

〔苏联〕 A. Б. 帕克什维尔 主编

吴 震 世 何 联 华 译

方 佩 颖 校

化学纤维性能 和加工特点

上 册

纺织工业出版社

化学纤维性能和加工特点

上 册

〔苏联〕 A.Б. 帕克什维尔 主编

吴 震 世 何 联 华 译

方 佩 颖 校

纺织工业出版社

化学纤维性能和加工特点

上册

〔苏联〕 A. B. 帕克什维尔, 主编

吴震世 何联华 译

方佩颖 校

★

纺织工业出版社出版

(北京阜成路3号)

北京印刷二厂印刷

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: 11 12/32 字数: 251千字

1981年4月 第一版第一次印刷

印数: 1—8000 定价: 1.20 元

统一书号: 15041·1084

内 容 提 要

本书译自苏联一九七五年出版的俄文本，全书共五篇。第一、二篇由A.Б.帕克什维尔编写，第三篇由B. H. 麦利尼科夫编写，第四篇由B.A.乌先科编写，第五篇由A.H.索洛维也夫、Г. H.库金编写，全书由A.Б.帕克什维尔主编。译本分上下两册出版，上册包括第一～三篇，下册包括第四、五篇。

本书主要根据大量文献和资料编写而成。第一篇阐述化学纤维纺织加工性能，包括摩擦性能、静电性能的理论分析，以及使用纺织助剂改进各类化学纤维性能的机理和工艺。第二篇阐述化学纤维热和湿处理的机理，经热和湿处理后纤维性能的变化，纤维变形处理的机理和工艺，以及各类化学纤维的热处理特点。第三篇阐述化学纤维的一般染色机理，各类化学纤维用各种染料的染色机理和工艺，以及新型染色方法（高温染色和有机溶剂染色）。

本书可供化纤、纺织、染整专业的科学研究人员、工程技术人员和化纤、纺织院校师生阅读。

原 序

《化学纤维性能和加工特点》专题论文集是有关化学纤维丛书的第三分册。与化学纤维丛书的第二分册（只阐述化学纤维中的一类——碳链纤维）不同，本分册讨论的是各类化学纤维以及它们的一般特征。

事实上，对于所有化学纤维来说，其物理机械和变形性能，柔软处理、给油、热处理和湿处理的规律性，染色的特点，重新卷绕，加捻，变形处理以及针织品和机织品的制备等等，不管其起始成纤聚合物以及化纤和长丝的成形条件如何，都有它们的特点。

同时，各类纤维（人造纤维或合成纤维）均有其独特的性质，需要详细探讨适合于该类纤维材料的共同规律。这种状况确定了本书采取的叙述原则。

本书的特点是阐述人造纤维、合成纤维及其长丝由络筒、纺纱直到针织和机织纺织加工的各个阶段。这是由于近来化学纤维企业采用了很多特殊的纺织工序，而化学工艺师熟悉络筒、加捻、变形、整经、上浆等过程就显得十分必要。但是，由于篇幅所限，只能简单地介绍一下化学纤维和长丝纺织加工的各个阶段。

据作者所知，本专题论文集向读者推荐的大部分材料，

1972/10

在国内外文献中尚未公开发表。

作者深知，本专题论文集难免存在缺点，因此恳切希望广大读者给以批评指正。

作 者

注：本专题论文集不探讨帘子布和橡胶工业品所用的工业长丝的加工，因为这些问题在参考文献中已有详细阐述。

目 录

第一篇 改进化学纤维纺织加工性能的方法	(1)
第一章 化学纤维及长丝的摩擦性能和利用纺织助剂调节摩擦性能	(4)
第一节 纤维材料摩擦的一般规律.....	(4)
第二节 纺织助剂和化学纤维相互作用的机理...	(16)
第三节 纺织助剂对化学纤维和长丝的物理机械性能的影响.....	(24)
第四节 纺织和工业用长丝的摩擦性能及其对后加工的影响.....	(31)
第五节 用纺织助剂处理短纤维的特点.....	(40)
第二章 用于纺织加工的化学纤维和长丝的纺织助剂及其混合物的应用	(49)
第一节 纺织助剂的种类.....	(49)
一、表面活性剂.....	(50)
二、乳化剂和润湿剂.....	(54)
三、上浆剂和柔软剂.....	(56)
第二节 纺织助剂及其复合物的物理化学和工艺性能.....	(58)
第三章 化学纤维的带电及其消除	(64)
第一节 减少化学纤维和长丝的带电.....	(66)
第二节 减少化学纤维及其纺织品带电的抗静电剂.....	(74)
第四章 应用纺织助剂处理化学纤维	(79)

第一节	粘胶纤维	(79)
第二节	醋酯纤维	(93)
第三节	聚酰胺纤维	(96)
第四节	疏水性合成纤维 (聚酯纤维、聚丙烯腈纤维、聚氯乙烯纤维、聚丙烯纤维)	(104)
一、	聚酯纤维的处理	(106)
二、	聚丙烯腈纤维的处理	(106)
三、	聚氯乙烯纤维的处理	(107)
四、	聚丙烯纤维的处理	(107)
	参考文献	(109)
第二篇	化学纤维的热处理和湿处理	(114)
第五章	化学纤维在热处理过程中塑化和膨化时的结构变化	(118)
第一节	分子结构的松散 (纤维处理的第一阶段)	(119)
第二节	新结构的形成 (纤维处理的第二阶段)	(125)
第三节	新形成结构的固化 (纤维处理的第三阶段)	(132)
第四节	化学纤维热处理或热增塑处理时结构变化的一般规律及其测定方法	(133)
第六章	化学纤维在热处理或热增塑处理时物理机械性能的变化	(141)
第一节	一次或多次负荷的变形性能	(141)
第二节	吸附和扩散性能	(144)
第三节	化学纤维的尺寸稳定性	(146)
第七章	化学纤维的烘燥	(149)

第一节	化学纤维烘燥时的脱水机理·····	(149)
第二节	化学纤维的各种烘燥方法·····	(154)
第八章	化学纤维获得新性能的处理方法·····	(158)
第一节	化学纤维的卷曲处理·····	(160)
第二节	化学纤维的收缩性能·····	(161)
第三节	化学纤维纱和长丝的膨体性能·····	(163)
第九章	化学纤维的热定型·····	(166)
第一节	化学纤维热和热增塑定型的机理·····	(166)
第二节	化学纤维定型程度及其评价方法·····	(171)
第十章	各种化学纤维热处理的特点·····	(175)
第一节	水化纤维素纤维·····	(175)
第二节	聚乙烯醇纤维·····	(178)
第三节	醋酯纤维·····	(180)
第四节	聚酰胺纤维·····	(184)
第五节	聚酯纤维·····	(190)
第六节	聚丙烯腈纤维·····	(196)
第七节	聚丙烯纤维、聚氯乙烯纤维和其它热塑 性纤维·····	(201)
参考文献·····		(206)
第三篇	化学纤维的染色·····	(212)
第十一章	纺织材料染色过程的物理化学原理·····	(212)
第一节	染料从溶液过渡到纤维表面·····	(212)
第二节	纤维吸附染料·····	(215)
第三节	染料向纤维内部扩散及其在测定染色过 程总速度时的作用·····	(222)
第十二章	化学纤维采用各类染料染色·····	(234)
第一节	水化纤维素纤维染色·····	(234)

一、直接染料染色	(236)
二、还原染料染色	(240)
三、硫化染料染色	(244)
四、活性染料染色	(245)
五、使颜料在纤维上合成的染色方法	(252)
第二节 醋酯纤维染色	(256)
第三节 聚酰胺纤维染色	(263)
一、酸性染料和分散性染料染色	(263)
二、直接染料、还原染料和直接在纤维上形成染料的染色	(279)
第四节 聚酯纤维染色	(287)
一、分散性染料染色	(288)
二、还原染料和在纤维上形成染料的染色	(294)
第五节 聚丙烯腈纤维染色	(298)
一、阳离子染料染色	(300)
二、分散性染料染色	(311)
三、阴离子染料染色	(312)
第六节 聚烯烃纤维染色	(314)
第七节 聚氯乙烯纤维染色	(319)
第八节 聚乙烯醇纤维染色	(321)
第十三章 强化染色过程的途径和方法	(324)
第一节 温度的活化过程	(325)
第二节 使用有机溶剂和其它助剂	(334)
第三节 应用乳粒积并方式染色	(347)
参考文献	(350)

第一篇 改进化学纤维纺织 加工性能的方法

众所周知，化学纤维经成形、除杂和烘燥以后，并不适合于进一步的纺织加工。还必须用表面活性剂、乳化剂、抗静电剂、上浆剂以及其它纺织助剂来处理，在某些情况下要进行热处理（见第二篇），加捻并络成便于运输和在纺织工业中应用的卷装（见第四篇）。

化学纤维必须用纺织助剂处理，因为成形和烘燥的工艺条件不同，使单纤维或长丝形成粗糙或平滑的表面。此外，成纤高聚物的极性和亲水性也影响单纤维和长丝表面静电荷的积聚。

由于化学纤维表面粗糙和带静电，因此使长丝在加捻、络筒、整经、针织、编织、机织和其它纺织机械上难于加工，在纺短纤维纱时也难于成条、牵伸及纺纱。化学纤维过分平滑和溜滑将使长丝从卷装上滑落下来，使短纤维难于成条并降低纱线强力。

因此，长丝中纤维相互之间，或长丝和其它纤维的接触，或者和具有摩擦特性的导丝部件硬表面接触所产生的摩擦，将对纤维加工为成品的整个过程发生严重的影响。

通常质量较差的短纤维或带有毛丝的长丝用纺织助剂处

理恰当时，纺织加工就容易，但是高质量的纤维和长丝，如果用纺织助剂处理不当，就难于加工。

化学纤维的摩擦性能对纺织和工业用长丝的物理机械性能，例如抗拉伸和抗剪弹性模数、刚度、磨损和多次折曲强度等有一定的影响。上述性能有赖于用纺织助剂处理纤维和长丝的情况。

遗憾的是由于对纤维和长丝的表面摩擦（纺织工程中的摩擦）研究不够，还不能提出不同阶段纺织加工中最适宜的摩擦系数。

现在仅知道，增加摩擦将使纤维和长丝在整个加工阶段中的张力大为提高，并可能造成纱线断头和过分拉紧，致使成品质量恶化。

纤维之间或长丝之间的摩擦，以及纤维和长丝同硬表面相接触时的摩擦，随着相互作用面积（接触角）、压力以及纤维材料的塑性的增加而加大；纤维和长丝的起电性和运动速度的加大可使摩擦增加。

摩擦取决于所用纺织助剂或其混合物（复合物）的化学组成、纯度以及纤维和周围环境的温度和湿度。纺织助剂在纤维和长丝表面的浓度和在长度方向的均匀度具有十分重要的意义。

所有上述因素，以及粗细不匀的纤维、拉断的纤维（毛丝）和外观疵点（瘤节、胶块），对纤维和长丝的摩擦性能都很大的影响，使纤维和长丝运动时的张力剧裂波动。这也导致长丝或纤维断裂（形成毛丝），使短纤维在梳理时粘着，纺成质量低劣的粗纱或条子，或者导致长丝滑移和空转（造成成形不良或捻度不匀）以及条子脱毛等。

应当指出，在现有的纺纱加工速度的情况下，当纤维和

长丝的张力增大10~20%以上(对断裂负荷)时,纤维和长丝内便积聚了永久变形;这就会造成着色不匀(见第三篇),特别是在负荷大小变化的情况下将导致光泽、粗细及收缩不匀,纤维和长丝强力下降(见第五篇)。

由于对纺织助剂同纤维相互作用的机理缺乏研究,不容易确定纺织助剂对纤维的最佳浓度和保证纺织助剂附着均匀,通常只能由实验来选定。

由于有关纺织纤维和长丝的摩擦理论的著作都是叙述性的,这就使情况复杂化。只有少数著作分析了化学纤维的加工^[1],而且也没有提出这种加工条件的具体资料。

同时,大量论著和专利涉及用纺织助剂处理化学纤维的各种配方及其合成,但这些论著和专利,都带有实验性质,没有进行总结。这些论著概述分别见于参考文献^[2~7],因此本篇主要着重于化学纤维的摩擦性能理论及调整这些性能的方法,纤维和长丝纺织加工前纺织助剂的应用,化学纤维带电及其消除方法,各类化学纤维和长丝的加工特点。

第一章 化学纤维及长丝的摩擦性能和利用纺织助剂调节摩擦性能

第一节 纤维材料摩擦的一般规律

固体（包括纤维）的摩擦力可由下列公式确定：

$$F = \mu(N + N_0) \quad (1.1)$$

式中：F——摩擦力；

μ ——摩擦系数；

N——两个作用物体在运动时相互间的压力；

N_0 ——两个运动物体接触时分子之间相互作用的力。

两个固体在相互位移接触时可由于以下原因产生阻力：

1. 一个或两个运动物体表面粗糙和存在突出部分。在这种情况下，摩擦力随法向应力（压力）的增大而加大，公式为 $F = \mu N$ 。

2. 两个固体表面上活化分子基团之间的相互作用。分子间相互作用力 N_0 ，在很大程度上只有当两个摩擦面的距离接近分子或原子大小时才发生。

3. 运动物体表面上极性基团相互作用时发生静电荷。

对金属、陶器、玻璃和其它脆的或弹性固体来说，两个摩擦物体的压力在摩擦时具有重要作用。当 $N_0 \leq N$ 时，可以计算到足够近似的数值：

$$\mu' \approx \frac{F}{N} = \mu \left(1 + \frac{N_0}{N} \right) \quad (1.2)$$

式中： μ' ——计算摩擦系数。

然而，在高真空的情况下，也就是在除去吸附的单分子空气层的情况下，两个金属表面的摩擦系数将增长数倍，因此，在这种情况下 N_0 值不能忽略不计。

当纤维、长丝和其它纺织材料摩擦时，尽管纤维的粗糙度影响摩擦，但垂直的压力 N 通常是比较小的，具有重要意义的力 N_0 ，将随着成纤高聚物极性基偶极矩的加大和纤维导电性的减小而增大*。

$$N_0 = N_1 + N_2 \quad (1 \cdot 2')$$

式中： N_1 ——物理化学相互作用力；

N_2 ——静电相互作用力。

二百多年以前，欧拉提出了计算绳索摩擦的公式：

$$\frac{P_2}{P_1} = e^{\mu \alpha} \quad (1 \cdot 3)$$

$$\mu = \frac{l_n P_2 / P_1}{\alpha} \quad (1 \cdot 4)$$

式中： P_1 ——长丝在摩擦体前的张力；

P_2 ——长丝离开摩擦体的张力；

μ ——摩擦系数；

α ——长丝对摩擦体（圆柱形）的包围角（图1-1）。

这个公式还用来计算纤维、长丝、棉条、纺织材料在金属、纤维或其它硬表面上运行时张力 P_2 和 P_1 以及摩擦系数 μ 。

由公式（1·4）可以看出，当只按运动体的性能（粗糙度、塑性等）和纺织助剂处理纤维的条件求得摩擦系数，

* 本章只研究由于物理化学相互作用产生的力（ N_1 ），有关静电相互作用产生的力（ N_2 ），可见第三章。

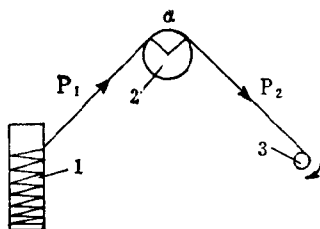


图 1-1 运动着的长丝摩擦示意图

- 1—带有长丝的卷装；
2—摩擦体；
3—卷绕装置；
 P_1 —长丝在摩擦体前的张力；
 P_2 —长丝离开摩擦体后的张力；
 α —长丝对摩擦体的包围角

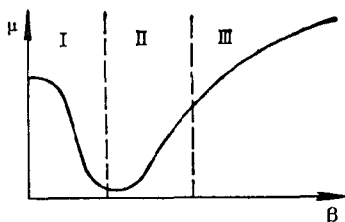


图 1-2 长丝摩擦系数和摩擦因素的理论关系(按照霍威尔)⁽³⁾

- I—界面层的形成；
II—流程的过渡状况；
III—流程的流体动力学状况

以及当周围环境的温度和湿度恒定时，长丝张力 P_2 随包围角 α 和进入摩擦体表面的长丝张力 P_1 的增大而加大。

从实际考虑，希望张力 P_1 尽可能地小并保持不变，因为随着张力 P_1 的增大，卷绕在卷装上的纱线滑脱的危险性就增长。

此外，随着张力 P_2 的加大，长丝出现伸长，当 P_2 达到强力 P_P 时，甚至会发生断裂的危险*。为此，必须力求减小长丝同硬表面相接触时的摩擦系数 μ 。其中必须将长丝或纤维同纤维的摩擦和同导纱器（金属、陶器、玻璃）的摩擦区别开。

当长丝从卷装上退绕（见图1-1）以及短纤维梳理、成条和纺纱时，长丝或纤维对纤维的摩擦具有一定的意义。纤维和长丝对金属或其它材料导丝器的摩擦会影响纺织过程的进

* 这里（和以后）强力是指给定速度下拉伸时的极限强力。

行，在加捻、络筒或整经时形成毛丝或断头。

纤维对金属或陶器的摩擦系数，可能大于或小于对纤维的摩擦系数，这取决于两物体间产生的相互作用力〔见公式（1·1）和（1·2）中 $N_0 = N_1 + N_2$ 〕，因此在加工纺织纤维时，必须知道这两个值。

长丝和纤维的摩擦可以随以下一些因素而有很大变化：纤维表面上纺织助剂的浓度、粘度、温度、运动速度和带电程度。

霍威尔^[3]指出，当用纺织助剂，尤其是表面活性剂处理化学纤维时，产生不同的摩擦区（图1-2），而且这个摩擦区取决于两个摩擦表面相互作用的不同状况。

按照摩擦因素 β 的不同，分成三个摩擦区：

$$\beta = \frac{v\eta}{N_0} \quad (1.5)$$

式中： v ——长丝运动速度，

η ——纺织助剂的粘度。

在第Ⅰ区（界面层）形成牢固的单分子或双分子表面活性剂层，它是由偶极作用，或静电相互作用保持在纤维^[9]上。随着纤维表面由于活性剂分子的存在使极性基数量增加，纤维间相互作用力 N_0 就减小，因素 β 增大，而摩擦系数 μ 减小（见图1-2第Ⅰ区）。

当纤维表面所有的极性基结合时，摩擦变成最小；表面活性剂分子中非极性基之间的相互作用力 N_0 越小，特别是当极性基越长时，则摩擦力就越小。

在第Ⅱ区内，由于纤维上的助剂含量增加，形成多分子层。这时 N_0 值变化很小，但是纤维间的摩擦，或纤维对金属的摩擦，由于两个摩擦面之间助剂的多分子层的粘滞过程而