

纺织材料性能测试技术丛书

毛纤维缩绒性测试

黄淑珍 编



纺织工业出版社

纺织材料性能测试技术丛书

毛纤维缩绒性测试

黄淑珍 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

缩绒是动物毛的优异特性,利用这一特性,通过各种工艺加工,可把动物毛制成呢绒或各种不同用途的毡制品。

本书主要介绍毛纤维缩绒机理;影响缩绒的因素;毛纤维、毛条、毛纱及毛制品毡缩的测试方法和有关测试仪器;并简单介绍防缩途径。

本书可供毛纺织、染整及毛料服装等有关专业技术人员、科研人员和院校师生学习参考。

纺织材料性能测试技术丛书

毛纤维缩绒性测试

黄淑珍 编

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:2 24/32 字数:60千字

1988年 12月 第一版第一次印刷

印数:1—5,000 定价:0.89元

ISBN 7-5064-0201-7/TS·0198

前 言

我国纺织工业已经步入一个崭新的时期，纺织加工能力和生产设备得到大幅度的发展；纺织产品的产量、纱锭与布机总数、原棉、蚕丝、苧麻、山羊绒等纺织原料的产量均占世界第一位；纺织工业产值、社会零售额、创汇率等在国民经济中有举足轻重的地位。在此第七个五年计划开始的时候，对纺织材料性能的检测技术提出了新的、更高的要求。这是因为：首先，纺织原料要保证优质优用，以利降低成本，并使工艺技术能对症下药，保证纺织生产过程顺利进行；其次，纺织产品品质要正确评价，以利按质论价；第三，需要对纺织半成品和成品进行品质检测，藉以检验工艺措施的效果，获取反馈信息；第四，纺织工艺过程的自动控制需要各种品质的检测信号等等。

纺织材料性能检测技术，如果从1875年勃雷德福(Bradford)会议算起，已有一百余年历史，特别是近二十年来，获得了长足的发展。由于社会生产的需要，由于物理学、电子学、检测技术等相关学科有了较好的发展，而且对纺织材料的结构和物理、化学性能有了深入一步的了解，所以，纺织材料的各种形态学、力学、热学、电学、光学、工艺学等性能的测试技术和仪器设备，已经形成了一个相当规模的系统；并在经历了“由合到分”（由简单到复杂、由综合到分项、由少指标到多指标、由联合检测到单项分测）的长期发展之后，又重新出现“由分到合”（由多指标到少指标、由分项到综合、由分别测量到统一测量）。这方面的测试技术，无论在测试原理上、仪器结构上、机械化和自动化水平

上、指标的合理性与科学性上都有了迅猛的提高。随着电子计算机数据处理技术的应用，纺织材料性能的测试技术已逐渐发展成为一门涉及物质结构、物理学、电子学、机构学、近代测试技术、数理统计、计算数学等许多学科的综合性的新兴科学分支，成为纺织科学技术的一个重要领域。

在这个领域里，二十多年来我国虽出版过部分教科书和专著，但因涉及面过广，语焉不详，读者不容易掌握某种测试技术的全貌及要点。经过长期酝酿和各方面的大力支持，我们组织编写了《纺织材料性能测试技术丛书》，约请各方面的专家，分头撰写纺织材料各个单项性能测试中的仪器和方法，力图较系统地介绍该种测试技术的基本特点、主要类别、典型方法与仪器、各种方法的检测原理、仪器的结构、性能及其检查、调试方法、测试计算的指标，以及在纺织工艺技术中的应用等。希望以较短的篇幅，使读者获得较全面的概念和必要的实用知识。

《纺织材料性能测试技术丛书》包括纤维长度、细度、强力；纱条均匀度；纺织材料回潮率、含脂率、密度、摩擦、静电、折射率、缩绒能力；纱线毛羽；棉纤维成熟度；织物磨损、风格、透通性、光泽、舒适性、阻燃性、耐热性、缩水率及捻度等内容，将按各个专题，陆续分册出版。

本丛书的编写方法还只是一种尝试，而且以小册子方式出版，难免挂一漏万，敬希读者给予批评指正。我们殷切期望这套丛书在广大读者的共同努力下，能为祖国社会主义“四化”大业作出一点贡献。

纺织工业出版社

《纺织材料性能测试技术丛书》编审委员会

1986年

《纺织材料性能测试技术》丛书

编审委员会

主 任：姚 穆

副主任：安瑞凤

编 委：刘增录 安瑞凤 沈志耕 赵书经
姚 穆 胡永禔 蒋素婵

目 录

绪论	(1)
第一章 毛纤维缩绒机理与缩绒物理	(2)
第一节 缩绒机理	(2)
一、鳞片说	(2)
二、毡缩运动说	(3)
三、毡缩动力说	(5)
四、卷缩说	(6)
五、胶化说	(6)
六、应变-松弛机理	(7)
七、压缩理论	(7)
八、凝聚说	(8)
九、综合论述	(8)
第二节 缩绒物理	(9)
一、纤维品质、纱线及织物结构	(10)
二、缩绒条件	(23)
第二章 缩绒性能的测试	(29)
第一节 散纤维毡缩性的测量	(29)
一、住复摩擦毡缩法	(29)
二、美国ASTM羊毛毡缩试验标准方法	(30)
三、缩绒球测定法	(33)
四、散纤维毡缩测试仪	(38)
第二节 毛条毡缩性的测量	(44)
第三节 毛纱毡缩率的测量	(46)
一、毛纱毡缩试验	(46)

二、针织机用毛纱毡化性试验 (国际羊毛局 I.W.S.试验方法17)	(46)
三、手编毛线的毡缩性能试验 (I.W.S.试验 方法19)	(50)
四、超洗防缩羊毛手编纱或机器针织纱毡缩 性试验 (I.W.S.试验方法192)	(50)
第四节 羊毛纺织品毡缩性的测量	(53)
一、羊毛机织物或针织物经松弛、毡化后尺寸 的变化 (AATCC试验方法 99—1975)	(53)
二、羊毛纺织品经机洗后的松弛及毡化收缩 率试验法 (I.W.S.试验方法31)	(56)
三、羊毛织物及成衣洗涤毡缩试验法 (I.W.S.试验方法185)	(63)
四、手洗类羊毛衫毡化收缩试验法 (I.W.S. 试验方法 8)	(66)
五、纺织品洗涤收缩试验机	(70)
第三章 防缩处理	(75)
参考文献	(80)

绪 论

在湿热及化学试剂作用下，经机械外力的作用，毛纤维集合体逐渐收缩紧密，相互穿插纠缠，交编毡化，这一性能称为羊毛的缩绒性。

缩绒性是羊毛和其它动物毛的优异特性。早在13世纪前，人们用手或脚冲击羊毛散纤维和毛织物，得知它们的保暖性并获得厚实、防寒的耐久织物。随着科学技术的发展和实践经验的丰富积累，利用毛纤维的缩绒性，通过各种工艺加工，可制作许多外观丰满、质地厚实、保暖性好、富有弹性的呢绒织物和满足各种用途的不同形状的毡制品。

利用羊毛的缩绒性，把松散的短毛纤维结合成具有一定机械强度、一定形状、一定密度的毛毡片，这一作用称为毡合。毡帽、毡靴、帐篷等就是通过毡合制成的。许多工业毡制品，如抛光毡轮、毡垫圈等也是利用这种方法制成的。

本书将对毛纤维缩绒机理、影响缩绒的因素、散纤维和各种纺织制品缩绒性测量方法等进行系统的论述。

第一章 毛纤维缩绒机理与

缩绒物理

第一节 缩绒机理

羊毛的缩绒特性及其在加工工艺和使用中的重要性，驱使人们去揭示其奥秘，探索毡缩机理，从而形成了各种观点。

一、鳞片说

早在17世纪，Monge将毛发握在手的拇指与食指之间，沿纤维长度方向往复搓动，每次往复，毛发总是在一个方向粘着在手指上，即毛发连续地呈同一方向移动。Monge认为这种现象与一捆麦穗在手中的移动一样，麦穗的芒刺会阻止麦穗前进。他断定，毛发与其它动物纤维的表面有类似鱼鳞状的覆盖层。这一认识得到以后的学者公认，并为先进的测试技术所证实。

羊毛及其它动物纤维的表面有鳞片，鳞片的根部附着于毛干，尖端伸出毛干的表面指向毛尖，如图1-1所示。鳞片指向这一特点，使羊毛沿长度方向的摩擦，在不同滑动方向上，摩擦系数不同。滑动方向从毛尖到毛根为逆鳞片摩擦；滑动方向从毛根到毛尖为顺鳞片摩擦。逆鳞片摩擦系数比顺鳞片摩擦系数大，顺逆摩擦的差异，称为定向摩擦效应（简称为D.F.E.效应）。



图1-1 羊毛鳞片指向

羊毛具有鳞片指向这一结构特征，使羊毛在无定向外力作用下，根部向前移动，由于毛纤维的弯曲刚度较低，运动过程中易引起纤维拱曲或呈圈状，增加了纤维运动与排列的复杂性。根部向前运动的积累与纤维低弯曲刚度相结合，形成纤维集合体相互缠结、毡并。

鳞片说起源最早，目前这一理论仍为大多数研究工作者接受，是动物纤维毡缩理论的基础。

二、毡缩运动说

毡缩运动说是着重研究毡缩时纤维的运动及由此产生的构形变化。

Makinson等人分别用示踪纤维法研究了织物和梳毛条中羊毛纤维的运动，通过显微镜观察后指出，羊毛纤维或纤维的某部分的运动以向根部移动为主要趋向，向尖端移动的

纤维数量极少，仅占1%左右。

毡缩过程中，毛纱长度收缩，纱中纤维产生移动，这些纤维不是成束地相对于邻近纤维移动，而是每根纤维的个别部分发生运动，引起构形变化，纤维弯曲成圈状，织物毡缩。

Shorter指出，每根纤维与其他纤维沿长度方向在不同点联结，联结类型基本上有两种，一种是纤维彼此纠缠得很紧，相互间不能移动，称为完全纠缠；另一种是部分纠缠，对于这种纠缠，纤维根部方向仍有足够的自由运动。因此，毡缩过程呈现两种状态。

(1) 在两纠缠之间，毛纤维鳞片尖端指向完全纠缠，纤维根部向前蠕动时，部分纠缠移向完全纠缠，缩短了两纠缠间的距离，织物收缩紧密，如图1-2所示。

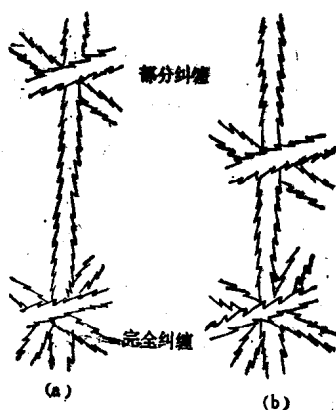


图1-2 鳞片指向完全纠缠

(2) 在纠缠之间，羊毛鳞片指向部分纠缠，纤维根部向前运动，从部分纠缠移向完全纠缠，纤维在两纠缠间拱起弯

曲，如图1-3所示。

羊毛的单方向蠕动，形成了弯曲，圈状的构形变化，较低的弯曲刚度，增加了纤维排列的复杂性，因此，毛织物易于毡缩。

毡缩运动说的前提，仍以羊毛的定向摩擦效应为基础。

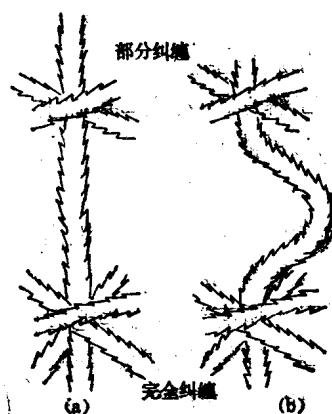


图1-3 鳞片指向部分纠缠

三、毡缩动力说

纤维组合体中，每根纤维因与相邻纤维的摩擦作用而相互握持。在外力作用下，纤维根部向前蠕动，产生微量的位移，这些位移的累积，形成收缩。

作用于单根羊毛上的力小于顺鳞片的摩擦力时，纤维不能运动，织物不会毡缩。作用力超过顺鳞片的摩擦力时，纤维发生单方向运动，产生不可逆位移，位移大小与作用力成正比，与纤维刚度成反比。作用力超过逆鳞片的摩擦力时，纤维可在两个方向移动，织物收缩大小与作用力无关。

事实上，作用力对羊毛毡缩的影响，不仅与羊毛的鳞片

鳞片摩擦系数有关，纤维组合体中，每次产生的位移量都与邻近纤维制约的纤维数量和制约力的大小有关，也受纤维组合体的排列密度和作用力的类型影响。

相邻纤维的制约作用变化很大，在纤维之间或任一根纤维的不同部位，移动距离的大小也不一样。有些纤维或纤维的一部分，在进行毡缩时，可能不改变其原来位置和构形，有些纤维从受力开始就产生移动。

毡缩动力说是在鳞片的D.F.E基础上，讨论在外力作用下，纤维蠕动位移的可能性。

四、卷缩说

有关卷缩说的论述较多，但基本观点都是：羊毛的毡缩特性是由于它具有天然卷曲。

纺织加工过程中，所有卷曲的羊毛因张力作用被拉直，在织物中呈伸展状态。缩绒过程中，织物被浸湿润胀，再受到外力冲击，织物中的纤维得到松弛，每根纤维的不同部位，在不同瞬时受到压力作用，为纤维恢复卷曲创造了条件，引起纤维纠缠，织物收缩紧密，厚度增加。织物缩绒的大小，取决于纤维恢复卷曲的程度。

羊毛卷曲，使纤维集合体形成纠缠，但仅有卷曲还不能造成毡缩，卷缩说忽略了毛纤维缩绒的基本因素——鳞片结构。实践证明，羊毛的卷曲度增加或呈螺旋状卷曲，其毡缩效果降低，而减少了卷曲的羊毛易于毡缩。有关问题将在影响因素中讨论。

五、胶化说

胶化说认为，羊毛缩绒既不归因于鳞片结构，也不归因于卷曲。每根毛纤维的外层，都被一层类似胶质的蛋白质覆盖，缩绒过程中，因热水或缩剂作用，与其它胶体物质一

样，这层蛋白质膨润胶化，经过机械作用，羊毛彼此粘连，织物毡缩。

六、应变-松弛机理

纺纱过程中，纤维因加捻产生变形，呈螺旋状构形，这种构形受到相邻纤维的制约而得到保持。

缩绒过程中，织物在水中搅动，由于羊毛的定向摩擦效应，一些纤维的根部向前蠕动，松弛了纤维间的相互制约，使毛纱局部解捻，纤维开始从它们的螺旋状构形的应变中恢复到原来的卷曲状态。有些纤维的一些部位，两制约点间的距离较短，纱线几乎不解捻。上述作用结果，毛纤维沿长度方向卷缩，相应地织物变厚，面积缩小。

应变-松弛机理是鳞片说与卷缩说的综合。

七、压缩理论

压缩理论认为，缩绒过程中，织物产生各种形式的变形，除了简单的拉伸外，在各个方向都有压缩作用，只有拉伸作用，织物不能引起缩绒。

缩绒过程中，织物在某一方向受到压缩，产生机械变形，织物中纤维根部向前蠕动，使织物在新的位置相互握持形成自锁，阻碍纤维回到原来位置，防止织物恢复原有尺寸，织物收缩紧密厚实。如图1-4所示。

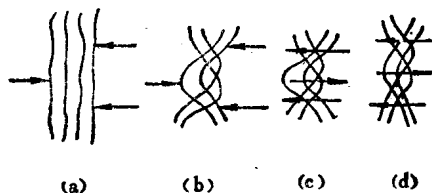


图1-4 压缩过程中，纤维群形成自锁

八、凝聚说

凝聚说认为，羊毛鳞片的定向摩擦效应、天然卷曲、弯曲等都是从纤维的物理性能来说明缩绒机理，实际上，缩绒与羊毛纤维表面的化学特性有关。

羊毛缩绒可分为动态作用和静态作用。所谓动态，就是纤维集合体被搅动时，纤维根部向前蠕动。而静态作用的动力是纤维间的氢键和相互静电引力。在洗缩条件下，如果毛纤维间没有彼此的引力作用，毡缩是困难的，因此纤维间表面的相互引力对毡缩起重要作用。

关于羊毛组合体缩绒学说很多，以上仅介绍了几种主要观点，它们都反映了羊毛缩绒性的某个方面，分别勾画出羊毛缩绒过程图象的某个侧面。对于大量的纤维组合体，缩绒过程是复杂的，很难说明是由哪一个机理或某一现象来决定，但缩绒的基本而必需的条件是：首先，纤维表面应有鳞片结构，存在定向摩擦效应，这是羊毛和其它动物纤维具有的独特性能。其次，需要有一定湿度，干纤维难以产生毡缩。

另外，在缩绒过程中，纤维集合体还应受到全部或部分的作用力，如拉伸、冲击、挤压、压缩以及摩擦等。

九、综合论述

首先观察单根毛纤维的蠕动状态。两根毛纤维，其相对位置如图1-5 (a) 所示，在外力（主要是压缩力）作用下，由于表面鳞片的定向摩擦效应，纤维部分地伸展，产生相对移动，纤维A端向前蠕动，由A'移至A₁，AA'两点错开如图1-5 (b) 所示。外力松弛后，毛纤维的高度弹性回复，纤维回缩。A₁点因鳞片效应形成自锁，纤维不能回复到原来位置A'。纤维的另一端B，因弹性恢复可由B'移至B₁，纤维AB在新的位置卷缩拱曲，如图1-5 (c) 所示。

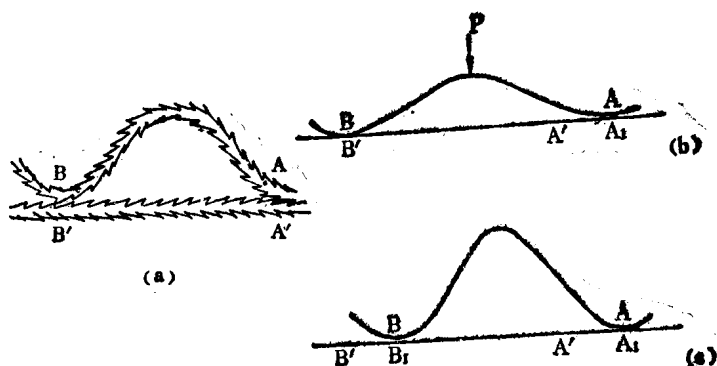


图1-5 单根纤维蠕动示意图

对于纤维集合体，情况就复杂了，毛织物或散纤维受外力作用，纤维之间发生全部或局部的相互移动。由于表面鳞片运动具有方向性摩擦效应，使每根纤维都保持根端向前运动的方向，每根纤维带着和它缠结在一起的纤维，按一定方向缓慢蠕动，导致纤维集合体的紧密纠缠毡合。外力松弛后，纤维产生回缩，由于纤维蠕动的方向性和弹性回复的复杂性，集合体中的纤维有伸展、回缩和相互移动，促进了纤维纠结密集。羊毛的双侧结构，使纤维具有稳定性卷曲，卷曲导致纤维根端向前时并非直线运动，而是方向不定，使蠕动的纤维穿插纠缠，形成致密而牢固的结合体。缩绒性实质是毛纤维的各项特性的综合反应，而外界因素，如水、温度、化学试剂等，起了影响和促进作用。

第二节 缩绒物理

实践表明：一定的湿度和作用力是羊毛缩绒过程的必