



26

天然纖維及人造纖維工業



商務印書館

增訂化學工業大全

(26)

天然纖維及人造纖維工業：

厚木勝基原著

馬味仲原譯

呂克明補譯修訂

商務印書館出版

增訂版附言

本書總輯原名“最新化學工業大全”，是我館於1935年冬，根據日本新光社1933年版“最新化學工業大系 全書，約國內專家譯出，在一年半內陸續出版的。全書共十五冊，凡五十八篇，約六百萬字，包括化學工業應有的各部門，材料豐富，論述精審，在當時是一部介紹化工新技術的較大出版物，成為國內化學工業界的重要參考書。全書出齊以後，初版不久售完，其後曾重印四次，銷行很廣。但本書自從出版迄今，已歷十五六年，這一期間，化工方面不絕有新的發明和進步，所以必須加以增訂。查日文原書曾於1938年改訂一次，復於1943至44年間澈底修訂，加入了不少新材料。全書除第六、第十、第十五三冊，未見修訂外，其餘十二冊，都用“三訂增補版”的名稱發行。這“三訂增補版”自從出書以來，也有了六七年之久，未及將第二次世界大戰期間以及戰後的新材料列入，在今天看來，仍不能稱為最新，然供作我國工業家及化工技術人員參考，實際上有其相當的價值。茲因我館舊譯本早已全部售缺，國內還有不少讀者需求這書，為配合國家經濟建設高潮的來到，實有再出增訂版的必要。故自本年初起，即根據日文原書“三訂增補版”各冊及1938年改訂版第六、第十、第十五三冊，重行補譯修訂，稱為“增訂化學工業大全”；並為便利讀者購買起見，特將全書所含各篇，按照化學工業一般分類方法，另作適宜的配合，分成三十四冊，各冊均以主要內容的篇名為書名，陸續出版，以便選購。全書計畫編訂，由鄒尙熊先生主持，補譯校修，由張聲、呂克明兩先生擔任，閱稿整理，由舒重則先生負責。

商務印書館 1951年12月

目 次

第一篇 總論	3
第一章 紡織纖維之生產狀況	3
第二章 紡織纖維之規格的性質	6
1. 強度	6
2. 柔軟性、伸性、彈性、可塑性	7
3. 長度與粗細	7
4. 膠着性	8
5. 透明性、色彩及光澤	8
6. 染色性	8
7. 不溶性	9
8. 耐久性	9
9. 保溫性	9
第三章 紡織纖維之組織構造	10
第四章 紡織纖維之膠體性	12
第二篇 天然紡織纖維	15
第一章 纖維素纖維	15
第一節 棉纖維之製造	15
1. 棉及其種類	15
2. 棉纖維之分離及採集	17
第二節 亞麻纖維之製造	18
第三節 麻纖維之製造	20
第四節 纖維素纖維之形態	20
1. 棉纖維	20
2. 亞麻纖維	21
3. 麻纖維	22

第五節 纖維素纖維之強伸度及光澤	22
第六節 纖維素之化學性質	24
1. 纖維素之諸常數	24
2. 吸水性	24
3. 膨脹纖維素之生成	25
4. 水解	25
5. 氧化	26
6. 絲光化	26
7. 其他化學性	27
第七節 纖維素之化學結構	27
1. 纖維素之實驗式	27
2. 纖維素中之原子團	27
3. 纖維素之結構核	28
4. 纖維素之水解中間生成物	28
5. 纖維素之結構式	28
第八節 纖維素纖維之組織結構	31
第二章 蠶絲	34
第一節 生絲之製造	34
第二節 蠶絲之形態及強伸度	35
第三節 絲素之化學性質	35
第四節 絲蛋白質之化學結構	36
1. 絲素之元素分析	37
2. 絲素之氨基酸	37
3. 絲素之化學結構	37
第三章 羊毛	39
第一節 羊毛之製造	39
第二節 羊毛之形態及物理性質	40
第三節 羊毛之物理及化學性質	43
第四節 羊毛蛋白質之化學結構及羊毛纖維之組織	44
1. 角素之元素分析	44
2. 角素之氨基酸	44

3. 角素之化學結構	44
第三篇 人造纖維	51
第一章 人造纖維製造理論	52
第一節 人造纖維製造之主旨	52
第二節 人造絲之一般製造法	53
1. 硝化法	53
2. 醋酸纖維素法	53
3. 銅液法	53
4. 黏膠法	54
第三節 紡絲液之製造及其性質	54
第四節 紡絲之機械作用	56
第五節 紡絲設備之要點	59
第二章 黏膠人造絲	62
第一節 原料	63
1. 纖維素原料	63
2. 苛性鈉	65
3. 二硫化碳	65
4. 硫酸	66
5. 水	66
第二節 鹼纖維素	66
1. 鹼纖維素之生成及其組成	66
2. 鹼纖維素之製造	68
第三節 黏膠液	73
1. 纖維素黃酸鈉及黏膠液之生成組成與性質	73
2. 纖維素黃酸鈉之製造	77
3. 纖維素黃酸鈉之溶解或黏膠液之製造	79
4. 黏膠液之成熟	80
5. 黏膠液之分析及試驗	81
第四節 紡絲	83
1. 紡絲反應	83

2. 紡絲工程	87
3. 凝固液之運轉	94
第五節 紡出絲之後處理	95
1. 機械處理法	96
2. 化學處理法	98
第三章 銅鉍法人造絲	102
第一節 紡絲液	102
1. 紡絲液之組成性質	102
2. 纖維素	104
3. 紡絲液之製造	104
第二節 紡絲	107
1. 紡絲理論	107
2. 紡絲法	108
3. 氨及銅之收回	112
第四章 醋酸纖維素人造絲	113
第一節 醋酸纖維素之製造原料	115
1. 纖維素	115
2. 冰醋酸	116
3. 醋酸酐	116
4. 硫酸	116
第二節 醋酸化及成熟反應	116
1. 醋酸化液之組成	116
2. 醋酸化條件及作用	118
3. 成熟	119
第三節 醋酸纖維素之工業製造	120
1. 一般工業製造法	120
2. 醋酸纖維素之沈澱及精製	125
3. 廢酸之收回	126
第四節 醋酸纖維素之性質與其製造之管理試驗	132
1. 醋酸化度	132
2. 銅值	135
3. 溶解性	135

4. 黏性·····	136
5. 安定度·····	138
第五節 紡絲·····	139
1. 濕式紡絲法·····	139
2. 乾式紡絲法·····	143
3. 特殊紡絲法·····	147
4. 收回溶劑·····	148
第五章 硝酸法人造絲·····	150
第六章 纖維素醚人造絲·····	151
第七章 張力紡絲法及其他特殊紡絲法·····	152
第一節 張力紡絲法·····	152
1. 濃硫酸凝固法·····	153
2. 二液法·····	154
第二節 空心人造絲·····	155
1. 氣體發生法·····	155
2. 液體溶解法·····	156
3. 固體溶解法·····	157
第三節 無光人造絲·····	157
1. 低德尼羅絲·····	157
2. 紡絲條件·····	158
3. 乾燥法·····	158
4. 氣泡·····	158
5. 沈澱法·····	158
第八章 紡績用人造短纖維·····	160
第一節 製造要旨·····	161
第二節 黏膠紡絲液·····	162
第三節 紡絲·····	164
第四節 性質·····	167
第九章 人造纖維之性質·····	169
第一節 化學性質·····	169

1. 纖維素之性狀	169
2. 非纖維素分	171
3. 水分	171
第二節 物理性質	172
1. 比重	172
2. 纖度	173
3. 形狀及橫截面	176
4. 色、透明度及光澤	177
5. 強伸度與耐水度	177
6. 強伸度曲線	191
7. 抗扭強度及抗撓強度	194
第十章 人造絲之染色	196
第一節 纖維素人造絲之染色作用	196
第二節 纖維素人造絲之染料	197
1. 酸性染料	197
2. 鹼性染料	197
3. 直接染料	197
4. 其他染料	198
第三節 醋酸纖維素絲之染色	198
第十一章 蛋白人造纖維	200
第十二章 合成纖維	203
第一節 聚酰胺纖維(耐綸)	204
第二節 聚乙烯纖維	211
1. P. C. 纖維	211
2. 維綸(Vinyon)	212
3. Kaneviyan 絲	213
4. 合成一號	214
5. 羊毛代替品	214

天然纖維及人造纖維工業

緒 言

紡織工業有極古之歷史，遠在埃及文明時代，已知用亞麻爲織物，可由現代發掘之當代古物以證之。其後使用原料之範圍益廣，如麻、絲、棉、羊毛等纖維莫不採用，且有紡紗機、編織機之發明，於是紡織遂蔚爲一大工業矣。

顧紡織技術，雖隨機器之發明及改良，已有長足之進步，而所用原料之纖維，仍不外農牧產物，依其天然形態加以利用而已，至於品質方面，未嘗有若何顯著之改進也。

至1891年，法人沙冬內（Chardonnet）氏完成硝酸法或稱硝化法（nitro-cellulose process）之人造絲之工業製造法後，頗引起一般人之注意，於是人造絲之研究，無論在學術或工業方面，莫不甚力，其結果乃有黏膠法（viscose process）人造絲之出現，人造絲之製造遂一躍而爲大化學工業矣。

天然纖維轉爲人造纖維所壓迫，從來全部用農牧產物爲紡織纖維者，其一部遂爲化學製品取而代之矣；而此化學製品，又不止人造絲一種，人造棉、人造毛皆是也。

然人造絲之發達，同時使天然纖維工業受莫大之刺戟，故今日對於一般天然纖維之研究，皆不遺餘力，如關於棉、絲、羊毛之化學物理諸性

質之研究，均有非常之進步。而天然紡織纖維，亦以其化學及物理為基礎，由新立場出發攻究，其精製之法，當見不絕改良，品質必能益臻優美也。

本書因限於篇幅，祇能就天然纖維之化學與物理，及人造絲之製法與性質，擇要論述之。

第一篇 總論

第一章 紡織纖維之生產狀況

所謂紡織纖維 (textile fibers; Die Textilfasern) 者，顧名思義，即知其為使用於紡織上之纖維也。其種類甚多，重要者在植物質有棉、麻、亞麻及人造纖維，在動物質有蠶絲及羊毛；就中尤以棉、羊毛、蠶絲及人造絲為最重要，可稱為四大紡織纖維。試示世界紡織纖維生產額之比較如次表：

第 1 表 世界紡織纖維生產額比較 (單位千磅)

年 次	棉	花	羊	毛	蠶	絲	人	造	絲
1922	10,117,826		2,704,000		64,638		80,265		
1923	10,584,354		2,779,000		69,857		96,980		
1924	9,765,540		2,958,000		67,200		115,850		
1925	11,134,532		3,275,000		85,860		164,650		
1926	11,797,518		3,066,000		88,052		218,580		
1927	12,585,398		3,068,000		97,311		292,724		
1928	12,208,120		3,217,000		101,567		354,760		
1929	12,371,596		3,209,000		105,577		440,760		
1930	12,049,902		3,260,000		90,788		418,890		
1931	10,746,874		3,700,000		91,139		472,010		
1932	10,670,394		3,600,000		81,423		504,471		

觀上表，可見在第二次世界大戰開端前十年間，世界棉花及蠶絲之生產額，幾無變動，羊毛則有少量之增加，而人造絲之增加最為顯著；於此亦可想見人造絲之能投人嗜好也。又近時頗引人注意之人造紡績用短纖維 (staple fibre)，雖其產額尚未能有正確之統計，然亦已發為一大

工業矣。

茲再將各國蠶絲及人造絲之生產額，分列二表於下：

第2表 各國蠶絲年產額

國 別	1909~1913 年 平均年產額(磅)	1921~1923 年 平均年產額(磅)
意大利(平均年產額)	8,523,000	7,543,000
法蘭西(平均年產額)	966,000	473,000
西班牙(平均年產額)	180,000	159,000
奧地利(平均年產額)	726,000	—
近東諸國(平均年產額)	5,823,000	1,470,000
中國(平均年輸出額)	14,478,000	13,045,000
日本(平均年輸出額)	21,776,000	35,665,000
印度(平均年輸出額)	434,000	187,000
合 計	52,939,000	58,485,000

第3表 各國人造絲生產額(單位千磅)

年次	世界	美	英	意	日	德	法	荷蘭	瑞士	比利時
1922	80,265	23,160	15,340	6,600	527	11,000	6,300	2,000	1,900	6,300
1923	96,985	35,400	16,000	7,500	780	14,000	6,500	2,750	2,000	6,500
1924	115,850	40,500	17,000	12,000	1,268	15,000	8,750	3,400	3,000	7,000
1925	164,650	52,700	22,500	25,500	3,200	17,000	14,000	7,000	6,000	9,000
1926	218,580	65,000	25,500	26,700	5,000	26,000	17,500	13,500	8,000	13,100
1927	292,700	75,500	38,800	53,700	10,500	36,000	26,400	16,500	9,000	13,200
1928	357,000	97,700	50,400	57,200	16,500	43,000	30,000	18,000	12,000	15,000
1929	440,760	122,130	56,900	71,150	27,000	55,000	37,650	20,500	12,250	14,520
1930	418,830	119,000	48,770	66,000	26,000	48,500	40,000	18,500	10,670	10,450
1931	475,800	144,350	53,500	76,100	47,000	55,000	37,400	20,000	10,260	10,400
1932	504,471	131,000	72,510	70,556	65,000	56,000	43,000	19,400	11,000	9,800

人造絲製造之應用於工業上，實始於法人沙冬內氏，距今（1951年）已有六十年之歷史。沙氏之製法為硝酸法，然1890年法人德配其（Despeisis）氏則有銅鉍法（cuprammonium process）之發明。銅鉍法後為德國格蘭茲斯多夫公司（Glanzstoff A. G.）見用於工業，硝酸法遂漸次為銅鉍法所壓倒。1910年至1918年為銅鉍法之極盛時代。但自1892年英人克羅斯、皮凡、皮鐸爾（Cröss, Bevan, Beadle）諸氏發明黏膠法（viscose process）後，英國考都爾德公司（Courtauld Co.）乃將其法實行工業化，各國又相繼開設工廠，因其價格低廉，絲質優美，黏膠法於是又壓倒銅鉍法矣。自1920年以降，黏膠法竟成急速之發展。

最近又有醋酸法（cellulose-acetate process）之發明，亦已見諸實用，然因絲質尚有缺點，且價格不廉，故猶未至十分發達。

第4表 各種人造絲生產額百分率

製 造 法	1925 年	1927 年	1930 年	1931 年
硝 酸 法	7.5	4.0	2.2	0.9
銅 鉍 法	1.5	0.0	5.2	2.6
黏 膠 法	88.0	84.0	83.6	89.0
醋 酸 法	3.0	6.0	9.0	7.5

人造絲之製造法，已經三大變遷，此外尚有幾次小變動。然每一變動，必改良其絲質，而減低其價格，其進展之速，誠堪注目。試觀前第1表所示，在1932年中，世界蠶絲與人造絲之產額，後者竟達二十餘萬公噸，有前者之四五倍，可謂盛矣。

第二章 紡織纖維之規格的性質

紡織纖維自來爲一般所用而現今用之最多者，厥爲動植物質纖維，此固不待論也。然科學之進步，其由動植物質用人工製造纖維之事，早告成功，今日不獨已能由纖維素而製人造絲及人造短纖維，由酪素 (casein) 而製蛋白纖維，最近且已能由聚醯胺 (polyamide)，聚乙烯基 (polyvinyl) 化合物等而製合成纖維矣。是故將來之紡織纖維，或將由動植物質轉移於合成有機化合物，自亦未可知也。

紡織纖維並無絕對的規格或定義。據長歲月之經驗，紡織纖維之定義或規格，完全乃便宜上之規定而已。然便宜之中，自有一定之限度在焉，茲以今日所使用之紡織纖維爲標準，述其必要之性質於次。

1. 強度 紡織纖維必經紡紗編織等工程，且成織品後須具有充分之耐久性，故非有某程度以上之強度不可。強度之種類頗多，在紡織纖維則以抗張強度 (tensile strength) 爲重要，普通以 (1) 仟克/平方毫米，(2) 克/德尼爾，(3) 克/單纖維等表示之。此等表示法之換算，因纖維截斷面之複雜，難期正確，然求諸許多實例，則各種纖維之強度，平均如第 5 表所示。

第 5 表 紡織纖維之抗張強度

	(1) 仟克/平方毫米 (kg./mm. ²)	(2) 克/德尼爾 (g./Denier)	(3) 克/單纖維 (g./單纖維)
棉	35	2.5	5 (2 德尼爾)
麻	40	3.0	—
蠶 絲	40	3.0	7 (2.5 德尼爾)
人 造 絲	19	1.5	—
羊 毛	20	1.5	9 (6 德尼爾)

(註) 德尼爾 (Denier) 用以表示纖維之纖度，詳第三篇第九章纖度項下。

強度之最低限度，大概可定為 20 仟克/平方毫米或 1.5 克/德尼爾，然單纖維之最低限度，難以限定，因然纖維為然絲時單纖維之強度並不與然絲之強度成正比例故也，然大抵有 5 克/單纖維以上足矣。

2. 韌軟性、伸性、彈性、可塑性 紡織纖維應具之性質為：(1) 在紡紗工程時可以搓合；(2) 供衣服用者須可以屈曲自如，不致折斷，而其屈曲具有彈性，能恢復原狀；(3) 觸手柔軟而不粗硬。此等物理性質以及機械性質，皆與纖維之彈性、伸性、可塑性(plasticity)有直接關係，故纖維須適當具備此等性質。

各種纖維之伸性皆不同，然在大氣相對濕度(relative humidity) 60%，溫度 20°C. 時，如有次之數值即堪實用：(1) 棉約 10%，(2) 蠶絲約 15%，(3) 羊毛約 30%，(4) 人造絲約 25%。伸長有彈性伸長與可塑性伸長之別；伸長之度小時，則屬於彈性伸長，過其度則為可塑性伸長。羊毛富於彈性伸長，而棉、蠶絲等真正之彈性伸度不過 2~5% 而已。至於人造絲，則雖在相當於真正彈性伸長之範圍內，亦有可塑性伸長。由此等結果，可定紡織纖維之伸度為 10~20%，而以其初期有彈性伸長為佳。

3. 長度與粗細 纖維之長度如蠶絲、人造絲可達數千米(meter)者固無論已，然如羊毛、棉、麻等紡織用之短纖維，則其長度須在 5 毫米(millimeter)以上。以今日之紡紗術而言，如纖維之長度在 5 毫米以下，便難紡紗，在此以上，愈長愈妙。然其長亦有限制，在約 150 毫米以上時，則紡紗亦感困難。就實例言之，棉以 30~50 毫米，羊毛以 100~200 毫米為最佳。但此種長度概隨紡紗機械而定，並非絕對的標準。

纖維愈細則紡成之紗或織成之織物愈精緻。然天然纖維自有最小之廣度，棉纖維之直徑為 0.02 毫米，蠶絲為 0.018 毫米，羊毛為 0.02~0.04 毫米。麻之纖維則較粗，其直徑在 0.04 毫米以上。人造纖維之直

徑概在 0.01~0.04 毫米之間，可以自由變動，但過細時則單纖維之強度變弱。

4. 膠着性 紡織用纖維以能互相纏繞或相膠着以成強固之紡績線爲要，而此纏繞或膠着之性質大半基因於纖維之形狀。棉纖維則由其扭轉之波狀，羊毛則由其表面所有之齒狀鱗片體與其捲縮性，互相纏繞而膠着。此等性質對於製造人造短纖維時有重大之意義。

5. 透明性、色彩及光澤 紡織纖維之實質，在理想上似屬透明；然實際上因纖維內部有腔道或含氣泡，或因其構造爲不連續性，故爲半透明，然之則成不透明質。由實用上言之，以半透明乃至不透明爲佳。

天然纖維在產出之原狀，多數因天然色素之存在而呈黃色以至褐色，然此等着色易由漂白以脫除之。欲得鮮麗之染色，非先有白色之纖維不可。

光澤之有無，大半由纖維表面之構造而定。表面愈平滑者光澤愈強；然纖維內部之構造及透明度，亦有關係。紡織纖維如依光澤而分別之則如次：

種 類	光澤
(1) 印度棉	無光
(2) 亞麻、苧麻、海島棉、馬可(Mako)棉	光弱
(3) 蠶絲、絲光棉(mercerized cotton)、羊毛	光稍強
(4) 精練絲、張力紡(stretch spinning)人造絲	光強
(5) 人造絲、人造毛	光最強

6. 染色性 紡織纖維須有良好之染色性，普通之天然及人造纖維各有最適宜之染料，頗易染色，故染色上可無問題。然如醋酸纖維素人造絲，纖維素醚人造絲，則染色性不良，有此缺點，故實用上發生不利。