

高等纺织院校教材

纺织材料实验教程

纺织工业出版社

高等纺织院校教材

纺织材料实验教程

赵书经 主编

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书共包括纺织纤维、纱线、织物基本性质的实验85个。在各实验中介绍了有关基本知识和表示基本性质的各项指标，测试各项性质的试验仪器的基本原理、试验方法及试验结果的计算，并根据国家标准、部颁标准介绍了纤维、纱线、织物的品质评定方法。

本书可供高等纺织院校棉纺、毛纺、麻纺、绢纺、机织、针织、纺织材料、企业管理和业大、夜大、函大的纺织专业作为教材，也可供其他专业师生以及纺织企业和科研单位的技术人员参考。

责任编辑：胡永琦

高等纺织院校教材
纺织材料实验教程
赵书经 主编

纺织工业出版社出版

(北京东长安街13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

850×1168毫米 1/32 印张：16 1/3 字数：126千字

1981年6月 第一版第一次印刷

印数：1—8,000 定价：3.90元

ISBN 7-306-0227-9/TS·0227 (课)

前 言

《纺织材料实验教程》是按高等纺织院校的棉纺、毛纺、麻绢纺、机织、针织、纺织材料、企业管理等专业教学大纲的基本要求编写的，可作为这些专业纺织材料实验课程的教材。这本教程包括纺织纤维、纱线、织物的基本结构试验和部分应用新一代测试技术的物理机械性质试验以及纺织纤维、纱线、织物品质评定试验。教程中除了讲述仪器的基本原理和试验操作方法外，还结合各个实验叙述了纺织材料性质的基本知识，以便与纺织材料学的理论教学相衔接。

本教程是在我校历年编写的纺织材料实验讲义的基础上改编而成，在改编过程中，除对原有的实验讲义进行修改补充外，还增加了部分新内容，以适应实验技术的新发展。

本书初稿于1985年9月由我校铅印成册，内部发行，供本校各专业学生试用，同时寄往部分兄弟院校征求意见。于1987年3月在中国纺织大学由纺织工业部组织召开了《纺织材料实验教程》审稿会议，听取了意见。根据会议讨论的结果，又作了删减和修改。

本书各实验按纤维、纱线、织物的顺序编排。各个实验的编写者姓名署在各实验之后。

全书由赵书经整理统稿。此外，纺织材料实验室庄新梅、倪蓉珍等也参加了这一工作，在此表示感谢。

由于编写水平有限，还存在不少缺点和错误，欢迎读者提出宝贵意见。

中国纺织大学
纺织材料教研室
1987年12月

目 录

绪言	(1)
实验 1 显微镜认识各种纤维	(2)
实验 2 纺织材料切片制作	(6)
实验 3 纺织纤维的鉴别	(11)
实验 4 原棉试样制备	(18)
实验 5 中段称重法测定棉纤维的公制支数	(21)
实验 6 气流仪测定棉、羊毛纤维细度	(27)
实验 7 显微投影仪测定毛纤维细度	(34)
实验 8 罗拉法测定棉纤维长度	(40)
实验 9 梳片法测定羊毛、苧麻纤维长度	(49)
实验 10 手排法测定纤维长度	(54)
实验 11 中段切断称量法测定等长切断化纤的长度	(56)
实验 12 烘箱法测定纺织纤维水分	(59)
实验 13 电阻测湿仪测定原棉水分	(65)
实验 14 Y161型水压式单纤维强力仪测定纤维拉伸 性质	(70)
实验 15 YG001型电子式单纤维强力仪测定纤维拉伸 性质	(77)
实验 16 棉束纤维强力测定	(86)
实验 17 短纤维摩擦系数测定	(90)
实验 18 中腔胞壁对比法测定棉纤维成熟度	(96)
实验 19 偏振光干涉色法测定棉纤维成熟度	(101)
实验 20 Y147型棉纤维偏振光成熟度仪法测定成熟 度	(107)

实验21	羊毛油脂或化纤油剂含量测定	(111)
实验22	纤维卷曲率和卷曲弹性测定	(116)
实验23	纤维比电阻测定	(123)
实验24	纤维热收缩率测定	(127)
实验25	密度梯度管法测定纤维的密度和结晶度	(133)
实验26	纤维双折射的测定	(139)
实验27	原棉的品级与手扯长度检验	(153)
实验28	原棉杂质检验	(160)
实验29	细羊毛及其改良毛工业分级检验	(165)
实验30	生苧麻分类分等分级检验	(169)
实验31	桑蚕绢纺原料分级检验	(172)
实验32	化学短纤维品质检验	(179)
实验33	纱线直径测定	(188)
实验34	纱线线密度测定	(191)
实验35	纱线细度均匀度测定	(195)
实验36	纱线中纤维排列形态的测定	(215)
实验37	混纺纱中纤维径向分布测定	(218)
实验38	纱线的捻度和捻缩测定	(223)
实验39	棉与涤纶或丙纶纤维混纺产品中的纤维含量 分析	(229)
实验40	羊毛混纺制品或半制品混和比的测定	(234)
实验41	纱线毛羽测定	(238)
实验42	单纱强力试验	(242)
实验43	缕纱强力试验	(246)
实验44	纱线弹性试验	(251)
实验45	棉纱线分等分级试验	(256)
实验46	精梳毛纱分等分级试验	(266)
实验47	苧麻纱分等分级试验	(274)
实验48	桑蚕绢丝品质检验	(283)

实验49	精梳涤纶混纺纱线品质评定	(291)
实验50	化纤长丝的品质检验	(304)
实验51	针织绒线品质评定	(313)
实验52	织物长度、幅宽与厚度测定	(321)
实验53	织物经纬密度与紧度试验	(328)
实验54	织物经、纬缩率和经、纬纱线特数的测定	(333)
实验55	织物单位长度重量、单位面积重量和体积重量的测定	(338)
实验56	织物结构特征的测定	(342)
实验57	织物缩水率测定	(348)
实验58	针织物线圈长度和纱线细度的测定	(353)
实验59	织物的拉伸断裂强力试验	(356)
实验60	织物撕破强度试验	(364)
实验61	织物的顶破试验	(368)
实验62	织物的耐磨性试验	(373)
实验63	织物抗起毛起球试验	(384)
实验64	织物抗勾丝性试验	(391)
实验65	织物折皱弹性试验	(396)
实验66	织物刚柔性试验	(405)
实验67	织物悬垂性试验	(415)
实验68	织物压缩性试验	(417)
实验69	织物起拱变形试验	(423)
实验70	织物表面摩擦性质试验	(426)
实验71	织物交织阻力试验	(431)
实验72	织物透气性试验	(435)
实验73	织物透水性试验	(443)
实验74	纺织品保暖性能试验	(446)
实验75	纺织材料静电性能测试	(451)
实验76	纺织品燃烧性能测试——氧指数法	(456)

实验77	纺织品阻燃性能测试——国家标准法·····	(461)
实验78	本色棉布分等试验·····	(465)
实验79	精梳毛织品分等试验·····	(471)
实验80	绢纺织品分等试验·····	(478)
实验81	本色苎麻坯布分等试验·····	(483)
实验82	针织光坯布(汗布与双面布)分等试验·····	(491)
实验83	针织外衣面料的品质评定·····	(501)
实验84	精梳涤棉混纺本色布分等试验·····	(510)
实验85	桑蚕丝织物分等试验·····	(516)

绪 言

人类的生产和科学技术的不断发展，使人民的生活水平不断得到改善和提高。与人民生活有直接关系的纺织品也随着纺织工业的发展，逐渐向多品种、多用途方向开发。在生产这些纺织品的过程中，必然会存在着测试问题。通过测试，了解纺织原料及其产品的质量，从而控制和提高产品质量。

纺织工业所用的原料纺织纤维和由它制成的纱线、织物等统称为纺织材料。研究纺织材料的结构、性能以及它们与工艺的关系，影响结构和性质的因素等的科学是纺织材料学。而《纺织材料实验教程》是作为与《纺织材料学》理论教学相配合使用的实验教材。通过具体实验测试纺织纤维、纱线、织物的基本结构和物理机械性质，以及评定它们的品质。

纺织材料性质测试，必然会涉及到测试手段、方法和试验仪器等知识。因此在实验教程中较详细地阐述了这方面的基本知识。有关纺织材料的品质评定基本上遵循国家标准和部颁标准。

通过《纺织材料实验教程》的学习，不仅深化学习《纺织材料学》打下的理论基础，同时也为纺织工业生产中合理使用纺织原料、提高产品质量提供检测手段。此外，还为学好后续课程准备了必要的专业基础知识，并为今后开展科学研究奠定必备的实验知识。

随着科学技术的发展，新的检测方法和新的纺织材料的不断出现，需要用新的仪器和方法检测纺织材料的特殊性能。特别是近代测试仪器如X射线衍射仪、电子显微镜、差热分析仪等的应用，对研究纺织材料的结构和性能更为必要。因此，《纺织材料实验教程》也在不断向新知识、新领域开拓发展，将成为一门重要的专业基础课程。

实验1 显微镜认识各种纤维

凡可用来制成纺织制品的纤维统称为纺织纤维。纺织纤维细长，有一定的强度，柔韧而有弹性，耐磨，有一定的抱合力。化学性能稳定，具有较好的染色性能，有一定的吸湿、耐光、耐热等性能，可以满足纺织加工和使用时各种要求。

纺织纤维按其来源分为天然纤维和化学纤维两大类。天然纤维又可分为植物纤维、动物纤维和矿物纤维。植物纤维的主要组成物质是纤维素，所以又称为天然纤维素纤维。植物纤维又分种籽纤维（棉、木棉）、茎纤维（苎麻、亚麻、黄麻等）和叶纤维（剑麻、蕉麻）等。动物纤维的主要组成物质是蛋白质，所以又称蛋白质纤维。它分为毛发（绵羊毛、山羊绒、骆驼毛、兔毛等）和腺分泌物（桑蚕丝、柞蚕丝、蓖麻蚕丝等）。矿物纤维主要有石棉等。化学纤维是经过化学工艺加工和纺丝成形而制得的纺织纤维。按其所用原料和加工方法不同，化学纤维又可分为再生纤维、醋酯纤维和合成纤维几类。再生纤维是以天然高聚物为原料，经过化学处理与机械加工而再生制得的纤维。如粘胶纤维、富强纤维、铜氨纤维等再生纤维素纤维和再生蛋白质纤维。醋酯纤维是以天然纤维素为原料制成的、组成成分为醋酸纤维素酯的纤维。合成纤维是利用低分子化合物为原料，经过化学合成与机械加工而制得的纤维。其主要品种有：聚酯纤维（涤纶）、聚酰胺纤维（锦纶6、锦纶66等）、聚丙烯腈纤维（腈纶）、聚乙烯醇纤维（维纶）、聚丙烯纤维（丙纶）及聚氯乙烯纤维（氯纶）等。此外，还有玻璃纤维、金属纤维和碳素纤维等。

纺织纤维集合体的表观认识，通常应用手感目测方法，根据纤维的外观形态、色泽、手感及手拉强度等的特征来区分天然纤

维或化学纤维。例如：天然纤维的长度差异很大，长度整齐度差，而化学纤维的长度一般均较整齐。棉纤维细而柔软，长度短；麻纤维手感较粗硬；羊毛纤维有卷曲、柔软而富有弹性；蚕丝具有特殊光泽，手感特别柔软；化学纤维中的粘胶纤维的干湿强度差异大；而合成纤维用手感目测法较难区别，必须应用其他方法加以识别。

认识和鉴别纺织纤维，包括实验1~实验3共3个实验。

一、显微镜认识各种纤维实验的目的要求

使用普通生物显微镜观察和认识各种纤维的表面形态及其特征，同时了解普通生物显微镜的构造并掌握正确使用方法。

二、试验仪器和试样

试验仪器为普通生物显微镜。试样为棉、羊毛、蚕丝、苧麻、粘胶纤维、涤纶、锦纶等及各种纺织纤维的切片标本若干。并需准备载玻片、盖玻片、擦镜头纸和蒸馏水等。

三、基本知识

表1-1 各种纺织纤维的纵向和截面形态特征

纤维种类	纵向形态	截面形态
棉	有天然转曲	腰圆形，有中腔
羊毛	表面有鳞片	圆形或接近圆形，有些有毛髓
桑蚕丝	平滑	不规则三角形
苧麻	有横节竖纹	腰圆形，有中腔及裂缝
亚麻	有横节竖纹	多角形，中腔小
黄麻	有横节竖纹	多角形，中腔较大
粘胶纤维	纵向有沟槽	锯齿形，有皮芯层
富强纤维	平滑	圆形
醋酸纤维	有1~2根沟槽	三叶形或不规则锯齿形
维纶	有1~2根沟槽	腰圆形，有皮芯层
腈纶	平滑或1~2根沟槽	圆形或哑铃形
氯纶	平滑	接近圆形
涤纶、锦纶、丙纶	平滑	圆形

1. 纺织纤维的纵向和截面形态特征 使用普通生物显微镜可以观察各种纺织纤维的纵向和截面的形态。由于各种纤维有其独特的形态特征，因此不仅可以用来鉴别纤维，同时对纱质量和产品性质也有影响。各种纤维的纵向和截面形态各不相同，如表1-1所列。化学纤维生产所用的喷丝孔形状不同，可生产出不同截面形状的纤维，如三角形、五叶形、Y形、中空形等。

2. 显微镜结构 普通生物显微镜由底座、镜臂、目镜、物镜、载物台、光阑及集光器等组成，如图1-1所示。

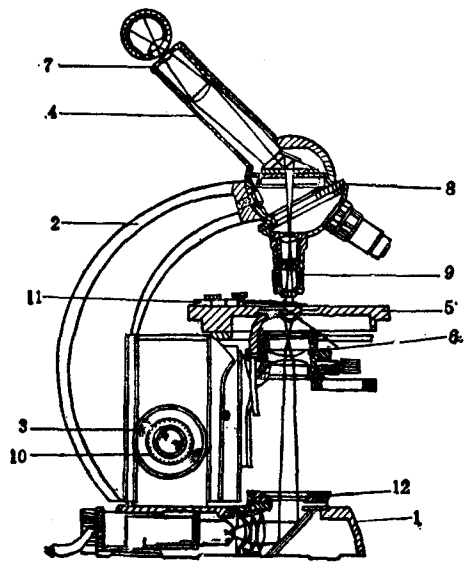


图1-1 显微镜结构

- 1—底座 2—镜臂 3—粗调装置
- 4—镜筒 5—载物台 6—集光器
- 7—目镜 8—物镜转换器 9—物
- 镜 10—微调装置 11—移动装
- 置 12—光阑

显微镜的总放大倍数等于物镜放大倍数和目镜放大倍数的乘积。

四、试验方法和程序

1. 试样准备 (观察纤维纵向特征)

(1) 取试样一小束, 手扯整理平直, 用右手拇指和食指夹取约20~30根纤维, 将夹取端的纤维按在载玻片上, 用左手覆上盖玻片, 并抽去多余的纤维, 使附在载玻片上的纤维保持平直。

(2) 在盖玻片的两对顶角上各滴一滴蒸馏水, 使盖玻片粘着并增加视野的清晰度。

2. 显微镜调节

(1) 识别显微镜各主要部件的位置, 并检查其状态是否正常, 包括粗调和微调装置、物镜和目镜移动装置、集光器和光阑等。

(2) 将显微镜面对北光, 扳动镜臂, 使其适当倾斜, 以适应自己能比较舒适地坐着观察。

(3) 选择适当倍数的目镜放在镜筒上, 将低倍物镜转至镜筒中心线上, 以便调焦。

(4) 将集光器升至最高位置, 并开启光阑至最大, 用一目从目镜中观察, 调节反射镜, 使整个视野明亮而均匀。

(5) 除去目镜, 观察物镜后透镜, 调节反射镜和集光器中心, 使在物镜后透镜处光线均匀明亮, 再调节光阑, 使明亮光阑与物镜后透镜大小相一致或小些。

(6) 装上目镜, 用粗调装置将镜筒稍许升高, 把试样玻片放在载物台上的移动装置中。

(7) 旋转粗调装置, 将镜筒放至最低位置, 物镜不触及盖玻片, 调节移动装置, 使试样移在物镜中心。

(8) 从目镜下视, 旋转粗调装置, 缓慢升起镜筒, 至见到试样像后, 再调节微调装置, 使试样成像清晰。

(9) 若视野中光线太强, 可将集光器稍稍降落, 但不要随意改动光阑大小, 以免影响通过集光器进入物镜的光锥顶角。

(10) 如果采用高倍物镜，一般先用低倍物镜，然后转动物镜转换器，使高倍物镜代替低倍物镜。此时，只要稍微旋转显微镜装置，便可得到清晰的物像。

(11) 为了充分利用高倍物镜的数值孔径，在用高倍物镜观察时，集光器光阑可适当放大些。

3. 观察纤维

(1) 显微镜调节完毕后，可在目镜中观察各种纤维的纵向形态和截面形态。

(2) 用笔将纤维形态描绘在纸上，并说明纤维的形态特征。

(3) 实验完毕，将显微镜揩拭干净，并使镜臂恢复垂直位置，镜筒降至最低位置。

五、注意事项

(1) 必须先把镜筒放至最低位置，再转动粗调装置使物镜逐渐上升找出物像，以保护物镜。

(2) 揩盖玻片时，需将其放在载玻片上，不可握在手中揩拭，以免揩碎。

(3) 观察时，两眼同时睁开，一眼观察，一眼照顾绘图，并可两眼轮流使用，以调节眼睛的疲劳。

思考题

1. 棉和苎麻的截面形态是否一样，并说明其各自的形态特征？
2. 在显微镜操作时应注意哪些事项？实验中有何体会？

顾鼎芳 编写

实验2 纺织材料切片制作

一、目的要求

使用纤维切片器(机)制作各种纤维切片,在普通生物显微镜下观察各种纤维的截面形态特征。掌握纺织纤维切片制作的方法,熟悉制作切片所用仪器的结构。

二、试验仪器和试样

试验仪器为Y172型纤维切片器、手摇切片机及生物显微镜。

试样为棉、羊毛、苧麻、蚕丝、粘胶纤维、涤纶、锦纶、腈纶、维纶等各种纺织纤维。并需准备单面或双面刀片、载玻片、盖玻片、火棉胶、甘油、擦镜头纸等。如果使用手摇切片机时,还需准备石蜡、酒精、乙醚、蛋白甘油等试剂。

三、基本知识

切片在纺织材料试验中是一项被广泛采用的实验技术。在原料和产品检验方面,常根据纤维纵向和截面的形态特征结合物理、化学性质进行鉴别和质量分析。在科研方面,如研究异形纤维的截面形态及其结构特征、染料在纤维内的渗透扩散程度、浆料在纱线上的包覆情况、混纺纱中不同纤维分布与转移特征以及纱线和织物的几何结构形态等,都需通过切片,并将切片放在显微镜下观察,必要时可用摄影记录,以利分析研究。

切片的厚度,需薄而均匀,原则上将纤维切成小于或等于纤维横向尺寸(纤维直径或宽度)的厚度,以免纤维倒伏。通常使用的切片方法有哈氏切片法和手摇切片法等。

四、切片制作方法和程序

1. 哈氏切片法 哈氏切片法是利用Y172型纤维切片器(或称哈氏切片器),将纤维或纱线切成薄片的方法。Y172型纤维切片器的结构如图2-1所示。这种切片器有两块金属板,金属板1上有凸舌,金属板2上有凹槽,两块金属板啮合,凹槽和凸舌之间留有一定大小的空隙,试样就填在这个空隙中。空隙的正上方有与空隙大小相一致的小推杆,用螺杆控制推杆的位置。切片时,转动精密螺丝3,将纤维从金属板的另一面推出,推出距离大小(即切片厚度)由精密螺丝控制。切片的操作程序如下:

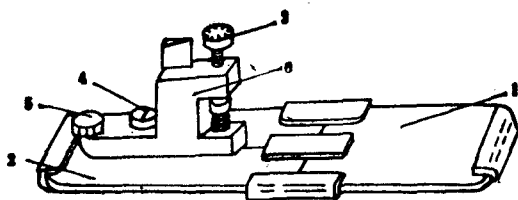


图2-1 Y172型纤维切片器（哈氏切片器）

(1) 取Y172型纤维切片器，松开螺丝4，取下销子5，将螺座6转到与金属板2成垂直的位置（或取下），抽出金属板1。

(2) 取一束纤维，用手扯法整理平直，把一定量的纤维放入金属板2的凸槽中，将金属板1插入，压紧纤维，纤维数量以轻拉纤维束时稍有移动为宜。对有些细而柔软的纤维或异形纤维，为使切片中纤维适当分散，保形性好，可在纤维束中加入少量3%的火棉胶，使其充分渗透到各根纤维间，再压紧纤维。

(3) 用锋利刀片切去露在金属板正反面外的纤维。

(4) 将螺座6转向工作位置，销子5定位，旋紧螺丝4（此时精密螺丝3的下端推杆应对准纤维束上方）。

(5) 旋转精密螺丝3，使纤维束稍伸出金属板表面，然后在露出的纤维上涂一薄层火棉胶。

(6) 待火棉胶干燥后，用锋利刀片沿金属板表面切下第一片试样。由于第一片厚度无法控制，一般舍去不用。然后由精密螺丝3控制切片厚度，重复进行数次切片，从中选择符合要求者作为正式试样。在切片时，刀片和金属板间夹角要小，并保持角度不变，使切片厚薄均匀。

(7) 把切片放在滴有甘油的载玻片上，盖上盖玻片，即可放在显微镜下观察。

(8) 为了制作永久封固切片，在载玻片上涂一层蛋白甘油，

把切片放在上面，用乙醚冲去纤维上的火棉胶，再将树胶溶液滴在试样上，盖上盖玻片，轻轻加压，使树胶溶液铺开而不存留气泡。

切片制作时，羊毛纤维较易切取，而细的合成纤维和纱线较为困难。因此可把难切的试样包在羊毛纤维中央进行切片，这样就能得到较好的切片。

Y172型纤维切片器，可切成厚度为 $10\sim 30\mu\text{m}$ 的切片，能适应各种纤维和纱线试验研究工作的需要，但不能获得更薄的切片，并由于纤维在切片之前，受到较大挤压，纤维容易变形，使结果受到影响，但这种方法简便快速，所以被广泛采用。

2.手摇切片机法 利用手摇切片机进行切片可得到较薄的纤维切片，并可连续进行切片，切片厚度的调节范围为 $1\sim 100\mu\text{m}$ 。切片前纤维或纱线需用石蜡或其他物质包埋。手摇切片机的构造如图2-2所示。试样准备和操作程序如下：

(1) 取一束纤维，用手扯法整理平直，用50%酒精浸润后取出，搓捻2~3次，再放入75%酒精中浸润，取出搓捻。如此反复3~4次，再在无水酒精中用同样方法浸润处理，再用乙醚酒精1:1混合液同样处理，经过上述处理，除去试样中的油脂、蜡质，并进行脱水。

(2) 用同样方法将试样放在火棉胶溶液中反复处理数次，取出后晾干，得到较为硬挺的棒状试样。

(3) 把棒状试样放入蜡模中，往蜡模中倒入即将凝固的石蜡溶液，冷却凝固石蜡块，试样包埋在石蜡中。

(4) 用手摇切片机（见图2-2）切取适当厚度的连续的带纤维的蜡片。

①将试样石蜡块1放入切片机的夹持器2内，用螺丝3夹紧石蜡块。

②将切片刀4夹在刀座5的凹槽中，用螺丝7固定，切片刀4的