

棉型腈纶纺纱工艺

杨铨模 王家槐 编 著
应业宏 何国富

纺织工业出版社

棉型腈纶纺纱工艺

杨铨谟 王家槐 编著
应业宏 何国富
刘荣清 审校

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书叙述用棉型腈纶纤维在普通棉纺设备上纺制腈纶针织用纱的工艺,概述腈纶纤维的特性以及品质试验和可纺性试验的方法;按照清、梳、并、粗、细、筒捻等工序详细介绍了机械设备选择,工艺参数以及提高质量的一些措施;同时概要地介绍了腈纶纤维与其他纤维混纺的工艺。

本书主要供棉纺厂工程技术人员和技术工人阅读参考。

特约编辑: 朱德震

棉型腈纶纺纱工艺

杨铃谟 王家槐 应业宏 何国富 编著

刘荣清 审校

*

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

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, 6 字数: 132千字

1987年4月 第一版第一次印刷

印数: 1—5,000 定价: 1.30元

统一书号: 15041·1536

序 言

五十年代初，聚丙烯腈纤维——腈纶进入工业生产后，由于它的染色亲和性能好，经印染后的腈纶纱、布，色泽非常鲜艳，从而使衣着装饰用品增添了新的光泽。同时，腈纶还具有轻盈松柔、耐晒防霉、不受虫蛀等特点，因此日益成为消费者欢迎的商品。全世界腈纶的年产量，从五十年代初期的0.3万吨上升到八十年代初期的208万吨，而且在品种上出现了毛型纤维、棉型纤维、变性纤维、复合纤维等许多种类。其发展趋势，在合成纤维中仅次于涤纶，列居第二位。

我国从六十年代初期起，即在部分工厂开始了腈纶纤维，腈纶毛纱、线、布和腈纶棉纱、线、布的批量生产。起步并不算晚，但发展速度不快。除了腈纶工业的发展尚需加速以外，更重要的是服装用与装饰用纺织产品的发展也要加快步伐。因此，对腈纶的纺织生产技术、工艺理论和实践的探讨，显得更为迫切和重要。

二十多年来，我国在腈纶纺织品生产技术工艺方面，积累了不少经验，有些实践认识已上升到理论。总结这方面的经验并编著成册，是有利于进一步推动全国腈纶产品的生产和发展的。经过王家槐、应业宏、何国富以及本人等近二年来的努力，终于完成了《棉型腈纶纺纱工艺》一书的编著工作。本书共分五章，包括绪论；棉型腈纶纤维性能及其试验方法；纺纱工艺技术；棉型腈纶纤维的混纺工艺；腈纶纱的质量要求等。它是目前腈纶纺织生产方面的第一本书，由于编著者的知识局限性，疏漏谬误之处在所难免，希望能起到

抛砖引玉的作用，请读者批评指正。

杨铨 撰

一九八五年七月

封面设计：周云杰

棉
型
睛
纶
纺
纱
工
艺

科技新书目：142 — 150

统一书号：15041•1536

定 价： 1.30 元

目 录

第一章 绪论	(1)
一、腈纶纤维的组成及其性质.....	(1)
二、腈纶纤维的生产方法及其分类.....	(2)
三、腈纶纤维的发展概况.....	(7)
第二章 棉型腈纶纤维	(9)
第一节 腈纶纤维的分子结构和物理、化学性能...	(9)
一、纤维的分子结构及特性.....	(9)
二、纤维的物理、化学性能.....	(9)
第二节 棉型腈纶的品质检验及可纺性试验.....	(26)
一、品质检验.....	(26)
二、纤维染色性能试验.....	(33)
三、纤维可纺性能试验.....	(36)
第三节 棉型腈纶纤维分等标准.....	(39)
第三章 棉型腈纶纺纱工艺	(41)
第一节 原料选择.....	(41)
一、纤维纤度、长度与可纺号数的关系.....	(41)
二、纤维的上色率.....	(42)
三、纤维的可纺性能.....	(43)
四、圆花、再用棉的使用.....	(43)
第二节 混棉.....	(44)
一、混棉前的准备.....	(44)
二、混棉要点.....	(45)
第三节 开清棉工艺.....	(45)
一、目的.....	(45)

二、工艺原则.....	(45)
三、工艺流程.....	(45)
四、工艺、设备改造要点.....	(46)
五、气流配棉和清钢联.....	(56)
六、排除金属杂物的措施.....	(58)
七、腈纶卷质量控制参考指标.....	(60)
第四节 梳棉工艺.....	(60)
一、降低落棉率.....	(60)
二、梳理元件选择.....	(61)
三、梳理速度配置.....	(65)
四、梳理隔距配置.....	(65)
五、有关通道要求.....	(65)
六、圈条成形改进.....	(67)
七、其他技术措施.....	(68)
八、梳棉工艺设计实例.....	(77)
九、生条质量控制参考指标.....	(77)
第五节 并条工艺.....	(77)
一、设备选择.....	(78)
二、工艺道数.....	(79)
三、牵伸型式.....	(81)
四、隔距配置.....	(82)
五、加压.....	(83)
六、并合数.....	(84)
七、总牵伸倍数.....	(85)
八、牵伸分配.....	(85)
九、后张力牵伸.....	(86)
十、前张力牵伸.....	(89)

十一、定量	(90)
十二、前罗拉线速度	(90)
十三、牵伸集棉部件	(91)
十四、清洁装置	(92)
十五、圈条成形	(93)
十六、其他机械工艺改进	(94)
十七、并条工艺设计实例	(98)
十八、熟条质量控制参考指标	(98)
第六节 粗纱工艺	(98)
一、设备选择	(98)
二、牵伸型式	(99)
三、工艺配置	(104)
四、设备使用维护要点	(108)
五、几项技术改进措施	(109)
六、粗纱工艺设计实例	(117)
七、粗纱质量控制参考指标	(117)
第七节 细纱工艺	(117)
一、牵伸型式	(117)
二、工艺参数	(118)
三、皮辊、皮圈	(121)
四、钢领、钢丝圈	(123)
第八节 络纱、摇纱工艺	(126)
一、络纱工艺	(126)
二、摇纱工艺	(128)
第九节 温湿度管理	(129)
第四章 棉型腈纶纤维混纺工艺	(132)
第一节 腈纶与棉的混纺	(132)

一、混用比例.....	(132)
二、混棉方法.....	(132)
三、纺纱工艺.....	(133)
第二节 腈纶与涤纶的混纺.....	(134)
一、混棉方法.....	(134)
二、工艺设计.....	(134)
第三节 腈纶与麻的混纺.....	(134)
一、混纺方法.....	(135)
二、工艺设计.....	(135)
第四节 腈纶有色纤维纯纺与混纺.....	(135)
一、原料选择.....	(135)
二、纺纱工艺实例.....	(136)
第五章 腈纶纱质量要求、考核标准.....	(139)
第一节 半制品质量要求.....	(139)
第二节 产品质量考核标准.....	(139)
一、棉型腈纶针织用纱考核标准.....	(139)
二、腈/棉混纺产品考核标准.....	(139)
三、企业内部附加考核标准.....	(143)
附录.....	(143)
一、棉型腈纶针织用纱各项生产技术水平.....	(143)
二、全国纯腈纶针织纱生产资料.....	(150)
三、生产棉型腈纶针织用纱主要工艺设计.....	(158)

第一章 绪 论

一、腈纶纤维的组成及其性质

(一) 腈纶纤维的组成

腈纶是合成纤维中的一个品种，学名为聚丙烯腈纤维，商品名腈纶。它是以丙烯腈($\text{CH}_2=\text{CHCN}$)为基本原料（即第一单体），聚合成高聚物——聚丙烯腈，然后再经过抽丝纺制成纤维。

用纯丙烯腈制成的纤维，质脆、手感差，不易染色。所以，还必须以少量的其它单体作为性能改良剂，以便与丙烯腈共聚。由此纺制成的纤维，可降低聚丙烯腈大分子结构的紧密性，从而使性能得到较大的改善，特别是提高它的染色性、手感和弹性等。

用作与丙烯腈共聚的第二单体的含量一般为3~12%，目前使用最多的是丙烯酸甲酯，其次是醋酸乙烯、甲基丙烯酸甲酯等。其作用是用来改善纤维的凝固成型过程，使分子之间距离拉开，从而使纤维柔软、膨松，手感舒适。第三单体的含量一般为1~3%，主要有乙烯苯磺酸盐、乙烯磺酸盐、丙烯磺酸盐和甲基丙烯磺酸盐等。用以使聚丙烯腈大分子中，增加一些对染料分子有亲和力的基团，从而赋予对染料的亲和力，以改善纤维的染色性能。上海石化总厂腈纶厂生产的腈纶纤维，是以丙烯酸甲酯为第二单体，甲基丙烯磺酸盐为第三单体组成。

(二) 腈纶纤维的性质

腈纶纤维与羊毛极为相似，故又称“人造羊毛”。它不但具有酷似羊毛的卷曲、柔软、膨松等特性，而且具有其他合成纤维的一些特性。可以归纳为以下几点：

1. 轻盈、松柔、暖和 腈纶纤维的比重为1.14~1.17，比羊毛轻。因为具有膨松性，故同体积织物的重量更为轻盈。保暖性及弹性均比羊毛优越。

2. 强力高于羊毛，织物易洗快干，折纹不易消失 腈纶纤维的强度虽比其他合成纤维差，但比羊毛要高1~2.5倍，它的弹性模数高（仅次于聚酯纤维，比聚酰胺纤维高约2倍）。因此在适当的温度下熨烫之后，折纹就不易消失。回潮率一般在1~2%（公定回潮率2%）。污物不易侵入纤维，所以易洗快干。无论纯纺或混纺的交织物，均有不易起皱的特性。

3. 耐光、耐气候性好 腈纶纤维的耐光性与耐气候性，除了含氟纤维之外，是所有天然纤维与化学纤维中最好的一种。实验证明，将腈纶在室外暴晒一年，其纤维强度仅降低20%。因此，腈纶最适宜用作室外织物，如运动衣、窗帘、帐幕、旗帜之类。

4. 不受虫蛀、不发霉、化学稳定性高 腈纶纤维不会有如羊毛的被虫蛀及雨季潮湿而发生霉变之虞。因此，保存方便，不需放置樟脑丸等防蛀品。腈纶抗化学药品性能好，尤其在用酸、氧化剂或者有机溶剂处理时，极为稳定，但耐碱性稍差。

5. 染色容易，色泽鲜艳 腈纶纤维与其它合成纤维比，染色简单而且不易褪色，所染色泽鲜艳耐久。

二、腈纶纤维的生产方法及其分类

（一）腈纶纤维的生产方法

丙烯腈的聚合或丙烯腈与其它单体的共同聚合，有多种

不同的方法，如乳液聚合、悬浮聚合以及溶液聚合等。溶液聚合又分均相溶液聚合和非均相溶液聚合。这些方法的主要优点是聚合反应易于控制。悬浮聚合和非均相聚合所得聚合物，呈固状析出，易于分离。这些方法在工业上都得到广泛应用。均相溶液聚合不以水为介质，而在溶解聚丙烯腈的溶剂中进行，形成的聚合物并不沉淀析出，而是溶解于溶剂中，成为一种粘稠的溶液（原液），用来直接纺丝，可省去用水作介质时聚合物的分离、洗涤、干燥、粉碎以及溶解等一系列工序，从而简化了工艺流程。

聚丙烯腈的纺丝，只能采用溶液纺丝法。因为聚丙烯腈在加热的条件下，既不软化又不熔融，仅在 $280\sim 300^{\circ}\text{C}$ 时才进行分解，故不能采用熔融纺丝法。配用的溶剂有：二甲基甲酰胺、二甲基乙酰胺、二甲基亚砷、硫氰酸钠、氯化锌、硝酸等。纺丝方法有干法与湿法二种。一般是将干燥的聚丙烯腈树脂溶解于二甲基甲酰胺溶剂中，配成的纺丝原液再进行湿法或干法纺丝。干法纺丝，一般仅适用于易挥发的有机溶剂的聚丙烯腈纺丝液，用于纺制长丝，生产效率较低；目前大都采用湿法纺丝。近年来，倾向于在同一溶剂中进行连续聚合直接纺丝。生产工艺连续化、自动化，流程短，投资少，成本低。上海石化总厂腈纶厂就采用这种工艺路线。干法纺丝在国际上有美国杜邦和联邦德国巴尔两大公司在应用，纤维截面有如鞋底形状。

国外普通使用的间接（二步法）纺丝工艺流程，如图1-1所示。

我国目前采用的直接（一步法）纺丝工艺流程，如图1-2所示。

在后处理卷曲工艺上，有湿卷曲与干卷曲两种。湿卷曲

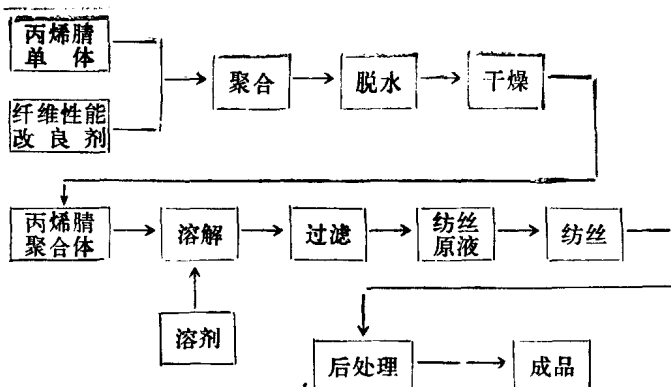


图1-1 二步法纺纱工艺流程

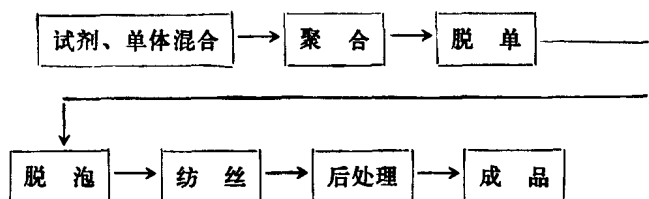


图1-2 一步法纺纱工艺流程

是纤维束未经烘干就进行卷曲；干卷曲则在纤维束烘干后，在热蒸汽下进行卷曲。金山棉型腈纶短纤为干卷曲工艺。

(二) 腈纶纤维的分类

腈纶纤维总的可以分为下列两大类：

1. 聚丙烯腈系纤维(Polyacrylic) 由85%以上的丙烯腈组成的纤维，以少量的其他单体作为性能改良剂与丙烯腈共聚，以改进纤维的染色、耐热、膨松与回弹性能。

2. 变性聚丙烯腈纤维(Modacrylic) 由35~85%的丙烯腈与其他高分子聚合物混在一起纺丝。如氯乙烯与丙烯腈共聚物纤维(含丙烯腈40~45%，氯乙烯55~60%)，具有两

种不同聚合物的性能优点。此外还有一种聚丙烯腈复合纤维 (Conjugate)，是使用两种不同的丙烯腈共聚溶液，从双入口的喷丝头同时喷出，制成密结在一起的组合纤维。这种纤维具有两种不同的丙烯腈共聚体的性能特点，而且可以与其它纤维混纺。

腈纶纤维从纺纱加工要求来分，又可分为两大类。一类是短纤，另一类是长丝束。

腈纶短纤维又可分为棉型纤维、中长型纤维和毛型纤维三种。

棉型纤维，长度为35~40mm，纤度为0.167~0.278tex (1.5~2.5旦)，供在普通棉纺设备上生产用。

中长型纤维，长度51~76mm，纤度0.222~0.333tex (2.0~3.0旦)，供在改进的棉纺设备上生产用。

毛型纤维，长度从61~175mm，粗度0.333~1.000tex (3~9旦)，供在毛纺设备上生产用，其中包括长丝束的牵切纤维。

目前国外棉型纤维应用气流纺的产品也很多，纤维长度一般为35~51mm，粗度0.167~0.333tex (1.5~3.0旦)。

由于腈纶仿毛产品愈来愈多，各种特殊性能规格的纤维丝应运而生。如在光泽上区分为：

有光泽纤维 (代号B)；无光泽纤维 (代号D)；半无光纤维 (代号SD)；超光泽纤维 (代号H)。

收缩型纤维 (SHRINKABLE TYPE) 按收缩率大小一般分为：

低收缩率纤维，收缩率4~14%；中收缩率纤维，收缩率18~24%；高收缩率纤维，收缩率25~30%；超收缩率纤维，收缩率35~40%。

收缩型纤维如为短纤，一般长度为38~76mm，纤度为0.222~0.333tex (2.0~3.0旦)，牵切纤维纤度0.333~0.556tex (3~5旦)，长度76~140mm。

其他特种腈纶纤维，如阻燃型腈纶纤维，在原液中混入各种阻燃剂或把阻燃剂共聚在成纤高分子上，然后再按常规纺丝而成。这种腈纶纤维种类很多，如英国考陶尔的“泰克伦”，日本钟纺的“卢福奈”，旭化成的“克什米伦”-A-83，爱克斯纶的W₁、W₂等。美国塞拉尼斯公司的Celiox是以聚丙烯腈纤维进行部分氧化制取而成。性能上既有腈纶的强度特性，又有碳纤维的阻燃性能，并可与其他各种纤维混纺。

酸性染料可染性纤维，可以用酸性染料染色。如将这种纤维与正规阳离子染色纤维混纺，或各自纯纺后交织，采用一浴法染色，可获得异色或留白的效应。

高吸湿腈纶纤维，是一种微孔的腈纶纤维，可以大量吸收水分。日本Exlan公司生产的K626型，可以吸收纤维本身重量50倍的水分，一般用于尿布及医疗用品。

异形截面腈纶纤维 (Non-Round Cross Section)，腈纶纤维的横截面一般为圆形，最近发展有各种异形截面，如杏仁形 (Almond Cross Section)，双圆形 (Twin-Circle Cross Section)，三角形、马蹄形等等。

其他尚有抗菌性腈纶纤维，在共聚体内混入一种抗菌剂。还有抗静电、抗起球等腈纶纤维。

腈纶有色纤维国外已在大量发展。腈纶有色纤维分原液染色与丝束染色两种，英国考陶尔公司的丝束有色纤维，已占该公司生产量的60%。上海金山腈纶厂及上海化纤二厂也在试制丝束染色的有色纤维。应用有色纤维与正规纤维混纺，可以简化后道染整工艺，大量节约颜料、燃料。

三、腈纶纤维的发展概况

由丙烯腈合成为聚丙烯腈，早在一九二九年就已试验成功，因未找到合适的溶剂来制造纺丝液，故无法纺制加工。又因为聚丙烯腈未到熔融温度已先行分解，因而又不能采用熔融法纺丝。到一九四二年，人们找到了用二甲基甲酰胺为溶剂，才推动了腈纶纤维工业的发展。一九五〇年，美国首先实现了腈纶纤维工业化生产，出现了x-51，x-54克列斯纶。一九五六年，日本正式定名为Exlan。但是，当时这种纤维尚有很多课题需要解决，发展尚不十分迅速，只是在六十年代后期才得到飞跃发展。

一九五〇年时，世界腈纶产量仅为0.3万吨，到一九六九年，上升到85万吨，占合成纤维的第三位，仅次于锦纶与涤纶。七十年代后，美国、日本、西欧、东欧、拉美、中东远东等许多国家，都在生产腈纶纤维，到一九八〇年，世界产量已达208万吨，而且发展到变性复合纤维，可广泛替代羊毛产品，并出现了特殊规格性能的变性纤维，如酸性染料可染性纤维(Acid Dyeable)、阻燃纤维(Fire-Retardent)、高吸湿纤维(Water-Absorbent)等，用途更为广泛。

世界合纤产量发展及预测，如表1-1所示。

从表1-1看，腈纶的发展趋势大于锦纶，特别是在西欧、日本，预测到1990年的产量将超过锦纶，占合纤第二位。

我国在1958年，由上海合成纤维研究所的前身——合成纤维实验工厂，用二甲基甲酰胺为溶剂开始生产腈纶纤维，年产500吨；1964年兰州化纤厂引进了英国考陶尔设备，建成了年产8000吨规模的生产厂；其后上海化纤二厂、大庆、山东淄博、辽宁抚顺、山西榆次、广东茂名等中小型腈纶纤维厂陆续投产，到1976年我国第一个大型国产装置的腈纶化纤