

機能性紡織品

■ 呂景瑗

近幾年，對於纖維顏色的觀念，最大的變革要屬利用纖維的結構設計，賦予纖維顏色機能的新纖維。這類產品的創意來自摩爾福蝶（Morpho）翅膀上的色彩是鱗片微細構造形成的。

「機能」（function）一詞源於日本，因此可以理解機能性紡織品始於日本各化纖大廠。早先強調新素材產出新機能，經常是先有相關纖維機能技術，再尋找新機能性應用。

紡織品的「機能性」是什麼呢？坊間所稱機能性的紡織品繁雜，而且總是集「多機能於一身」，包含抗起球、富彈性、免熨燙、抗靜電、抗菌消臭，到吸溼排汗、抗紫外線、遠紅外線、抗電磁波、防蚊、維他命保溼、負離子等機能，產品包羅萬象。

時勢所趨，機能的程序設計應以機能賦予在後，而期待目的在先。或者說「先期待人類的需求，然後賦予機能的供給」，才會符合消費市場的價值，倘一頭就栽進機能的標的開發，未必能滿足市場所求。

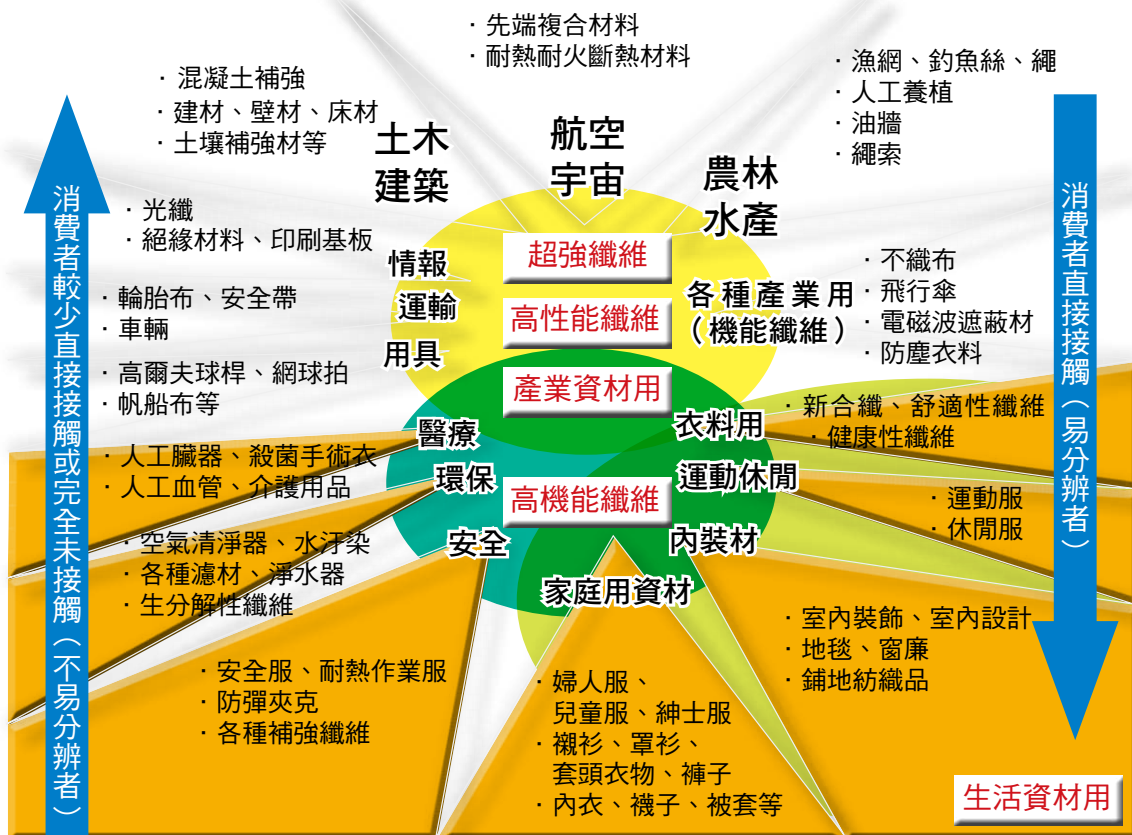
機能性纖維的主流趨勢

淋漓盡致的「機能」設計，是多面向考量的，例如了解「人」需求的機能、兼顧「環境」影響的機能、所形成「穿著」的機能，因此要考量人體的產熱、環境的作用因素，甚至織物的傳遞。

機能關係到人的本身以及人的生活環境，包含舒適的、健康的機能，包含休閒的、運動的機能，包含安全的、防護的機能，也包含醫療的、生理的機能。明顯有別於以物為標的的「功能性紡織品」，又稱為產業用紡織品。雖然最近常有文獻報導把醫療、防護或環保領域



人、環境、穿著是紡織機能構成的三要素。



機能性與功能性素材的應用

的紡織品稱為機能性紡織品，但大體上這類紡織品仍以衣著的舒適與保健性追求為主流。

從產品的演進不難觀察出，機能訴求多源於纖維原料段的賦予，而非終端產品，且技術工程深度高。然而，除了以細長素材來思索纖維之外，其實材料機能綜觀可由三個方向來表現：素材一有機素材、無機素材等，纖維一圓形纖維、異形纖維等，構造一中空、海島、均一、不均一等。

從以上最基礎的機能元素，展開舒適的、健康的或安全的領域應用。以舒適為例，人體對舒適性的要求不外乎二個層面。一是心理層面的滿足，這機能集中於科技感或天然感素材的開發。二是生理層面的創

造，這機能集中在吸溼、吸水、高透溼高防水性、吸溼快乾、保水、防水、蓄熱保溫、抗菌防臭等機能開發。當然，心理層面涉及流行、個人主觀喜好。而生理層面的舒適感，必須取得「皮膚」的客觀信賴。

為迎合流行風尚，新合纖的目標也應改變，這意味著需要新的纖維素材，才能滿足新的市場機能。消費者由於高度注重新合纖的舒適性，因此這種新合纖被界定為第二代新合纖，它伴隨著休閒時尚潮流而來。

例如仿麻新合纖的產品，特點是無繃折、手感柔和、有亞麻的天然纖維手感與涼爽感。在手感與視覺上，它與具有女性化感的第一代新合纖產品有差異，所採用

為迎合流行風尚，新合纖的目標也應改變，這意味著需要新的纖維素材，才能滿足新的市場機能。

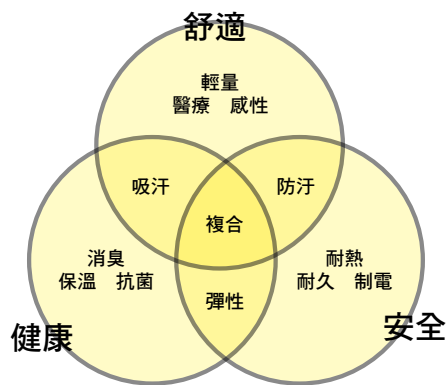
的材料（纖維）與製程也有所不同。第二代新合纖已呈現對機能的要求，也導入機能性的纖維素材（如吸水性纖維或表面處理賦予高吸溼功能）的運用，並運用加工技術使織物表面具有特性。

流行趨勢顯示，近幾年來不屬於以往分類的新合纖材料不斷增加，如高保暖、輕質、高吸水性、快乾、防紫外線、遠紅外線、彈性等纖維，陸續加入新纖維的行列。最近新合纖的機能需求，有兩大主要發展方向：追求感官的盡善盡美的纖維素材，例如呼吸性纖維—最接近天然纖維的屬性與新織物結構的無盡訴求；追求具有功能性和靈敏性的纖維素材，如伸張彈性、輕質、快乾等特性。

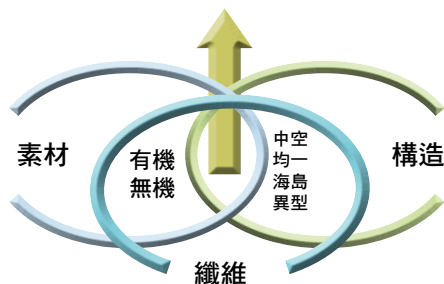
非染彩的美麗機能

對於纖維、織物的顏色與光澤，科學家的焦點都集中在發色、深色、光澤、消艷、不透明等技術的開發。關鍵的染色整理加工技術，長久以來也一直是研究的重點，尤以聚酯纖維染色性的研究，一直圍繞在分散性染料無法顯現鮮明色彩，而必須使用高溫高壓染色製程的困擾。另外，環保問題也是染色整理加工技術不得不深思熟慮的一環。

近幾年，對於纖維顏色的觀念，最大的變革要屬利用纖維的結構設計，賦予顏色機能的新纖維。這概念之所以被重視，是因為不需要染色整理，沒有顏料，是不需大量水、熱等的低碳製程，因此是十足環保的機能性紡織品。這類產品的創意來自摩爾福蝶



機能、新用途的產生



以機能素材推向機能應用
(資料來源：Kuraray，紡織所整理)

(Morpho) 翅膀上的色彩是鱗片微細構造形成的，因而利用鱗片型的紡絲製程與紡口設計，配合特殊聚合物和特殊紡絲製程開發出 Morphotex[®] 纖維。

值得一提的是，Morphotex[®] 纖維似金屬色的調和透明感，並無法藉由傳統染色製程獲得。由於運用的概念來自於自然界的生物體，因此也可說是一種「生物擬態纖維」，或者稱為「光干涉纖維」。

最早把光干涉纖維商品化的公司是日本日產汽車公司，大膽地把它應用在汽車的鋼板著色上，讓汽車呈現出光鮮亮麗的金屬

把相變化材料複合於纖維內或披覆在織物上， 可以緩和環境溫度在急遽變化時對人體的衝擊。

光澤。可以想像，不但取代了昂貴的傳統汽車用顏料烤漆，又可以解決使用顏料所帶來的環境汙染問題。自 1993 年起，日產汽車公司與 Tanaka Kihinzoku Kogyo K.K.、帝人公司共同合作，經 7 年努力，3 家公司合作研發成功的夢幻纖維被命名為 Morphotex[®] 纖維。

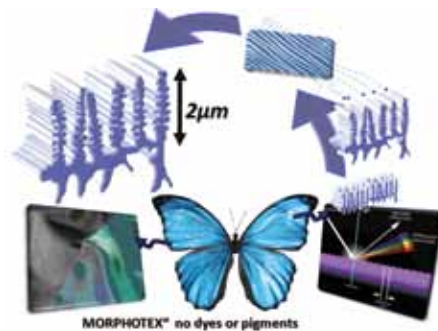
Morphotex[®] 纖維是由 PET 和 polyamide 層交互堆積排列而成，每一層的厚度約 $0.07\ \mu\text{m}$ ，共有 61 層，這些多層部分是屬於長纖維的中心區域，外層則由聚酯包覆而成。至於選擇 61 層則是經過理論計算而得，屬於關鍵技術之一。

發色機構就是由這些特殊周期性的薄片排列構造所構成，其機能是讓反射光互相干涉，重複的尺寸近似於可見光的波長，形成亮麗色彩。目前，光干擾纖維可產生藍紫、藍、綠和紅 4 種似金屬色調和透明的顏色，顏色的改變可由觀察角度不同獲得（例如由藍紫到藍，或從綠到紅）。

可調節的溫度機能

接著介紹一種關於溫度的新機能材料—相變化材料（phase change material, PCM），它能在特定溫度區間內改變微觀的物質態，溫度也隨之變化（放熱與吸熱的變化）。

把相變化材料複合於纖維內或披覆在織物上，可以緩和環境溫度在急遽變化時對人體的衝擊。這機能被「植入」紡織品中，用來與皮膚表面進行熱的吸收、儲存、傳



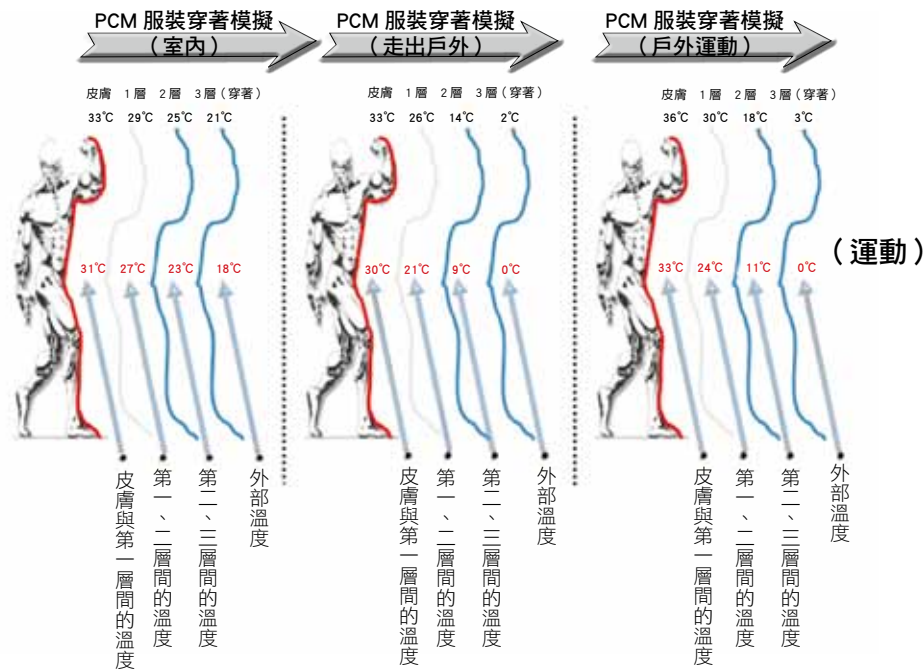
Morphotex[®] 纖維（圖片來源：Kuraray，紡織所整理）

遞、釋放等循環的運作。這機能材料至少需要兩種技術，除了一種相變化材料的技術開發外，另必須輔以把相變化材料包埋在微米膠囊中的包覆技術，這膠囊以數微米的球狀存在與群聚。

相變化材料可以開發出具有多種記憶溫度（例如攝氏 24、28、31、37 度），以及開發特殊 PU 系做為膠囊用殼材，也就能製造微膠囊化的相變化環保材料。相變化材料膠囊的設計對於環境非常重要，例如設計出的熱焓值高達 $200\ \text{J/g}$ （足以讓同重量的水升溫近 50 度）。

相變化材料應用在衣著上，經人工氣象室的微氣候溫溼度評估得知，含有相變化材料的產品可大幅吸收人體產生的熱量，降低衣服內微氣候溼度 10%、降低皮膚溫度 2 度與減少人體 25% 的流汗量。這表示相變化材料應用於紡織品，能發揮溫度調節的作用，而大大增加穿著者的舒適度。

研究顯示，假設人的體表溫度（31 度）以及在三層式相變化材料紡織品的穿



相變化材料 (PCM) 扮演緩衝的機能。

著下，從室內（攝氏18度）走到寒冷的戶外（0度），出到戶外時會瞬間溫降，但測得人體的體表溫度仍然維持在30度。換言之，相變化材料在瞬間扮演了「緩衝」的角色，讓人有足夠的時間調節與適應環境的「衝擊」。

超越極限的運動機能

低流阻織物經常出現於突破競賽極限的應用，例如 2000 年澳洲夏季奧運的鯊魚裝，構想來自模仿鯊魚皮的微細組織，也算是一種仿生技術的衍生應用。

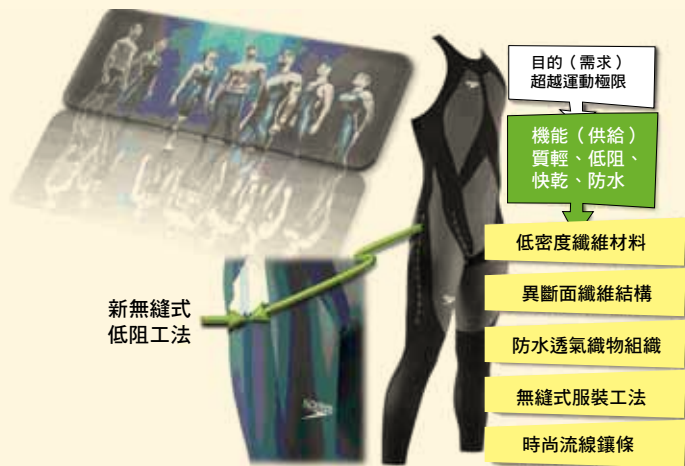
泳賽選手在水中前進時，會因波阻力、渦阻力、摩擦阻力、飛沫等使阻力增加，速度因而變慢，若能單純地減低各項阻力因素就可讓速度變快。而穿著泳衣可以「彈性塑形」而減少阻力，泳衣材質與組合也關係 4 大阻力，例如泳衣的各部位版片縫線縫邊所

形成的微小凸起條邊，在水中行進時都會造成漩渦，使人體的阻力值增加 2 ~ 5%。

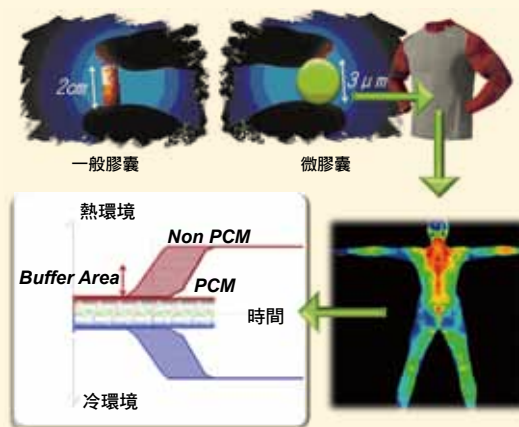
鯊魚裝的原理是利用流場的控制以有效減低阻力。流場控制的方法很多，其中之一是表面結構減阻法。在適當的位置上製造微小的流線淺溝，這些淺溝會改變貼近物體表面的流體行為，以及其邊界層中原有的結構與速度分布，因而減少摩擦阻力。

而減少摩擦阻力的方法有：泳衣拉伸強度增加，可以為泳者最佳化塑形；泳衣具適度伸縮性，不妨礙肌肉運動；防止水從纖維表面進入；使泳衣中的水可順暢排出；泳衣質料輕薄貼近皮膚；使表面光滑以減小摩擦阻力。

實力伯仲的泳者，若能降低泳衣的阻力，必然形成勝負的關鍵因素。從流體力學的角度，人體的結構流阻很高，尤其是頭、頸、臀部等處的阻力特別大。在水中若能使其愈接近「流線型」，愈能提高速度。



結合材料、結構特性的新一代鯊魚裝。
(資料來源：Future materials & 紡織所整理)



包覆相變化材料的微米膠囊

為滿足泳者對速度的追求，國外的泳衣製造業者也致力開發新一代泳衣，有廠商推出以超輕、低阻、防水、快乾的服裝材料製成的泳衣，帶動了全球以超音波熔接工法（無縫線接合法）而產生低阻結構。此外，泳衣上使用的特殊鑲條流線設計，可把泳者的身體塑成流線形，減少游泳時的阻力。

NASA Langley Research Center 的流體力學與熱力學專業，是此款泳衣研發中重要的分析與設計基礎，嚴謹與精確的表面摩擦力風洞測試，顯見一種專業運動機能來自廣度與深度的工程技術。使水和皮膚的抵抗力最小化，再加上全套泳衣以無縫版型接合而成，沒有一處縫合，因此可以完全緊貼在人體上減少靜態水阻。業者不斷研發，品質日

益精進，泳者穿上最新型的泳衣，只需少量的能量就增加 5% 的吸氧量，瞬間提升游泳速度。

高機能紡織品是全球紡織工業的主流指標，主因是上游產業「規模大、門檻高」，中游產業「變化大、周邊多」，以及下游產業「超機能、重品牌」，形成了一條以機能為體系的價值鏈。由於關聯產業帶動能力強，因此經常帶給消費者無限的驚喜，例如：非染彩的美麗機能、跨領域的互動機能、超越紀錄的運動機能。

呂景瑗

財團法人紡織產業綜合研究所產品部