

腈纶生产工人技术读本

腈纶纺丝

兰州化学纤维厂 刘之奎 编

546.2

纺织工业出版社

腈纶生产工人技术读本

腈 纶 纺 丝

兰州化学纤维厂 刘之奎 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书介绍以硫氰酸钠为溶剂的聚丙烯腈湿法纺丝的纺前准备、纺丝及后处理。内容包括工艺流程、基本原理、仪表自动控制、工艺计算等一般知识,并根据生产实践,总结了主要部分的操作规程、开停车步骤、事故处理和安全注意事项等方面的经验。

本书可供从事腈纶生产的工人学习和作为新工人的培训教材,也可供从事腈纶生产的技术人员和管理人员参考。

本书经任铃子、郑红英、姜云梅、王晓玲、洪贵学等同志审阅。

腈纶生产工人技术读本

腈 纶 纺 丝

兰州化学纤维厂 刘之奎 编

纺织工业出版社出版

(北京阜成路3号)

保定地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092 毫米 1/32 印张: 5 20/32 字数: 122 千字

1981年12月 第一版第一次印刷

印数: 1—5,000 定价: 0.46 元

统一书号: 15041·1156

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 工艺流程概述	(1)
第二节 对原液的质量要求	(4)
一、原液粘度	(4)
二、溶剂性质	(4)
三、聚合物浓度	(5)
四、聚合物平均分子量	(5)
五、聚合物分子量的分散性和支化度	(6)
六、原液温度	(6)
七、原液的白度	(6)
八、原液的杂质含量	(7)
九、原液中的气泡含量	(8)
十、原液中残余单体含量	(8)
第二章 纺前原液准备	(9)
第一节 原液混合	(9)
一、原液的混合	(9)
二、原液混合槽	(9)
第二节 原液脱泡	(11)
一、原液的脱泡	(11)
二、影响脱泡的因素	(12)
三、脱泡塔及三级蒸气喷射泵	(13)
四、脱泡密封槽液位调节系统	(15)

五、三级蒸气喷射泵开停车操作规程·····	(16)
第三节 原液的消光及调温·····	(18)
一、原液的消光·····	(18)
二、原液的调温·····	(21)
三、影响原液消光及调温的因素·····	(21)
四、二氧化钛浆料、原液压差调节系统·····	(22)
五、二氧化钛、荧光增白剂浆料的制备·····	(24)
第四节 原液过滤·····	(27)
一、原液的过滤·····	(27)
二、滤材选择·····	(28)
三、原液过滤时的注意事项·····	(29)
四、纺前压力系统的自动化控制·····	(29)
五、压滤机操作规程·····	(33)
第五节 纺丝浴液循环系统·····	(35)
一、浴液循环调配系统·····	(35)
二、浴液循环自动化仪表控制·····	(36)
三、凝固浴循环槽及层滤器·····	(40)
四、层滤器操作规程·····	(42)
第三章 纺丝及后处理·····	(46)
第一节 纤维成形·····	(46)
一、纤维成形的原理·····	(46)
二、对凝固浴的要求·····	(47)
三、影响纤维成形的因素·····	(49)
第二节 纤维拉伸·····	(50)
一、纤维分段拉伸·····	(51)
二、影响纤维拉伸的因素·····	(54)
三、纤维的骤冷处理·····	(55)

四、纺丝机	(56)
第三节 纤维洗涤	(57)
一、纤维洗涤的目的和要求	(57)
二、水洗机	(59)
三、影响纤维洗涤的因素	(60)
第四节 纤维上油及抗静电处理	(62)
一、纤维上油及上抗静电剂的目的	(62)
二、对油剂和抗静电剂的要求	(63)
三、油剂和抗静电剂	(64)
四、影响纤维含油和含抗静电剂的因素	(66)
五、油剂和抗静电剂的配制	(67)
第五节 纤维的烘干及热定型	(69)
一、纤维烘干的目的	(69)
二、对纤维烘干过程的工艺要求	(71)
三、影响纤维烘干的因素	(72)
四、纤维烘干的设备	(74)
五、纤维热定型	(78)
第六节 纤维的卷曲和折叠	(80)
一、纤维的卷曲	(80)
二、纤维的折叠	(84)
第四章 纤维切断和打包	(86)
第一节 纤维的切断	(86)
一、纤维的切断	(86)
二、切断机	(87)
三、影响切断长度的因素	(87)
四、纤维切断的操作规程	(89)
第二节 纤维打包	(89)

一、打包机·····	(90)
二、短纤维的打包·····	(91)
三、打包机的操作·····	(94)
四、注意事项·····	(97)
第五章 精密室·····	(99)
第一节 内精密室·····	(99)
一、喷丝头的品种及规格·····	(99)
二、喷丝头组件·····	(100)
三、喷丝头的检验和维修·····	(101)
四、喷丝头组件的装配和拆洗·····	(102)
五、烛形过滤器及其清洗和缠绕·····	(103)
第二节 外精密室·····	(105)
一、计量泵·····	(105)
二、计量泵的校验·····	(105)
三、计量泵维修和使用的注意事项·····	(107)
第六章 工艺计算及质量控制·····	(109)
第一节 工艺计算·····	(109)
一、通用计算·····	(109)
二、纺丝速度计算·····	(114)
第二节 纤维质量控制·····	(118)
一、腈纶短纤维的分级标准·····	(118)
二、纤维的质量控制·····	(119)
第七章 开停车操作规程·····	(125)
第一节 浴液循环系统的开车·····	(125)
一、开车前的准备工作·····	(125)
二、开车步骤·····	(125)
第二节 纺前原液系统的开车·····	(128)

一、开车前的准备工作·····	(128)
二、开车步骤·····	(129)
第三节 纺丝的开停车·····	(132)
一、开车前的准备工作·····	(132)
二、纺丝开车·····	(134)
三、纺丝停车·····	(138)
第八章 事故处理及安全注意事项·····	(142)
第一节 事故处理·····	(142)
一、公用工程事故处理·····	(142)
二、纺前原液准备事故处理·····	(145)
三、浴液循环系统的事故处理·····	(152)
四、纺丝事故处理·····	(155)
第二节 安全注意事项·····	(162)
一、操作注意事项·····	(162)
二、处理事故时的安全注意事项·····	(164)
三、其它安全注意事项·····	(164)
附表 1 工艺参数汇编·····	(166)
附表 2 不同纤度、喷头数、纺速与日产量、原液 用量、蒸发量及计量泵转数的关系·····	(168)

第一章 绪 论

第一节 工艺流程概述

聚合后的原液在混合槽里充分混合后，经泵送到用三级蒸气喷射泵抽真空的脱泡塔内脱除气泡，然后经脱泡密封槽送入多级混合器，与按要求比例计量的二氧化钛浆料均匀混合，以达到原液消光的目的(见图1-1)。

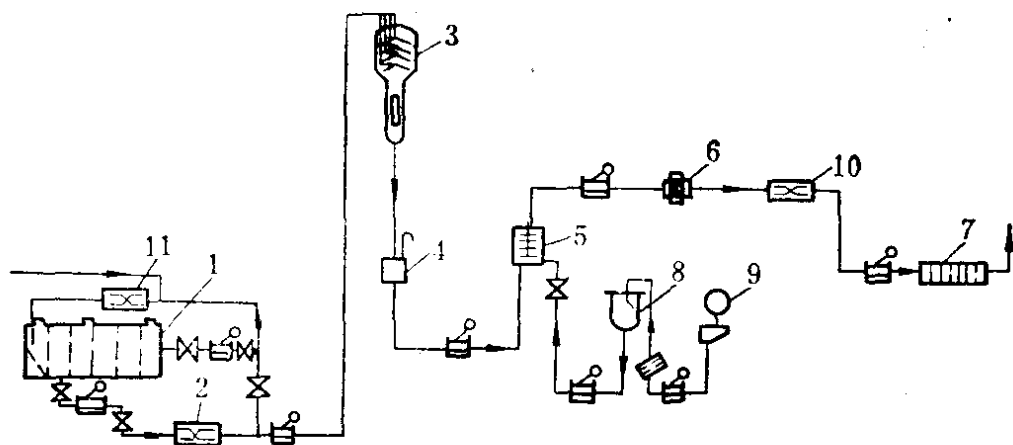


图1-1 纺前原液准备流程图

1—有光原液混合槽 2, 10, 11—原液管道混合器 3—脱泡塔 4—脱泡密封槽 5—多级混合器 6—纺丝原液板翅式冷却器 7—压滤机 8—二氧化钛浆料循环槽 9—增白剂研磨机

为了使消光后的原液粘度稳定，原液需经板翅式冷却器，再通过管道混合器混合，使原液温度均匀，符合工艺要求，而后进行过滤。

过滤后的原液，由三齿轮计量泵定量地供给烛形过滤器再次过滤，然后经喷丝头压入凝固浴槽中，在规定的浓度、温度和流量的硫氰酸钠溶液中凝固成形。在凝固浴槽中，纤维的运行方向与硫氰酸钠溶液流动的方向一致(见图1-2)。

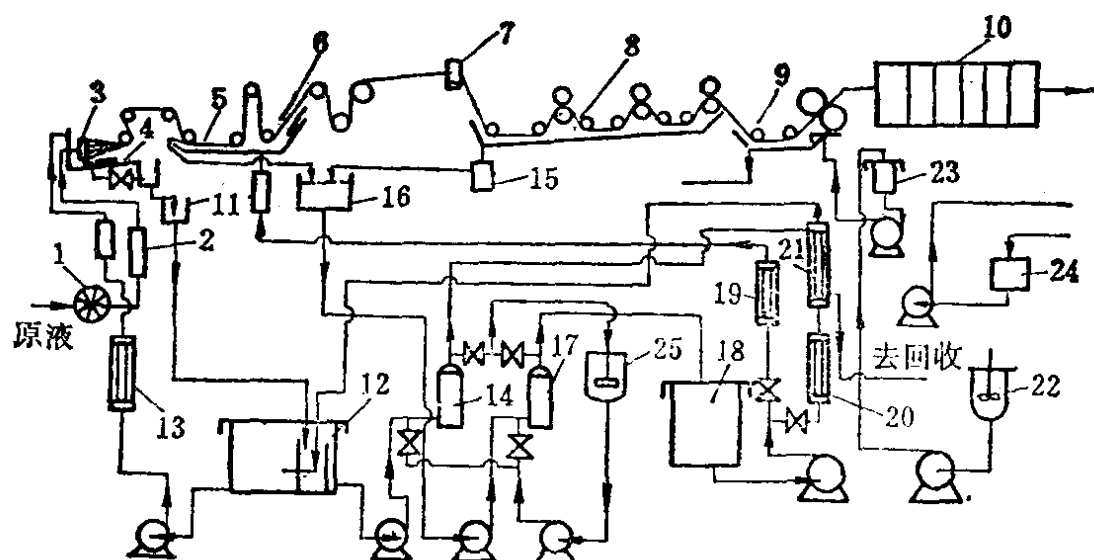


图1-2 纺丝工艺流程图

- 1—三齿轮计量泵 2—烛形过滤器 3—喷丝头 4—凝固浴槽 5—预热浴槽 6—蒸气拉伸板 7—集束架
8—水洗槽 9—油浴循环槽 10—烘干机 11—凝固浴过滤槽 12—凝固浴循环槽 13—凝固浴冷却器 14—凝固浴层过滤器 15—水洗液过滤槽 16—污液槽 17—预热浴层过滤器 18—预热浴循环槽 19—预热浴加热器 20—预热浴冷却器 21—预热浴辅助冷却器 22—油浴制备槽 23—油浴贮备槽 24—抗静电剂循环槽 25—硅藻土淤浆制备槽

成形后的纤维，经卷取罗拉送进预热浴槽，在一定温度和流量下进行预拉伸，然后再经蒸气拉伸板按要求的拉伸倍数进行拉伸。

拉伸后的纤维，按一定的组合方式经过水洗机和上油

机。水洗用脱盐水在规定的温度和流量下，与纤维逆流而行，洗掉纤维上绝大部分的硫氰酸钠。水洗后的稀硫氰酸钠溶液，进入污液槽，再通过层滤器过滤和冷却降温后进入预热浴槽。凝固浴循环槽过量的高浓度浴液经过层滤器过滤，通过热交换器升温后送到溶剂回收系统。

为了改进手感和后加工的方便，水洗后的纤维需经上油处理，然后进入烘干机。烘干后的纤维，要经过缓慢转动的罗拉涂加抗静电剂，以提高纤维的后加工性能(见图1-2)。

涂有抗静电剂的纤维，连续不断地通过热定型机，在松弛状态经电热板的作用使纤维内应力消失，再经过卷曲机，进行机械卷曲，以得到不同程度的卷曲度，从而提高纤维在后加工时的抱合力。经过卷曲的纤维，通过输送带和斜槽，冷却后送到折叠间装箱(见图1-3)。装箱后的纤维，可送到切断机，按要求的长度切成短纤维，打包、称重，发送到使用厂。也可以制成毛条，送绒线厂制成腈纶毛线。

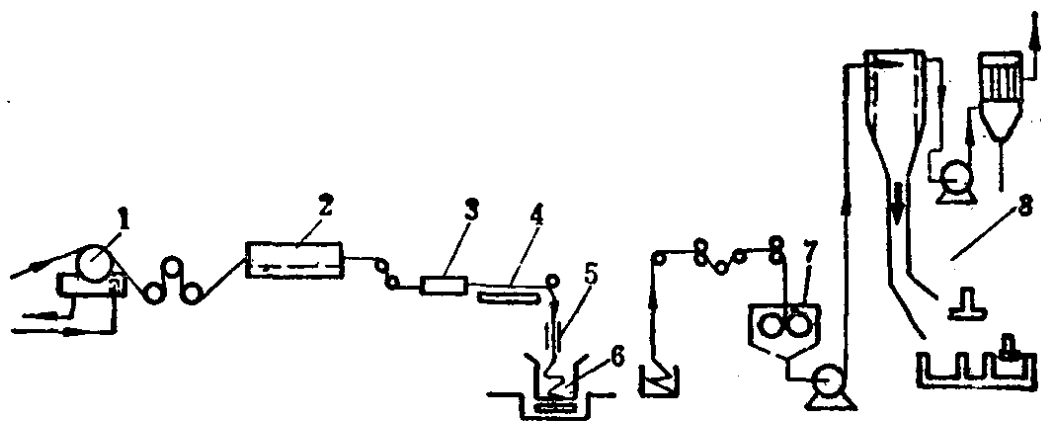


图1-3 纺丝后处理工艺流程图

- 1—抗静电剂罗拉 2—热定型机 3—卷曲机 4—纤维
输送带 5—纤维斜槽 6—纤维折叠箱 7—切断机
8—打包机

第二节 对原液的质量要求

原液的质量直接影响纺丝的工艺控制、纺前原液准备和纺丝操作，并对成品纤维的质量起决定性的作用，因此，对原液的质量须有一定的要求。

一、原液粘度

原液粘度是决定可纺性的重要条件。生产实践证明，原液粘度与脱泡、过滤压力、纺前压力、烛形过滤器压力、纤维成形管路的输送以及成品纤维的质量都有密切的关系。

原液粘度过高，管路流体阻力加大，过滤压力、纺前压力及烛形过滤器压力增高，脱泡及管路输送困难，原液的可纺性能变坏，生头困难，并且在成形时易产生断头和浆块；原液粘度过低，纤维成形的稳定性差，成品纤维的质量低劣。粘度在允许的范围内应力求稳定。

在腈纶纺丝工艺中，要求有效地控制和调节原液粘度，采用升泡法测定，一般控制在95~115秒。原液粘度低于40秒虽仍能纺制纤维，但纤维在拉伸过程中易断头，中间罗拉、拉伸罗拉因大量毛丝而绕辊，给操作带来困难，即使纺制成纤维，其物理机械性能也很差。

二、溶剂性质

硫氰酸钠水溶液的浓度及其中所含的微量杂质对溶剂的性质影响很大。溶剂的浓度不同，对聚合物的溶解能力也不同。生产实践证明，硫氰酸钠水溶液的浓度应以50~52%为宜，一般控制在51.8%。在这种状况下，原液的粘度最低，且原液在放置过程中粘度的稳定性也最好。当硫氰酸钠水溶液的浓度低于36%时，则不能溶解聚合物。

硫氰酸钠水溶液即使含微量杂质，对聚合、纺丝的顺利进行，以及成品纤维的质量都有明显的影响。如铁含量过高时，除对聚合反应有强烈的阻聚作用外，还严重地影响凝固浴液和成品纤维的色泽；硫酸根（ SO_4^{2-} ）含量过高时，生成的硫酸钠（ Na_2SO_4 ）易从原液中结晶析出，将给纺前过滤造成极大的困难。故对硫氰酸钠水溶液的纯度要求较高。

三、聚合物浓度

原液中聚合物浓度增高，原液的粘度增高，这有利于提高纤维的物理机械性能，可得到芯层结构密实的纤维，其皮层与芯层间的差异也有所减少，并有利于提高设备的利用率。但随着原液粘度的增高，原液的均匀性变差，过高的粘度不但影响纺前过滤，而且使可纺性变坏，给生产操作带来困难。

原液中聚合物浓度过低，纤维的物理机械性能变差，纤维难以凝固成形，初生纤维强度差，经不起拉伸，给纺丝操作带来极度困难，并降低设备的利用率。原液中聚合物浓度低于9%时，无法纺制成纤维。在以硫氰酸钠为溶剂的腈纶生产中，原液中聚合物的浓度控制在13%。

四、聚合物平均分子量

原液中聚合物平均分子量增大，原液的粘度增高。在保证纤维质量的前提下，聚合物平均分子量一般不宜太高，否则会影响原液的输送、过滤，且纤维在成形过程中亦发生困难。但原液中聚合物平均分子量过低，也会使纤维的物理机械性能下降，若平均分子量低于30000，初生纤维的拉伸性能很差，成品纤维的质量明显下降，不能加工成织物，没有实用价值。同时，分子量的分布也不能太宽。聚合物分子量要求控制在60000~80000。原液中聚合物平均分子量是通过测定

原液的特性粘数^①来衡量的，通常要求原液的特性粘数控制在1.47~1.51。

五、聚合物分子量的分散性和支化度

原液中聚合物平均分子量虽然控制在要求的范围内，但其分子量分布越宽，则共聚体中低分子部分的含量就越多，称为平均分子量的分散性越大，这会使聚合物玻璃化温度降低，软化状态塑性增大，同时低分子量共聚物还不利于纤维中有序区的形成。因此分子量的分散性越大，纤维的强度就越差。

在聚合物中除了线型大分子外，还含有部分支链型大分子，称为支化度。支链的存在削弱了大分子间的作用力，妨碍了有序区的形成，从而影响纤维的物理机械性能。因此要求原液中聚合物分子量的分散性和支化度越小越好。

六、原液温度

原液温度对原液粘度有明显的影响，随着原液温度的升高，粘度急剧下降。一般来说，原液温度每上升1℃，其升泡粘度就下降4秒。因此应控制原液的温度，以保持原液粘度的均匀，要求纺前原液的温度控制在25~35℃。

七、原液的白度

原液的白度直接影响成品纤维的色泽。白度差的纤维，染色后色光不鲜艳，特别在染浅色织物时色泽暗淡，故不适合作纯白织物。

原液的白度受溶剂色泽、聚合时的转化率、原液pH值以及引发剂和还原剂用量等因素的影响，因此应有效地改善原液的白度。

①特性粘数表示单个高分子对溶液粘度的贡献，其数值不随浓度的改变而改变，常用它来表示高聚物溶液的粘度。

纤维的白度，一般用纤维的折射率来衡量，要求控制在0.12以下。

八、原液的杂质含量

原液的杂质主要是指原液中的不溶物及硫酸钠，要求含量越少越好，以利于原液的输送、过滤和纤维成形。如果原液中杂质含量较高，原液难以输送和过滤，可纺性变差，生产不容易控制。原液中杂质含量，通常用阻塞系数K值来衡量。

阻塞系数K值的测定方法如下：原液在1.4公斤/厘米²恒压下；从阻塞系数测定仪内压出，先压出少量原液，待流出的液流稳定后开始测定。

用两个已知重量的烧杯交替地接受原液，一般每流出10分钟称量一次，计量六次即可。记下下列数据：

累计过滤时间t (分)	累计过滤量W (克)	t/W (分/克)
t ₁	W ₁	t ₁ /W ₁
t ₂	W ₂	t ₂ /W ₂
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
t ₆	W ₆	t ₆ /W ₆

阻塞系数K可按下式计算：

$$K = \frac{t_6/W_6 - t_1/W_1}{t_6 - t_1} \times 10^4$$

当原液杂质含量增高时，原液的阻塞系数增大，正常情况下，阻塞系数应在30以下。硫酸钠的含量应严格控制在0.08%以下，因硫酸钠含量在0.2%以上时，不能维持正常生产。生产实践证明，杂质和硫酸钠的含量不但要低，而且要求稳定。

九、原液中的气泡含量

要求纺丝原液不含有气泡，但在生产过程中，要获得绝对没有气泡的原液极为困难。故将原液在25毫米汞柱的绝对压力下进行脱泡。

原液中气泡含量的测定方法是，用直径为10厘米的圆形玻璃片，在压滤机的出口处取原液样，用另一块同样大小的玻璃片压在上面，检查原液中的气泡数，直径为0.03毫米以下的小气泡为2~4个者合格。因要将原液中气泡绝对脱干净极为困难，脱泡过于剧烈时，会把原液中的大量水分脱掉，使原液粘度升高。故在保持原液粘度一定的前提下，使原液中的气泡越少越好。

十、原液中残余单体含量

在聚合工艺中，没有转化的单体虽经脱单体，但仍有一些单体残留在原液中。这些残余的单体在原液贮存和输送过程中，会继续反应，使原液的粘度增高，稳定性降低；另外，少量单体还会逸出，既恶化纺丝环境，又增加单体的消耗量。一般残余单体的含量应控制在0.3%以下。

第二章 纺前原液准备

为了使聚合后的原液具有良好的可纺性及消除纤维的光泽，纺前原液需经过混合、脱泡、消光、调温和过滤等准备工作，然后送到纺丝工序。纺丝所需的凝固浴、预热浴、洗涤水、油剂以及抗静电剂等，也应在纺前准备好。

第一节 原液混合

一、原液的混合

因连续聚合反应制得的原液，存在着差异，聚合物分子量不太均匀，因此聚合后的原液要在一个150米³的混合槽内充分混合。一方面使原液经过充分混合后达到质量均匀；另一方面可贮存原液，在聚合与纺丝之间起缓冲作用，不会因某一工序的短时间停车而影响整个生产。

二、原液混合槽

原液混合槽材质采用钢衬胶。槽内有七块垂直挡板，把整个混合槽分成八个部分，使原液流动方向改变，以达到充分混合的目的（见图2-1）。混合槽的两侧有七台曲杆泵同时抽出原液，汇合到总管中，再经管道混合器进一步混合后，一股送到脱泡塔加料泵入口，另一股与聚合后的新鲜原液混合回到混合槽内。原液沿倾斜板流入混合槽，目的是防止冲击，以尽量减少气泡的产生。

管道混合器是一种混合效果较好的装置。其结构简单，