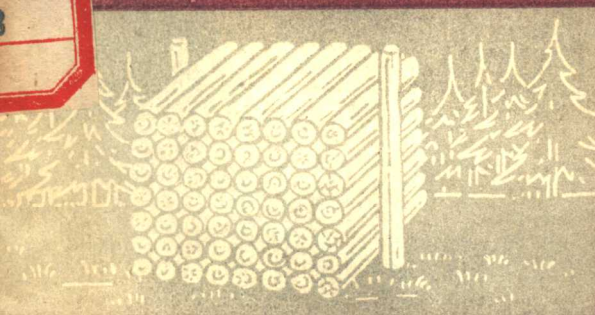
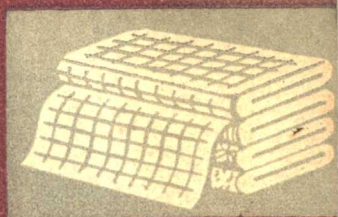


新的化學纖維

蘇聯大眾科學叢書



А.Ф.БУЯНОВ 著
董德沛 譯

商務印書館出版

蘇聯大眾科學叢書

新

的化學纖維
A. B. 著
蘇聯科學院
譯
江苏工业学院图书馆
藏书章

商務印書館出版

(360223)

蘇聯大眾科學叢書 新的化學纖維

★版權所有★

原著者 A. Ф. БУЯНОВ
譯述者 董 德 沛
出版者 商務印書館
上海河南中路二一一號
發行者 三聯中華商務開明聯營聯合總
中國圖書發行公司
北京鼓廠胡同六十六號
發行所 北京上海天津各地分公司
三聯書店 中華書局
商務印書館 開明書店
聯營書店 各地分店
印刷者 商務印書館印刷廠

1951年12月初版 定價人民幣2,800元

(京)1-5,000

目 次

引 言	1
(一)新的化學纖維	2
(二)纖維的強度是怎樣得來的	4
(三)人造絲	6
(四)硝酸法人造絲	9
(五)黏液法人造絲	10
(六)黏液製的輪帶心	17
(七)黏液的新製品	18
(八)醋酸法人造絲	20
(九)銅製法人造絲	22
(十)樹膠纖維	24
(十一)玻璃纖維	28
(十二)含矽的化學纖維	32
(十三)金色羊毛	33
(十四)未來的化學纖維	36

引 言

在我們生活着的時代裏，物質發生了極有趣味的變化。事實上我們很難相信，日常的塑膠製品，竟是用空氣、水和碳做原料製成的！把木屑變成橡膠，已經覺得是不可能的了，用木材能製造絲和羊毛，更是令人驚異的事情。

在改造自然的蘇聯人民手裏，化學成為強有力的武器。不久以前，人們僅能改變物質材料的外形，就是說，製造各種用品的物質材料的數量和它們的性質，幾乎是保持不變的。但是在我們的時代裏，化學家已研究出原子化合的規律，和獲得新材料的方法。

煤裏面的碳原子，能與石灰和水化合成爲乙炔（電石氣）的分子，乙炔可以用做製造合成橡膠和合成纖維的原料。

化學家重新改變那些木材中的分子，使原來不透明的木材，成爲銀色透明的薄片，或者使它變成堅固而又好看的人造絲。

更值得注意的是：用化學方法造成的材料，不單是天然產物的代用品，而且它具有了各種新的、非常重要的性質。例如有一種叫做網玻璃的新塑膠，不但能像鋼一樣的堅固耐久，同時還能像玻璃一樣的透明。某些合成橡膠特別比天然橡膠好，因爲它們能耐嚴寒，並且不會變舊，就是說不會因歷時甚久而變質。人造纖維能够比天然纖維更堅固些，同時還兼具了蠶絲的光澤和羊毛的溫暖。

植物在自然界中已經存在了數十萬年，人類學會了用它的纖維製成紡織品，然而在這方面，天然纖維顯然並不是很理想的材料。自然界雖然生長着纖維，然而這些纖維的性質，竟很少是適合紡織品製造的。

例如，棉花和羊毛的纖維都是很短的。人類不得不重新研究把纖維紡成長線，再用它來織成布匹、絨衫以及其他的紡織品。

爲了能很好而又很快地製造這些紡織品，人類造了各種複雜的機器。在千百萬架機器面前，紡織工人的勞動大軍，每天都在工作着，適應着天然纖維的外觀和性質，把它製造成紡織品。但是棉花的產量，要看收穫量的多少而定，而羊毛的產量，每年祇能剪一次。可是用化學方法，能够在工廠裏製造任何數量的化學纖維，並且不像天然纖維加工製成紡織品的時候需要那樣多的機器。這就清楚地說明了人類征服自然的強大威力。

在這本書中，我們就要敘述這些新的化學纖維。

一 新的化學纖維

在自然界中，有兩種紡織纖維：一種是植物纖維，像棉花、麻和亞麻，另一種是動物纖維，像蠶絲和羊毛。每一種纖維都具有自己特有的性質。要改變這些性質，祇有用多年的植物選種方法，或者用複雜而又昂貴的纖維化學加工方法，才能辦到。

例如：棉織物可以用熱鹼液加工的方法來精製它，它就會有真絲的光澤。但是它與真絲的相差很遠，不能像真絲那樣的薄而又輕。

用酸來精製棉織物，它就會變成像羊毛織物一樣。但是它畢竟與真的羊毛相差很遠，因爲它既沒有羊毛那樣的柔軟，也沒有羊毛那樣的暖和。

現在用化學方法就能製成一種完全新的纖維，它具有羊毛、棉花、蠶絲的各種特性，除此以外，還具有天然纖維所不曾有過的重要的化學性質，例如對侵蝕性化學液體的抗蝕性等。

纖維素本來是植物細胞壁的構成物質，化學家們就用它來做人造絲的原料。

蛋白質（植物蛋白或乳蛋白）就用來做人造羊毛的原料。

我們所說的“人造絲”或“人造羊毛”，是指的用化學方法製成的那些纖維，人類製成了絲，但它不是蠶吐出來的；生產了羊毛，但它不是由羊身上剪下來的。人類用化學方法製成了新的“人造纖維”和“合成纖維”。

爲什麼一種叫做人造纖維而另一種叫做合成纖維呢？我們就要來解釋。

用化學方法製成的纖維，其中組成的分子，與所用原料中的分子是一樣的，這就叫做人造纖維。例如，黏液人造絲和木材，便都是由同樣的“磚塊”——纖維素的長分子所構成的。當木材變成人造絲的時候，纖維素的分子就改變了本來的排列位置，有時還改變了化學性質，形成了適合於紡織用的纖維。至於合成纖維，那就是說它的分子是用化學方法由最簡單的物質一步一步構成起來的。

製成的人造纖維或合成纖維，既能代替棉花，又能代替蠶絲和羊毛。它們的原料的多少是沒有限制的；人造纖維的原料就是些化學品和木材，而合成纖維的原料就是空氣、水、煤和石灰。

製造合成纖維的秘密在那裏呢？秘密就在於下面這種技巧：把單個的原子結合成不大的分子，例如碳和氫的原子結合成乙炔分子，而這種不大的乙炔分子，再結合成很大的分子，包含多少千個的原子，這種新物質的分子，就用來做合成纖維的原料。

天然的和人造的纖維，在結構上很有些相似的地方：它們都是由大分子組成的，這些分子要比水、氮或氧的分子大數十萬倍。這些分子引

伸很長，長度比它們的直徑大好幾千倍。

天然纖維中分子的大小和形狀，在各種纖維裏差不多是一樣的。因此，它們的性質如強度、伸縮性、可紡性等也都是一樣的。

人造纖維的分子，雖然與所用的原料（纖維素、蛋白質等等）的分子比較起來，幾乎是保持不變的，但是在變成纖維的時候，顯然已經是另外一種東西了。

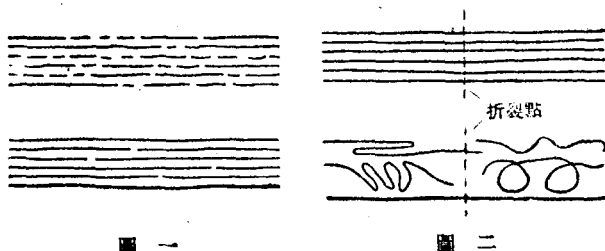
假如你曾經看到，從一束很亂而又短的羊毛纖維，紡成了長線，那末你就很容易地會想像到，我們的化學家們從長線狀的纖維素或蛋白質分子來“紡”成人造纖維的長線，也是同樣的情形。在木材中，纖維素的分子有保護細胞外膜的作用。它們彼此之間互相排列成為各種不同的角度，這樣的排列，以及存在於木材中的其他物質，就使植物的細胞膜有很顯著的硬度。人造纖維也是由同樣的纖維素分子構成的，它們的排列方法，主要是互相平行着。這種新的結合，使纖維具有很大的伸縮性，可紡性。

同樣可以說明蛋白質的纖維。按照結構來說，蛋白質是亂成一堆的線團，而在人造纖維中，蛋白質分子是排列成為長條的形狀，好像羊毛纖維在毛線中排列的一樣。

二 纖維的強度是怎樣得來的

想像到假如我們有了兩種紗線（圖一），一種是由長纖維組成的，另一種是由短纖維組成的。那末我們會問：那一種紗線比較牢些呢？當然是長纖維的紗線比較牢了。為什麼呢？因為纖維是互相用摩擦力緊密合在一起的，兩條纖維之間的接觸面越大，摩擦力也就越大。因此折斷長纖維的紗線就比較困難些，要克服較大的摩擦力。假如是搓成了

繩子，折斷它就更是困難。因為搓成繩子以後，纖維間的摩擦力是更加大的了。現在再想像，我們有兩種人造絲的線，都是由線狀的纖維素



分子組成的，一種乃是很長的纖維，另一種却是短纖維。再來提出這樣的問題：那一種絲線比較牢些呢？顯然是由長分子組成的絲線比較牢了，因為分子間的凝聚力要大一些。

分子排列的不同，將會怎樣影響到人造絲的強度呢？

圖二表示兩種纖維線的截面。一種情形是分子都沿着線的軸互相平行，而另一種却是沒有規則地，與線軸形成了各種角度。要在任何地方折斷第一種纖維線，必須同時破壞同截面上所有的分子，因此所加的折力，就要平均分配在所有的分子上。要折斷第二種纖維線，祇須較小的折力，因為所加的折力不是平均分配在所有的分子上：最多是拉緊沿着線軸方向的兩三個分子，它們承擔了所加的折力，隨着就首先被折斷了。這時候其餘的分子祇能馬上回復到折力作用的方向，伸直起來，然而馬上也就被折斷了。

第二種纖維線因為是逐漸地，一部分一部分地折斷分子，不需要同時折斷所有的分子，因此就比第一種需要較小的折力。

沒有東西再能像所觀察的折斷花柄與它相似的了。假如花柄相當粗，又是很多，而且是平行放在一起的，要一下子折斷它，就幾乎是不可

能的了。相反地一根一根的折，那就很容易。

纖維的強度，在於它的分子對折力的反抗作用的大小，它的抗力愈大，纖維也就愈牢。換句話說，也就是分子在纖維中的排列愈有規則。因此，分子在纖維中的排列方法，它們的相對位置，是關係人造纖維強度的最重要的條件。蘇聯科學家 B. A. 卡爾根和 H. S. 米哈依洛夫在一九三八年已經發明了製造特固的黏液纖維的方法。這種方法就是改變纖維素分子的排列方法，把纖維在機器上不斷地拉長，結果便得到了黏液人造絲。它在工業上已經被普遍採用，所製成的黏液絲的強度是普通黏液絲的兩倍。

我們已經知道，製造人造纖維的時候，是利用現成的天然物的分子（纖維素或蛋白質），它們的長度是有限制的。但用合成方法，就能製造各種不同長度的分子，變更分子的長度和形狀，和合成含有任何化學成分分子了。

不論是那一種的合成纖維，它們的機械性質（強度、伸縮性）多半決定於分子的長度，而它們的化學性質，却是決定於分子的形狀。改變分子的長度和形狀，就能得到各種不同機械性質和化學性質的纖維。

三 人造絲

我們平常所穿戴的許多絲織品如制服、外套、領巾等等，都是在森林裏生長出來的。不久以前，它們還全是松樹和樺樹的分子，在它們變成絲織品之前，它們是經歷了很有趣的路程。我們用什麼方法能將樹木的堅固材料製成紡織纖維呢？

直接從木材纖維製成絲線，當然是不可能的，但是我們能從木材中，分出纖維素，再用它來製出人造纖維。這種人造纖維，實際上不僅

能代替棉花，而且能代替天然絲和天然羊毛。

纖維素是一種分佈最廣的製造人造絲的原料，我們將要詳細地說到它。

在動物界的有機體中，除了幾種細菌以外，纖維是不存在的。然而在植物界中，它差不多佔到其組成重量的一半。植物用纖維素的分子，構成了自己的骨骼（細胞壁）。假如我們能夠從顯微鏡看得見纖維素的分子，我們要驚異它怎麼會有那樣長的。在一個分子中含有數千個碳、氧和氫的原子，結成長線，長度可以達到百萬分之一毫米，而它的直徑，則不過兩三個原子長。

通常我們所熟悉的紙張、棉花、紗線和紡織品都是含有纖維素的。棉花、紗線和棉織物中，含有百分之九十九的纖維素，木材製的紙中，含有百分之四十的纖維素。

纖維素不受各種化學液體的作用，所以利用這種特性，能把它從木材中分出來。

把木材碎成細屑，放在密閉的鍋內，在四——五個大氣壓下，同鹼液在一起煮。經過二十一——二十五小時以後，木材軟化，除了纖維素以外，其餘的東西都溶化在鹼液中，而纖維素本身則呈現細小的纖維形狀。

直接從這種纖維素紡成絲線那是不可能的，因為它很短。但是可以用它來製造紙和硬紙板，從紙能夠直接製成纖維線，再從纖維線製成帶子和織品。平常大多用一種特製的紙來製造纖維線，在紙漿流出以後，切成窄的長條，再搓成纖維線。以後使用它來製造帶子、繩子等，也能製成織物。但是所有的這些製成品，乾的時候都不牢，遇到水就完全變壞了，因為這些纖維都是用機械方法結合在一起的，纖維間互相作用

的摩擦力，與在毛氈中的羊毛纖維是相似的。要得到堅固的纖維線，纖維素的分子必須用另一種方法來結合，用這種方法我們將要看到，它能使纖維線具有極大的強度。

要使天然短的纖維素的分子製成連續的長線，必須先將這些纖維素的分子彼此分開來，然後按照最理想的方式把它們重行結合起來。大家都知道，要把分子分開來，不外乎兩種方法：一種是把它蒸發，一種是把它溶解。但是纖維素是不宜用蒸發方法的，因為根本就很難把它製成溶液。

纖維素在製成人造絲之前，先是用化學品來處理，改變它的成分和結構，然後才能使它溶解，這樣纖維素就分解成了單個的分子。假如再讓溶液穿過細孔，線狀的纖維素分子將沿着溶液的流動過程而重行排列。用某種方法使這種纖維素溶液不斷地揮發掉它的溶劑，馬上就會形成人造絲的絲線了。

直到現在，祇發現了一種工業溶劑，能溶解纖維素，這就是氫氧化銅的銨溶液。纖維素溶解於其中，受到水的作用就容易分開來。生產“銅銨法”人造絲，主要便是用的這種溶劑。至於其他生產人造絲的方法——硝酸法、黏液法、醋酸法等，都是預先把纖維素經過化學處理以後再來溶解的。

“硝酸法”是把纖維素用硝酸來處理，而得到了硝化纖維。它易於溶解在酒精、乙醚的混合液中，這種溶液在流過細孔，揮發掉溶劑以後，就成為人造絲。

“黏液法”是把纖維素用鹼液和二硫化碳來處理，所得到的化合物能溶解在鹼液中，形成蜂蜜狀的膠狀體。這種溶質就是黏液絲了。假如，用酸把鹼中和，就是說再度地去掉溶劑，那末流過的溶液，經過細孔，就

成爲人造絲。

“醋酸法”主要是利用纖維素的一種化學作用，它同醋酸或醋酸酐作用以後，變成了新的化合物——乙醯纖維素。它能溶解在酒精和乙醚中，然後同樣地去掉溶劑，便製成了人造絲。

當纖維素溶液的細流不斷地流過去的時候，像我們前面所說的，這些線狀分子，就隨着重行排列起來，因此製成的人造絲就特別堅固。

在下面各節中，我們將要詳細地敘述用纖維素製造人造絲的各種方法。

四 硝酸法人造絲

在俄國很早就開始養蠶了。在沙皇伊凡四世（十六世紀）的時候，絲織品已經輸出到西方瑞典、荷蘭、法蘭西、羅馬尼亞各國，東方波斯、阿富汗以及其他的國家。當時在莫斯科已經有製造花緞及各種絲帶的工廠了。

十八世紀的時候，俄國許多地方的蠶絲業都很發達。大家知道，在十七世紀的時候，沙皇 A. M. 羅曼諾夫命令從遜比爾斯克送“一百株桑樹和盡可能多的桑秧”到莫斯科來，以便在伊西馬魯夫城栽植，又命令從基輔同樣送來“三萬株桑樹秧，需要有一又四分之一俄尺高，要能發芽的”，同時還命令從阿斯特拉罕送來“蠶種”，並送來“棉樹的種子”就是棉子。

以上就是歷史家們對蠶絲業在俄國發展情形的僅有的敘述。

很久以前，化學家對這樣的事情很有興趣：蠶吃下去的桑葉，怎樣在它的器官裏變成液狀的“絲汁”，吐出後在空氣中又凝固爲蠶絲呢？像在蠶的器官裏所進行的製法，能不能在化學實驗室裏做到呢？

在一八五五年開始了用人工方法製造“人造絲”的第一個實驗。首先試驗把桑葉溶解，可是它並沒有溶解，於是就檢驗了蠶絲與桑葉的化學成分，結果證明桑葉是由纖維素所組成的，含有碳、氧、氫三種元素，而蠶絲是由四種元素——碳、氧、氫、氮所組成的。

化學成分的不同，使得化學家想到把氮加到纖維素上去，使它變成可溶性。這種原理證明了是對的，經過硝酸處理以後的含氮纖維素，很容易溶在酒精裏，很容易把它拉成絲線。由此就可以說，用實驗方法製造人造絲，在二十多年以前已經爲人們知道。它在那個時候早就已經在炸藥工廠裏應用，這就是硝化纖維，用它製造無烟火藥。

第一批的研究家模倣了自然，不過沒有模倣到底。此外，爲了使溶液能從細口流過，像蠶吐絲一樣，他們曾經把玻璃棒浸在溶液中，用拉長的方法來製造絲線。這種方法並不會有工業上的發展，直到三十年以後才建立了第一個工廠，把溶解在酒精和乙醚中的硝化纖維，從直徑爲 0.1 毫米的細孔中擠出，製得了人造絲。溶液的細流連續地射出，射到含酸的水中，酒精和乙醚被水所奪去，而硝化纖維變成了絲線，隨即就繞到了繞絲機上。

這樣製得了第一次的人造絲，這叫做硝化絲，它的缺點是容易着火，因此現在已經完全不製造了。它存在了半世紀，而僅僅說明了：在人造絲的廣告牌後面，西歐的工廠曾經用它製造了火藥和爆炸物。

至於其他各種的人造絲，如黏液絲，醋酸絲和銅鉍絲，則都獲得了極大的發展。

五 黏液法人造絲

“黏液”是現在用來製造一種最普通的人造絲的原料，我們發現上

九世紀偉大的俄國化學家 D. E. 門德雷業夫，已經有過關於這方面的敘述。

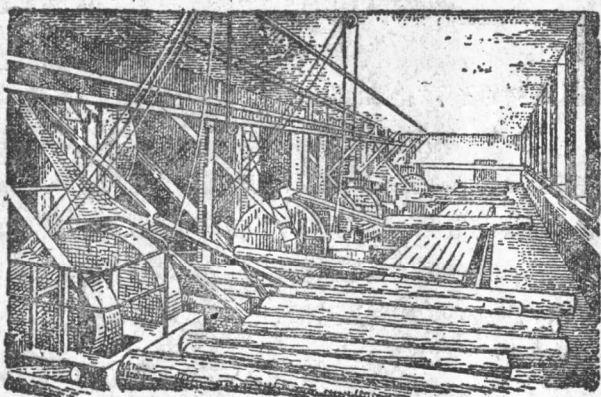
在他不朽的著作“化學的基礎”一書裏，他這樣寫道：“有機化合物，例如酒精，……與苛性鹼及二硫化碳作用，製成黃酸鹽。細胞組織不管是呈現纖維或其他的形狀，也能進行同樣的反應。在用苛性鹼液精製以後，得到鹼鹽衍生物，同二硫化碳作用，形成黃酸類化合物，在酸的作用下，它能使細胞質還原。這種還原的細胞質，是一種黏性的膠質，叫做“黏液”，能拉長成為纖維線，製成軟片，做成粉末及各種用品。各種植物廢料，都可以用來作為原料……因此基於一定的化學反應，工業就能得到很大的發展。”

但是，在沙皇統治下，人造纖維工業是不會得到發展的。祇有在蘇維埃政權下，才能使偉大的科學發明，為人民服務。偉大的俄國化學家在試管中所研究的反應，現在在蘇聯都能應用到大規模的工業生產上去了。

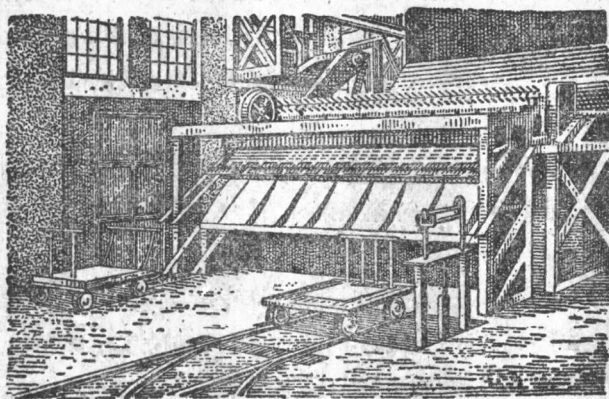
傑出的科學家，蘇聯科學院院士 П. П. 沙利根，在製造人造纖維的理論與實驗的發展上，都有着很大的貢獻，人造纖維工業要感謝他在這方面培養了第一批的專家。

十幾年前，即一九三四年，斯大林同志在聯共黨第十七次代表大會上的工作報告裏，已經說過：“……我們已經創立了許多新的生產部門：機架、汽車、拖拉機、化學品、發動機、飛機、聯合收穫機、巨型汽輪機、發電機、上等鋼、合金鐵、人造橡膠、氮氣、人造纖維等等的製造工業。”

蘇聯的化學家們，證明了他們不愧為自己偉大祖先的繼承者，門德雷業夫的理想，在蘇聯已經實現了。



圖三 木材用機器碎成爲細屑



圖四 用木材製成的纖維素絲

製造黏液絲是最簡單而又便宜的生產方法，它的價格祇及到天然絲的十分之一。

一九四八年全世界生產了四百九十七萬六千噸的黏液絲，佔到全

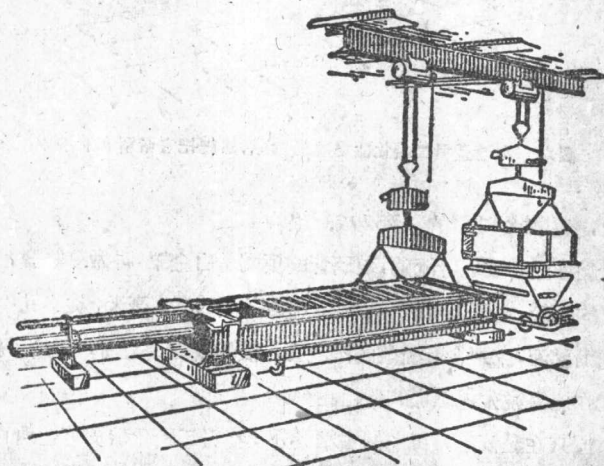
、部人造纖維生產的百分之四十。

在製造人造絲的工廠裏走一趟，是一件有趣的事情。要知道一個這樣的工廠，一年內所生產的人造絲，要相當於全世界所有蠶絲的總生產量。

在工廠的地基上，聳立着一些進行生產的巨大建築物；在有許多層樓的廠房裏，是裝置着各種複雜機器的車間（圖三、四、五、六），它們在進行着第一部分的反應：從纖維素製成膠狀絲液——黏液。

然後把黏液送到工廠的主要部分去，這裏面有許多纜絲和理絲機器，旋轉機、絞線機以及其他的機器。黏液在這裏製成了絲線。

人造絲工廠的生產過程，與普通紡織廠的生產過程是不一樣的，因為普通紡織廠，首先要把紛亂而又很短的棉花或羊毛纖維，在機器上分開成為細條，使纖維互相平行，然後再紡成紗線。而在人造絲工廠的紡



圖五 纖維素在這裏用鹼槽製，再脫去多餘的鹼液