

化学纤维基本知识

全苏人造纖維科学研究所 編

高思方 譯

紡織工業出版社

化学纖維基本知识

全苏人造纖維科学研究所編

高思方 譯 余振浩 校

紡織工業出版社

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ХИМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва, 1959

化学纖維基本知识

全苏人造纖維科学研究所編

高思方 譯 余振浩 校

*

紡織工业出版社出版

(北京东长安街紡織工业部內)

北京市书刊出版业营业許可証出字第16号

*

紡織工业出版社印刷厂印刷·新华書店發行

787×1092 1/32开本·1 8/32印张·23 千字

1960年8月初版

1960年3月北京第1次印刷·印数1~4500

定价(9) 0.15元

目 录

概論.....	(5)
制造化学纖維的一般原理.....	(8)
粘胶纖維.....	(12)
醋酸纖維.....	(18)
聚酰胺纖維 (卡普綸, 阿尼特, 埃南特等)	(20)
尼特綸纖維.....	(25)
聚酯纖維拉夫桑.....	(29)
氨綸纖維.....	(32)
苏联化学纖維生产发展的远景.....	(35)

概 論

构成我們周围一切的物质是各种分子的总和。每一种物质都是由相同或不同原子构成的一定种类的分子組成的。各种分子中原子的数目从一个到数千个不等。

分子中所含原子的数目不大时，这些物质的构造就不很复杂。假如物质的分子是由大量原子組成的，那么它們的结构就可能很复杂。后一种物质叫做高分子化合物，組成这些物质的分子則称为巨分子。

高分子物质的种类繁多，它們中某一些在自然界存在。分布最广的天然高分子化合物有蛋白质（例如天然絲和羊毛）、纖維素、橡胶（由热带植物橡胶树的乳糜制成）等。高分子化合物也可由某些分子很小的物质（例如由乙炔和乙烯）用人工使它們化合交联而制得。由若干通常的分子（单体）化合成一个巨分子的过程叫做聚合（在某些場合下，随着反应性质的不同而为縮聚），由此得到的化合物为聚合物。聚合物的分子可以由很大数目的单体（达到1000或更多）組成，互相化合的单体可以是同样的，也可以是不同的。

这些单体的化合情况千差万別。生成的巨型分子（巨分子）在所构成的单体种类、单体数目以及巨分子本身的结构方面可能各不相同。分子形状如伸展的細鏈一样的聚合物叫线型聚合物。如果巨分子主鏈上有支鏈，这种聚合物就称为枝型聚合物。假如很长的巨分子相互間有交鏈接合，那么这种聚合物就叫做网型聚合物。

聚合物的性能在很大程度上取决于其中分子的结构和組成。因为这些分子可以从各种不同的简单物质制得，因此就很可能理解，为什么一种聚合物材料和另一种聚合物材料在机械性能、物理性能和外观上有显著差异。

改变始用物质和自它們制取聚合物的条件，化学家們便可制出具有性能符合預先要求的材料。現在已知的聚合物有許多。其中有一些在硬度方面不亚于鋼，另一些則比軟木还轻，有一些具有天然橡胶的性能，再有一些則像玻璃一样透明。有几种聚合物可以制成纖維，而且外观和性能不仅不次于天然纖維，在某些性能上甚至超过它們。这些纖維叫做**化学纖維**。

对用以制造纖維的聚合物（簡称成**纖維聚合物**）有一定的要求，那就是这种聚合物的分子应该很大，并且必須呈伸展的形状（**直线型**）。这些分子在形成纖維时应该沿纖維軸綫方向排列（**定向**）。这种聚合物应能溶于某些易得的溶剂（例如丙酮）中，生成浓溶液，或者应能熔融而不分解，并于此时轉变成粘性流动状态。

从聚合物的熔体或浓溶液这样的粘性物质，就可以制成纖維。为此可将溶液或熔体压过很小的孔，形成細小液流，凝固后即得极細的纖維。纖維的細度通常不超过12~15微米^①。这就是**化学纖維**。

化学纖維依其生产方法的不同，可分为**人造纖維**和**合成纖維**两种。

① 1微米等于0.001毫米。

人造纖維 是从某几种天然高分子化合物，主要是从纖維素制成的。生产人造纖維时，除纖維素以外，还需要各种化学品：碱、硫酸，二硫化碳、醋酸、丙酮等等。

人造纖維又可分为粘胶纖維、醋酸纖維和銅氨纖維。

合成纖維 是从化学工厂生产的高分子聚合物制成的。生产这类聚合物的原料为乙炔、乙烯、苯酚以及某些从天然气、石油气、石油和煤渣中取得的其他物质。因此，合成纖維可以说完全是由化学家的双手創造出来的。

合成纖維中間最普遍的是卡普綸（或叫貝綸），阿尼特（或叫耐綸），拉夫桑（或叫特丽綸），尼特綸（或叫奧綸）以及聚氯乙烯纖維等。

人造纖維和合成纖維可制成連續长綫——**长絲**或切段纖維——**短纖維**的形式。

长絲是由許多平行排列的、很长并經拈合的細纖維組成的。

某些情况下生产的絲只由一根纖維組成，它可以很細（如蛛絲），也可以較粗（如鬃毛、毛髮）。这种纖維叫做单絲。

短纖維由未加拈的纖維制成，將其切成一定长度（从35到150毫米）的短段，相当于棉纖維或羊毛的长度。短纖維像棉花和羊毛一样，是一种半成品，要进一步经过加工而紡成紗。短纖維常与棉花或羊毛摻和进行混紡。这样制得的綫所织成的织物强度很大，在耐用方面也不逊于由天然纖維制成的织物。

制造化学纖維的一般原理

大多数天然纖維由或多或少沿纖維方向排列的，即按纖維軸綫方向定向的很长的綫型巨分子組成。分子的这种排列就保证纖維具有足够的强度。

成纖維聚合物，無論是天然聚合物（例如木纖維素）或合成聚合物，也是由直綫狀分子組成的，但它們在聚合物內是杂乱排列的。由这种物质制成的纖維的强度是很小的。为了制出牢固的人造纖維和合成纖維，就必須对始用聚合物进行处理，使它的分子沿纖維軸綫定向排列。

纖維的定向是当纖維由高聚物的溶液或熔体成型及以后的拉伸过程中达到的。



图1 纖維成型时綫型巨分子的定向

甲—不規則排列的分子；乙—部分定向的分子；丙—定向排列的分子

这种溶液或熔体为一种粘稠而有延展性的物体叫做**紡絲物**；制备紡絲物是任何化学纖維生产过程的第一阶段，制造紡絲物的方法得随始用高聚物的化学和物理性能而定。

作为制备紡絲溶液的溶剂一般采用碱、丙酮和其他能够溶解始用原料并生成足够浓而粘稠的溶液的物质。溶液中聚合物的浓度通常为7

~25%。

制成紡絲熔体的聚合物，通常在 $220\sim 230^{\circ}$ 熔融而不分解。

制成的紡絲物应加以仔細清淨。这所以需要是因为在形成細度为 $12\sim 15$ 微米的纖維时，即使很小的固体粒子（ $1.5\sim 2.0$ 微米）也会堵塞噴絲头的小孔，使还不太牢固的絲断裂。在紡絲物中存在的空气泡，也会使各根纖維断裂，因此也必须从溶液中除去。

紡絲液的淨化包括三到四次謹慎過濾和長時間的脫泡。淨化后的紡絲物通常还要进行处理；即將紡絲物靜置一些時候待其“熟成”，也可加入一些能使制成纖維消光或染成不同顏色的各种物质（二氧化鈦和染料）。化学纖維的这种染色与天然纖維染色不同的地方在于此时是整个纖維染色，而不仅仅在表面上。所以在紡絲物中消光或染色的化学纖維的特点是着色堅牢度好，經摩擦和洗濯后也不致改觀。

紡絲溶液或熔体經常在氮气流或其他惰性气体中制得，因为始用物质可能被空气中的氧破坏或发生化学变化。

生产的**第二阶段**是由紡絲物形成纖維。这个过程的条件对不同的始用物质可能互异，但纖維成型的原则是相同的，制造纖維用的紡絲机上主要构件也大同小异。

成型时聚合物的熔体或溶液由紡絲泵以严格一定的量送入特殊的构件——噴絲头中。制成的纖維細度是否均匀取决于送到噴絲头去的紡絲物喂給量是否均匀。

噴絲头形如一个小帽，其底上有許多很小的孔，孔的大小視纖維成型方法的不同而介乎 0.04 到 1.0 毫米之間。噴絲头

的孔数也可以不同（可多到40000个）。噴絲头通常由很牢固的、耐高温和耐化学试剂的材料，例如白金，白金和黃金的合金，鎳鉻合金等制成。

紡絲物从噴絲头小孔噴出时成极細的液流，凝固后就成为单元纖維。

由聚合物的熔体形成纖維最为容易。由噴絲头吐出的熔体細流落入空間，在其中冷却和凝固。形成的纖維送到接受装置上。

自聚合物在易揮发溶剂（例如丙酮）中的溶液形成纖維时，細流系落入加热的豎仓中和被热空气吹动，这时溶剂就揮发掉，液流凝固而成纖維。这种制取纖維的方法叫做**干紡法**。这样蒸发掉的溶剂要收集起来回用。

湿紡法是从紡絲溶液形成纖維的最普遍的方法。采用此法时，紡絲用的聚合物溶液呈細流状进入含有各种物质的浴中，在这些物质的作用下聚合物溶液就凝固起来。这种浴叫做**沉淀浴**。在此浴中可能产生不同的过程，有时沉淀浴的各个成分与聚合物发生化学反应，在某些場合下沉淀浴把溶剂洗去。聚合物在这两种場合下，都会沉淀出来，以所給予它的纖維形状凝固起来。

有許多称为热塑性的聚合物，由于它們很难溶解和由于聚合物在熔融温度下会分解，要將它加工成纖維是很困难的。

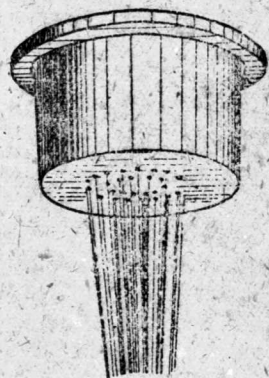


图2 噴絲头

从这种聚合物制成形成纖維用的紡絲物的方法，是將它們加熱到軟化狀態。但由於這些聚合物的粘度很大，故不能製出細的纖維，在這種情況下都製成粗的單絲（鬚毛）。

無論哪一種纖維成型法都是在張力下進行的。成型過程中鏈型巨分子或多或少地沿纖維軸線排列（定向）。通常為了提高巨分子在纖維中的定向度，常將纖維再進行拉伸。這一般是在纖維部分或全部凝固後進行，視剛成型纖維的後拉伸大小的不同，從同一種始用原料和同一個紡絲溶液和熔體可以製得機械性能極不相同的纖維。

剛成型的纖維以“絲綫”形式集成小束，或從機器上製出由大量細纖維組成的粗長束，切成一定長度的短段，而得到短纖維。

製成的纖維要進行後處理：小心洗滌，以除去在纖維成型過程中積聚的雜質，漂白，皂洗或上油，乾燥，加拈和最後卷繞在長絲用的筒管上。如產品為短纖維，則將其打成大包。纖維就以這種形式送往紡織廠。

評定化學纖維的質量可採用許多方法。表征纖維紡織性能的最通用而重要的指標，為纖維的細度、斷裂強度和伸長率。纖維的細度可以用纖維橫截面面積的平方厘米數，或一定長度的纖維的重量（以克計），或重1克的纖維的長度來表示。蘇聯取重1克的纖維長度作為纖維細度的度量單位。這個數值叫做米制支數。例如，100支絲在長為100米時應重1克，6000支的單根短纖維在長為6000米時重量為1克。

纖維的強度按斷裂長度計算，以千米表示斷裂長度為纖維本身重量的重力作用可使自己斷裂的長度。

断裂伸长率是表明纖維断裂时长度增加多少的数值。这个值以对纖維原长的百分数表示。

这样，纖維的支数越大，它就越細；纖維断裂长度的数值越大，纖維就越牢。

我們仅列举了一些表征纖維性能的主要指标，而指标的項目还多得很。在这些指标中包括吸湿性，对各种变形、摩擦、高温和化学試剂的稳定性等等。

粘胶纖維

生产粘胶纖維时采用天然纖維素。纖維素含于許多植物材料(木材、稻草等)中，但是从来不是以純粹状态存在的。它总是与木质素、树脂、蜡、有色物质和其他杂质混合或化合着，因此，首先要使纖維素与这些物质分离开来。最純的纖維素(97~98%)含于棉纖維中。但棉纖維本身就可用来制造紡织材料，把它轉变为化学纖維就过于昂貴，因而不适合的。生产高强度粘胶絲、銅氨纖維或醋酸纖維时，也有用軋棉后所得的废料——棉絨作为始用原料。

纖維素通常由木材制出，其中以樅树最为适合。先将樅树鋸成小块——所謂制浆木料，存放两年。木材与碱、硫酸鈉溶液或其他物质共煮时易烂。此时杂质就轉移到煮液中。把纖維狀的纖維素物质与煮液分离，经过洗滌，用氯或次氯酸盐漂白。然后再行洗滌，做成紙粕，干燥后运往化学纖維厂。

在始用樅树木材中含有約45%的纖維素。从1立方米木材可以得到約200公斤淨化纖維素或約160公斤粘胶纖維。

在苏联，纖維素原料的儲量实际上是取之不尽的。仅用苏联北部地区每年生长的樅树所得的纖維素来制造粘胶纖維，其数量已足以超过苏联的棉花收获量。

成品纖維素为白色紙片，它們堆成小堆，打成150公斤重的大包，以这种形式运往生产粘胶纖維的企业。将包打开后，把紙粕放入浸碱压榨机中用碱（苛性鈉）溶液处理。这个过程叫做浸碱。随后用水力压榨机从经过碱液处理的纖維素压出过量的碱液，从浸碱压榨机卸出，装入粉碎机中。粉碎后的碱性（浸过碱的）纖維素为毛茸茸的白色物质。后者由运输

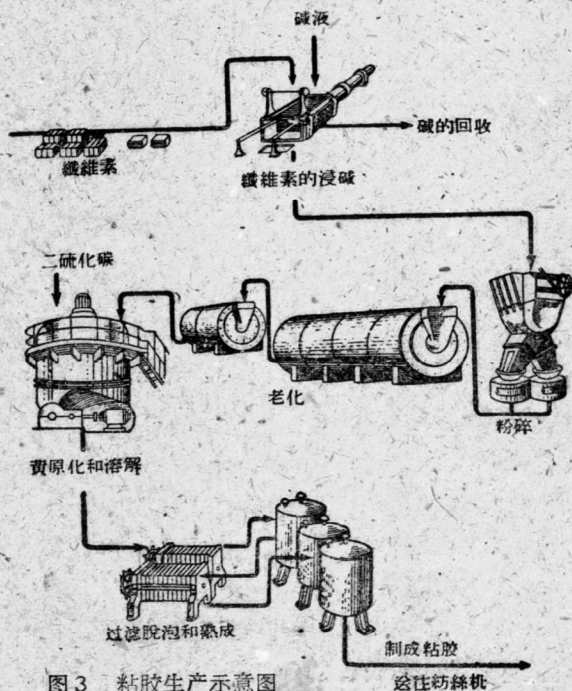


图3 粘胶生产示意图

帶裝入特殊的機器中——緩慢旋轉的圓筒，直徑約2米，長30~40米，傾斜成某一角度。碱纖維素通過圓筒后，從圓筒的另一端散落在卸料運輸帶上。圓筒中保持一定的溫度（30~40°C之間）。這個過程叫做老化，老化時碱纖維素進行着肉眼看不見的变化。這樣的纖維素經傳送帶送到另一個長度較短的圓筒中，在那裡冷卻到常溫。然後把它裝入用二硫化碳處理（黃原化）的機器中，纖維素經過這樣處理，就轉變為橙色顆粒狀可溶的產物——纖維素黃酸鹽。

纖維素黃酸鹽在碱中的溶液，叫做粘膠，也就是紡絲溶

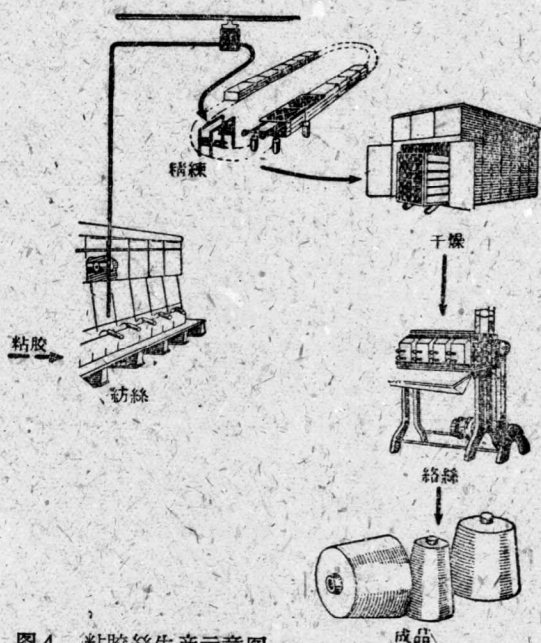


图4 粘胶絲生产示意图

液。

近来苏联采用一种粘胶机来制造粘胶，它的结构和工艺过程是由苏联工程师设计的。此时浸碱、老化、黄原化和溶解的开始阶段都在同一台机器中进行。采用粘胶机可以提高劳动生产率，改善劳动条件和降低新建人造纤维厂的投资。

制成的粘胶在压滤机上过滤，在真空下脱泡。过滤和脱泡时粘胶的性能产生复杂的变化——粘胶熟成。制成的粘胶送到纺丝车间，在那里形成纤维。纤维的成型按湿纺法进行，喷丝头的孔数从10~15到20000~40000个不等，孔的大小为0.04~0.1毫米。选用何种喷丝头得依所制纤维的用途而定。

从喷丝头小孔喷出的粘胶液流进入含有硫酸和其他物质的沉淀浴中。黄酸盐在硫酸的作用下就分解，生成纤维素纤维。

从喷丝头每一个小孔中拉出的细纤维，其直径通常为15~18微米。自同一个喷丝头中出来的细纤维集合在一起，就形成丝，后者经过一定转速的纺丝盘，进入转数很大的离心罐中，借离心力而分布在离心器的内壁上。这样的纺丝法叫做离心法。利用这方法时，纤维在成型的同时进行加拈。

有时不用离心罐，而是将形成的丝绕在转动着的筒管上，这个制取粘胶丝的方法叫做筒管法。丝线在这种情况下以平行的细纤维束的形式卷绕在筒管上，以后再进行加拈。

在所举出的示意图中说明的是以离心法生产粘胶丝的过程。离心罐内装满丝后，就成为所谓丝饼。每经一定的时间将丝饼从离心罐中取出，送到精练机上，进行水洗和用各种溶液处理，以除去可能积存在丝上的杂质。此后丝饼就进行

干燥，絡在錐形筒管上，再分級，并以这种形式交給消費者。

要制出染有顏色的纖維时，可在紡絲液（粘胶）中加入所需要的染料；要制出无光粘胶纖維时，可在粘胶液中加入二氧化鈦（細小白色粉末）。

粘胶絲的强度通常为14~16千米，伸长率为18~22%，但也可制出强度为20~22千米的更牢的纖維，此时伸长率为15~18%。

假如刚成型的粘胶絲在含有少量硫酸的热水中拉伸，那么纖維的强度就会增加。粘胶帘綫纖維就是根据这个原則制造的。这一过程在特殊的連續式紡絲精练机上进行。纖維成型后通过旋轉輥，瀧水洗滌，然后皂洗干燥，进行加拈和卷繞在筒管上。此后帘綫絲经过头道加拈，再在下一台机器上几根拈合。制得的帘子綫在织布机上织成帘子布。

粘胶帘綫纖維的强度为30~45千米，伸长率为10~14%。但最近研究成功了制造这种纖維的新工艺过程，能使它的强度提高到50千米以上。

制造粘胶短纖維时，将各个噴絲头中出来的絲集合在一起，这样就由許多平行的单元纖維組成一根粗大的长束。然后用特殊的机器将长束切成短段，以这种形式送到精练机上精练、洗滌和进行干燥。有时是先将束切断的纖維长束洗滌和精练，然后在干燥前将它切断。

粘胶短纖維視用途的不同，其米制支数和强度就有不同。如果短纖維拟用来与羊毛混紡，就把它切成长度在70毫米以上的短段。它的强度应为15~20千米，伸长率在20%以上，米制支数应为2500~3000。按棉紡法加工的纖維則切成平