

混紡工學

林宗華 著

逢 甲 書 局

序

「混紡」是隨人造纖維誕生而新發展的一種紡紗方式，就紡紗技術方面而論，混紡並非是一種完全獨立的學術，它依然是以傳統既有的純紡技術為基礎，就使用紡紗機器而論，也是以過去棉紡、毛紡、麻紡、絲紡為基本，或加以局部改良，或增減使用一部份機器，就可達成混紡之目的，然而單憑過去純紡時代的單一纖維之物性觀念，則難奏其功，因為混紡的原則，是以兩種以上不同性質的纖維，混合一起，甚至三、四種混合一起紡製紗支者，亦復不少，無論在物理性質方面，化學性質方面，皆有差異，因之混紡技術者，必須有充分的紡織理化素養，方可應敷餘裕，混紡的範圍因化學纖維的多種大量問世，混紡的範圍亦隨之日益拓廣，如天然纖維同天然纖維之混紡，天然纖維同再生纖維之混紡（如同嫘絨混紡），天然纖維同半合成纖維之混紡（如同醋酸纖維混紡），天然纖維同合成纖維之混紡（如同達克龍、尼龍、奧龍等混紡），此外化學纖維間之混紡，更是五花八門，筆不勝書，預卜今後，隨人造纖維之發達，當必更加日形複雜，是毋庸置疑的事，因為混紡的發達，不僅給紡紗技術帶來了無窮的麻煩，也給染色、整理加工方面帶來了很大的困難，對這些方面由於紡織專家、染料化學家、以及整理加工專家們的努力，正在逐步解決之中。混紡之目的，當然不外因纖維原料之混用，可以減低紡紗成本，纖維可以彼此截長補短，提高纖維之使用價值，開發新的產品，和彌補原料之不足，對人類衣料方面將有更大的改進與福祉。當然紡織原料之混合使用，並不僅限於混紡一途而已，例如交織（經、緯紗各以不同種類之紗而織布者），粘合（將不同種類之織物粘合一起使用者）以及

近來發明的雙素體纖維 (Conjugate Fiber) 等皆屬混用之例。本書限於篇幅，僅就混紡基礎觀念、學理及技術、混紡工程之應注意事項，以及混紡實例等，一一加以討論，冶學理實際於一爐，為混紡種類繁多，無法一一舉例，深祈讀者以舉一隅而三隅反之觀念，此書如對混紡技術方面有所助益，實著者望外之幸也，我國對混紡方面之資料缺乏，書中資料，皆為著者累年研究所集，倉促付梓，掛一漏萬，在所難免，尚乞海內先進，不吝珠玉賜予教正為禱。

林 宗 華 謹 識

於台中逢甲工商學院紡織工程學系

民國六十三年六月六日工程師節

混紡工學目次

第一章 引 言	1
第二章 混紡原理	3
第三章 混紡原料混棉法	6
第四章 混紡法分類	8
第五章 混紡工程之準備處理	10
第一節 識別着色	10
第二節 噴油處理	11
第三節 混紡原棉水分與濕度之調合	13
第六章 化學纖維混紡有關之幾項問題	14
第一節 混紡之目的	15
第二節 混紡紗須具備之理想條件	16
第三節 混紡纖維在混紡紗內之排列情況	16
第四節 單纖維強度利用率	19
第七章 混紡原料纖維各種因子對混紡紗性的影響	23
第一節 纖維長度的影響	23
第二節 纖維軟硬的影響	26
第三節 纖維細度的影響	26
第四節 纖維比重的影響	31
第五節 紡紗工程數的差異與纖維強伸度的變化	33
第六節 混紡率影響的研討	34
第八章 混紡纖維與混紡紗的特性	41
第九章 混紡比率與混紡紗物性的關係	45

第一節	混紡比率與混紡紗強伸度之關係	45
第二節	混紡比率與混紡紗真正混紡比率之關係	52
第三節	混紡率與混紡紗摩擦耐久度之關係	53
第四節	纖維之性狀與混紡紗之抱合狀態	55
第五節	原料纖維在混紡紗內之強伸度利用率	55
第六節	混紡率與混紡紗含水率之關係	57
第十章	聚脂纖維與天然棉混紡工程之實際	58
第一節	前 言	58
第二節	清花工程	63
第三節	梳棉工程	66
第四節	併條與混合工程	78
第五節	粗紗工程	76
第六節	細紗工程	78
第七節	其他應留意事項	80
第十一章	再生纖維嫞綆與各種纖維混紡工程之實際	82
第一節	前 言	82
第二節	嫞綆的物性	83
第三節	嫞綆混紡織物的種類	85
第四節	嫞綆混紡織物之物性	88
第五節	嫞綆混紡混紡工程之解析	94
第六節	結 論	99
第十二章	動物蛋白質纖維羊毛與合成纖維混紡工程之實際	100
第一節	前 言	100
第二節	混紡之目的	100

第三節	混紡效果	101
第四節	有關混紡合織之性質	102
第五節	合成纖維與羊毛混紡對紗支及織物特性之影響	110
第十三章	棉紡式混紡工程之實際	123
第一節	清花工程	125
第二節	梳棉工程	128
第三節	併條工程	132
第四節	粗紗工程	134
第五節	細紗工程	137
第六節	併捻搖工程	141

第一章 引 言

人類衣料用之原料纖維，早期所使用者為天然纖維之棉花，蠶絲、羊毛及麻類等，人類為適應衣料之需要，以各種纖維固有之性狀，紡製成棉紗、毛紗、麻紗、蠶絲紗等供織布之用，因此上述天然纖維，便成為人類日常生活中，不可或缺之必需品，所以每個國家的紡織工業家們，都在處心積慮的來設法確保原料之存儲。但天然纖維資源，受地域風土氣候等限制，並非世界任何地區皆能生產，例如早期十九世紀階段，棉紗梳毛紗為英美德所壟斷，蠶絲為日法獨佔，麻紗則英國執其牛耳，1866年德人 Schutzenb - Erger 及 Mendin 兩氏最初發明了製造醋酸纖維素之方法，點起了第一次紡織工業革命的火焰，於1894年經歐美化學家們，再接再勵研究之下，卒以 Franchimort, Cross 及 Beven 氏獲得 D.R.P. 85329 號之專利權，經第一次及第二次世界大戰，此等再生纖維素纖維，曾代替了一部份天然纖維，創造了所謂人造棉（人造絲）時代，即俗稱為 Staple fiber age，之後1928年任職杜邦公司 Du-pont 之 w. h. Carothers 氏歷10餘年之研究，完成了 Polyamide 系之 Nylon 研究，為高分子化學大放異彩，1932年獲得製造權，是謂紡織工業第二次革命時代，從此人類的智慧使紡織工業邁入了合成纖維時代，一般稱之為 Synthetic fiber age，之後迄今36年來，化學家和紡織工業家，又經過30幾年的研究發展，更有聚酯纖維（Polyester）聚丙烯腈纖維（Polyacrylics fiber）等許多合成纖維問世，在上述發展過程中，S.F 代替了棉花的一大部，Nylon 代替了蠶絲，如襪子女高腰襪類幾無蠶絲的踪影。Acrylic fiber

所製造之蓬鬆紗 (Bulky yarn) 代替了羊毛，給紡織技術激起了一次極為刺激性的革新浪花，過去各種天然纖維所具之特點，因之不能不重加檢討與評價，合成纖維所具之特性，在今天，紡織科學家們已探索明瞭的各點，在強力、耐摩、耐腐等方面，也就是物理性質和化學性質，都具有它的優點，用句俗語說，均較天然纖維堅固耐用。但並非沒有缺點，如吸濕性小，過份光滑使皮膚產生不快感，帶電性大，染色難等，都是合成纖維的缺點，因之紡織科學家們，便絞盡腦汁研究，以一或二種天然纖維與化學纖維混合一起。使各發揮其纖維之優點，減少缺點，截長補短，紡成混紡紗。於是 1930 年代便有混紡棉“ Fiber Allying ”之研究，繼之更有混紡紗“

”和 Blended yarn. Mixing yarn. Alloy yarn 等混紡紗名詞之出現。

1938 年於日本有混紡一號問世，那就是在廣工場有用大豆蛋白纖維 (Silcole)，蠶絲棉 (Silk) 和人造棉 Staple fiber 三種纖維混紡之“拉奈斯”(lanase)混紡紗及織成的混紡布拉奈克斯 lanax 出現，1945 年二次大戰熄兵後，各國新合成纖維如雨後春筍，五光十彩，混紡學術和技術的研究，更形蓬勃，如今任何市場之布料，幾無一單一纖維製品。在紡紗領域來論，確已進入了混紡時代 (Alloy yarn Spinning age)。

第二章 混紡原理

構成混紡的特性，由構成混紡原料各種纖維的物性和化性所左右，故吾人紡製各種不同用途目的之混紡紗時，第一步驟，須先選擇最適於其特性的原料纖維方可，最重要之條件，為如何決定混紡原料之比率（%），特須注意者；天然纖維之細度纖維長頗難均齊，而化學纖維之細度纖維長，則可任意選擇取捨自如，茲誌一般通念混紡原理如下：

A. 混紡原理一

- (1) 混紡原料各單纖維之細度粗細，嚴格左右混紡紗之品質，細度愈細混紡紗之切斷強力，結節強力，掛拉強力，切斷伸長，伸長彈性，耐摩度，單纖維強力利用率，扭轉挺性等愈大。
- (2) 混紡原料各單纖維長度愈長，則混紡紗之各種強力，彈性及耐摩等雖有漸大傾向，但楊氏係數則漸有減少趨勢，且切斷伸度幾無任何變化。
- (3) 混成混紡原料棉之細度及纖維長度愈接近，亦即混紡複合性優異者，表現上述(1)(2)之特性更為顯著。

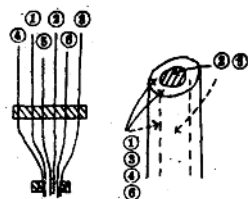
B. 混紡原理二

- (1) 混紡原棉之纖維長如由長、中、短三種纖維長所構成時，則長纖維存在於紗之內層，短纖維則構成最外層部份，中長者在中層，換言之纖維長不同率愈大時，混紡紗之表面所生成之毛羽必多。
- (2) 混紡原棉如由硬、中、軟三種不同纖維構成，紡成之混紡紗中，較硬者存在於混紡紗之外層，軟者居內層，中者則在兩者之間，故較硬之纖維，多聚集於紗之周緣，而易生成毛羽。

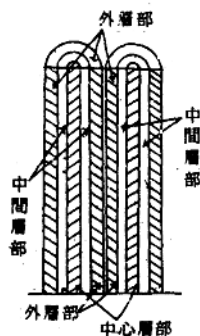
- (3) 細度粗、中、細三者共存時，紡成混紡紗後，解剖觀察，則可知纖維細者在內層，粗者在外，中者局中。

C. 混紡原理三

- (1) 最初做成棉條 (Top) 或梳棉條 (Sliver) 時，如以併條混紡，可先作成長纖維 Sliver 及 (或中纖維) 短纖維 Sliver 兩種棉條，設併條以恒例 6 根併合，可以頭道併條機之後如圖 1 之形勢，2，5 號置長纖維棉條，1、4、3、6 置短 (或中) 纖維之棉條，如此給棉時，則作成之熟條內層為長纖維外層為中短纖維，再以此熟條紡製粗紗。這一構想對混紡原理之發展上，頗



第 1 圖 併條棉混紡製條法



第 2 圖 二根粗紗喂入精紡機紡出細紗之形狀

- 有助益，亦即以此推理，吾人可控制形成混紡紗中間層之纖維外層部之合纖，吾人再利用纖維之細度及硬軟之不同，便可設計紡出種種不同性質之混紡紗。
- (2) 以上述方法紡成粗紗後，再以二根粗紗並行喂入精紡機之後羅拉，則紡成細紗將如圖 2 所示。

假定(1)外層以纖維稍硬之較短 2" 細度 4d 之捲縮 Rayan S.F.

(2) 中層以纖長 2" 細度 2.5d Acrylic Fiber

(3) 中央部以纖長 4.5 " 細度 2d 之 Polyester Fiber

如此二根粗紗併用時所紡成之混紡紗，其外層為較硬之捲縮 S.F. 中間層為 Acrylic Fiber，最內層則為細長之 Polyester Fiber 所構成，因細紗加撚作用之影響，可紡成特殊風格之混紡紗。此種紗分析之，則由富反撥彈性及富保溫性之捲縮 S.F 與 Acrylic 合纖構成外層，纖維間之纏合，形成比較大的空間，是以具有類似羊毛之觸感，並具有較羊毛更富保溫性之特點，同時因捲縮 S.F 的存在，更可紡成較單純 Polyester 和 Acrylic 更富吸濕性的混紡紗

D. 活用合成纖維物理或化學的特殊性紡製特殊混紡紗

合成纖維中，有富於蓬鬆性，或具有熱固定性及熱收縮性者頗多，例如 Acrylic Fiber 即具有高收縮性，故可於混紡棉調和時調混上 35~40% hi-bulky Staple 高收縮性合纖棉，紡好紗後，再加蒸氣處理，則紗支外緣的纖維，顯現成套狀 (loop) 和波浪狀 (wave) 浮於表面，這也就是利用纖維的收縮差，來紡人造羊毛蓬鬆紗的原理。

第三章 混紡原料混棉法

將二種或二種以上不同性質纖維混合一起，作為混紡原料纖維時，棉紡法，毛紡法及絲紡法各有不同，當今一般常用者如下：

(1) 原棉混合 (Raw fiber blending)

此法係就各種原料纖維，棉狀狀態加以混合，但其條件，必須各種纖維之性質頗相近似，普通以棉紡法混紡或以毛紡法，如三文治混棉法為其易用者之一，亦有利用自動簾子喂棉機 (Automatic lattice feeder) 及混棉機 (blender) 混棉的，此法缺點，為混棉不易均勻，絲紡、毛紡或棉紡16^s以下之粗紗較妥，20^s以上者以避用為宜。

(2) 棉卷混合 (lap blending)

先以lap machine 作成棉卷，再以併卷機 (Scutcher lap machine) 併合之，原棉纖維近似者，可利用此法，在初期 Rayon時代，多採用此法，因變換調和比率不易，今已少用。

(3) 棉條混合 (Sliver or top blending)

此法將不同之原棉，先各作成 Sliver 或 top，再以4至10根之不同比率，組合喂入併條機 (Drawing frame) 混合並加以牽伸之方式。此法混合比率較正確，生產百分比亦佳，其缺點為工作上略較複雜，為現在混紡方面採用最多方法之一，且無論何種纖維均可應用，無論棉紡、毛紡、絲紡、麻紡皆可通用，

爲一比較便利之混紡混棉法。

(4) 纖維束混棉 (filament tow blending)

此法係就化纖廠製成之絲狀纖維束之 tow，經具有 Roller Cut (羅拉牽切) 之牽切機，牽伸切斷，將不同纖維混合製成 Sliver 之直接紡紗法，此種方法近來因機器之進步如 Turbo Stapler 和 Pacific Converter，Tow - Reacter 等相繼問世，愈使 Tow Spinning 更有進一步之發展。

第四章 混紡法分類

紡織技術者，雖曾經創造出許多混紡方法，但仍以沿用既有之紡紗方式者為多，現在所使用者約有下列五種：

(1) 棉紡混紡法 (Cotton Spinning System)

本法適用於棉纖維，短 Rayon 棉及 Acetate 棉及其他短合纖棉之混紡，多於棉紡廠同時兼紡混紡紗時用之，因其工程程序亦依據棉紡工程，亦使用棉紡機器，有時將棉紡機改造一部份用作混紡者，此種利用棉紡 System 混紡之纖維長 (Staple) 在 $1\frac{1}{2}$ " (38mm) 左右，通常所紡製之混紡紗多為粗中支 (英國支數 10 支至 40 支者) 居多，其特點為紡紗費用比較低廉，故採用者頗多。

(2) 絲紡混紡法 (Waste Silk Spinning System)

本法適用於絲下腳、苧麻、Rayon S.F 及合纖混紡棉之混紡，於絲屑紡紗廠，利用絲紡機混紡者居多，並有將絲紡機之某一部改造或廢除使用者，可紡製中高支混紡紗為其特點，可紡出英式支數 60~140 支左右，使用混紡棉之纖維長 2"~10"，(約 50~250mm)，所謂中長纖維 (伸縮範圍很寬) 均可紡製，然紡紗費用較高，其特點為紡出紗支之結構上，纖維長短能以微妙配合，可紡出纖細而均勻優良品質之混紡紗，此外絲紡混紡法，因可用 Roller Card 梳棉，又可減少工程，因之紡紗費用亦可降低。

(3) 麻紡混紡法 (Ramie Spinning System)

本法係用於麻紡廠，將麻紡機，多少加以改製而進行混紡之

方式，適用於苧麻纖維，Rayon S.F 及其他合纖混紡棉 因麻紡機器頗近似絲紡機器，使用之纖維長亦近似絲紡，但紡出之混紡紗則有麻紗觸感，具硬感、涼感，故麻 Polyester 混紡紗多用此法。

(4) 毛紡混紡法 (Worsted or Woolen Spinning System)

適用於羊毛纖維，合纖棉 Rayon S.F 等之混紡，主要在毛紡廠紡製混紡毛紗時使用之，工程亦類似毛紡，不過也有改造一部份機器使用者。適用纖維長由 3"~8" (80~200 mm) 可紡梳毛紗 80~78 支，英式 18~46 等中級混紡紗，為一般中纖維之混紡法，紡出混紡紗之觸感品質均似梳毛紗及紡毛紗。

(5) 直紡法 Tow (or direct Spinning) Spinning System

係使用絲狀合纖束 (Synthetic Filament Tow) 或 Rayon 絲狀纖維束 (Rayon Filament Tow) 為原料，將 Tow 用牽切機切斷，而不用清花機梳棉機，將 Tow 短纖維化後，加以適度 Draft 作成 Sliver，可與另外纖維之 Tow 或 Top 混紡，此法多用於合纖紡紗廠，特點為前紡工程簡單，原料成紗比率高，製造工資低廉，混紡紗支品質則別具一格，纖維長及紡出支數可隨意選擇控制，在日本不使用精梳機可紡成 80 至 120 支混紡紗。

第五章 混紡工程之準備處理

第一節 識別着色 (Tinting)

棉毛麻等紡紗廠兼混紡工程時，因使用各種各樣之原料極易混雜。例如所使用之原料有棉、毛、麻、蠶絲、Rayon Polyester Staple 及其他合纖棉等。如不嚴格防止，一旦混入已設計好混紡以外之原料，為害至大。此種防止手段，一般多以着色識別方法來互分，即將原料分別以一洗即掉之不同染料染色，然後再混棉調合一起，以資識別。

着色染料因纖維種類各有不同，不過應注意者，有時使用識別染料不當，致使羅拉易發生纏棉故障，故選擇色劑時，應特別慎重，舉數例參考。

(甲) 聚氯Vinylon合纖與Rayon S.F 類混紡時之着色。

選酸性染料少量，染料對原料之比 0.008~0.01 程度為宜，如日本住友化學之 Patent pure blue。

德國拜耳公司之 Acid Green GT Solar Yellow NX Xylene Light Yellow 2G. Acid Brilliant 3 Super Violet 3R。

(乙) 聚氯Vinylon合纖與棉混紡時之着色。

與A使用同一染料即可，或先予Vinylon着色較易。

(丙) 聚氯Vinylon與羊毛混紡時之着色。

應選擇羊毛染不上且不至染污羊毛之直接染料。直接染料中 Nippon Sky blue 染料較妥。但若決定將來此種混紡紗將與棉紗或Rayon紗混織時，在織布工廠裏，多少會對棉紗或Rayon紗發生污染現

象，此種情形下如能選用 belins blue 更宜。

第二節 噴油處理 (Oiling)

混紡原料中，常使用 Nylon, Tetoron Acrylic Fiber Viny-
lon 等，此等原棉不單使吸濕性小，摩擦係數大，於紡紗工程極易發
生靜電。此種靜電之電阻值竟達至 $10^{12}\Omega$ 以上，在紡紗理論上講，纖維
表面之固有電阻值須在 $\times 10^9\Omega$ 以下方不致發生障礙。因此必須加以助
紡劑之油類方可奏效。此即為噴油之基本原理。

Oiling 之效果，不僅能降低纖維之摩擦係數，並可使纖維相互間
，或纖維與紡機之金屬接觸面間，增加其平滑性，以資容易 Drafting
，同時 Oiling 不但可以防止發生靜電，並能予纖維以適度之粘性及柔
軟性，以促進其可紡性。

然給油過少時，不單無好效果，反發生不良影響，如：

1 因摩擦係數大，不易滑溜梳棉機之錫林或道夫，易造成沉棉
或纖維纏絡現象的缺點。

2 因給油過少發生靜電，易使梳棉網混亂，併條、粗紗、細紗
等之橡皮羅拉及絨輥增多纏棉機會，並易釀成粗紗斷頭，熟條毛羽增
多等不良現象，均會使紗支條幹失勻，形成斷頭缺點。反之給油過多
時，亦會發生上述同樣之不良效果，即因給油過多，增大纖維粘性，
亦易使梳棉錫林，道夫增多沉棉。羅拉絨輥纏花增加等，上述流弊之
大小，因合纖維類各異，通常給油量即纖維表面之粘油量 0.25~0.35
% 左右為最宜，過多過少均會發生不良效果。

此外現在合纖維造廠，多於製造過程中施以油劑處理，以減少發
生靜電及促進纖維之可紡性，此種已經過給油處理之纖維，因原棉染
色或原液染色之影響，會使油劑除掉，須再度給油方可。並應注意，