

科學圖書大庫

人造纖維理論與技術

第三冊

譯者 江家臨

科學圖書大庫

人造纖維理論與技術

第三冊

譯者 江家臨

徐氏基金會出版

内 部 交 流

F145/147

人造纤维理论与技术 第3册
(科学图书大库)
(中 3-13/18-3)

C-00380

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之果積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤爲社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再遠承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧銜氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

II

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文辭上茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，一試其善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分爲：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分爲譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當爲該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，廢即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

譯者的話

第二次世界大戰後，人造纖維工業突飛猛晉，它已使人類在衣着原料方面，不必再完全依賴自然界的供應。現今全世界人造纖維的耗用量，業已達至吾人衣着原料總用量的三分之一以上。綜觀其發展經過，當可斷言其必將更日益重要而毫無疑義。近年來，我國人造纖維工業之發展極為迅速，其對我國經濟建設之貢獻，厥功亦大。

三年前，我國兩所大專院校紡織工程科系中開始由譯者講授“人造纖維學”一課時，曾廣泛搜集歐美及日本各國出版之有關書物，幾達三十餘種之多，其中多數一般均係僅對製造技術之敘述，罕有涉及理論上較為完備的探討。迨上年夏閱讀本書後，深感其一脫昔日之窠臼，體例新穎，取材充實，舉凡近十餘年來人造纖維上理論與技術之重大進步，均已編列彙述，且在理論方面沿用深入淺出的準則，言簡意賅，綱次井然；對技術上則舉述綦詳，包羅一切，且對有關文獻更索引齊全，便於研究參考。故本書除堪供一般學習者之研讀外，更可供與謀求發展斯項工業有關人士作極有價值的參考。

本書計分三冊，原文多達一千六百餘頁。全部翻譯後都約百餘萬字，其出版工作自亦極為繁複艱巨，本年初獲蒙徐氏基金會之鼎力贊助，得使全部翻譯書籍可與讀者見面，深感敬佩。

在翻譯工作方面，除譯意力求翔實外，惟因原書各章皆係分由世界各國當代權威人士執筆撰寫，詞藻語句，編輯系統，每各不同；加諸我國目前對人造纖維工業上名詞術語，現仍在審訂期中，譯者更知其所列詞語為數並不太多，故在本翻譯書籍中頗多非常習見之用語（全部曾儘可能地已列載於各冊書後之“中英詞彙對照”上），益使本書容或間有深澀難讀，實亦無法避免之虞。又書中引錄人名，各種纖維或其他商品名稱（如染料，油劑等）均係沿用原文而未加翻譯，俾免讀時更加增添許多陌生不熟悉之詞語，而對意義瞭解上毫無助益。但這譯疏誤，恐所難免，尚祈讀者隨時賜予指教。

前 言

1953年，英國 Elsevier 高分子科學社出版一本“合成纖維學彙集”，由卜內門公司赫爾博士 (Dr. Rowland Hill) 主編，其中各章則分別由最卓越斯界專家親筆執筆。

十三年後—1966年—美國高分子科學社編輯人士，深感同類之新書，當屬適時而合乎需要，遂向赫爾博士建議並洽詢會否計劃將其原著再刊新版問世，迨赫爾博士聲明尚無再版計劃後，乃是一部“最新人造纖維彙論”遂告定案。在運籌計劃新編工作之初，自曾顧及將赫爾博士鉅著出版以後，逐年來人造纖維上理論與技術之重大進步並加搜羅網引，雖然若斯發展業已載及其他著作之中。

其中一書為美國科學出版公司發行，馬利迪斯及侯爾利 (R. Meredith and J. W. S. Hearle) 合編之“織物檢驗學”，書中對各類纖維與其織品之查考及檢驗，以及其全部工業技術均皆敘述，且備載極佳之檢討。惟某些纖維上若干性質，在本輯專論上固將敘載，但不欲再以博全週聞之方法，刊列為本人造纖維學全部範疇之內。

另一重要書籍，係孟克利夫 (R. W. Moncrieff) 編撰之“人造纖維學”—1963年英國首版者。此書先將纖維形成上各種原理，以簡扼而易於瞭解列出說明，其後，則將當時已有大量生產之各類纖維，逐別枚舉並詳為闡釋。本書特別強調工業製造技術，各別不同之程序操作，以及其經濟價值上諸多觀點。孟氏一書在人造纖維學上，堪稱頗為完全而見解精闢之知識源泉。

鑒及赫氏最初彙集與孟氏一書，今編輯本部新書之計劃，曾依照下列要旨考慮：

1. 緣自1953年後，有關各種高分子物*之許多合成製法，已有若干彙集博全問世，枚舉甚詳且具權威，任何重編複述徒屬耗時與費工之虛擲，故本書對纖維形成的多元體之合成法，頗多刪列，惟對新穎的合成法與製法，而且又涉及至某些特殊情況中者，仍包含於各專屬之章內或以附錄載於其后。

*譯者註：高分子物 (Polymer) 亦譯多元體或聚合物。

2. 由於纖維素纖維與天然纖維關係密切，更由於過去十五年來，在此領域上有其極為輝煌之進步，故本書仍將各類纖維素纖維再加編輯。

3. 在 1953 年時代，一般合成纖維界之學術性權威人士，皆係籍隸英美與西歐各國。今日，人造纖維上理論與技術之重要工作，則散佈在寰球各國中進行，因而決定敦聘全世界上正實際努力從事於斯項工作之經驗豐富者為撰稿人。雖然邀請廣及世界各國之一群作者，理將增加複雜與編輯上各種活動之擔負，但深覺此等困難必需肩荷克服，冀使本部專論得需合乎國際上認可與贊同之新書。

4. 由於各位著作人正於若斯不同環境中，諸如在日本、西歐及東歐各國，蘇聯及美國等，其各不相同的工作觀點。本書主編人深感亟需將本部彙論上主要編輯特色之附錄，加添於書中某些章上。這種編輯特色上應當一如若必需一引入迄至現代的參考文獻，闡釋各章之間的重述部份，同時以專門資料及最新知識補充之。

S. M. Atlas

E. Cernia

H. Mark

1967 年 5 月

目次

譯者的話

前 言

第一章 均一多元體 (均一多元酯)	1
I. 概述	1
II. 合成方法	1
III. 聚對苯二甲酸二乙酯之製備	2
A. 原料	2
B. 製法	3
IV. 多元體之性質與特徵	5
A. 光譜上資料	8
1. 紅外線	8
2. NMR	9
3. 目視與紫外線	9
B. 其他物理性質	9
V. 纖維之製造	9
A. 正在受紡的絲之性質	10
VI. 聚對苯二甲酸二乙酯 (PET) 纖維之性質	11
A. 機械性質	11
B. 濕度上關係	14
C. 受熱之影響	15
D. 其他物理性質	15
VII. 多元酯纖維對衰解作用之抗耐性能	15
A. 耐光性能	15
B. 化學上的抗耐性能	16

VII.	其他多元酯	17
第二章	共合多元體 (共合多元酯)	21
I.	概述	21
II.	各種共合多元酯之合成	23
A.	概論	23
B.	含有對苯二甲酸二乙酯單位體的各種不規則性共合多元酯	25
C.	含有對苯二甲酸二乙酯單位體的各種非不規則性的共合多元酯 (組塊狀, 接枝狀, 輪流交替者等)	35
III.	共合多元酯纖維	43
IV.	闡釋特性之方法	47
A.	概論	47
B.	共合多元體上單位體的檢驗與聚合作用比值的測定	47
1.	各種水解後產品的分析	48
2.	紅外線吸收光譜術	49
3.	高度分析作用的原子核磁共振之光譜	52
C.	沿共合多元體鏈上之絛列分佈	53
1.	聚合度上與許多成份部份上之分別法	54
2.	對絛列分佈的計算方法	55
V.	在固態上的微細構造	58
A.	共合多元酯上結晶部份的構造	58
B.	共合多元酯上非結晶部份的構造	72
第三章	1,4-環己烷二甲醇之多元酯類	83
I.	多元體	83
A.	概述	83
B.	1,4-環己烷二甲醇	84
1.	製造	84
2.	1,4-環己烷二甲醇的正-與反-同分異構物	85
3.	1,4-環己烷二甲醇之構形	85
C.	多元酯之製造	88

1. 一般敘述	88
2. 熔融相聚合作用	89
3. 固態相聚合作用	90
D. 多元體之各種性質與構造	90
1. 由反-1,4-環己烷二甲醇與由對二甲苯- α, α' -二无醇所生成的各種多元酯之比較	90
2. 由正-1,4-環己烷二甲醇與1,3-丙二醇所生成的各種多元酯之比較	93
3. 對苯二甲酸1,4-環己烯二亞甲基酯之多元酯類	93
a. 受熱性質	93
b. 密度	96
c. 分子量的相互關係	97
d. 溶解度	98
e. 結晶構造	100
f. 高熔點的形式	101
4. 1,4-環己烷二甲醇之共合多元酯	104
a. 一般概述	104
b. 用間苯二甲酸的共合多元酯	105
5. 多元酯彈性體	108
6. 由1,4-環己烷二甲醇所形成多元酯之周圍環境安定性	109
II. 纖維與加工品	112
A. 概述	112
B. 纖維之製造	113
C. 纖維與加工品之性質	113
1. 聚(對苯二甲酸1,4-環己烯二亞甲基酯)之纖維與加工品	113
a. 抗張性質	113
b. 光的性質	120
c. 耐熱性	121
d. 耐光性	122
e. 化學性質	123
2. 對苯二甲酸及其他許多二羧酸與1,4-環己烷二甲醇所成之各種共合多元酯的纖維與加工品	126
a. 物理性質	126

b. 風化	127
c. 化學性質	127
III. 實用	132
A. 加工性能	132
B. 染色與整理	132
C. 用途	133
IV. 1. 單獨者	133
2. 混紡品	133
第四章 丙烯腈纖維	137
I. 概述	137
A. 製取丙烯腈之工業法	141
1. 由環氧乙烷與HCN	141
2. 由乙炔與HCN	141
3. 由乙醛與HCN	142
B. 利用丙烯的各種方法	142
1. Distillers 公司製法	143
2. Sohio 法	143
3. 杜邦法	144
II. 丙烯腈之聚合作用	145
A. 容積法	145
B. 乳化法與懸浮法聚合作用	158
C. 溶液法聚合作用	164
D. 工業上聚合作用	170
III. 丙烯腈之性質	173
A. 溶解度	173
B. 分子量	173
C. 玻璃態過渡溫度	177
IV. 聚丙烯腈纖維之紡絲	178
A. 紡絲溶液之製造	179
B. 濕式紡絲法	181
C. 乾式紡絲法	186

D.	加工	188
V.	性質與用途	191
A.	性質	191
B.	用途	197
C.	分析與檢驗方法	200

第五章 副丙烯腈纖維 205

I.	概述	205
II.	歷史	206
III.	生產與加工上的可變性	209
IV.	性質	216
A.	機械性質	218
B.	耐磨性能	220
C.	截面上形狀	220
D.	耐熱性能	223
E.	方向上安定性	225
F.	吸濕性與濕氣在性質上之影響	228
G.	色度及色度安定性	231
H.	染色特性	233
I.	電的性質	234
J.	耐光性能	235
K.	抗耐火綫性能	237
L.	對化學品與溶劑的抗耐性能	238
M.	對微霉，細菌及昆蟲之抗耐性能	241
V.	加工的特性	242
VI.	用途	243

第六章 聚乙烯醇纖維 253

I.	概述	253
II.	聚乙烯醇之製備	254
A.	乙酸乙烯酯的聚合反應	254

B. 聚乙酸乙烯酯的水解.....	257
III. 聚乙烯醇之構造與性質.....	259
A. 構造.....	259
1. 1,2-二元醇構造.....	259
2. 端基.....	260
3. 主鏈上的C=O基團.....	261
4. 側鏈.....	261
5. 立體構造.....	262
6. 結晶構造.....	264
B. 性質.....	265
1. 熔點.....	265
2. 玻璃態過渡溫度.....	265
3. 晶性.....	267
4. 腫脹.....	268
5. 聚乙烯醇之化學反應.....	272
IV. 聚乙烯醇纖維之製造.....	273
A. 紡絲.....	273
1. 紡絲溶液.....	273
2. 濕式紡絲法.....	276
3. 乾式紡絲法.....	281
4. 其他各方面上.....	282
B. 加熱處理.....	283
C. 醛化作用.....	288
V. 纖維之性質與用途.....	290
A. 性質.....	290
1. 機械性質.....	290
2. 回潮.....	294
3. 方向上安定性.....	296
4. 耐久性能.....	297
5. 耐光性能.....	298
6. 輻照之影響.....	301
7. 電的性質.....	301
8. 化學品上抗耐性能.....	303

9. 染色	305
B. 用途	306
1. 棉狀纖維之用途	306
2. 絲狀纖維之用途	307
第七章 聚偏二氯乙烯纖維	315
I. 歷史的說明	315
II. 偏二氯乙烯單元體	316
III. 聚合作用	319
A. 均一的聚合作用	319
B. 共合的聚合作用	322
IV. 多元體之性質	324
V. 賽綸單絲纖維	330
VI. 賽綸多絲纖維	336
第八章 聚氯乙烯纖維	341
I. 聚氯乙烯之生產	342
A. 獲製單元體	342
B. 獲製多元體	343
II. 多元體之紡絲	344
III. 聚氯乙烯纖維之一般特徵	348
A. 無火燄性	348
B. 耐水性能	348
C. 化學品上抗耐性能	348
D. 對大氣中與生物上各種破壞劑之抗耐性能	348
E. 熱、電、及音絕緣作用之高係數	351
F. 對低溫之抗耐性能	352
G. 摩擦電	353
IV. 氯化纖維在紡織工業上多種不同的最後應用	354
A. 由於其無火燄性所獲致的用途	354
B. 利用耐水及耐化學品上用途	356

C.	利用熱塑性之用途	356
1.	利用回縮性能之用途	356
2.	利用熱塑性的用途	361
D.	利用絕緣性質之用途	361
E.	非織物的加工品	364
V.	氯化纖維之染色	366
A.	回縮性纖維之染色	366
B.	已安定的纖維之染色	367
VI.	含有氯化纖維物品之處理	367
A.	洗滌	367
B.	乾洗	368
VII.	氯化纖維生產之經濟上重要性	368

第九章 直鏈聚烴烯類纖維 371

I.	多元體合成之原理與技術	371
II.	多元體之物理與化學	374
A.	物理方面	374
B.	化學方面	377
III.	纖維生產上之技術	378
A.	單絲纖維	379
B.	細絲纖維	380
C.	用裂膜法製成纖維	382
IV.	纖維之特性	382
A.	分子量	382
B.	晶性	385
C.	順向作用	387
D.	熱定型	389
E.	彈性	391
V.	商業生產的纖維之性質	391
A.	機械上性質之範圍	391
B.	高強力絲狀纖維	395
C.	彈性恢復	395

D.	耐磨.....	397
E.	化學上性質.....	398
VI.	纖維對最後用途的應用上之適應.....	400
A.	對熱衰解上的安定作用.....	400
B.	對紫外線輻照的安定作用.....	401
C.	聚烴烯受顏料加入之着色.....	404
D.	染色.....	404
E.	火燄性能.....	406
F.	整理劑.....	406
VII.	較高碳原子數的聚烴烯.....	406
VIII.	市場.....	408
	附錄A.....	409
	附錄B.....	409
第十章	彈性纖維.....	413
I.	聚合作用.....	413
II.	纖維物理.....	415
III.	多元體之製造.....	417
A.	纖維之紡絲.....	418
B.	纖維之牽伸與加工整理.....	419
IV.	最後用途及市場.....	419
V.	纖維上性質.....	421
A.	大小.....	421
B.	比重.....	422
C.	強力.....	422
D.	伸度.....	423
E.	堅韌度.....	423
F.	係數.....	423
G.	定型.....	425
H.	熱效應.....	425
I.	濕度的影響.....	426
J.	水解.....	426