、試劑及處理劑	Allnex, Ampacet, BASF, Cargill, Deuteron, Directa Plus, Dow, LyondellBasell, Mitsubishi, Nanotex, Nissan Chemical, OCSiAl, SABIC, Sanyop Chemical, Syensqo, Zschimmer & Schwarz
纖維及紗線	Aramid Hpm, Ascend Performance Materials, Bekaert, Celanese, DuPont, Jiangsu Textile Research Institute, KB Seiren, Kuraray, Libolon, Linear Composites, Noble Biomaterials, R.Stat, Shieldex, Swicofil, Teijin Frontier, TenCate Protective Fabrics, William Barnet & Son, Yantai Tayho Advanced Materials
布料	Arrow Technical Textiles, Asahi Kasei, Burlington Fabrics, Carrington Textiles, Concordia Textiles Group, DuPont, Fabrics India, Global Statclean Systems, Herculite, K&K, Klopman, Mafatlal Gujarat Industries, Micron Teknik Tekstil, National Safety Apparel, PB Statclean Solutions, Rivertext Technical Fabrics, Shanghai Zihe Weave Company, Shieldex, Sikor-TEX, TenCate Protective Fabrics, Tianyu Textile, Toray, WL Gore & Associates, XM Textiles, Yantai Tayho Advanced Materials
服裝	3M, Alsico, Ansell, Anti-static ESD, ASATEX, Bennett & Bennett, Bondline Electronics, C&G Safety, COFRA, Delta Plus, DESCO Industries, Dräger, DREFI, DuPont, Fristads, Global Statclean Systems, Honeywell, Kimberly-Clark, Lakeland Fire & Safety, Lindstrom, Portwest, Reeco, Shenzhen Tecron Safety, Somerset Workwear, Static Safe Environments, Tech Wear, Textiles Monterey Group, UniFirst Corporation

資料來源：作者研究。

展望未來，全球防靜電產品市場將大幅成長，原因包括：

- 消費性產品中電腦及電子產品日益普及；
- 電子零件的微型化—因為較小的元件更容易受到靜電放電的影響；
- 終端應用市場法規變得嚴格；
- 發展中國家的需求不斷增加；
- 工作場所安全意識不斷提高；
- 產品開發與創新—產品功能特性不斷增強；及
- 某些終端應用市場強勁成長，包括：
 - ✓ 電子商務強勁成長帶來的防靜電包裝產業；及
 - ✓ 汽車產業轉型為電動與混合動力技術，以及車輛中電子電路板數量的增加。

終端應用市場

防靜電服裝應用於多項產業及領域，包含：

- 航太；
- 汽車；
- 無塵室織品及服裝；
- 建築物；
- 電子學；
- 阻燃服裝；
- 醫療保健；
- 工業製造；
- 軍裝；
- 石油及天然氣；
- 包裝；
- 個人防護裝備（PPE）；
- 煉油廠；及
- 工作服。

其中，如前面所述，包裝及汽車產業預計將出現強勁成長。

由於醫療環境中對污染預防的需求日益增加，醫療保健市場預期將出現強勁成長；此外，工業製造及建築業也將出現強勁成長，反映人們對工作場所安全意識的提高。

然而，防靜電產品市場的成長主要將受到消費性產品中電腦及電子零件使用量的擴大，以及這些電子零件的微型化所帶動。

地理市場

自歷史上看，防靜電產品市場一直由歐洲及北美市場所主導，這主要是因為這兩個市場對工作場所安全有嚴格的法規規範。

然而，亞洲市場正快速成長，主要是由於中國大陸及印度製造業活動的強勁增長，以及該地區擁有龐大且快速擴張的電子產業。

在其他地區，非洲、中東及南美洲的市場占比較小，但卻提供潛在的成長機會。

防靜電產品市場的成長前景

防靜電纖維的成長預測相當樂觀。根據總部位於美國紐約布魯克林的市場研究公司 Reports and Insights 所預測，2023 年至 2032 年間，此類纖維的全球銷售額將平均每年成長 6.5%，自 7.1 億美元成長至 12.5 億美元。

總部位於印度浦那的市場研究公司 Cognitive Market Research 亦持樂觀態度，預測 2024 年至 2031 年間，全球銷售額將以每年平均 6.0% 的速度成長，自 7.17 億美元增加至 10.48 億美元。

同時，總位於美國華盛頓特區的市場研究公司 Verified Market Reports 預測，2024 年至 2033 年間，全球銷售額平均每年將增加 5.7%。不過，該公司將市場價值的絕對值設定得更高，並預計在此期間結束時，銷售額將達到 56.7 億美元。

根據 Verified Market Reports 的預測，2024 至 2033 年間，全球防靜電布料市場價值將平均每年成長 8.5%。因此，預計未來九年內，該市場價值將成長一倍以上，自 12 億美元成長至 25 億美元。

據 Verified Market Reports 所預測，2024 至 2033 年間，全球防靜電服裝市場價值將平均每年成長 5.9%，自 25 億美元成長至 42 億美元。

位於印度浦那的市場研究公司 Data Insights Market 同樣持樂觀態度，預測 2025 年至 2033 年間，全球防靜電服銷售額將以每年平均 5.9% 的速度成長。然而，該公司認為該市場的絕對值會更低，並預計在此期間結束時，銷售額將僅達到 22 億美元。

同時，位於美國科羅拉多州 Fort Collins 的市場研究公司 DataHorizon Research 預測，2023 年至 2033 年間，全球銷售額將以年均 7.5% 的成長速度快速成長，自 17 億美元成長至 35 億美元。

防靜電安全規範

歐洲

EN 1149

在歐洲，防靜電服受歐盟標準 EN 1149 的約束。

該標準規定對導電服裝的要求。

該標準分為四個部分，即：

- EN 1149-1 防護服：靜電性能—表面電阻率測量方法；
- EN 1149-2 防護服：靜電性能—材料電阻（垂直電阻）測量方法；
- EN 1149-3 防護服：靜電性能—電荷衰減測量方法；及
- EN 1149-5 防護服：靜電性能—材料功能與設計要求。

另一部分，即相關測試，EN 1149-4 防護服：靜電性能—服裝測試方法，正開發中。

為使服裝符合 EN 1149 標準，製造服裝的布料必須符合 EN 1149-1、EN 1149-2 或 EN 1149-3。

另外，一旦該標準的這一部分開發完成，便可按照 EN 1149-4 對整套服裝進行測試。

EN 1149-1 標準定義布料透過傳導釋放靜電荷的能力的測試方法。

在與測試方法相關的測試中，布料的表面電阻率會被測定，若要符合標準，則表面電阻率必須小於或等於 2.5×10^9 歐姆（ohms）。

電力可透過異質或均質材料傳導。

- 包含網格或條紋狀導電線的異質材料，導電線之間的最大間距不得超過 10 公釐。
- 塗層或層壓的均質材料應至少有一個表面符合標準要求。

EN 1149-2 標準規定測量防護服材料垂直電阻的測試方法。

在與測試方法相關的測試中，會對材料施加電壓，並測量所產生的電流。為符合標準，布料的電阻必須大於 105 歐姆。

EN 1149-3 標準定義一種測試方法，用於測試布料向空氣中釋放靜電荷的能力，而非透過傳導。

在與測試方法相關的測試中，需測量靜電荷自布料中消散所需的時間。為符合該標準，電荷衰減一半所需的時間必須少於 4 秒。

EN 1149-5 標準概述靜電耗散防護服的材料性能與設計規範。如果服裝布料通過 EN 1149-1、EN 1149-2 及 EN 1149-3 中列出的一項或多項測試方法，則該服裝經認證為符合 EN 1149-5 標準。

DIN 54345-1

DIN 54345-1 標準—紡織品測試；靜電行為；電阻測定—規定測量紡織品（不包括紡織地板覆蓋物）電阻的測試方法。

為符合該標準，紡織材料的電阻必須低於 108 歐姆。

BS 6524

BS 6524 規定測量紡織品表面電阻率的測試方法，並提供評估紡織品防靜電特性的方法。

該測試適用於中低表面電阻率（低於 10¹³ 歐姆）的布料（見表 4）。該測試一般不適用於異質布料，但在某些情況下，可應用於含有少量高導電纖維的布料。

美國

在美國，防靜電標準是自願性的。但許多公司皆將這些標準納入工作實務中，以確保靜電放電（ESD）敏感產品的品質及一致性。

ANSI/ESD STM 2.1 及 IEC 61340-4-9

美國有多個組織制定靜電放電（ESD）標準。其中之一是靜電放電協會（ESDA），是美國國家標準協會（ANSI）認可的標準制定組織。ESDA 有一個通用的 ESD 標準 ANSI/ESD 20:20-2021，提供如何建立有效 ESD 控制方案的指南。ESDA 在美國廣泛使用，其手冊為服裝業提供指南。

更具體來說，ESDA 設計 ANSI/ESD STM 2.1，是用來測量用於控制靜電放電服裝電阻的標準測試方法。

IEC 61340-4-9 標準測試方法由國際電工委員會（IEC）制定，在技術上等同於 ANSI/ESD STM 2.1，規定三種不同類型的服裝測試：

- 靜電控制服裝；
- 可接地型靜電控制服裝；及
- 可接地型靜電控制服裝系統。

靜電控制服是指專為控制靜電而設計的人員服裝。

為使此類服裝符合標準，服裝的電阻必須低於 10¹¹（1 千億）歐姆。

可接地型靜電控制服裝會表現點對點²電阻，以及服裝上任意一點或嵌條到服裝上可接地點的電阻。

此類服裝要符合標準，服裝點對點電阻及對地電阻必須低於 10^9 (十億) 歐姆。

可接地型靜電控制服裝系統是一種服裝，它建立了：人到服裝可接地點的主要接地路徑；以及服裝與地面的連接，通常是透過接地線。

此類服裝要符合標準，服裝點對點電阻及對地電阻必須低於 10^9 (十億) 歐姆。整個系統 (包括人員、衣服和接地線) 的電阻必須低於 3.5×10^7 歐姆。

AATCC TM076

AATCC TM076 規定一種測定布料表面電阻率的測試方法。

為進行測試，在指定的相對濕度及溫度大氣條件下，使用電阻計測量平行電極間的電阻。

主要防靜電產品製造商

防靜電產品市場 (包括防靜電添加劑、試劑、處理劑、纖維、紗線、布料及服裝等) 是高度專業化的。

同時，市場高度分散，大多數製造或供應防靜電產品的公司僅專注於供應鏈中的一個環節。

同時，這些公司中只有少數專門生產防靜電產品，在許多情況下，此類產品只佔其各自業務的一小部分。

更常見的是，布料或服裝公司 (尤其是工作服或防護服市場的公司) 會在其產品系列中加入防靜電功能。

與此相關領域是阻燃布料，其中部分產品也可能具防靜電功能。

主要防靜電添加劑、試劑及處理劑製造商

Nanotex

Nanotex 是家位於美國密西根州 Bloomfield Hills 的公司，專門從事以奈米技術為基礎的布料處理劑。事實上，Nanotex 是第一家將奈米技術引進紡織業的公司。

Nanotex 處理劑是由奈米級分子組成，可永久附著於纖維上。因此，紡織處理就成為布料的一部分。

² 點對點電阻是測量放置在任何表面上的兩個電極之間測得的電阻 (以歐姆為單位)。

2005 年，該公司推出一種名為 Resists Static 的合成纖維防靜電處理劑。其為首款針對合成纖維的永久性防靜電處理劑，專門針對聚酯羊毛及其他合成纖維製成之服裝所產生的靜電問題而設計。

如今，該處理劑可應用於多種天然纖維及合成纖維製成的布料，包括壓克力纖維、尼龍、聚酯、聚丙烯、絲綢及羊毛。

使用後，該處理劑可減少靜電吸附，並有效去除動物毛髮、棉絮及灰塵等靜電吸附顆粒。

整體效果為提升服裝外觀及舒適度。

Resists Static 還能減少布料上電荷的累積，有助消除衣服上的靜電。

該處理劑適用於各種服裝，包括運動服、內衣、毛衣、夾克與西裝襯裡、外套、睡衣及制服。此外，它還可使用於床上用品。

OCSiAl

OCSiAl 總部位於盧森堡 Leudelange，是全球最大的石墨烯奈米管或單壁碳奈米管（SWCNT）生產商，專門開發 SWCNT 技術。

2013 年 11 月，該公司啟用 Graphetron 1.0，這是全球首個工業規模合成石墨烯奈米管工廠。2014 年 5 月，該公司推出品牌名為 Tuball 的核心產品—石墨烯奈米管。

此後，該公司進一步開發合成石墨烯奈米管的製程，進而能提高產能並降低成本。因此，Tuball 石墨烯奈米管的價格下降，這使得其在許多產業中的應用具經濟可行性。

根據 OCSiAl 的資料，Tuball 在全球多達 50% 的材料市場具潛在應用。

在防靜電紡織品市場，OCSiAl 將其石墨烯奈米管以濃縮聚合物分散體或母粒³的形式供應，並以 Tuball Matrix 作為品牌。

因此，石墨烯奈米管可使用標準工業設備進行應用。

Tuball Matrix 提供多種配方，包括壓克力、聚酯及聚氨酯配方。此外，還有更多配方正開發中，包括基於各種彈性體、熱塑性塑膠及熱固性塑膠的配方。

³ 母粒是顏料、添加劑和/或填料在基礎聚合物中的濃縮混合物。為獲取所需配方，需要將少量母粒添加至大量與基礎聚合物相同或相容的材料中。

Tuball Matrix 在整體聚合物化合物中的工作劑量極低，約為重量的 0.1%-0.5%。這相當於 Tuball 石墨烯奈米管的工作劑量僅為重量的 0.01%-0.1%。

由於工作劑量如此之低，Tuball 石墨烯奈米管對纖維的染色幾乎沒有影響。

此外，Tuball 石墨烯奈米管還具其他幾項優點。例如：

- 提供永久且均勻的防靜電特性；
- 加強其所加入的材料，並提高這些材料的耐用性；
- 對其所加入材料的現有機械性質幾乎沒有影響；及
- 與碳纖維及其他導電聚合物等傳統防靜電材料相比，加入石墨烯奈米管的材料具更高的導電性。

主要防靜電纖維及紗線製造商

Noble Biomaterials

Noble Biomaterials 是家位於美國賓夕法尼亞州 Scranton 的公司，專門生產功能性材料。

該公司銷售的產品之一是 X-Static，這是一種由尼龍製成的防靜電纖維，在水浴中永久鍍上 99.9% 的純銀金屬。

X-Static 纖維保留尼龍的紡織特性，同時具備純銀的優點。

在所有元素中，銀的電導率最高，因此能有效消散電荷。多年來，銀一直被用作工業應用中的防靜電劑。

含銀的產品可減少或消除靜電。即使服裝中含有少量的 X-Static 纖維，也能消散靜電，使服裝更加舒適，不易產生靜電。

X-Static 可用於多種應用，包括紡織品、軍靴及服裝、醫用服裝，以及消費性產品。

X-Static 有連續長絲形式（單絲或複絲），也有短纖維和短切纖維形式。

X-static 長絲有多種丹尼數可供選擇，以滿足各種客戶規格要求。

X-static 短纖維可與多種天然及人造纖維（包括壓克力纖維、棉、聚酯纖維及羊毛）混紡，並可根據特定應用來客製化紗線。

R.Stat

R.Stat 總部位於法國 Mornant，主要生產產業用纖維及紗線。

其產品應用廣泛，包括空調濾網、床單、輸送帶、地板覆蓋物、醫院產品、防護服、鞋墊、襪子、運動服及內衣。

該公司提供各種導電纖維及紗線。其中包括下列以銅、銀或不銹鋼為基礎的紡織品用防靜電纖維：

- R.Stat/N；
- R.Stat /P；
- R.Stat /S；及
- Silve R.Stat。

R.Stat/N 是具防靜電性能的鍍銅尼龍纖維或紗線。其製法是在尼龍上嫁接一層 0.2 微米⁴薄的金屬鹽（在本例中為硫化銅）。此製程不會改變原始纖維的特性。

應用包括航空毯、床單、手套及防靜電內衣。

同樣，**R.Stat/P** 是一種防靜電纖維，透過將硫化銅嫁接到高強度聚酯纖維及紗線上而製成。其應用包括濾材及靜電刷的毛氈與稀鬆布。

R.Stat/S 是具耐熱性的防靜電纖維，可承受高達 600°C 的溫度。其由直徑自 8 微米到 22 微米不等的超薄不銹鋼纖維製成，結合高導電性及耐高溫性。

這些纖維的細度使其特別適合用於紡織品。應用領域包括防護服、用於加熱與通訊的智慧型紡織品、鞋墊、電磁屏蔽及地毯。

SilveR.Stat 是種具防靜電及抗菌性的鍍銀尼龍纖維或紗線。其為透過將純銀（導電性最強的天然元素）鍍（suffusing）於⁵尼龍製成的。原始纖維的特性不會因此製程而改變。

應用範圍包括地毯、防護服、醫院紡織品及無塵室織物。

具適當含量 R.Stat/N、R.Stat/P、R.Stat/S 或 SilveR.Stat 的紡織品能通過 EN 1149-1 及 EN 1149-2（請參見第 13 頁）防護服靜電性能標準。

它們也能通過紡織品（地板、不織布及布料）靜電性能的 DIN 54345-1 標準。

⁴ 微米是百萬分之一米（10⁻⁶ 米）。

⁵ 在這種情況下，鍍層製程（suffusing process）是指將純銀完全覆蓋在尼龍纖維上。

表 6：2025 年防靜電纖維及紗線的主要供應商

公司	總部	品牌名稱	纖維或紗線類型	應用
Aramid Hpm	美國南卡羅萊納 Hilton Head	n/a	含碳或白色金屬 顆粒的尼龍或聚 酯纖維	毛毯；地毯； 窗簾；無塵 衣；工業服裝
Ascend Performance Materials	美國德州休斯頓	Acteev Clean	含鋅的尼龍長絲	運動休閒；家 用紡織品
		Endur	含碳尼龍長絲	家用紡織品； 家居服；醫療 服裝；功能性 服裝；塑身 衣；室內裝潢
		No-Shock	含碳尼龍或聚酯 複絲	地毯；防護 服；工作服
Bekaert	比利時 Zwevegem	Bekinox	鋼纖維	地毯；過濾袋； 安全鞋鞋墊；防 護服；室內裝潢 用布料
Celanese	美國德州 Irving	Celstran	含不銹鋼纖維的 聚合物基質	n/a
DuPont	美國德拉瓦州 Wilmington	P140	碳芯尼龍長絲	防護服
Jiangsu Textile Research Institute	中國大陸無錫	n/a	含碳或金屬顆粒 的聚酯纖維；鋼 纖維	無塵室服裝； 防護服
KB Seiren	日本大阪	Belltron	含碳或白色金屬 顆粒的尼龍或聚 酯纖維	汽車內裝；地 毯；無塵室服 裝；防護服； 家用紡織品； 工作服
Kuraray	日本東京	Clacarbo	含碳聚合物纖維	地毯；無塵室 服裝；防護 服；工作服
Libolon	臺灣臺北	Ohmlon	改性聚酯紗	家用紡織品； 襯裡；室內裝 潢

公司	總部	品牌名稱	纖維或紗線類型	應用
Linear Composites	英國 Keighley	Epitropic	含碳顆粒的聚酯纖維	地毯；乾式過濾；安全工作服；鞋靴襯裡；室內裝潢
Noble Biomaterials	美國賓州 Scranton	X-Static	與銀結合的尼龍	防護衣；電子產品防護袋
R.Stat	法國 Mornant	R.Stat/N	鍍銅覆尼龍	航空毛毯；床單；手套；內衣
		R.Stat/P	鍍銅聚酯纖維	靜電刷；濾材
		R.Stat/S	不銹鋼纖維	地毯；防護服；智慧型紡織品
		SilveR.Stat	鍍銀尼龍	地毯；無塵室服裝；醫院服裝；防護服
Shieldex	德國 Bremen	n/a	金屬化尼龍；金屬化聚酯纖維	地毯；鞋類；家居服；工作服
Swicofil	瑞士 Emmenbrücke	n/a	含碳或白色金屬顆粒的尼龍或聚酯纖維	毛毯；地毯；窗簾；無塵衣；工業服裝
Teijin Frontier	日本東京	Rapia	含防靜電劑的聚酯纖維	n/a
TenCate Protective Fabrics	荷蘭 Nijverdal	Static-Control	帶導電芯的長絲	防護服；工作服
William Barnet & Son	美國南卡羅萊納 Spartanburg	nega-stat	帶導電碳芯的長絲紗	汽車內裝；家用紡織品；功能性服裝；防護服；工作服
Yantai Tayho Advanced Materials	中國大陸煙台	Tametar	含炭黑的間位芳綸纖維	毛毯；羊毛衫；防護衣；觸控式手套；工作服

資料來源：作者研究。

主要防靜電布料製造商

Burlington Fabrics

Burlington Fabrics 是家總部位於美國北卡羅來納州 Burlington 的功能性紡織品製造商，在其 Barrier Products 部門提供一系列防靜電布料。其布料旨在滿足各種要求，包括耐流體性、舒適性或顆粒控制。

其 **C CLASS** 列布料由聚酯長絲製成，並加入碳纖維網格，可提供低表面電阻率的靜電耗散特性。

該系列布料包括：

- C3 布料；
- C6 布料；
- C7 布料；及
- C3 IB 布料。

C3 IB 布料是 C3 布料的升級版。其採用公司的「Invisible Barrier（隱形屏障）」技術，並保持顯著較低的表面電阻率。

Burlington 的 **Maxima** 系列布料是不起毛的高密度布料，具持久的抗液體及抗微生物能力，並能承受高強度水洗。這些布料均採用聚酯纖維製成，並在垂直條紋中加入防靜電碳纖維。

該系列布料包括：

- Maxima AT ESD；
- Maxima AT ESD 72；
- Maxima FR；
- Maxima HD ESD；
- Maxima Ultra HD ESD；
- Maxima NE；
- Maxima Rip；及
- Maxima Rip Plus。

這些布料適用於手術服、病人服，以及實驗室外套。此外，Maxima NE 布料可降低放射性顆粒物的吸附力，適用於化學、生物、放射性及核（CBRN）環境。

Burlington Fabrics 提供多種採用其濕度控制系統（MCS）技術的防靜電布料，可提供永久吸濕排汗性，並帶來卓越的舒適性。這些布料專為無塵室

應用而設計，包括：

- Alpha MCS；
- Omega MCS；及
- Sigma MCS。

此外，該公司還提供 **AMD Grid**，這是一種不起毛的高密度布料，具超細纖維網格，可耐液體，適用於非關鍵環境。

Carrington Textiles

Carrington Textiles 總部位於英國 Adlington，是工作服及國防應用功能性布料的主要製造商。

該公司產能超過 5,500 萬米，產品出口至全球約 80 個國家。

表 7：2025 年 Carrington Textiles 的防靜電布料

	材料組成	終端應用及環境
Astacon 102	99% 聚酯纖維，1% 防靜電纖維	無塵室；電子業；工作服
Astacon 150S	99% 聚酯纖維，1% 防靜電纖維	無塵室；醫療保健；工作服
Astacon 180S	99% 聚酯纖維，1% 防靜電纖維	無塵室；醫療保健；工作服
Deltastat	64% 聚酯纖維，35% 棉，1% 防靜電纖維	電子零件廠；工作服
Excalibur 180 RS	55% 阻燃 ^a 黏膠纖維、28% 芳綸、15% 尼龍、2% 防靜電纖維	軍裝
Excalibur 210 RS	55% 阻燃 ^a 黏膠纖維、28% 芳綸、15% 尼龍、2% 防靜電纖維	軍裝
Flameban 240	54% Protex ^b 、44% 棉、2% 防靜電纖維	多功能工作服
Flameban Extra 260 R/S	50% Protex ^b 、41% 棉、7% 尼龍、2% 防靜電纖維	多功能工作服
Flameban Max 310	40% Protex ^b 、24% 阻燃 ^a 黏膠纖維、20% 聚酯纖維、10% 棉、4% 芳綸、2% 防靜電纖維	多功能工作服
Flameflex 300AS	83% 棉、14% 聚酯纖維、2% XLANCE 纖維 ^c 、1% 防靜電纖維	阻燃服
Flameshield 340AS	99% 棉、1% 防靜電纖維	重工業、工作服

	材料組成	終端應用及環境
Flamestat 145	99%棉，1%防靜電纖維	煉油廠
Flamestat 250	75%棉、24%聚酯纖維、 1%防靜電纖維	多功能工作服
Flamestat 290	75%棉、24%聚酯纖維、 1%防靜電纖維	煉油廠；使用溶劑與易 燃氣體的工業
Flamestat 360WS	75%棉、24%聚酯纖維、 1%防靜電纖維	煉油廠；使用溶劑與易 燃氣體的工業
Flamestat Satin 225	50%棉、49%聚酯纖維 1%防靜電纖維	多功能工作服
Flamestat Satin 300	50%棉、49%聚酯纖維、 1%防靜電纖維	多功能工作服
Flamestat Satin 345	50%棉，49%聚酯纖維、 1%防靜電纖維	多功能工作服
Flametech 300AS	50%棉、49%聚酯纖維、 1%防靜電纖維	多功能工作服
Flametougher 280AS	79%棉、20%尼龍、 1%防靜電纖維	多功能工作服
Flametougher 290AS Flex	78%棉、19%尼龍、 2%XLANCE 纖維 ^c 、 1%防靜電纖維	煉油廠；電動汽車製造
Flametuff 220AS	87%棉、12%尼龍、 1%防靜電纖維	阻燃服
Flametuff 250AS	87%棉、12%尼龍、 1%防靜電纖維	阻燃服
Flametuff Satin 250AS	87%棉、14%尼龍、 1%防靜電纖維	阻燃服
Tomstat	64%聚酯纖維、35%棉、 1%防靜電纖維	電子零件廠；工作服

^a FR = 阻燃。

^b Protex 是由總部位於日本大阪的主要改性腈綸纖維生產商 Kaneka Corporation 所製造之固有阻燃改性腈綸纖維。

^c XLANCE 是由位於義大利 Varallo Pombia 的纖維技術公司 XLANCE 所製造之聚烯烴基彈性纖維。

資料來源：Carrington Textiles。

該公司為工作服領域提供超過 100 種布料，並聲稱這些布料可為各種終端應用提供最佳性能。

所有布料均經過特殊設計，兼具功能性及耐用性，即使經過反覆清洗與穿著後，亦能維持其特性。

在該公司布料系列中，約有 25 種具防靜電性能的布料（見表 7）。

所有這些布料皆符合 EN 1149 標準（見第 12 頁）。

DuPont

DuPont (杜邦)是家總部位於美國德拉瓦州 Wilmington 的公司，為許多產業研發及提供特殊化學品與材料，並提供一種名為 Nomex 的間位芳香族聚醯胺纖維。該種纖維具阻燃性。

Nomex 是在 1950 年代由一個研究團隊所開發，該研究團隊正尋找一款能在尼龍物理性上增加耐熱性的材料。

大多數使用 Nomex 纖維製成的布料皆添加防靜電纖維，有助於消散靜電。據杜邦表示，這種特性對於保護危險環境中的工人至關重要。

例如，Nomex III A 是種高功能性布料，係由 93% 的 Nomex、5% 的 Kevlar 纖維及 2% 的 P140 防靜電纖維組成。

該布料可用於單層或多層成衣，以及工作服、夾克、長褲及手套等配件。

P140 纖維可抑制靜電累積。其抗靜電性能持久耐用，採用含有該纖維布料製成的服裝即使在乾燥條件下也能保持抗靜電效果。

P140 纖維由導電碳芯及聚醯胺保護層組成。碳芯就像避雷針一樣，能將電荷吸引至布料上。碳芯上會產生相反的電荷，使空氣電離。布料及碳芯的電荷被中和，靜電得以無害地消散。

杜邦宣稱，其防靜電布料的殘餘靜電量非常低，幾乎在所有通常會遇到的易燃或易爆環境中皆是安全的。

K&K

K&K 是家位於以色列 Modi'in 的公司，生產用於高科技產業靜電防護應用的防靜電布料及成衣。

該公司的防靜電布料主要由棉、聚酯纖維及導電紗製成（表 8）。

K&K 採用日本專利的含碳導電紗。使用該紗線製成的布料表面電阻通常為 105-107 歐姆，經過 100 次水洗後電阻會略為下降。布料可在高達 40°C 的溫度下機洗。

K&K 生產具抗靜電特性的平織布及針織布。在平織防靜電布料中，紗線以 4 mm、5 mm、7 mm 或 10 mm 的網格圖案嵌入布料中。在針織防靜電布料中，紗線則以垂直條紋圖案嵌入布料中。

表 8：2025 年 K&K 的防靜電布料

	材料組成	終端應用及環境
平織布		
SF01	74% 聚酯纖維、24% 棉、2% 防靜電纖維	ESD ^a 服裝
SF30	63% 聚酯纖維、34% 棉、3% 防靜電纖維	ESD ^a 服裝
SF40	62% 聚酯纖維、34% 棉、4% 防靜電纖維	ESD ^a 服裝
SF50	98% 棉、2% 防靜電纖維	ESD ^a 服裝
SF60	60% 聚酯纖維、36% 棉、4% 防靜電纖維	ESD ^a 服裝
SF1000	98% 聚酯纖維、2% 防靜電纖維	無塵室應用
EBR001	97% 聚酯纖維、3% 防靜電纖維	無塵室應用
EBR002A	97% 聚酯纖維、3% 防靜電纖維	無塵室應用
EBR002H	98% 聚酯纖維、2% 防靜電纖維	戶外工作服
EBR008H	70% 聚酯纖維、28% 棉、2% 防靜電纖維	長褲；夾克；背心； 工作服
EBR1015	65% 聚酯纖維、33% 棉、2% 防靜電纖維	長褲；夾克；背心； 工作服；寒冷天氣應用
EBR1019D	60% 聚酯纖維、37% 棉、3% 防靜電纖維	長褲；夾克；背心； 工作服
EBR1030	70% 聚酯纖維、28% 棉、2% 防靜電纖維	長褲；夾克；背心； 工作服；寒冷天氣應用
針織布		
FF48	48% 聚酯纖維、48% 棉、4% 防靜電纖維	運動衫；開襟羊毛衫； 連身褲
PF48	48% 聚酯纖維、48% 棉、4% 防靜電纖維	Polo 衫

	材料組成	終端應用及環境
SGF96	96%棉、4%防靜電纖維	T恤；輕便 Polo 衫
EBRF285	55% 聚酯纖維、44%黏膠纖維、1%防靜電纖維	寒冷天氣應用
EBRSN001	88%尼龍、10%萊卡、2%防靜電纖維	無塵室應用

^a ESD = 靜電放電。

資料來源：K&K。

K&K 生產各種防靜電服裝及配件，包括無塵室服裝、寒冷天氣外套及背心、工作服、帽子、高能見度背心、夾克、Polo 衫、圍巾、單衫、運動衫、T 恤、長褲及平織襯衫。

Klopman

Klopman 是家總部位於義大利 Frosinone 的工作服、防護服及休閒服製造商，生產各種防靜電布料，可控制靜電，防止火花燃燒、電子設備損壞，以及表面顆粒吸附。這些布料還能發揮電場屏蔽作用。

Klopman 在其防靜電布料系列中採用以下兩種技術：

- 其中一項技術採用碳纖維，透過導電性提供防靜電功能。因此，布料表面的電荷就會消散。
- 另一種技術採用負靜電纖維，其工作原理是將電荷導入封裝的導電碳芯。當接地或因空氣電離而未接地時，電荷會透過傳導消散。因此，含有 nega-stat 纖維的材料無需完全接地即可有效，因此可廣泛應用於無法或不完全接地的工業領域。

表 9：2025 年 Klopman 的防靜電布料

	材料組成	終端應用
Concept ESD	67.5% 聚酯纖維、31% 棉、1.5% 碳纖維	襯衫
Coverstat 210	75% 棉、24% 聚酯纖維、1% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服；夾克；襯衫；長褲
Coverstat 250	75% 棉、24% 聚酯纖維、1% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服；夾克；長褲
Coverstat 300	75% 棉、24% 聚酯纖維、1% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服；夾克；長褲

Indestructible ESD	66.5% 聚酯纖維、 32% 棉、1.5% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服； 夾克；襯衫；長褲
Indestructible Nega-stat	65% 聚酯纖維， 34% 棉，1% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服； 夾克；襯衫；長褲
Neostat 275	99.5% 聚酯纖維， 0.5% 碳纖維	n/a
Superbandmaster ESD	66.5% 聚酯纖維、 32% 棉、1.5% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服； 夾克；襯衫；長褲
Superbandmaster	65% 聚酯纖維， 34% 棉，1% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服； 夾克；襯衫；長褲
Nega-Stat		
Telestat Plus	68% 聚酯纖維、 30% 棉、2% 碳纖維	圍兜；背帶；工作服； 襯衫；長褲

資料來源：Klopman。

TenCate Protective Fabrics

TenCate Protective Fabrics 總部位於荷蘭 Nijverdal，是防護服及工作服阻燃布料的主要生產商。

該公司生產各種用於安全及防護的防靜電布料（見表 10）。這些布料大多可用於生產多功能工作服，並應用於多種終端用途，包括：

- 電弧⁶防護；
- 熱及火焰防護；
- 惡劣天氣防護；
- 防靜電防護；
- 化學防護；及
- 焊接防護。

⁶ 電弧是一種持續電流，透過空氣或其他氣體自一個固體電導體（或電極）傳遞至另一個固體電導體（或電極）。電極之間的氣體被電離，因此氣體本身成為電導體。電弧在工業上用於焊接、電漿切割及放電加工。電弧爐用於生產鋼鐵及其他物質。然而，由開關、斷路器、繼電器接點、保險絲及不良電纜端接引起的不良或意外電弧可能會引發電弧閃光——一種對人員與設備造成危險的爆炸性電氣事件。電弧閃光可能點燃或融化衣物。

表 10：2025 年 TenCate Protective Fabrics 的防靜電布料

	材料組成
產業安全用布料	
Tecapro 布料	
Tecapro BD 9311	99%棉、1% Static-Control ^a
Tecapro BG 9500	64%棉、35% 聚酯纖維、1% Static-Control ^a
Tecapro BG 9600	74%棉、25% 聚酯纖維、1% Static-Control ^a
Tecapro Ecogreen	50%棉、30%天絲萊賽爾纖維 ^b 、 19%再生聚酯纖維、1% Static-Control ^a
Tecapro Satin Line	79%棉、20% 聚酯纖維、1% Static-Control ^a
Tecapro XB 9340	74%棉、25%對位芳綸、1% Static-Control ^a
Tecapro XC 9001	84%棉、15%尼龍、1% Static-Control ^a
Tecasafe 布料	
Tecasafe	改質聚丙烯腈纖維、棉、對位芳綸、尼龍、 Static-Control ^a
Tecasafe 360+	改質聚丙烯腈纖維、棉、尼龍、對位芳綸、XLANCE 纖維 ^c 、Static-Control ^a
Tecasafe Ecogreen	改質聚丙烯腈纖維、天絲萊賽爾 ^b 、對位芳綸、 Static-Control ^a
Tecasafe Ecogreen Gridstrong	改質聚丙烯腈纖維、天絲萊賽爾 ^b 、芳綸、 Static-Control ^a
Tecasafe Ecogreen Hydro-Control	改質聚丙烯腈纖維、Tencel Lyocell ^b 、對位芳綸、 Static-Control ^a 及聚氨酯薄膜
Tecashield 布料	
Tecashield BV 9120	94% Nomex ^d 、5% 對位芳綸、1% P140 纖維 ^e
Tecashield BV 170	93% Nomex ^d 、5% 對位芳綸、2% P140 纖維 ^e
消防用布料	
PBI Peak5	Kevlar ^f 、PBI fibre ^g 、Static-Control ^a
Nomex Advance Truecolor	Nomex ^d 、Kevlar ^f 、防靜電纖維
Gemini XTL	對位芳綸、PBI 纖維 ^g 、Static-Control ^a
軍用布料	
Defender M DM 9180	Lenzing FR ^h 、對位芳綸、聚醯胺、防靜電纖維
Defender M DM 9190	Lenzing FR ^h 、芳綸、聚醯胺、防靜電纖維
Defender M DM 9210	Lenzing FR ^h 、對位芳綸、聚醯胺、防靜電纖維

	材料組成
Defender M DP 9180	Lenzing FR ^h 、芳綸、聚醯胺、Static-Control ^a
Defender M DP 9210	Lenzing FR ^h 、芳綸、聚醯胺、Static-Control ^a

^a Static-Control 是一種由 TenCate Protective Fabrics 製造的導電三葉長絲纖維。

^b 天絲萊賽爾 (Tencel Lyocell) 是由位於奧地利 Lenzing 的纖維素纖維生產商 Lenzing (蘭精) 所提供。

^c XLANCE 纖維是由位於義大利 Varallo Pombia 的纖維技術公司 XLANCE 所製造的聚烯烴基彈性纖維。

^d Nomex 是一種間位芳綸纖維，由杜邦 (DuPont) 提供；杜邦是總部位於美國德拉瓦州 Wilmington 的特殊化學品及材料公司。

^e P140 纖維是杜邦提供的防靜電纖維。

^f Kevlar 是杜邦提供的對位芳綸纖維。

^g PBI 纖維具優異的熱穩定性，由位於美國北卡羅來納州 Charlotte 的阻燃纖維生產商 PBI Performance Products 提供。

^h Lenzing FR 是蘭精生產的阻燃纖維素纖維。

資料來源：TenCate 防護布料。

前景展望

展望未來，防靜電產品市場將大幅成長，原因如下：

- 消費性產品中的電子產品日益普及；
- 電子零件的微型化—更容易受靜電之影響；
- 工作場所安全意識不斷增強；及
- 某些終端市場（包括汽車業及包裝業）的強勁成長。

因此，越來越多製造商將需防靜電服裝作為其標準生產要求的一部分。

然而，自地理位置來看，大部分成長將發生在亞洲，這是因為該地區製造業活動的強勁成長及電子業的快速擴張，尤其是中國大陸及印度。

與一般紡織業一樣，隨著成衣製造商紛紛轉向需求最大且生產成本最低的地區，未來會有越來越多的防靜電服裝在亞洲製造。此外，該地區電子產業的快速擴張（見上文）也必將進一步推動這項需求。

影響防靜電市場的另一個因素是多功能服裝或「多合一 (all-in-one)」防護的趨勢。特別是，人們對能防止火災、化學品及防靜電等多種危險，並且具有高可見度的服裝越來越感興趣。