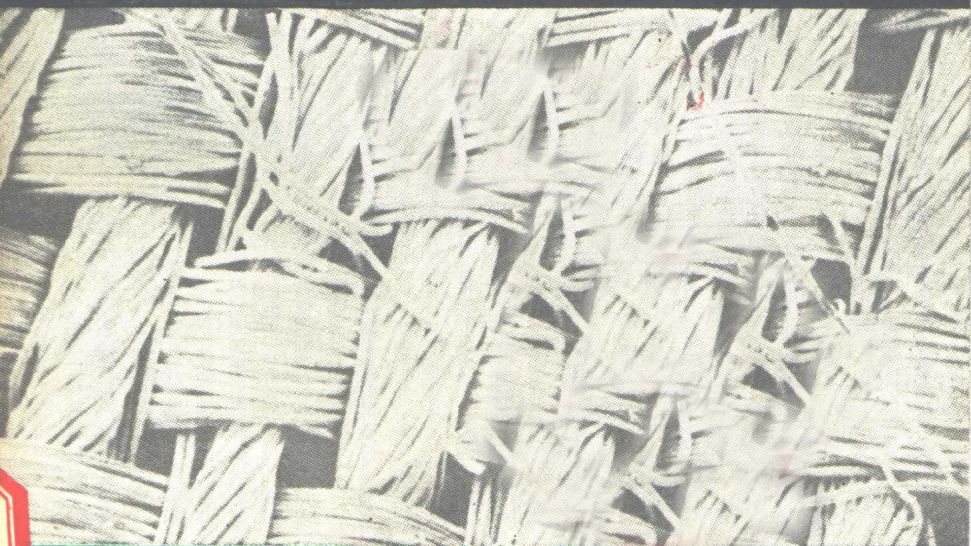


纤维和纺织品的 表面性能·上·

SURFACE CHARACTERISTICS
OF FIBERS AND TEXTILES

【美】M·J·希克 主编 杨建生 译



纺织工业出版社

纤维和纺织品的表面性能

上 册

[美] M. J. 希克 主编

杨 建 生 译

严 颢 景 李 繁 亭 校

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书分上、下两册。上册主要介绍纤维和纺织品的摩擦、表面几何形状、静电、润湿、粘着和光学特性。内容涉及棉、毛及化学纤维的表面特性、纺织品表面的磨损以及光化学和环境老化对纤维表面特性的影响等。书中资料较为广泛新颖，并介绍了现代科学及测试手段的应用，对改进纺织生产工艺、提高纺织品质量具有指导意义。本书可供纺织工业生产、科研单位的科技人员和高等院校有关专业的师生参考。

责任编辑：胡永梅

SURFACE CHARACTERISTICS OF FIBERS AND TEXTILES

M J SCHICK

纤维和纺织品的表面性能

上 册

〔美〕M J 希克 主编

杨建生 译

纺织工业出版社出版

（北京东长安街12号）

建国门外印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 9/32 印张：13 12/32 字数：293千字

1982年12月 第一版第一次印刷

印数 1—12,000 定价：1.65元

统一书号：15041·1174

前 言

在过去二十年里，迅速发展的化学纤维生产已经把注意力集中到纤维和纺织品的表面性能方面。文献表明，有关纤维表面性能的论著，直至五十年代还比较少，而现在对这一课题中一些基本观点的深入探讨已在进行之中。在开展研究工作的同时，还持续努力在实际中应用这些研究的成果。虽然这一进展的某些方面已收集在其它书籍之中，但长期以来，一直感到有必要把纤维和纺织品的表面性能汇编成册。本书试图满足这一需要，提供有关纤维和纺织品表面性能在科学上和工艺上的重要发展情况。表面特性的研究，要求把纺织工艺和表面科学联系起来进行探索，消除过去所常见的、以经典学科为中心的工作偏见。

由于所要讨论的问题涉及范畴很广，没有一个学者能对众多的课题作出全面的论述，各人只能集中于少数几个专题。因此，本书是由有专长的学者们分章撰写的。各章虽是独立的，但又是相互联系的。本书的评述包括描述试验结果、理论和加工工艺，均以严谨的态度处理。所用符号都加以明确的定义。在这样内容广泛的著作中，各个章节的前后次序很难安排得完全符合逻辑，虽尽力按其连贯性和系统性进行组合，也很难避免一些重复，然而仍力求减少到最低限度。全书索引附于下册之末。

本书内容包括天然纤维和合成纤维的表面性能。着重叙述纤维及纺织品的摩擦、几何形状、电学、润湿、胶粘和光学

的性能，以及与这些性能有关的各种现象。此外，还列举了评定纤维和纺织品各项表面性能的方法。作者和编者热烈期望，由于本书的出版，将能引起更多激动人心的、有促进性的研究工作，进而产生更加丰硕的科研成果。同时衷心希望，本书中提供的有关纤维和纺织品表面性能的各个现代观点，将导致纺织工艺的新进展。

最后，编者对各章作者的认真写作和良好的合作态度，对有关人士、科学研究单位、政府部门和工业组织，在本书的编写过程中所给予的支持和协助，谨表衷心感谢。

M. J. 希克

于新泽西 莫里斯通

1975年10月

目 录

第一章 合成纤维的摩擦和润滑作用(M. J. 希克)	(1)
第一节 绪言	(1)
第二节 摩擦的基本机理	(2)
第三节 合成纤维的摩擦和润滑作用	(4)
第四节 多组分润滑剂系列的摩擦和润滑作用	(52)
第五节 结论	(58)
参考文献	(59)
第二章 棉纤维的表面性能(K. E. 达凯特)	(62)
第一节 绪言	(62)
第二节 纤维结构	(62)
第三节 显微镜观察	(68)
第四节 天然转曲	(73)
第五节 化学处理的效果	(77)
第六节 摩擦	(80)
第七节 磨损	(95)
第八节 气体等离子体辐射的影响	(96)
第九节 静电作用和导电性能	(97)
第十节 分光光谱和荧光现象	(100)
参考文献	(101)

第三章 羊毛纤维的表面性能(K. R. 马金逊)	(107)
第一节 绪言	(107)
第二节 表皮的结构	(107)
第三节 湿羊毛纤维的摩擦性能和缩绒	(118)
第四节 湿摩擦性能的改变和防缩处理	(130)
第五节 干态羊毛纤维的摩擦	(137)
第六节 表面积和吸附性能	(140)
第七节 湿性能	(142)
第八节 沾污和去污	(149)
第九节 表面电性能	(151)
第十节 表面阻挡层	(154)
参考文献	(155)
第四章 合成纤维的表面几何形状 (弗兰西斯 L. 斯卡代诺)	(166)
第一节 绪言	(166)
第二节 纤维表面几何形状的组成	(167)
第三节 纤维表面几何形状的鉴定	(172)
第四节 纤维表面几何形状在纺织加工过程中的作用	(175)
第五节 纺织加工对纤维表面几何形状的影响	(188)
参考文献	(190)
第五章 纺织品表面的磨损(鲁思 L. 加耳布雷思)	(191)
第一节 绪言	(191)
第二节 磨损的机理	(192)
第三节 耐磨损性能的测定	(194)
第四节 耐磨损性能的影响因素	(205)
参考文献	(222)

第六章 纺织品表面的电阻率和静电性能 (S. P.

赫什).....(226)

第一节 绪言(226)

第二节 技术背景(227)

第三节 电荷的产生和耗散理论(229)

第四节 静电的基本理论(239)

第五节 电荷的测量(245)

第六节 纤维的电阻(257)

第七节 电荷的产生(270)

参考文献(295)

第七章 合成纤维的扫描电子显微镜观察(H. R. 比

利卡和R. D. 范维耳德).....(303)

第一节 绪言(303)

第二节 扫描电子显微镜与试样间的关系(304)

第三节 试样和显微照片的制备步骤(305)

第四节 常见的成像问题(307)

第五节 扫描电子显微镜在纤维工艺学中的应用(310)

第六节 二次发射信号的特殊处理(310)

第七节 颗粒计数和成形(311)

第八节 动态试验(311)

第九节 其它信号源(312)

附录A: 一般的成像和喷涂问题(312)

附录B: 纤维形态特征(316)

附录C: 纤维结构特征.....(318)

附录D: 纱线表面特征(321)

附录E: 织物结构特征(324)

参考文献(328)

第八章 衰减全反射技术 (ATR) 在纤维和纺织品	
表面研究工作中的应用 (约翰 P. 西比利	
阿)	(330)
第一节 绪言	(330)
第二节 衰减全反射技术的原理	(331)
第三节 仪器使用技术	(336)
第四节 在纤维和织物方面的直接应用	(339)
第五节 衰减全反射技术在纤维有关问题上的应	
用	(355)
参考文献	(363)
第九章 光化学和环境降解作用对纺织纤维表面性	
能的影响 (S. H. 济朗尼安)	(366)
第一节 绪言	(366)
第二节 纺织纤维因大气作用或在人工光源照射	
下影响降解速度的因素	(366)
第三节 暴露于光照下和大气环境中的纺织纤维	
表面结构	(369)
第四节 结论	(384)
参考文献	(385)
第十章 纤维和织物的颜色 (G. 戈德芬格尔 廖国	
清 R. 麦克格雷戈尔)	(388)
第一节 绪言	(388)
第二节 颜色的现象	(389)
第三节 颜色理论和染色理论	(389)
第四节 颜色的描述和测定	(390)
第五节 织物基质散射和吸收的颜色	(394)
第六节 商品织物的颜色	(406)

第七节 染色过程中的颜色控制	(408)
第八节 总结	(416)
参考文献	(417)

第一章 合成纤维的摩擦和 润滑作用

M. J. 希 克 (Schick)

第一节 绪 言

六十年代期间,人们对固体表面的摩擦、润滑和磨损作用的基本机理,有进一步了解。金属摩擦的胶粘理论,也扩大应用到高聚合物和陶瓷材料等方面。材料表面变形方式、真正接触面积和滑动表面间产生的接合作用等,受到更多重视。目前已经合成了各种具有特殊性能的新型液态润滑剂,而且正在广泛试用。此外,有关方面在努力研制热稳定性高的润滑剂。有关固体摩擦和润滑的基本原理,读者可参看包登 (Bowden) 和泰博 (Tabor) 等人^[1,2,3]编著的教科书以及包尔斯 (Bowers) 和默菲 (Murphy) 等人^[4,5,6]的评论。

这里应该提及,豪威尔 (Howell) 和迈斯凯斯 (Mieszkis) 等人^[7] 1959年曾发表题为纺织品的摩擦一书。他们着重讨论了天然纤维和亲水性合成纤维的摩擦作用,也谈到纺织品的摩擦。本章拟讨论1959年以来,有关疏水性合成纤维的摩擦和润滑作用方面的知识的进展情况。这个内容同六十年代以来疏水性合成纤维的迅速发展趋势相吻合。天然纤维和纺织品的摩擦作用,将在以后各章节中讨论。

第二节 摩擦的基本机理

当一个物体在垂直负荷 W 作用下，对另一物体作相对滑动时，有一反作用力阻止这个运动，该阻力称作摩擦力。现以 F_s 代表静摩擦力， F_k 代表动摩擦力。静摩擦力一般大于动摩擦力。动摩擦力是用以维持物体滑动所需的力。滑动一般服从两个基本定律，即阿芒汤（Amonton）的经典定律：一是摩擦力与所加负荷的大小成正比；二是摩擦力与滑动物体的几何面积无关。

现在首先对金属摩擦作一简单讨论。一般认为，没有润滑剂的接触表面的摩擦由两个因素决定：第一，也是主要因素，即真正接触面积间存在胶粘作用，这个接触面积通常远小于滑动体的几何面积并与几何面积无关。因此，两个相对滑动体间摩擦力的主要组成部分，是切开其间全部接触点所需的力。设 A 为真正的接触面积， S 为质地较软材料的剪切应力，那么摩擦力中胶粘部分可写成： $F_s = AS$ 。第二个因素，是质地较软的物体表面被硬质物体挖掘的小洞或沟槽的现象。此现象亦可称作变形。通常总摩擦力 F 可用胶粘力（ F_s ）和变形力（ F_d ）的总和来表示，即：

$$F = F_s + F_d \quad (1)$$

由于绝大多数金属的摩擦作用可以用胶粘机理作近似处理，因此它的定量处理如下。

如粗糙的接触面为塑性变形，一般金属摩擦时均属此类型，那么真正的接触面积就等于垂直负荷 W 和质地较软的金属材料平均屈服压力之比：

$$A = \frac{W}{P} \quad (2)$$

结果，摩擦系数 f 等于剪切应力与质地较软的金属材料屈服压力之比：

$$f = \frac{F}{W} = \frac{s}{P} \quad (3)$$

上述关系式必须认定为过于简化了的，因为接触区域内的剪切应力 s 和屈服压力 P 可能和材料整体的剪切应力和屈服压力不同^[9,10]。

现在再对高聚合物摩擦的基本概念作一简要讨论。绪言中曾提到，金属摩擦的胶粘理论已被推广应用于包括高聚合物在内的材料^[11]。例如，已经通过试验证实，在滑动中出现强烈胶粘区域，有的高聚合物摩擦面上的部分碎片，被另一高聚合物摩擦面撕下带走^[1,12]。结果发现，绝大多数高聚合物的 s/P 同实际测定的摩擦系数 f 之间存在合理的一致性，测定的 f 便符合公式(3)^[11,13]。但聚四氟乙烯(特氟纶^①)却是例外。它的表面能很低，因而本身的胶粘作用很小^[13,14]。从而就胶粘理论而言，金属和高聚合物这两类材料的摩擦似乎并无差异。事实上从它们的变形本质已观察到这两类材料的摩擦是有所不同的。金属摩擦只表现出塑性变形，而高聚合物的摩擦变形，在很大负荷范围内属于部分弹性变形性质^[10]。因此，高聚合物摩擦力受材料的损耗滞后和粘弹性的影响。同样，作为粘弹性变形的结果，在公式(1)中的挖掘项和表面粗糙性，在高聚合物摩擦中比在金属中更加重要。最后必须指出，阿芒汤的经典定律^[15]在高聚合物方面应用，有其局限性。

① 杜邦TFE-氟碳树脂的商品名称。

在讨论本章主题纤维的摩擦之前,举出两项有关高聚物薄膜润滑作用的研究结果^[11,15]。在这两项研究工作中,均用一般制备纤维的高聚物作为原料制成薄膜^[11,15],进行摩擦试验,取得数据。因此这些研究结果,对于阐述纤维摩擦现象起一定作用。它们的主要内容如下。包韦斯、克林汤(Clinton)和济斯曼(Zisman)^[15]测得尼龙和钢在尼龙薄膜上的滑动情况,采用16种不同极性端基的类型和不同主链长度的液体作润滑剂。为了支持胶粘理论,上述研究人员给出例证,最有效的润滑剂产生具有最高的分子间吸力的最强的粘膜。同样,福特(Fort)^[11]根据用聚对苯二甲酸乙二醇酯的边界润滑试验的结果给出,在相同链长情况下,液体的有效润滑作用按酸、醇和烷的次序递减,这与它们对聚合物表面吸附能力大小的顺序相对应。同胶粘理论一致,在各个同系润滑剂中,最有效的品种生成具有最大的分子间吸力的最强的吸附膜。

第三节 合成纤维的摩擦和润滑作用

一、引言

在纺纱和卷绕过程中,纱线要通过导纱器,在牵伸、织造或针织加工中,纱线彼此间不断摩擦。在上述加工过程中施加适量润滑剂以减少摩擦和磨损及静电的产生。^[6]此外,不仅要降低摩擦,而且摩擦力必须保持在均匀状态以生产质量优良的产品。此外,在上述加工过程中,摩擦性能对产品卷装的稳定性起重要作用。

由于纺织加工工艺的复杂性和影响纱线摩擦的变量众多,有些变量很能符合文献资料中提供的原始数据。早期进

行定量关系研究的人员有汉森 (Hansen)、泰博和罗德儿 (Roeder) 等人^[11-14]，汉森和泰博曾提出，当一种纤维通过圆形导纱器表面时，可以视为轴颈和轴承的关系，所以他们由此把纤维和金属的润滑作用联系起来。

在金属润滑作用中存在两个不同区段：边界和流体区^[11-14]。在边界区内，滑动表面被相当于分子大小级的润滑剂薄膜所分开，但固体与固体的凸起部分，则经常穿过这个保护膜而相互接触。在流体区情况下，两个滑动表面则完全被连续的液膜所分隔。半边界状态即界于上述两种状态之间。本章的评述清楚地验证了金属润滑的一般概念同样适用于合成纤维的摩擦性状。

二、理论背景

图1-1表示由液体润滑的纱线的一般摩擦性状，即有关摩擦系数同纱线速度、润滑剂粘度以及纱线与导线钩间存在的压力的关系^[16,19,25]。两根虚线分别代表边界和流体组分对摩擦的影响，实线为实际观测到的摩擦性能，这是边界区

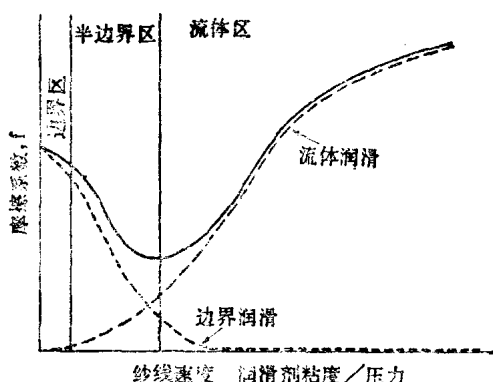


图1-1 由液体润滑的纱线的一般摩擦性状

和流体区对摩擦影响的综合结果。由图可以明显看出，边界摩擦在低速度时可达相当大的值，而流体摩擦在高速时才能达到很大的值。半边界区代表边界摩擦与流体摩擦之间的转变区段，它包含整个系统中最小摩擦区段，它的位置取决于边界摩擦力和流体摩擦力之间的相对关系。

在滑动表面间加入一层低剪切应力的材料的边界润滑剂的作用，对纤维/金属（F/M）界面的影响大于对纤维/纤维（F/F）的影响^[20]。汉森和泰博^[11]首次例证出在较高速度滑动着的表面间有连续的液膜隔开。他们从分析图 1-2 中来恩（Lyne）的试验数据，发现上述现象。来恩^[11]应用已知粘度的矿物油作润滑剂，借以决定速度、粘度和预加张力对

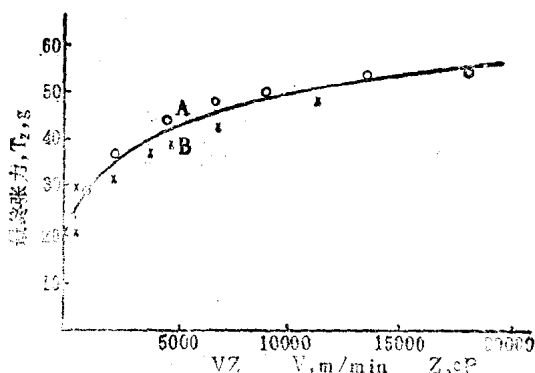


图1-2 来恩以醋酯纱在铬质圆杆上滑动并用已知粘度的白油作润滑剂，得到的数据所作成的曲线图形（初始张力 T_1 为 10 克，他以最后张力 T_2 对 VZ 乘积成函数关系作成曲线图，其中 V 为纱线前进速度， Z 为润滑剂的粘度。A 和 B 点为两组同样的试验）

- — Z 恒定， V 变动
- × — V 恒定， Z 变动

醋酯纱滑动在直径 1/4 英寸铬质圆杆上所生摩擦的影响。图 1-2 中曲线表示速度和粘度的可互换性，这证明了以下观点，即流体效应对高速范围内纱线摩擦性能有重要作用。同样，汉森和泰博^[14]发现，当速度或预加张力改变时，有效摩擦系数对粘度 $\times$ 速度/负荷的关系成一根简单曲线，这证实他们先前的假定。

按沃耳森(Olsen)^[15]的意见，影响边界润滑的重要因素有：润滑剂和滑动表面的化学性质、润滑剂的剪切应力、摩擦支承的硬度以及接触面上的压力等。影响流体摩擦的重要因素为：纱线前进速度、润滑剂粘度、温度、润滑剂集中情况、单纱细度、预加张力、导纱器和纱线表面的粗糙度以及导纱器直径等。

三、试验方法

有关文献资料中曾经介绍许多纱线或纤维摩擦的测定方法。最初使用的一些仪器，主要是为试验研究而设计的装置^[7,27]，而现在则大多使用自动记录形式的仪器设备^[17,18,25,28]。这些新型仪器既适合于科学研究应用，又能在化纤厂纺丝和纺织厂纱线加工工艺中，作为控制润滑质量的设备。至于测量短纤维的牵伸力，可以应用雪莱牵伸仪或其它类似仪器^[29]。还有各种较简单的仪器，适合于针织品日常测定用途^[30,31]。

为了评定润滑剂对复丝纱摩擦所起的作用，要求用不带整理剂的纱作试验，如有必要的纺纱设备应这样做。但一般情况多用商品纱作试样，须经过溶剂萃取直至所含整理剂完全去除为止。去除程度可用纱线的抗静电性能来衡量。然后再将需要试验的某种整理剂，用简单的浸轧设备将其水溶液或异丙醇的溶液，加到纱上。效果较好的办法，是用带浸轧设