

混紡工程學

賴鈺平 編著

臺隆書店出版

混紡工程學

賴鈺平 編著

倪 序

衣、食、住、行，爲人生不可或缺之四大生活要件，衣著居首，無論寒冷或溫熱地帶，莫不以衣禦寒或以蔽體，固已無分東南西北，我國自黃帝元妃嫫祖，始治蠶桑之後，民間即從事紡織，五千年來由人工撚紡以至機器紡紗，具有悠久歷史，七〇年代全世界每年產銷紡織品數量，試以彈丸之地如香港爲例，一九七三年運輸出口之成衣及紡織品達港幣二二〇億元，同一時期我工業產品出口總值爲美金三十七億餘元，紡織品佔出口貨品第一位，今年紡紗設備增加，於一九七四年年底將有紡錠三、三三四、九三一枚，產紗數量，突破已往紀錄，可以無疑，他如日本、南韓、越南以及泰國、新加坡等紡織事業，亦甚蓬勃，過去均以生產天然棉紗爲主，年來改換化學纖維，實施混紡，而化學纖維又以化學成分之組織各異，名稱、品質互有不同，原料既日新月異，紡紗機器與紡紗工程自亦逐步改進，於是研究混紡工程，已爲紡織業界重視之課題，坊間談混紡科技者，每多片斷記載或取材於歐、美書籍或譯自日本雜誌，茲國立臺灣大學副教授、省立臺北工業專科學校纖維工程科主任、中國紡織學會編輯委員賴誌平先生，出其嚆昔留學日本時之研究心得及其回國後累積之實際教育經驗，編著「混紡工程學」，分三大篇，對混紡理論、技術及資料分別論述，至爲詳盡，搜集探論費時二年，爲當今不易多覩之混紡工程教材，亦爲紡織工程人員必備之參考善本，余心儀其爲學而更欽其教育不忘研究之毅力，樂爲之介紹。

中國紡織學會理事長 倪克定

民國六十三年三月三日

呂 序

使用兩種以上不同的纖維混在一起紡紗，人們早就有了這種想法。但是真正有混紡，則始於人造纖維問世以後。最近幾年以來，由於多元酯纖維大量生產，混紡工程的發展，更是一日千里，突飛猛晉。

人類的衣著在量的需求上，與日俱增，衣在質方面的進步，更就非常可觀。僅僅使用一種纖維織造的衣服，已不能滿足人們的欲望。使用兩種以上不同的纖維，因為其各具有特殊不同的優點，在混紡中均能充分顯露出來，彼此相得益彰，因此衣著性能上，以往無法解決的問題，便隨之迎刃而解。時至今日，混紡工程不但日復一日的重要，而且進步神速，已經非常普遍了。

不同性能的纖維混在一起紡紗，並非易事，技術上有著許多困難。最近若干年來，紡織技術人員，已經累積了豐富的混紡知識與經驗，這許多知識與經驗，促進了我們今日混紡織品的長足進步，更奠定了今後繼續技術上研究改進的良好基礎。賴鈺平兄將以往有關混紡的許多知識與經驗的累積，寫成「混紡工程學」一書，不但可供實際混紡操作人員的參考，更是進一步對混紡作深入研究的寶貴資料，對於我國正在發展的混紡工程而言，無疑是一件極富意義的工作。

賴鈺平兄在教學之餘，致力於紡織工程的鑽研，著作甚豐，尤其在混紡方面，五年前我曾拜讀過他的「多元酯纖維與棉的混紡及織造技術」一書。現在他更將混紡工程的知識，詳盡撰述，著成專書，這種鑄而不舍的研究與日新又新的精神，深為我混紡界人士所欽慕。我近年不斷呼籲紡織界應加強研究工作，今欣見賴鈺平巨著問世，故樂為之序。

華隆股份有限公司總經理 呂 鳳 章

民國六十三年三月廿七日

趙 序

溯自世界第二次大戰以還，各種人造纖維之發展一日千里，各具不同之特性與效果，紡織界將二種或二種以上之不同纖維，用不同之比例交混紡製成紗而得單一纖維所不可得之效果。取長補短成爲最佳最廉之產品，廣博一般人們所喜愛，因而混紡方式大行其道。成功其來有自，洵非一蹙即就。當年余長臺北工專時，曾注意及此，惜久未能羅致專家來校任教斯課，引爲憾事。及余將退休之前年，適賴誌平兄學成返國，乃邀其留在母校任教以展其抱負。賴兄好學深思講學寫作是其所長，故數年來除開堂授徒外又復從事著作以供本國從事紡織同道之參考，志行可嘉，實青年中之佼佼。近日寫成混紡工程學一書，分成三篇，計共十四章，都百二十節，條分縷析，層次井然，洵佳作焉。書成交臺隆書店發行，囑序於余，余不文而不能却，勃誌數語以爲介。該書圖文並茂，益以臺隆書店出版之嚴謹，兩者相得益彰，行見此書一出，對紡織界將出現一幅波瀾壯闊之局面，使坊間濫竽充數之作品形消影滅則可預卜焉。

前省立臺北工業專科學校校長 趙 國 華

民國六十三年青年節

唐 序

紡織工業，對於人民生計，及國際貿易，關係至鉅。近二十年來，我國紡織品，在經濟發展中，成長最速，外銷最廣。現以世界能源危機，而遭遇許多困難。政府及紡織界為謀解除此項威脅，除對資金、原料、場地等項加以輔導外，而研究生產技術，改良品質，實為切要之圖。吾人咸知：各種纖維難免缺點，單獨使用，不合理想。復由於人類生活水準提高，對纖維製品之要求亦隨之提高。為滿足消費者之願望，允宜採用有效方法，以彌補各種纖維之缺陷，力求堅固耐用，美觀適宜。而發展混紡工程，乃為達成此項目標之有效途徑。

本校纖維工程科賴主任銑平，於母校紡織科卒業後，東渡留學，先後入日本國立東京工業大學部及研究院。精勤攻讀，八易寒暑。回國後服務工教，貢獻良多。彼以其平素研究所得，編著「混紡工程學」一書，內容包括「混紡理論」，「混紡技術」及「混紡資料」三部份，都三十餘萬言。闡發詳盡，蒐集宏富，既可作紡織科系之教材，又可供操作人員之參考，堪稱紡織工業之鉅著。

當前我國紡織工業面臨難關，政府正在研究加強輔導措施，以促進紡織工業繼續發展。此時此際，著者將所編付梓問世，其有裨於我經濟發展及工業教育者良多，故樂為之序。

省立臺北工業專科學校校長 唐 智

民國六十三年三月廿九日

自序

紡織業向以棉花、羊毛等農畜產物爲原料。而充此原料之原棉、原毛價格及品質則隨氣候、風土、經濟情況之異動而導致紡織業者在經營上不斷發生變化。是以因應市場情況及以低價獲取有利原料品級之購買技術乃成爲吾人切要之課題。至於購買原料之時期及地域實爲招致品質發生變化之關鍵。故欲在安定中求有效保持一貫作業；混棉 (Cotton Mixing)、混毛 (Wool Blending) 在當時乃被視爲最重要環節。棉花、羊毛等單獨施行混棉、或混毛對品質及紡紗狀態之維持及安定，頗具深刻之意義；同種纖維間藉其相異之品級施予混用，究其紡紗之情形，嚴格詮釋，並非混紡。混紡之真諦係對兩種以上異質纖維混合，而施予紡紗之謂。至於混紡之淵源，則可追溯人類將羊毛及棉花混用時期。

第一次世界大戰以後，基於天然纖維之缺乏曾開發嫫縈纖維以取代之。當時在棉紡、毛紡、絲紡工程等紡機上試紡結果：嫫縈之紡紗性能極劣。致單獨使用嫫縈紡紗，殊感困難。論實用，其紗線品質遠遜於棉紗、毛紗及蠶絲紗。於是不得不借助於天然纖維之混合，施予紡紗。由此觀察嫫縈與天然纖維之混紡初僅爲彌補原料之不足及提高嫫縈紡紗性能。嗣後經長時期之深入研究，嫫縈之品質已獲得顯著提高；更由於紡紗方法之不斷改善，終使嫫縈之紡紗，臻於良好之境地。至此，嫫縈紗已確立其新領域，而獨樹一幟，不再依附混紡。

第二次世界大戰以後，由於合成纖維之蓬勃發展，促使紡織纖維之種類層出不窮；其性質亦互異其趣。合成纖維在濕潤狀態下性質不變，並具耐洗、耐藥、耐摩性等優點。部份合成纖維每易帶電，染色性及耐熱性劣。至於天然纖維；如棉、毛、麻、蠶絲等則各具有其獨

特之觸感、光澤、吸濕性。其耐熱性亦佳。就其用作衣料言，具有合成纖維無法模仿之特點。是則天然纖維與合成纖維在本質上有顯著差異。如將此兩纖維混紡，可顯現兩者之優點，減少缺點。取長補短，相得益彰，足以促成衣服材料之多元化、高級化。而此時期已將天然纖維及合成纖維之較量問題，予以撇開，易之以混紡之形態出現，更可望達成兩者共存共榮之境域。因此，混紡在紡紗工程上值得重視。

實施混紡初期，紡織界僅就工程技術上諸問題加以研討，缺乏理論上之依據。自十餘年前始奠定研究基礎，着手探討基本原理，為今日混紡之研究工作樹立楷模。

總之，今日之紡織界已進入第四次革命時期（混紡時期）。就紡紗技術言，混紡固非一完全獨立之學術，其施行仍以沿用傳統既有之純紡技術；如棉紡、毛紡、麻紡、絲紡等為主。今後應綜合此等紡紗技術，不斷拓展，力求達到適於混紡工程之新技術，是乃吾人共勉共勵之目標。

本書兼顧理論與實用技術，而以基礎理論之應用為重點。內容分為三篇：

首篇混紡理論，自纖維混用之意義及目的開始，直至混紡理論為止，取材新穎，闡述平易，俾初學者從基礎上立定腳根，融會貫通，期能以簡馭繁，應用自如。

第二篇混紡技術，自實用觀點申述天然纖維與合成纖維之混紡技術，內容簡明清晰，合乎實用。

第三篇混紡工程資料，意在補充第一、二篇未及敘述及較零碎事項，更進一步蒐集有關混紡之重要項目，製成表格，一目瞭然。

著者於課餘從事本書編著，或因俗務繁忙而中輟，或獲一得之見而續著。倉促付梓，疏漏難免。尚乞 博雅有以教之，是幸！

本書蒙紡織界先進倪老克定、華隆公司總經理呂鳳章先生、工教

耆宿趙國華先生、臺北工專校長唐智先生及國際羊毛事務局駐臺總代表加藤先生賜序，備加藻飾，均致謝忱。

賴 銑 平 於臺北

民國六十三年元旦

附 誌

本書承蒙西德商西·伊利斯有限公司吳寧先生、佑發企業有限公司馬馴先生，聯合發展企業有限公司吳志高先生、中聯實業股份有限公司蔡桂林先生、南洋企業公司高金川先生提供世界名廠商之混紡用開清棉工程各機械資料。又承林世雄、洪世根、劉治平等諸同學協助校對，備極辛勞，謹此致謝。

目 錄

第一篇 混紡理論

§1 混紡概論.....	1
§1.1 纖維混用之意義.....	1
§1.2 纖維混用之目的.....	3
§1.3 混紡之含義與沿革.....	5
§1.4 混紡纖維之選定.....	9
§1.5 混紡紗應具備之理想條件.....	10
✓§1.6 纖維混合方式及混紡方法.....	11
§1.7 混紡工程序之概要.....	20
§1.8 混合紗之分類.....	24
§1.9 複合紡紗之意義.....	24
§2 混紡原理.....	27
✓§2.1 纖維性能之有效利用.....	27
§2.2 紡製混紡紗之基本原則.....	30
§2.3 混紡纖維之排列構造.....	30
§2.4 混紡纖維之動態原則.....	35
§2.5 混紡纖維之組合及混紡效果.....	49
§3 纖維混合理論.....	58
§3.1 混合要素.....	59
§3.2 棉條中纖維之混合要素與纖維長曲線圖.....	60
§3.3 纖維集團移動與混合性能.....	62
§3.4 梳棉工程之混合性能.....	65
§3.5 混清棉工程之混合性能.....	67
§3.6 集團性纖維羣之性質.....	69
§3.7 混合度及集團度.....	71

§4 混紡斑及其管理	76
§4.1 混紡斑之分類	76
§4.2 混紡斑之特質	78
§4.3 周期極長之混紡斑	80
§4.4 紗線斷面上纖維根數之混合比率	82
§4.5 紗線斷面上纖維之配置	89
§4.6 集團性纖維羣之研究	95
§4.7 纖維長之影響	100
§4.8 B. R. R. A. 之實驗	103
§4.9 各混紡斑評價值之比較	104
§4.10 混紡斑及織物之染色斑	106
§4.11 自紗線強度推定混紡率	107
§4.12 混紡斑之管理	109
§5 纖維混用對混合製品品質之效應	111
§5.1 混紡紗之吸濕性	111
§5.2 混紡紗之比重	112
§5.3 混紡紗之強伸度	112
§5.4 混紡紗之楊氏係數	126
§5.5 纖維混用對於耐用性之效果	127
§5.6 混紡織物之縫製性能	132
§5.7 混紡織物之穿著性及舒適性	132
§5.8 混紡纖維之耐光性	141
§5.9 影響收縮之混用效果	142
§5.10 混紡織物之耐熱性	146
§5.11 混紡織物之縐紋恢復性及摺痕保持性	147
§5.12 混紡織物之起毛性	149
§6 混紡率之檢驗	151
§6.1 混用纖維之定性分析	151
§6.2 混用纖維之定量分析	155
第一篇 參考文獻	172
第一篇 註 解	176

第二篇 混紡技術

§1 聚酯纖維與棉、嫫縈之混紡技術	181
§1.1 聚酯纖維與棉之混紡工程	181
§1.1.1 聚酯纖維之特性及紡紗性能	181
§1.1.2 聚酯纖維/棉混紡紗之品種及使用原料	184
§1.1.3 聚酯纖維/棉混紡工程及使用機械	201
§1.1.4 聚酯纖維/棉混紡工程上之問題及紡紗要訣	209
§1.1.5 參考事項	230
§1.2 聚酯纖維與嫫縈之混紡工程	230
§1.2.1 主要產品	231
§1.2.2 混紡工程	232
§1.2.3 紡紗要訣	232
§1.2.4 聚酯纖維/嫫縈混紡紗之品質	232
§2 聚酯纖維與羊毛、麻之混紡技術	237
§2.1 聚酯纖維與羊毛之混紡工程	237
(1) 概況	237
(2) 混紡工程	238
(3) 原料之選擇及處理	242
(4) 其他紡紗上應注意事項	245
§2.2 聚酯纖維與麻之混紡工程	247
(1) 概況	247
(2) 混紡工程	247
(3) 原料之選擇及處理	252
(4) 其他紡紗上應注意事項	253
§3 聚丙烯腈纖維與棉、羊毛、麻之混紡技術	255
§3.1 前言	255
§3.2 混紡工程	255
(1) 短纖維紡紗法——聚丙烯腈纖維與棉之混紡工程	255
(2) 長纖維紡紗法——聚丙烯腈纖維與羊毛、麻之混紡工程	256

(3) 混紡用之聚丙烯腈纖維·····	258
(4) 混紡工程之實例·····	258
§4 聚丙烯纖維與羊毛之混紡技術·····	260
§4.1 前言·····	260
§4.2 聚丙烯纖維之性能·····	260
§4.3 聚丙烯纖維與羊毛之混紡工程·····	264
§4.4 工程實驗績效·····	271
§4.5 結論·····	276
§5 聚丙烯纖維與棉之混紡技術·····	278
§5.1 前言·····	278
§5.2 棉及聚丙烯纖維之主要特性·····	278
§5.3 須考慮之特殊因素·····	280
§5.4 混紡工程之一般事項·····	286
§5.5 聚丙烯纖維與棉混紡之實例·····	290
§5.6 作業上主要難題·····	294
§5.7 結語·····	298
§6 合成纖維混紡用 FM 併條機·····	299
§6.1 前言·····	299
§6.2 FM 混紡方式·····	299
§6.3 FM 併條機·····	305
§6.4 FM 併條機在技術上、經濟上之效果·····	308
§7 纖維混用之範例·····	309
(1) Nylon (Grilon) 混紡製品·····	309
(2) Dacron (Terylene, Tectoron) 混紡製品·····	311
(3) Orlon 混紡製品·····	312
(4) Vinyon (Kremona, Mewlon, Kanebian) 混紡製品·····	312
(5) Kanekalon (Dynel) 混紡製品·····	312
(6) Saran (Kurehalon) 混紡製品·····	313
(7) Tevicon (Thermovyl, Fibravyl) 混紡製品·····	313
(8) 三種混紡纖維之混用·····	313

§8 混紡技術之展望	316
第二篇 參考文獻	323
第二篇 註 解.....	324

第三篇 混紡工程資料

§1 各種纖維之比重	326
§2 依據比重差之混紡纖維定量分析	327
§3 依據燃燒法之纖維鑑別	329
§4 試藥對纖維之溶解性	330
§5 依據試藥及鑑別用染料之呈色反應鑑別法	332
§6 纖維鑑別用染料	334
§7 纖維之紅外線吸收光譜圖	335
§8 纖維之軟化點及熔點	336
§9 各主要纖維之示差熱分析曲線	337
§10 混紡纖維之組合範例	338
§11 各混合方式之優劣	339
§12 各混紡工程之標準溫濕度	339
§13 混紡紗公定吸濕率之求法	339
§14 棉/嫫縈混紡紗之推定強度	341
§15 各種紗線之收縮率	343
§16 純棉紗及棉/其他纖維混紡紗強度之最低基準	344
§17 純棉紗及棉/其他纖維混紡紗（單紗）經強度之最低基準	345
§18 各種混紡紗之品質特性	346
§19 棉/合成纖維混紡工程資料	347
§20 聚酯纖維混紡紗使用原料之實例	352
§21 各種聚酯纖維混紡紗之品質	354
§22 聚酯纖維/棉混紡紗之支數與棉結 (Nep) 數之關係	355
§23 聚酯纖維/棉混紡紗之支數與 $u\%$ 之關係	355

§24 聚酯纖維/棉混紡紗之支數與 CV% 之關係	356
§25 聚酯纖維/棉混紡紗之支數與細部個數之關係	357
§26 聚酯纖維/棉混紡紗之支數與粗部個數之關係	357
§27 聚酯纖維/棉混紡紗之捻數變異係數、單紗伸度之評價基準	358
§28 細紡工程上基因於混紡而引起之缺陷	359
§29 羊毛與各種化學纖維間之混紡效果	359
§30 以 MS-400 細紡機紡製之混紡紗品質特性	363
§31 混紡對改善織物性能之效果	364
§32 各種主要混紡織物之規格	365
§33 鋼領式混紡織物與開端式混紡織物之比較	366
§34 混紡製品之有效染色階段	367
§35 混紡織物及交織物之染色性	368
§36 羊毛混紡製品用染料（酸性染料及鉻媒染料）	369
§37 纖維素纖維混紡製品用染料	370
§38 世界名廠商所推薦之混紡用開清棉工程各機械聯結配置實例	371
§39 混紡工廠機器排列圖	404
§40 主要混紡製品之特性	407
第三篇 參考文獻	411

第一篇 混紡理論

1. 混紡概論

§1.1 纖維混用之意義

很久以前，即有採用人工方法製造蠶絲及羊毛之構想，為達此目的，許多化學家終於製成硝化人造絲 (Nitro-cellulose Fiber)、銅氨嫫縈 (Cuprammonium Rayon)、粘液嫫縈 (Viscose Rayon) 等再生纖維。然則，此類纖維均無法取代蠶絲。

自 Carothers 氏發明耐隆 (Nylon) 以後，用於製造婦女絲襪之蠶絲已大部被耐隆取代，致使蠶絲業如日落西山，呈現一片蕭條景象。至此，化學家之夢想更向前邁進一步，於是人類製造化學纖維以取代羊毛、棉花之理想亦更接近實現之階段，致有今日聚丙烯腈纖維 (Polyacrylonitrile Fiber)、聚酯纖維 (Polyester Fiber)、聚氯乙烯纖維 (Polyvinyl Chloride Fiber)、聚乙烯纖維 (Polyethylene Fiber)、聚乙烯醇纖維 (Polyvinyl Alcohol Fiber)、聚胺基甲酸乙酯纖維 (Polyurethane Fiber) 等各具特性之合成纖維逐次登場，時下與此相