

極適合戶外用途的超級材料：芳香族聚醯胺纖維 Kevlar

Tnet 全球紡織資訊網

克維拉 (Kevlar) 纖維是美國杜邦公司於 1965 年推出的一種芳香族聚醯胺合成纖維，具有極佳的抗拉性能，其強度為同等質量鋼鐵的五倍，而密度僅為鋼鐵約五分之一，因此在 1970 年初被用於替代賽車輪胎中的部分鋼材。此外，克維拉不會像鋼鐵般與氧氣和水產生鏽蝕，同時也極適合應用於各種戶外產品中，包括：手套、褲子、頭盔、背包和繩索。

一、芳香族聚醯胺的生產與芳香族聚醯胺纖維

芳香族聚醯胺纖維(Aramid fiber)，是經由聚間苯二甲醯間苯二胺(poly-metaphenylene isophthalamides；MPIA)透過紡絲製得，是一種高強度、高模量、低密度和耐磨性好的有機合成纖維，被廣泛應用於複合材料、防彈製品、建材、特種防護服裝、電子設備等領域。

芳香族聚醯胺可分為鄰位、間位及對位 3 種，但鄰位芳香族聚醯胺則較無商業價值，芳香族聚醯胺因其良好的物理性能和廣闊的運用範圍而逐漸被市場認識，需求量也迅速上升，運用領域也迅速拓展至工業和民用領域，但因為技術難度較大，以及高價位和限量供應，全球芳香族聚醯胺的生產仍掌握在杜邦、帝人等少數國際企業中。

芳香族聚醯胺纖維耐熱性及絕緣性能很好，而且工作化學性能穩定，對於弱酸，弱鹼及大部分有機溶劑皆有很好的抵抗性。惟耐光性能差，如果長時間在日光曝曬下，強度容易大幅度衰退。在維基百科上，定義「芳香族聚醯胺纖維是一類耐熱、強韌的合成纖維，且具備非常高的熔點(>500°C)。」。

1960 年初，美國杜邦公司首先開發出具有優良熱穩定性的間位芳香族聚醯胺纖維，1966 年又生產出對位芳香族聚醯胺纖維。美國杜邦集團對芳香族聚醯胺的實際應用進行大量研究，成功開發出著名的 Kevlar 纖維；隨後在 1972 年，日本帝人公司生產出對位芳香族聚醯胺 Teijinconex 纖維，1986 年荷蘭 Akzo 公司生產出 Twaron 纖維，1987 年日本帝人公司生產出 Technora 纖維。

但只有 Kevlar 纖維被常應用於戶外和登山產品，其他類的芳香族聚醯胺纖維，如：Nomex、

Teijinconex、Twaron 或 Technora 則適用於消防員、軍事和太空用途。

二、芳香族聚醯胺的特性與應用

芳香族聚醯胺通常以纖維型態生產，而不是以薄膜生產，一般纖維形式的芳香族聚醯胺主要有低模量纖維和高模量纖維；高模量纖維由聚對苯二甲醯對苯二甲醯胺在濃硫酸中液晶溶液紡成，經表面處理後，高模量纖維被機械拉伸以產生高順向度的纖維。

芳香族聚醯胺也用於自行車輪胎和襯墊，不僅將芳香族聚醯胺應用製作自行車輪胎，還可做成煞車片。杜邦對其 Kevlar 產品的描述中，強調這些纖維在戶外活動中「更好、更強、更安全」：「DuPont™Kevlar®用於使各種服裝、配件和設備更安全且防切割，重量輕、耐用且非常堅固；也適用於極端氣候中使用，例如：滑雪場、苛刻的沙漠環境，甚至是太空環境。」

芳香族聚醯胺纖維具有高強度、高抗衝擊性、中低伸長率、良好的減振性能和耐熱性，因此應用範圍廣泛。纖維在 400°C 左右時開始碳化，但不會融化；且溶劑、燃料、潤滑劑、鹽水、真菌或細菌都不會對芳香族聚醯胺纖維造成太大傷害，僅對某些強酸和強鹼敏感。

然而，就抗壓強度而言，芳香族聚醯胺織物處於中等水準，並且在抗紫外線和吸水性方面相當差，尤其是長期接受紫外線輻射對芳香族聚醯胺纖維造成的傷害，可以導致纖維強力損失高達 75%，然而，這些傷害可以透過加工處理來避免。芳香族聚醯胺容易與其他織物結合，可以透過許多不同的方式進行優化和擴大其應用範圍。

三、芳香族聚醯胺纖維 Kevlar 應用領域

芳香族聚醯胺的獨特性能使其成為各種應用的理想選擇，包括：建築和工業應用。體育和戶外產業更喜歡這種材料，因為它具有韌性、抗拉強度和重量輕，極適合用於製造繩索、滑翔傘繩、風帆、車輪胎增強等。其中在汽車應用方面，汽車的傳動帶及摩托車的傳動鋼鏈都可被 Kevlar 纖維補強的複合材料所取代，除可提供輕量化優勢及必須的強度外，更能達到提高傳動效率及降低噪音的效果；在汽車輪胎上，若採用 Kevlar 纖維不但能起強化作用、減輕輪胎重量，還能減少滾動摩擦，降低耗油量，此外可以吸收路噪，讓行車變得更平順和較少噪音。

至於紡織用的 Kevlar 纖維主要作為保護身體，及可延長服裝使用壽命的增強材料，尤其極

度適合應用在自行車、摩托車和賽車運動服裝，以及戶外用褲子和背包的高磨損區域，另外用 Kevlar 做成之縫線也適用於滑雪和攀岩手套。

德國專業繩索製造商 Edelrid 也採用 Kevlar 應用於繩索製作上。由於芳香族聚醯胺纖維非常堅韌，具有一定的剛度，強調該材料的高強度和高耐切割性為其主要優點。此外，用 Kevlar 製成之線材不僅非常耐磨和耐熱，而且比相同直徑的傳統配件線材具有更高的斷裂強度。但是若與純聚醯胺製成之線材相比，Kevlar 製成之線材會有較大之護套滑移量，且因為 Kevlar 缺乏彈性，Kevlar 纖維並不適合於用做動態繩索，但其剛度卻極適用於岩石隧道的繩降裝置。

四、總結

就強度、耐用性、壽命和安全性而言，Kevlar 纖維極適用於某些戶外情境下，產品採用 Kevlar 纖維可以將普通產品轉變為非凡產品。Kevlar 之複合材料具有吸震及承受連續衝擊的性能，比玻纖補強材料更輕、更堅固且更耐破損，可應用在消費性產品提高其性能。例如：Kevlar 取代了原本使用傳統鋁合金板的航空飛機、船舶，亦可用作船殼的補強材料，讓船體更輕行駛更快；利用其耐磨特性，亦符合雪橇、滑雪衣、運動鞋及牛仔褲的需求；輕量、堅固及耐用，幫助人們有能力挑戰可能性極限並突破障礙。但整體而言，目前在戶外運動方面的應用，仍以自行車、機車、職業安全防護等領域為主。

(本文作者為紡織所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師)

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>