

纖維化學

林清安
博士 著



台灣區絲織工業同業公會
中華民國九十五年十月
經濟部推廣貿易基金

編製
出版
補助

國家圖書館出版品預行編目資料

纖維化學 / 林清安博士著

-- 初版 -- 臺北市：絲織公會，民 95

面：21 × 29.7 公分

ISBN-13:978-957-41-4174-6 (精裝)

ISBN-10:957-41-4174-8 (精裝)

纖維化學工業

478.11

95023754

纖維化學

理事長兼
社 長 / 陳建柱

名譽理事長 / 張煜生、林文仲

顧 問 / 何裕良、洪輝嵩、姚興川、許文隆、陳彥丞

(依姓氏筆劃排列)

常務理事 / 梁清雄、白進添、葉清來、蔡耿榮、翁茂欽、卓欽銘

理 事 / 李敏章、胡庭禮、吳東勝、孫樹都、李業義、周 勇、
溫樹林、陳家駒、陳燄麟、蘇冠州、邱博信、許文彰、
趙祐靚、戚維功

常務監事 / 宋一民

監 事 / 張永吉、吳有財、吳中和、吳振旺、楊孟欣、戴宏怡

總幹事兼

發 行人 / 葉乙昌

作 者 / 林清安

主 編 / 林麗文

編 校 / 王美智、游富君、林麗文

發 行 所 / 台灣區絲織工業同業公會

地 址 / 台北市愛國東路 22 號 6 樓

電 話 / (02)23917815 (02)23917817

傳 真 / (02)23973225

發行日期 / 中華民國九十五年十月初版

中華民國行政院新聞局出版事業登記證局版北市業字第 1488 號

本刊圖文版權所有 未經同意不得轉載

※本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本會調換。

出版序

台灣紡織工業歷經 40 餘年的發展，創造經濟繁榮和國家財富的累積。直至近年來受全世界經濟型態及工業結構的變遷轉型，逐漸陷進勞工密集型產業生產型態的泥沼。台灣紡織工業只能更加強化重視“研究開發”，發展更精湛的紡織科技，創造高附加價值的紡織產品，拓展產品的應用領域，方能脫身於競爭泥沼之外。然而，發展高精織紡織科技，開發高性能、高機能、高科技紡織產品的不二法門：需具備專精科技基礎和豐富實務經驗的相輔相成。

纖維是紡織工業原材料的源頭，而新科技纖維或新機能性纖維紡織品的研究開發，例如：聚酯／尼龍 6 海島型超細尼龍 6 纖維，係運用聚酯易產生鹼降解作用溶除的化學性質，及尼龍 6 抗鹼降解作用的性質差異開發成功，其原始構思是起源於各種纖維化學性質的啓發，進而成功開發各種高科技紡織新產品。可見纖維的化學性質和物理性質更是纖維紡織工業應用科技發展的根基和源動力。

本會有鑑於此，特邀請林濟安博士，將其任教逢甲大學纖維與複合材料學系、紡織工程研究所教授「纖維化學」課程 30 餘年所累積的知識、智慧和資料，彙集整理撰寫「纖維化學」專書，以供作業界研究開發、實務運用及在職訓練的參考典籍。

此專書主要內容包括：（一）纖維化學基礎系列篇【共 3 章，第 1 章纖維，第 2 章高分子（聚合體），第 3 章纖維與高分子】；（二）纖維素系列篇【共 15 章，包括：纖維素化學性質部份（9 章），再生纖維素纖維部份（4 章），半合成纖維素纖維部份（2 章）】；（三）蛋白質系列篇【共 6 章，包括：蛋白質·胺基酸化學性質部份（2 章），天然蛋白質纖維部份（2 章），人造蛋白質纖維部份（2 章）】；全書共分 3 篇，24 章，約計 40 萬字，內容涵蓋：高分子定義和種類、纖維製造原理、天然纖維素和蛋白質的結構與化學性質、人造纖維素和蛋白質等生物可分解性環保

型纖維的製造與化學性質等。對國內從事紡織、紡紗、織造、染色及整理加工工程等業者，具極高參考價值，也可供作業界在職訓練吸取新知的教材，更可供作各大專院校相關科系的教科書。期望藉由專書內容的傳播，能協助業界掌握此領域的基礎原理和應用技藝，開發更創新的產品。

林清安博士編撰此專書極其用心，能夠以簡易化學原理和觀念，深入淺出闡釋纖維的化學性質。同時為便利讀者更深入閱讀，將參考文獻及參考書目均詳盡提供編撰於專書，祈望能對紡織業界先進及自學者參考有所助益，其對國內紡織產業的熱忱奉獻，令人由衷敬佩。

因本會財力有限，人員精簡，編印此書或有遺漏不周之處，尚請見諒，並祈與予賜教。

台灣區絲織工業同業公會理事長

陳建桂 謹識

中華民國九十五年十月

作者序

尼龍纖維的開發是源自於蠶絲和羊毛纖維的聚肽（聚縮胺基酸）(Polypeptide) 的化學組成成份啓發研究。人造纖維紡絲 (Spinning) 觀念係源自於蠶寶寶吐絲的原理。複合纖維 (Conjugate Fibers) 的開發理念是來自於羊毛纖維的雙相構造 (Bilateral Structure)。聚酯減量加工織物的開發是利用聚酯鹼降解作用的溶除原理。聚酯纖維易產生熱氧化降解作用，及熱水解作用，故聚酯熔融紡絲期間，紡絲槽需預先烘乾和灌氫氣，同時聚酯粒 (Polyester Chips) 喂進紡絲槽前需預先烘乾。棉纖維織物經交鏈樹脂加工處理，織物即達成紡縲加工。反應性染料的開發係依據纖維的化學結構成份，將染料結構改質變成能與纖維分子產生化學反應，形成共價鍵結合，達成提高纖維的染色性和染色堅牢度的效果。生物可分解性環保性聚乳酸纖維是根據低分子量脂肪族聚酯化合物易產生熱水解作用、熱氧化降解作用性質及玉米發酵製得乳酸等性質，相互融合運用而開發成功的纖維。

上述各項新科技纖維和新機能纖維紡織品的研究開發，幾乎全是啓蒙於各種纖維的化學結構型態和化學反應性質，再經由科學家的智慧創造；高分子聚合技術、高分子紡絲技術及纖維整理加工技術等相關科技相互融合運用，完成開發各種高科技紡織產業產品，提供消費者使用。可見纖維的化學性質和物理性質可說是纖維紡織產業應用科技發展的盤基原動力。

纖維是紡織產業創新研究開發，永續經營的命脈源泉。若能對纖維的化學基礎性質深加瞭解，則新創意紡織產業製品的思維就能源源不斷湧顯於腦海裡。

然而，系統性介紹的纖維化學參考資料和書籍，目前國內仍寥寥無幾。筆者於民國 66 年即在逢甲大學纖維與複合材料學系（原名：紡織工程學系）開授“纖維化學”科目課程，並親自參與紡織工業界工廠實務工作。今承蒙台灣區絲織工業同業公會理事長陳建柱兄拍受，建議將 30 餘年來關於纖維化學的理論與實務經驗的累積資料、知識及智慧重新整理編撰成書，提供紡織產業界參考使用，更蒙全體理監事會同意通過，由公會籌資編印出

版，以服務會員廠及紡織產業界。故特再加參閱英文版、日文版、中文版的文獻和書目數百餘篇，以簡易化學原理和化學觀念，利用深入淺出易於明白的筆法闡釋纖維的化學性質，並予以歸納析述、撰寫、整理，編印成專書，約計40萬字。

「纖維化學」專書包括三篇二十四章：纖維化學基礎系列篇【含第一章：纖維、第二章：高分子（聚合體）、第三章：纖維與高分子（聚合體）】；纖維素系列篇【包括：纖維素化學性質部份（含第四章：纖維素的化學結構、第五章：木材提煉紙漿的化學方法，第六章：磺化纖維素的化學處理，第七章：纖維素的酸水解作用，第八章：纖維素的酯化作用和醚化作用，第九章：纖維素的氧化作用，第十章：纖維素的氫降解作用，第十一章：纖維素的交鏈作用，第十二章：纖維素的接枝共聚合作用】；再生纖維素纖維部份【含第十三章：粘液螺絲纖維，第十四章：銅氨嫫縲纖維，第十五章：Lyocell [TENCEL®] 纖維，第十六章：海藻酸鹽纖維】；半合成纖維素纖維部份【含第十七章：醋酸纖維素纖維，第十八章：甲殼質（幾丁質）纖維】；蛋白質系列篇【包括：蛋白質、胺基酸化學性質部份（含第十九章：蛋白質的化學結構，第二十章：胺基酸的化學性質），天然蛋白質纖維部份（含第二十一章：羊毛纖維，第二十二章：蠶絲纖維）；人造蛋白質纖維部份（含第二十三章：再生蛋白質纖維，第二十四章：玉蜀黍〈玉米〉聚乳酸纖維）】。並提供詳盡的參考文獻及參考書目，以便利參閱者深入閱讀。

筆者學識尚淺，專書內容或難詳實處，敬請同業先進惠予指正，以便補充改進，更祈望專書內容能開啓讀者正面益處為榮。

逢甲大學
纖維與複合材料學系·紡織工程研究所

林清安 謹識

中華民國九十五年十月

作者簡介

姓名：林清安

學歷：逢甲大學紡織工程研究所紡織工程博士

- 經歷：
- ◎ 逢甲大學紡織工程研究所：所長。
 - ◎ 逢甲大學紡織工程學系：系主任。
 - ◎ 逢甲大學海外青年技術訓練班紡織及成衣科：科主任。
 - ◎ 逢甲大學研究學院：秘書。
 - ◎ 逢甲大學校友聯絡室：主任。
 - ◎ 行政院國家科學委員會：研究計畫審查委員。
 - ◎ 考試院考選部：全國性公務人員、專門職業及技術人員高等考試和普通考試，典試委員，襄試委員。高等考試三級考試暨普通考試，公務人員特種考試關務人員考試，命題兼閱卷委員。
 - ◎ 教育部：科技大學評鑑及工業類專科學校評鑑委員。
 - ◎ 經濟部中央標準局：國家標準審查委員會委員，紡織工業類國家標準起草委員會委員，機械類專利審查委員。
 - ◎ 經濟部標準檢驗局：紡織工業類國家標準技術委員會委員。
 - ◎ 經濟部工業局：協助傳統工業技術開發計畫紡織類組召集人兼審查委員，企業研發聯盟推動計畫審查委員，紡織領域專案計畫審查委員，研發服務發展計畫專案、產官學研發服務合作案審查委員。
 - ◎ 經濟部技術處：產業技術規劃審議委員會民生化工組技術審議委員，紡織產業技術發展策略規劃執行委員，化工民生類科技研究發展技術審查委員會委員，法人科技研究發展計畫推動專案審查委員，業界科技研究發展計畫整合性技術審查委員，鼓勵中小企業開發新技術推動計畫SBIR專案審查委員，創新服務業界科專計畫（原：策略性服務導向業界科專計畫）審查委員，業界開發產業技術計畫專家審查委員。
 - ◎ 經濟部中小企業處：運用技術認養團隊提升中小企業競爭力計畫專家。

- ◎ 經濟部：產業科技發展獎審查委員，中小企業發展基金創新研究獎甄選委員會委員。
- ◎ 內政部消防署：防焰專業講習班教官。
- ◎ 行政院勞工委員會職業訓練局：製定紡織類機械修護技術士技能檢定規範修定，學科、術科命題委員，紡織類機械修護技術士技能檢定術科測驗評審委員。
- ◎ 勞委會職業訓練局：制定紡織類機械修護技術士技能檢定規範，試題命製委員，技術士技能檢定評審員証書。
- ◎ 國立編譯館：纖維紡織工程名詞審查委員會委員。
- ◎ 國立科學工藝博物館：紡織館籌辦委員，展示設計指導委員會委員。
- ◎ 財團法人防焰安全中心基金會：防焰處理技術人員講習班講師。
- ◎ 中國工程師學會理事會：論文委員會委員。
- ◎ 中華民國紡織工程學會：理事、學術委員會委員，編輯委員會委員。
- ◎ 工業技術研究院材料與化工研究所（原名：工業技術研究院化學工業研究所）：纖維研製技術企業派員參與推動委員會委員，產學研合作委員會委員。
- ◎ 財政部高雄市國稅局：製造業（成衣業）原物料耗用通常水準調查指導教授。
- ◎ 聯勤生產署二〇二廠、聯勤三〇二廠：國軍服裝布料規格審查委員會委員。
- ◎ 財團法人紡織產業綜合研究所（原名：中國紡織工業研究中心）：技術委員會委員，業界合作委員會委員。
- ◎ 中華民國紡織業外銷拓展會：紡織品設計與研究發展計畫諮詢委員會委員，業界合作委員會委員，技術委員會委員。
- ◎ 台灣區織布工業同業公會：織布工業技術與管理輔導小組專家，技術委員會委員。
- ◎ 台灣區絲織工業同業公會：絲織工業技術與管理輔導小組專家，技術委員會委員。
- ◎ 泰國織業公會：技術顧問。
- ◎ 福益實業股份有限公司：董事、監察人。

纖維化學基礎系列篇

— 纖維·高分子(聚合體)·纖維與高分子(聚合體)·

第一章 纖維(Fiber·Fibre)

3

1-1 纖維的定義	3
1-2 通用紡織纖維的分類	3
1-2-1 天然纖維	4
1-2-1-1 植物類纖維(纖維素系纖維)	4
1-2-1-2 動物類纖維(蛋白質系纖維)	4
1-2-1-3 礦物類纖維	4
1-2-2 化學纖維(人造纖維)	4
1-2-2-1 無機纖維	4
1-2-2-2 有機纖維	4
1-2-2-2-1 再生纖維	5
1-2-2-2-2 半合成纖維	5
1-2-2-2-3 合成纖維	5
1-2-3 化學纖維(人造纖維)的商標	6
1-2-3-1 有機纖維系	6
1-2-3-1-1 再生纖維	6
1-2-3-1-2 半合成纖維	7
1-2-3-1-3 合成纖維	7
1-2-3-2 無機纖維系	8
1-3 高科技產業纖維的分類	8
1-3-1 高性能纖維	9
1-3-1-1 有機纖維	9
1-3-1-1-1 剛直性高分子纖維	9
1-3-1-1-2 彎曲性(屈曲性)高分子纖維	9
1-3-1-2 無機纖維	9

Contents

1-3-1-2-1 碳素纖維	9
1-3-1-2-2 氟素纖維	9
1-3-1-2-3 碳化矽纖維	9
1-3-1-2-4 硼素纖維	10
1-3-1-2-5 氧化鋁纖維(陶瓷纖維)	10
1-3-1-3 金屬纖維	10
1-3-2 高機能性纖維	10
1-3-2-1 衣料用高機能性纖維	10
1-3-2-2 產業用機能性纖維	10
1-3-3 新科技纖維	11
1-3-3-1 生物纖維	11
1-3-3-2 超機能纖維	11
1-4 紡織用纖維的基本概念	11
1-4-1 纖維長度	11
1-4-2 纖維細度(纖度)	11
1-4-3 纖維物理性質	12
1-4-4 纖維化學性質	12

第二章 高分子(聚合體) (Polymer)

13

2-1 高分子(聚合體)的定義	13
2-2 高分子(聚合體)的分類	14
2-2-1 依據產出來源區分	15
2-2-2 依據聚合反應及結構區分	15
2-2-2-1 加成聚合體	15
2-2-2-2 縮合聚合體	15
2-2-2-3 加成縮合聚合體	16
2-2-2-4 縮合加成聚合體	16
2-2-3 依據分子構造次元區分	16

Contents

2-2-4 依據組構成份區分	16
2-2-4-1 單一(均態)聚合體	16
2-2-4-2 共(協)聚合體	17
2-2-5 依據物理性質區分	19
2-2-6 依據熱性質區分	20
2-3 高分子(聚合體)的聚合反應	22
2-3-1 傳統聚合反應的分類	22
2-3-1-1 縮合聚合反應	22
2-3-1-2 逐步加成聚合反應	23
2-3-1-3 加成聚合反應	24
2-3-1-3-1 初始反應	25
2-3-1-3-1-1 熱效應方式	25
2-3-1-3-1-2 游離基效應方式	26
2-3-1-3-1-3 離子催化效應方式	27
2-3-1-3-2 成長反應	27
2-3-1-3-2-1 成長反應方式	28
2-3-1-3-2-2 成長立體結構	29
2-3-1-3-3 終止反應	31
2-3-1-3-3-1 交互終止反應方式	31
2-3-1-3-3-2 不均齊化終止反應方式	32
2-3-1-3-3-3 鏈轉移終止反應方式	32
2-3-2 近代聚合反應的分類	34
2-3-2-1 陽離子聚合反應	36
2-3-2-2 陰離子聚合反應	37
2-3-2-3 配位聚合反應	39
2-4 高分子(聚合體)的聚合方式	41
2-4-1 總體聚合方式	41

Contents

目錄 肆

2-4-2 溶液聚合方式	42
2-4-3 懸浮聚合方式	43
2-4-4 乳化聚合方式	43
2-4-5 界面縮合聚合方式	45

第三章 纖維與高分子(聚合體) (Fiber And Polymer) 46

3-1 纖維化的高分子(聚合體)	46
3-1-1 單元體的作用基及聚合體的形狀	46
3-1-2 高分子(聚合體)的平均分子量	49
3-1-3 高分子(聚合體)的熱性質	51
3-1-4 高分子(聚合體)的極性基團	52
3-2 高分子(聚合體)纖維化	54
3-2-1 熔融紡絲法	55
3-2-2 濕式紡絲法	61
3-2-3 乾式紡絲法	63
3-2-4 乾噴-濕式紡絲法	66
3-2-4-1 乾噴-濕式紡絲法	66
3-2-4-2 乾噴-濕式紡絲·濕式紡絲·乾式紡絲的比較	68
3-2-5 新式和特殊紡絲法	69
3-2-5-1 從熔融(熔體)紡絲法的改良型法	69
3-2-5-2 從溶液紡絲法的改良型法	70
3-2-5-3 特殊紡絲法	70

纖維素系列篇

☆纖維素化學性質部份

- 纖維素的化學結構·木材提煉紙漿的化學方法·鹼化纖維素的化學處理·纖維素的酸水解作用·纖維素的酯化作用和醚化作用·纖維素的氧化作用·纖維素的鹼衰解作用·纖維素的交鏈作用·纖維素的接枝共聚合作用·

Contents

目錄 

第四章 纖維素的化學結構 75

- 4-1 碳水化合物 75
- 4-2 葡萄糖 75
- 4-3 纖維素和澱粉 79

第五章 木材提煉紙漿的化學方法 83

- 5-1 亞硫酸鹽法 83
- 5-2 苛性鈉法 83
- 5-3 硫酸鹽法 84
- 5-4 氯化法 85
- 5-5 纖維素的精製 85

第六章 鹼化纖維素的化學處理 87

- 6-1 依據結晶型態區分纖維素的種類 87
- 6-2 鹼對纖維素的作用 89
- 6-3 鹼化纖維素 90
- 6-4 苛性鈉與纖維素的結合 93

第七章 纖維素的酸水解作用 95

- 7-1 水解纖維素 95
- 7-2 纖維素酸水解作用機構 95

第八章 纖維素的酯化作用和醚化作用 99

- 8-1 酯化作用機構和醚化作用機構 99
- 8-2 纖維素長鏈內無水葡萄糖單位體內羥基(-OH)的反應性 101
- 8-3 酯型纖維素衍生物 102
 - 8-3-1 硝酸纖維素 102
 - 8-3-1-1 硝酸纖維素的種類 102
 - 8-3-1-2 纖維素硝化作用條件 103
 - 8-3-1-3 硝酸纖維素的性質 105

Contents

目錄 

8-3-2 別種酯型纖維素	106
8-3-2-1 脂肪族有機酸類酯型纖維素	106
8-3-2-2 芳香族有機酸類酯型纖維素	107
8-4 醚型纖維素衍生物	107
8-4-1 甲基纖維素	108
8-4-2 乙基纖維素	109
8-4-3 羧基甲基纖維素	109
8-4-4 羥基-乙基-纖維素	111

第九章 纖維素的氧化作用

113

9-1 葡萄糖的過碘酸鹽氧化作用	113
9-2 纖維素長鏈的還原性端基及非還原性端基的過碘酸鹽氧化作用	114
9-3 纖維素長鏈的氧化作用	115
9-3-1 過碘酸鹽的氧化反應	116
9-3-2 二氧化氮的氧化反應	119
9-3-3 亞氯酸的氧化反應	120
9-3-4 過氧化氫(雙氧水)的氧化反應	121

第十章 纖維素的碱衰解作用

123

10-1 纖維素的碱腐蝕反應	123
10-2 纖維素的碱斷裂作用	127
10-3 含巯基氧化纖維素的碱衰解作用	128

第十一章 纖維素的交鏈作用

131

11-1 醚型交鏈纖維素	131
11-1-1 醛類交鏈劑	131
11-1-2 N-羥甲基化合物交鏈劑	133
11-1-2-1 尿素類	133
11-1-2-2 環狀尿素類	134

Contents

11-1-2-3 三氮(雜)苯類	135
11-1-2-4 醯胺類	135
11-1-2-5 氨基甲酸酯類	136
11-1-2-6 應用	137
11-1-3 活性乙烯基化合物交鏈劑	138
11-1-4 開環反應類交鏈劑	139
11-1-4-1 氮雜環基化合物	140
11-1-4-2 環氧基化合物	141
11-1-5 複烷化反應類交鏈劑	142
11-1-5-1 雙作用基脂肪族氯化物	143
11-1-5-2 多元醇的乙烯醚化物	143
11-2 酯型交鏈纖維素	143
11-2-1 酸酐類	144
11-2-2 酸性氯化物類	144
11-2-3 雙羧酸類	144
11-2-4 2- 異氰醯鹽類	144
11-3 不對稱作用劑型交鏈纖維素	145
11-4 纖維素衍生物型的交鏈作用	146
11-4-1 纖維素和未飽和化合物反應	146
11-4-2 纖維素和氫硫基化合物反應	146
11-4-3 雙醯纖維素的反應	147
11-5 逆轉型交鏈作用	147
第十二章 纖維素的接枝共聚作用 149	
12-1 游離基聚合作用型式	149
12-1-1 鏈轉移方式	149
12-1-2 直接氧化方式	150
12-1-3 纖維素初始劑方式	151

Contents

目錄 

12-1-4 纖維素衍生物充當共單元體方式	152
12-1-5 輻射線照射方式	152
12-2 離子聚合作用型式	152
12-3 縮合作用和開環加成作用型式	153

☆再生纖維素纖維部份

— 粘液螺螄纖維·銅氨螺螄纖維·Lyocell [Tencel®]纖維·海藻酸鹽纖維·

第十三章 粘液螺螄纖維

155

13-1 粘液螺螄纖維的製程	155
13-2 粘液螺螄纖維各製程的化學作用	156
13-2-1 粘液螺螄纖維各道製程的化學反應	156
13-2-2 熟成期間粘液的副反應和性質變化	159
13-2-3 纖維素的再生	162
13-3 各種螺螄纖維的性質	162

第十四章 銅氨螺螄纖維

164

14-1 銅氨螺螄纖維的製程	164
14-1-1 氫氧化銅氨溶液的製備	165
14-1-2 氫氧化銅氨溶液對纖維素的溶解作用	165
14-1-3 氫氧化銅氨纖維素紡絲溶液的調製	166
14-1-4 纖維素的再生	167
14-2 銅氨螺螄的物理化學性質	167

第十五章 Lyocell [Tencel®] 纖維

168

15-1 Lyocell 纖維的製程	168
15-2 Lyocell 纖維的商品種類	170
15-3 Lyocell 纖維的性質	170

Contents

目錄 玖

第十六章 海藻酸鹽纖維 173

- 16-1 海藻酸鹽的特性 173
- 16-2 海藻酸鹽的萃取 173
- 16-3 海藻酸鹽纖維的紡絲原理 174

☆半合成纖維素纖維部份

— 醋酸纖維素纖維·甲殼質(幾丁質)纖維—

第十七章 醋酸纖維素纖維 177

- 17-1 三醋酸纖維素的製備 177
 - 17-1-1 醋酸化前處理 178
 - 17-1-2 醋酸化混合酸液的調製 178
 - 17-1-3 醋酸化反應機構 179
- 17-2 二醋酸纖維素的製備 181
- 17-3 後醋酸化反應(醋酸纖維素的沉澱·精製) 183
- 17-4 醋酸纖維素纖維的製備 183
 - 17-4-1 醋酸纖維素(二醋酸纖維素)粒和三醋酸纖維素粒的製程 .. 183
 - 17-4-2 醋酸纖維素(二醋酸纖維素)纖維的製程 183
 - 17-4-3 三醋酸纖維素纖維的製程 183
- 17-5 醋酸纖維素纖維的性質 184

第十八章 甲殼質(幾丁質)纖維 189

- 18-1 甲殼質(幾丁質)(Chitin)和殼聚糖(幾丁聚糖)(Chitosan) 189
 - 18-1-1 甲殼質和殼聚糖的製備 189
 - 18-1-2 甲殼質和殼聚糖的性質 191
- 18-2 甲殼質(幾丁質)和殼聚糖(幾丁聚糖)的改質衍生物 194
- 18-3 甲殼質(幾丁質)和殼聚糖(幾丁聚糖)纖維 198