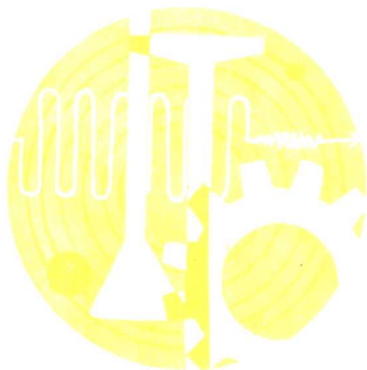


纖維理化：

纖維化學

編著者 ■ 劉 熾 章



新學識文教出版中心
工專用書編輯委員會

編行

關於新學識文教出版中心

■組合性質 由大專校、教、所長，
科系主任及專家學者
百餘人所聯組，具有
作者·讀者·出版者
綜合特質的文教單位。

■共同理想 開發心智能源，
創造出版成果，
分享讀者、作者。

■一致行動 全面推行科學中化，
促進國家學術獨立，
提高國民精神所得。

纖維理化：纖維化學

執筆者



劉

熾

章

編輯者



新學誠友出版中心

紡織工程編輯委員會

版權所有



翻印必究

行政院新聞局出版事業登記證

局版臺業字第0980號

纖維理化

纖維化學

■執筆者：劉 熾 章
■發行人：李 晔
■兼主編：
■出版者：新學識文教出版中心

台北市新中街10巷7號

郵撥帳號：109262

電話：7656502 7656992

■特約經銷處：台北·力行書局（重慶南路I）
台中·大學書社（文華路73號）
台南·東華書局（博愛路72號）
高雄·超大書城（地下街一層）

■校勘者：王 亞 東

■印刷所：新學識文教出版中心

中華民國 68 年 9 月初版

基 價 5 元 角

●科技為現代學術中心。

●工業為國家圖存利器。

●工科大專為科技與工業的接點；

●教學同仁于此接點散發無限光、熱！

●教材則為發射光、熱的能源。

願 工科大專教學同仁，

更多、更廣泛的參與我們合作編著、出版的行列：

「協力開發『能源』，

「光探學術遠景」

「照亮國家前途！」

新學識文教出版中心 謹啓

第一編 高分子與纖維工業

第一章 高分子化學概述 [13 ~ 30]

- 1-1 高分子之概念與分類 (13)
- 1-2 高分子之生成 (14)
- 1-3 有聚合成之化合物 (15)
- 1-4 合成纖維之分類與聚合反應 (16)
- 1-5 高分子之聚合方法及其特性 (21)

第二章 纖維之物性與分類 [31 ~ 42]

- 2-1 民生主義與纖維工業 (31)
- 2-2 天然纖維及纖維素工業之發達史 (31)
- 2-3 合成纖維工業之展望 (36)
- 2-4 已工業化之合成纖維 (38)

第二編 纖維之形態與構造

第三章 纖維工業概述 [43 ~ 46]

- 3-1 纖維之分類 (43)
- 3-2 纖維之性質 (45)

第四章 纖維之形態與構造 [47 ~ 62]

- 4-1 纖維之外部形態 (47)
- 4-2 纖維之微細構造 (57)
- 4-3 表面層生成之原因及纖維構造之模型 (59)

第三編 天然纖維

第五章 羊毛之構造、特性及染色 [63 ~ 81]

- 5-1 羊毛之外部形態 (63)
- 5-2 羊毛之高分子化學構造 (70)
- 5-3 羊毛纖維之重要特性 (73)
- 5-4 羊毛之染色加工 (74)
- 5-5 羊毛之整理加工 (79)

第六章 絲絹之構造、特性及染色 [82 ~ 92]

- 6-1 絹纖維之構造 (82)
- 6-2 絹纖維之特性 (85)
- 6-3 絹之染色加工 (86)
- 6-4 纖維之性質與整理加工之意義 (87)
- 6-5 絹之整理加工 (88)
- 6-6 羊毛之角肥與絹之絲質的性能比較 (89)

第七章 棉、麻纖維之構造、特性及染色

[93 ~ 116]

- 7-1 棉之歷史及品種 (93)
- 7-2 棉之形態與化學性質 (96)
- 7-3 棉纖維之特性 (99)
- 7-4 棉纖維之染色性 (104)
- 7-5 棉纖維之加工性 (108)
- 7-6 麻之構造與染色加工 (110)

第四編 人 造 纖 維

第八章 再造纖維(一)黏液嫫縈之特性

[117 ~ 134]

- 8-1 黏液嫫縈、銅氨嫫縈與再生纖維 (117)
- 8-2 碱纖維素之生成 (118)

- 8-3 纖維素之浸漬及壓榨 (119)
- 8-4 纖維素之老化 (120)
- 8-5 硫化及溶解 (121)
- 8-6 黏液螺縈之紡絲及後處理 (122)
- 8-7 短纖維 (130)
- 8-8 黏液螺縈之化學性質及其染色性 (132)

第九章 再造纖維(二) 銅氨螺縈之特性 [135 ~ 138]

- 9-1 銅氨螺縈技術的回顧 (135)
- 9-2 紡絲液之製造 (135)
- 9-3 銅氨螺縈之特性與染色 (136)

第十章 半合成纖維 [139 ~ 150]

- 10-1 醋酸纖維之製法 (139)
- 10-2 三醋酸纖維之製造、特性與染色 (146)

第十一章 合成纖維(一)——縮合聚合系 [151 ~ 204]

- 11-1 合成纖維之分類及命名 (151)
- 11-2 醯胺纖維 (155)
- 11-3 聚脂纖維之製法、特性與染色加工 (177)

第十二章 合成纖維(二)——加成聚合系 [205 ~ 232]

- 12-1 聚丙烯腈纖維之製法、特性與染法 (205)
- 12-2 丙烯腈之種類 (211)
- 12-3 聚丙烯纖維 (221)
- 12-4 纖尼龍之製法、特性及染色性 (225)

第十三章 合成纖維(三)——重加成聚合系

[233 ~ 258]

- 13-1 聚氨基甲酸酯纖維之製法、特性及染色加工
((234))
- 13-2 聚氨基甲酸酯纖維之聚合 (238)
- 13-3 聚氨基甲酸酯纖維之紗絲 (240)
- 13-4 聚氨基甲酸酯之特性及染色性 (240)
- 13-5 耐熱性纖維 (243)
- 13-6 彈性纖維 (250)
- 13-7 今後合成纖維研究之途徑 (255)

第十四章 玻璃纖維之製造、特性及染色

[259 ~ 266]

- 14-1 玻璃纖維製造史 (259)
- 14-2 玻璃纖維之原料 (260)
- 14-3 玻璃短纖維之製造 (261)
- 14-4 玻璃纖維之特性 (263)
- 14-5 玻璃布 (264)

第五編 纖維之化學性質

第十五章 各種纖維之化學性與試驗性

[267 ~ 302]

- 15-1 纖維之染著率測定及染色試驗法 (267)
- 15-2 染色堅牢度試驗法 (273)
- 15-3 纖維之黏度與平均分子量測定法 (279)
- 15-4 纖維含有油子分之測定 (295)
- 15-5 纖維含有灰分之測定 (296)
- 15-6 纖維之軟化點及融點之測定 (296)

15-7 纖維素銅價之測定 (296)

15-8 紡織品加工材料之定性及定量 (297)

第十六章 纖維之分子形態與其化學性質的關係

[303 ~ 308]

16-1 分子的排列與纖維物理性能之關係

(304)

16-2 分子的形態與纖維的影響 (304)

16-3 界線分子量 (305)

16-4 纖維之分子間力及氫鍵對纖維性能之影響

(306)

附 錄

附錄 I 物理常數表

附錄 II 單位換算表

附錄 III 比重對照表

附錄 IV 週期表

附錄 V 鹽酸水溶液之比重

附錄 VI 醋酸水溶液之比重

附錄 VII 硫酸水溶液之比重

附錄 VIII 發煙硫酸之比重

附錄 IX 各種纖維之代表的強伸度特性

附錄 X 世界主要纖維生產量消長表

1 高分子化學概述

1-1 高分子之概念與分類

普通一般化合物如純碱 (Na_2CO_3), 食塩 (NaCl), 苯 (C_6H_6), 萘 (C_{10}H_8) 等分子量皆在 1,000 以下, 但構成棉、麻、木材等之纖維素及構成羊毛、牛乳、魚肉等蛋白質及橡膠、澱粉等爲高分子化合物 (High molecular Compounds), 又此等高分子化合物, 在今日均可以合成化學的方法由人工製造, 如合成纖維合成橡膠等皆是, 此種工業稱爲高分子合成工業, 茲將化合物由分子量之大小分類如下:

表 1-1 化合物分子量分類表

類 別	分 子 量	碳 素 數	分 子 長
低 分 子	16 ~ 1,000	1 ~ 100	1.25 ~ 100 Å
準高分子	1,000 ~ 10,000	100 ~ 1000	100 ~ 1,000 Å
高 分 子	$10^4 \sim 10^6$	$10^3 \sim 10^5$	$10^3 \sim 10^5$ Å
超高分子	$10^6 \sim 10^8$	$10^5 \sim 10^{2-1}$	—————

如上所述, 天然高分子化合物如澱粉、橡膠、纖維素等亦可由人工合成, 合成之高分子化合物 (Synthetic high molecular compounds) 又稱爲聚合物 (Polymer), 係由低分子化合物經由化學反應所製成, 此種低分子化合物被稱爲單體 (Monomer), 又由低分子化合物製成高分子化合物之化學反應稱爲聚合反應 (Polymerization)。

高分子化合物中其化學構造有直鏈狀與網狀兩種, 如聚苯乙烯, 尼龍

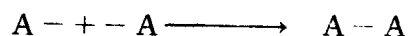
等爲直鏈狀，尿素樹脂，碳酸樹脂爲網狀，直鏈狀者一般能溶解於溶劑，但網狀者大抵不溶，其本體亦無融點（m.p.）

表 1 - 2 高分子化合物之分類

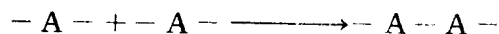
高 分 子 化 合 物	天然高分子化合物	直鏈狀構造	1. 碳水化合物，纖維素、澱粉等。
			2. 蛋白質，蠶絲、牛乳 Casein 羊毛 Keratin 等。
	合成高分子化合物	直鏈狀構造	3. 碳氫化合物，橡膠天然色素等。
			(a) 合成樹脂（例如 Polystyrene） $\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—} \\ \qquad \qquad \\ \text{C}_6\text{H}_5 \qquad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
		網狀構造	(b) 合成橡膠（例如合成橡膠 C.B.R） $\text{—CH}_2\text{—CH=CH—CH}_2\text{—}_n$ 順丁二烯橡膠 (c) 合成纖維（例如尼龍 66.） $\cdots \text{—CO—(CH}_2\text{)}_4\text{—CO—NH—(CH}_2\text{)}_6\text{—NH—}_n \cdots$
		網狀構造	(d) 合成樹脂（例如尿素樹脂） $\begin{array}{ccccccc} & & & & \text{CH}_2\text{OH} & & \\ & & & & & & \\ \text{—CH}_2\text{—} & \text{N—CH}_2\text{—NH} & & \text{N—CH}_2\text{—NH} & & & \\ & & & & & & \\ \text{CO} & \text{CO} & & \text{CO} & \text{CO} & & \\ & & & & & & \\ \text{—N—CH}_2\text{—N—CH}_2\text{—N—CH}_2\text{—N—} & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \text{—CH}_2\text{—} \cdots \end{array}$

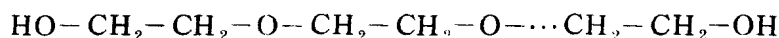
1-2 高分子之生成

高分子係由多數低分子經聚合反應結合而成。今以 A 代表一個低分子，而以 — 代表一個官能基（Functional radicle），設有一個低分子只有一個官能基，則二個低分子起縮合反應時：



即此單體（Monomer）A—與—A 結合爲 A—A，已無官能基，故不能成爲高分子。然而有二個官能基之單體起聚合反應時：

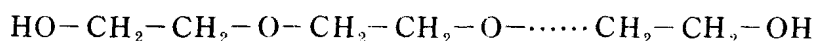
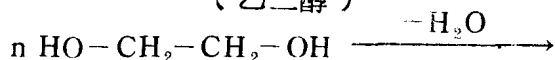




Polyethylene oxide

Ⅲ 多官能基化合物 (Polyfunctional compounds)

例如由低分子之 Ethylene glycol 製成高分子之 Polyethylene glycol
(乙二醇) (聚乙二醇)



1-4 合成纖維之分類與聚合反應

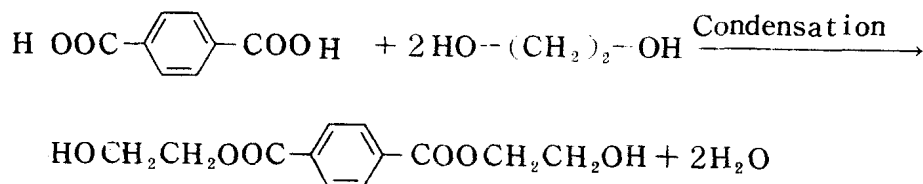
1-4-1 合成纖維之分類

合成纖維普通依其聚合方法分為下列三大類，茲分別說明於下：

合成纖維 { (a) 縮合聚合系合成纖維。
(b) 加成聚合系合成纖維。
(c) 重加成聚合系合成纖維。

I 縮合聚合系合成纖維 (Condensation polymerization) 為低分子官能基之間起聚合反應時失去簡單分子如 H_2O , NH_3 , CH_3OH 等而縮合形成之高分子。

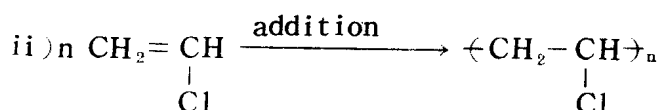
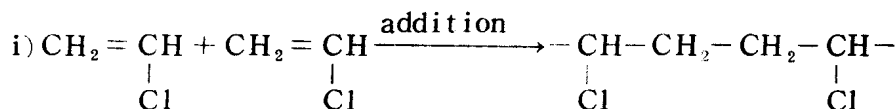
例如對苯二甲酸 (Terephthalic acid) 與乙二醇 (Ethylene glycol) 起聚合反應，失去二分子的水而縮合成為聚酯纖維 (Polyester Fiber) 之反應。



Ⅱ 加成聚合系合成纖維 (Addition Polymerization) 由單體之加成反應逐漸增大而成為高分子。

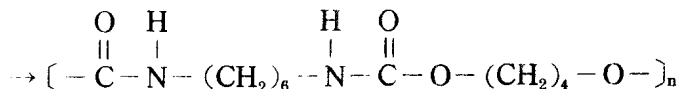
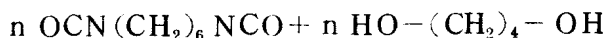
例如氯化烯 (Vinyl chloride $\text{CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$) 在適宜之反應條件及適

當催化劑下起加成聚合反應，而生成高分子之聚氯乙炔 (Polyvinyl chloride , P.V.C.)，其反應式如下：



Ⅲ 重加成聚合系合成纖維。(Polyaddition Polymerization) 此為二個單體在其分子間，因共有鍵之往復累積所生成之高分子。重加成反應為美國杜邦公司之卡羅莎氏 (Carothers) 有生之年，未被發見之聚合反應。

屬於此系之纖維，可以聚脲酯 (Polyurethane) 為代表。茲以化學方程式說明其生成反應如下：



帕隆 U (Perlon U)

1-4-2 合成纖維之聚合反應

合成纖維之聚合反應，可分為下列四種，茲分別說明於下：

- | | | |
|--------------|---|------------|
| 合成纖維
聚合反應 | { | 1. 自由基聚合反應 |
| | | 2. 離子聚合反應 |
| | | 3. 配位聚合反應 |
| | | 4. 共聚合反應 |

I 自由基聚合反應 (Free radical Polymerization)