



纺织服装高等教育“十一五”部委级规划教材
“十一五”浙江省重点教材建设项目
高职高专纺织类项目教学系列教材

纺织材料性能 与检测技术

◎ 杨乐芳 主编

◎ 张宏亭 李建萍 副主编

◎ 陈运能 主审

东华大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

纺织材料性能与检测技术 / 杨乐芳主编 张宏亭
李建萍副主编. —上海: 东华大学出版社, 2010. 12
ISBN 978-7-81111-767-7

I. ①纺… II. ①杨… III. ①纺织纤维—质量检验—
教材 IV. ①TS102

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 203109 号

责任编辑: 张 静

封面设计: 魏依东

纺织材料性能与检测技术

杨乐芳 主编

张宏亭 李建萍 副主编

东华大学出版社出版

上海市延安西路 1882 号

邮政编码: 200051 电话: (021) 62193056

新华书店上海发行所发行 江苏省句容市排印厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 21.25 字数: 531 千字

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

印数: 0001~3000 册

ISBN 978-7-81111-767-7/TS·219

定价: 39.00 元

内 容 提 要

本书以项目形式介绍了织物、纱线、纤维三种形式纺织材料形成过程、基本结构、性能特点及检测方法。

本书内容按以下七个方面构建：

【教学目标】把本项目要求达到的理论知识目标、实践技能、拓展知识、岗位知识作为导读放在每一项目或子项目前面。

【项目导入】设计一个项目案例，作为理论知识学习的切入口，目的是创设知识学习的问题情景，激发知识学习的需要动机。项目案例的内容是与实际生产、内外贸易密切关联和直观易懂，能引起学习兴趣并包含理论知识学习目标的“专业新闻”。

【知识要点】项目完成中涉及到的基本概念、术语的描述，材料结构特征、评价指标的表征，影响因素、操作原理的分析等理论知识内容。

【操作指导】项目完成过程中涉及的仪器设备、试样材料、操作步骤、相关标准等实践教学相关的资源及技能描述。

【知识拓展】纺织材料新的品种、新鉴别方法等前沿知识内容或者不作为教学主要内容，而是自学知识，拓展知识面的相关内容。

【岗位对接】与生产实际联系密切的名称术语、技术经验等。

【课后练习】由专业术语辨析、填空题、是否题、选择题、分析应用题五种类型习题组成，题型组织丰富，内容设计巧妙，突出应用性与实用性。其中专业术语辨析、填空题可作为课前导学引领用；是否题、选择题可作为课堂教学理解释疑用；分析应用题可作为课后内化提高用。

本书适用于纺织加工和贸易专业系统学习纺织材料及检测的教科书，也可作为从事纺织品生产和贸易人员了解纺织专用术语、纺织品结构、性能和检测的参考书。

前 言

《纺织材料性能与检测技术》教材是基于工作过程系统化开发的项目化教材,是为了适应“教、学、做”合一的教学方法和“工学融合”的教学内容改革的要求编写的。教材编写大纲经过了课程开发团队反复修改,交由教育专家和全国 10 所纺织高职院校专业教师组成的审纲组的审定。教材编写工作始于 2008 年下半年,初稿完成于 2009 年下半年,并在浙江纺织服装职业技术学院三个专业五个班级试用,试用期间对部分内容和结构进行了修改和调整。

本教材编写具有以下三方面的特点:

1. 教材结构要素多元立体,结构层次经纬分明。本教材每一项目教学内容分[教学目标]、[项目导入]、[知识要点]、[操作指导]、[知识拓展]、[岗位对接]、[课后练习]七个方面构建,在教学过程中可根据教学学时、学生特点、学习兴趣对七个方面有所侧重和增删,尤其是[项目导入]、[知识拓展]、[岗位对接]按需自学。

2. 内容组织顺序由宏观到微观,由易到难。本教材打破传统教材内容组织上由纤维→纱线→织物,按纺织品加工顺序组织教学内容,而改由织物→纱线→纤维,按学生认知规律来组织教学内容,这一顺序的组织,在实践技能训练上也符合先易后难的训练要求。

3. 语言表述通俗易懂,图片展示简洁明了。专业术语和内容在表述上尽可能与生产贸易、日常生活贴近并突出实用性。结构原理尽可能用简洁明了的图片表达,本书原创了 60 余幅表述纤维、纱线和织物结构及检测原理的图片。使每一项目能适应学生课前、课中和课后自学的需要。

本书各项目编写任务安排如下:

绪论、项目 2~项目 4、项目 9~项目 11——浙江纺织服装职业技术学院 杨乐芳

项目 1——浙江纺织服装职业技术学院 陈敏 季荣

项目 4——常州纺织服装职业技术学院 陶丽珍

项目 5 和项目 8——济南工程职业技术学院 张宏亭

项目 6——成都纺织高等专科学校 李建萍

项目 7——浙江纺织服装职业技术学院 邵灵玲

全书由杨乐芳统稿、校正。本书编写过程中聘请了纺织品生产、贸易和检测的行业专家作为顾问,在编写内容组织、行业最新动态等方面提供了真材实料和宝贵经验,谨此表示感谢。另外,部分纤维截面图为浙江纺织服装职业技术学院 07 纺检学生实训成果;07 纺检学生张淦、08 纺检吕硕、曹晓钗等对文中图片进行编辑处理,在此一并感谢。

限于作者水平、能力和纺织材料发展、教学手段和方法的不断改进,书中定有不足、疏漏和错误之处,敬请专家和读者赐教。

编 者

2010 年 10 月

目 录

项目 1 纺织材料形成认识	1
【项目导入】 大自然的恩赐和人类的创造	1
【知识要点】	2
子项目 1-1 棉纤维的形成及特性	2
子项目 1-2 麻纤维的形成及特性	15
子项目 1-3 毛纤维的形成及特性	20
子项目 1-4 蚕丝纤维的形成及特性	31
子项目 1-5 化学纤维的形成及特性	34
【操作指导】	50
棉纤维成熟度测试	50
【知识拓展】 新型纺丝方法	52
【岗位对接】 常见化纤丝代号	52
【课后练习】	52
项目 2 织物结构认识与识别	55
【项目导入】 织物来样分析	55
【知识要点】	55
子项目 2-1 机织物结构认识与识别	55
子项目 2-2 针织物结构认识与识别	61
子项目 2-3 非织造织物结构认识与识别	65
【操作指导】	70
2-1 织物长度、幅宽与厚度测试	70
2-2 织物密度与紧度测试	73
2-3 针织物线圈密度和线圈长度测试	75
【知识拓展】 纵横密对织物性能的影响	76
【岗位对接】	76
2-1 织物质量单位——姆米	76
2-2 横密与机号的关系经验公式	77
【课后练习】	77
项目 3 纱线结构认识与识别	80
【项目导入】 纱线实物的结构认识	80

【知识要点】	81
子项目 3-1 纱线类别的认识	81
子项目 3-2 纱线细度表征	87
子项目 3-3 纱线细度均匀度表征	92
子项目 3-4 纱线捻度	98
子项目 3-5 纱线毛羽	104
子项目 3-6 混纺纱的结构与性能	106
【操作指导】	110
3-1 纱线线密度及条干不匀测试——绞纱法	110
3-2 纱线条干不匀测试——条干均匀度仪法	112
3-3 纱线条干不匀测试——黑板条干法	115
3-4 纱线捻度测试	117
3-5 纱线毛羽测试	120
【知识拓展】 新型纱线结构认识与识别	122
【岗位对接】 纱线代号	123
【课后练习】	124
 项目 4 纤维的结构认识与鉴别	126
【项目导入】 粘胶“兄弟”的鉴别	126
【知识要点】	127
子项目 4-1 纺织纤维类别认识	127
子项目 4-2 纺织纤维结构认识	129
子项目 4-3 手感目测法鉴别	133
子项目 4-4 燃烧法鉴别	135
子项目 4-5 显微镜法鉴别	137
子项目 4-6 化学溶解法和着色法鉴别	142
子项目 4-7 纺织纤维定量分析	144
【操作指导】	147
4-1 纤维实物分类	147
4-2 纤维定性鉴别——手感目测法	148
4-3 纤维定性鉴别——燃烧法	149
4-4 纤维定性鉴别——化学溶解法和着色法	150
4-5 纤维纵面和截面形态标本制作	151
4-6 纤维定性鉴别——显微镜观察法	153
4-7 纤维定量鉴别——化学溶解法涤/棉混纺产品混纺比测试	154
【知识拓展】 其他鉴别方法	155
【岗位对接】 生产车间原料错混快速识别	156
【课后练习】	157

项目 5 纤维长度细度检测	159
【项目导入】 纤维长度、细度与纱线生产和质量的关系	159
【知识要点】	160
子项目 5-1 纤维长度及检测	160
子项目 5-2 纤维细度及检测	170
【操作指导】	175
5-1 罗拉法棉纤维长度测试	175
5-2 梳片式长度分析仪法测试羊毛、苧麻纤维长度	176
5-3 中段切断称重法测定等长化纤长度和棉、化纤细度	180
5-4 光电式长度仪法棉纤维长度测试	182
5-5 气流仪法纤维细度测试	183
5-6 显微投影法羊毛纤维细度测试	186
【知识拓展】 拉细羊毛 OPTIM/纳米纤维	188
【岗位对接】 纺织企业对细度的描述/不同国家对短绒的界定/AFIS 长度测试指标含义	189
【课后练习】	190
项目 6 纺织材料吸湿性能与纺织工艺及贸易	193
【项目导入】 纺织材料贸易中计重/运动服新宠 COOLMAX 纤维	193
【知识要点】	194
子项目 6-1 纺织材料贸易中水分的核算	194
子项目 6-2 纺织材料中水分的测试	197
子项目 6-3 纺织材料中水分的影响因素分析	200
子项目 6-4 纺织材料中水分对材料性能影响的分析	205
【操作指导】	208
6-1 烘箱法纺织材料回潮率测试	208
6-2 电阻测湿仪法原棉水分测试	211
6-3 电阻测湿仪法纱线水分测试	212
【知识拓展】 电测法原棉回潮率测试的影响因素	213
【岗位对接】 纺织品的调湿和预调湿/试验用标准大气/常用英语词汇	214
【课后练习】	215
项目 7 纺织材料的力学性质	218
【项目导入】 纤维的能耐有多大	218
【知识要点】	219
子项目 7-1 纺织材料的拉伸性能	219
子项目 7-2 纺织材料的蠕变、松弛和疲劳	230
【操作指导】	236
7-1 纤维和纱线强伸度测试	236

7-2 织物强伸度测试	237
【知识拓展】 高强度碳纤维	239
【岗位对接】 “自主”高强纤维为“神舟”护航	240
【课后练习】	240
项目 8 热学、电学性能与纺织加工	242
【项目导入】 纺织材料的热学、电学性能在纺织加工中的应用	242
【知识要点】	244
子项目 8-1 纺织材料的热学性能与纺织加工	244
子项目 8-2 纺织材料的电学性能与纺织加工	255
【操作指导】	262
8-1 纺织面料的绝热率测试	262
8-2 化纤长丝沸水收缩率测试	263
8-3 化学纤维比电阻测试	265
【知识拓展】 静电纺纳米纤维/静电植绒	267
【岗位对接】 世界各国对纺织品阻燃性的相关规定	268
【课后练习】	269
项目 9 织物耐用性	272
【项目导入】 织物的使用牢度	272
【知识要点】	273
子项目 9-1 织物的耐磨性能	273
子项目 9-2 织物的撕破性能	278
子项目 9-3 织物的顶破和胀破性能	281
【操作指导】	283
9-1 织物耐磨性测试	283
9-2 织物撕破性能测试	285
9-3 织物顶破和胀破性能测试	288
【知识拓展】 时尚界的耐用性	289
【岗位对接】 织物耐磨性的实际穿着试验	289
【课后练习】	290
项目 10 织物外观性	292
【项目导入】 织物的外观特性	292
【知识要点】	292
子项目 10-1 织物的折痕回复性	292
子项目 10-2 织物的悬垂性	295
子项目 10-3 织物的起毛起球性	297
子项目 10-4 织物的勾丝性	299

子项目 10-5 织物的尺寸稳定性	300
【操作指导】.....	302
10-1 织物折痕回复性测试	302
10-2 织物的悬垂性测试	305
10-3 织物起毛起球性测试	306
10-4 织物勾丝性测试	309
10-5 织物下水尺寸变化性能测试	312
【课后练习】.....	314
项目 11 织物舒适性	316
【项目导入】 织物的舒适特性.....	316
【知识要点】.....	317
子项目 11-1 织物的透气防风性	317
子项目 11-2 织物的透湿保湿性	318
子项目 11-3 织物的透水防水性	320
子项目 11-4 织物的传热隔热性	322
【操作指导】.....	323
11-1 织物透气性测试	323
11-2 织物传热隔热性(保温性)测试	325
【课后练习】.....	327
参考文献.....	329

项目 1 纺织材料形成认识

教学目标

1. 理论知识:棉、麻、毛、丝及化学纤维的形成及特性。
2. 实践技能:各种类型纤维的识别、棉纤维成熟度检测。
3. 拓展知识:新型纺丝方法。
4. 岗位知识:常见化纤代号。

【项目导入】大自然的恩赐和人类的创造

自然界的植物和动物完成各自纤维的生长的目的并不是为了人类的应用。棉花是为了携带种子,进行传播繁育后代;羊毛是为了保护自身肌肤和御寒保暖;蚕丝是为了构筑自身成长过程的防护体;麻纤维是为了保持麻生长的结构稳定和传输养分。因此这些材料并不能直接用于纺织加工,好在自然界给予人类的恩赐是无私的,没有给人类利用天然纤维制造多少麻烦,取自植物和动物身上的纤维进行适当的初加工即可作为纺织材料。

人类在享受大自然恩赐的同时,应该有意识地减轻大自然的负担,利用自己的聪明才智创造纤维。1644年,英国科学家罗伯特·胡克撰文说人类应该能够仿效蚕蛾产丝的工序。1883年,英国科学家约瑟夫·斯旺尝试种种供灯泡发电用的灯丝材料。他得出结论,如果把硝酸纤维素和醋酸混合,然后将混合物从一系列微小孔眼中“挤压出来”,或者说强迫其流出,就能制造出纤维。

与此同时,法国的坎特·希拉勒·德·查东内特也在通过孔眼挤出硝酸纤维素,来制造一种连续的细丝。查东内特称他的纤维是“人造丝”。后来它以“人造纤维”而闻名于世。

由此翻开人类模仿天然纤维创造纤维的历史篇章,如图 1-1 所示。

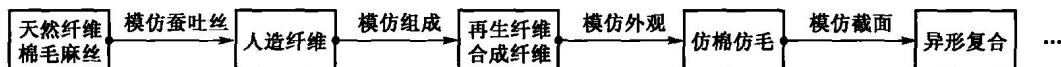


图 1-1 人类模仿天然纤维的发展历程

【知识要点】

子项目 1 1 棉纤维的形成及特性

1 棉纤维的形成

人类早在公元前 5000 年甚至公元前 7000 年就采用棉纤维进行纺织加工。棉纤维是目前最重要的纺织原料。

棉花(籽棉和皮棉的统称,也是棉植物开的花的名称)大多是一年生植物。其种植范围很广,在北纬 37°到南纬 30°之间的温带地区都可种植。中国、美国、印度、巴基斯坦、巴西、埃及和苏丹等国是主要的产棉国。中国也是棉花进口大国。

我国棉花约在四五月间开始播种,一两周后发芽,约于七八月间陆续开花,花期可延续一个月以上。花朵受精后就萎谢,花瓣脱落,开始结果,结的果称为棉桃或棉铃。这时棉铃外壳变硬开裂,裂开后棉絮外露,称为吐絮,如图 1-2 所示。棉铃内分为 3~5 个室,每室有 5~9 个棉籽。棉铃由小到大,约 45~65 天后成熟。根据收摘时期,有早期棉、中期棉和晚期棉之分。中期棉的质量最好,早期棉和晚期棉较差。

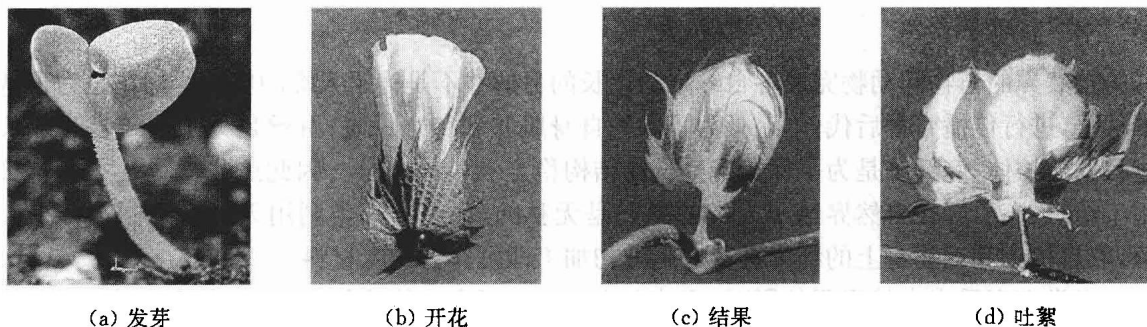


图 1-2 棉花的生长过程

棉纤维是由胚珠(即将来的棉籽)表皮细胞伸长加厚而成的。一个细胞长成一根纤维,它的一端着生于棉籽表面,另一端成封闭状。从棉桃中取出的带籽棉纤维称为籽棉。棉纤维从胚珠到形成纤维可以分为伸长期、加厚期和转曲期三个时期。

(1) **伸长期** 棉花开花后,胚珠表皮细胞开始隆起伸长。胚珠受精后初生细胞继续伸长,同时细胞宽度增加,经约 25~30 天的生长,形成具有一定长度而胞壁极薄且有中腔的细长薄壁管状物。

(2) **加厚期** 当初生细胞伸长到一定长度时,就进入加厚期。这时纤维长度很少增加,外周长的变化也不大,而细胞壁由外向内逐日淀积一层层纤维素,中腔渐渐减少,最后形成一根两端较细、中间较粗的棉纤维。加厚期约为 25~30 天。纤维素的淀积是在较高温度下进行的,温度低于 20℃,淀积就会停止。由于白天和黑夜的气温相差很大,纤维素在胞壁内的淀积

时快时慢、时停时积,形成明显呈同心环状的层次。层次的数目与加厚的天数相当。这种层次有如树木的年轮,称为棉纤维的生长日轮,见图 1-3。如果在棉纤维加厚期保持温度不变,就不会形成日轮。

(3) **转曲期** 随着生长天数的增加,棉纤维逐渐成熟,棉铃裂开吐絮,棉纤维与空气接触,纤维内水分蒸发,胞壁发生扭转,形成不规则的螺旋形,称为天然转曲或扭曲,约在棉铃裂开后的 3~4 天进行。

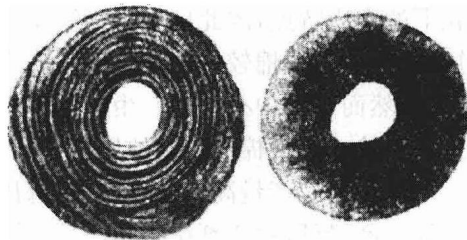


图 1-3 棉纤维的日期轮图

2 棉花的初加工——剥离

棉花初加工即轧花,是对籽棉进行的加工。它是指通过轧花机的作用,清除僵棉、排去杂质,实现棉纤维与棉籽的分离,然后将获得的皮棉分级打包等一系列工艺过程。轧花的基本要求是清僵排杂,籽棉经轧花后纤维不受损伤,保持棉纤维的自然品貌。轧花机有锯齿机和皮辊机两种,作用原理不同,因此得到的皮棉类型有锯齿棉和皮辊棉之分。

(1) **锯齿轧花与锯齿棉** 锯齿机是棉花加工的主要设备。它的工作原理是利用几十片圆锯片的高速旋转,对籽棉上的纤维进行勾拉,通过间隙小于棉籽的肋条的阻挡,使纤维与棉籽分离,如图 1-4 所示。

锯齿机上有专门的除杂设备,因此锯齿棉含杂较少。由于锯齿机勾拉棉籽上短纤维的几率较小,故锯齿棉短绒率较低,纤维长度整齐度较好。但锯齿机作用剧烈,容易损伤较长纤维,也容易产生轧工斑点,使平均长度缩短,棉结、索丝和带纤维籽屑较多。又由于轧花时纤维是被锯齿勾拉下来的,所以皮棉呈蓬松分散状态。

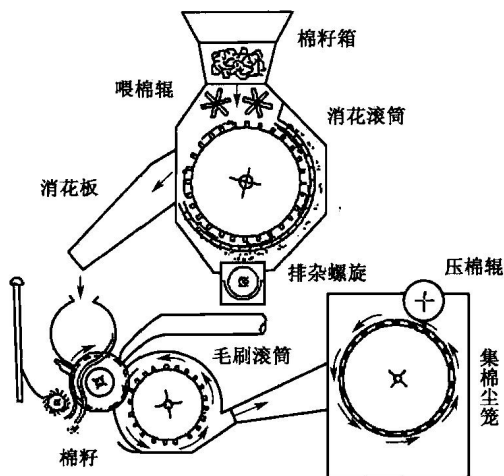


图 1-4 锯齿轧花机轧花原理图

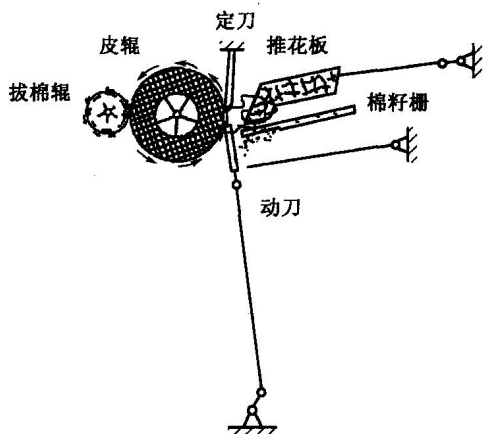


图 1-5 皮辊轧花机轧花原理图

(2) **皮辊轧花与皮辊棉** 皮辊机的工作原理是利用表面毛糙的皮辊的摩擦作用,带住籽棉纤维从上(定)刀与皮辊的间隙通过时,依靠下(动)刀向上的冲击力,使棉纤维与棉籽分离,如图 1-5 所示。

由于皮辊机设备小并缺少除杂机构,所以皮辊棉含杂较多。皮辊机具有将长短纤维一起

轧下的作用特点,因此皮辊棉短绒率较高,纤维长度整齐度稍差。但也有人认为,不考虑排除短绒的话,皮辊棉较锯齿棉长度整齐度为好。皮辊机作用较缓和,不易损伤纤维,轧工疵点也较少,然而皮棉中有黄根。由于皮辊机是依靠皮辊与上刀和下刀的作用进行轧花的,所以皮棉呈条块状。皮辊棉可较多地用于纺精梳纱品种。

锯齿轧花产量高,大型轧花厂都用锯齿机轧花,棉纺厂使用的细绒棉也大多为锯齿棉。皮辊轧花产量低,由于纤维损伤小,长绒棉、留种棉一般用皮辊轧花。轧花机加工成的皮棉经打包机打成符合国家标准棉包的。国家标准规定的皮棉包装有三种包型:85kg/包(±5kg/包);200kg/包(±10kg/包);227kg/包(±10kg/包)。

锯齿棉和皮辊棉的性能特点汇总于表 1-1 中。

表 1-1 锯齿棉和皮辊棉的性能特点

类 型	锯 齿 棉	皮 辊 棉
外观形态	纤维紊乱,蓬松均匀,污染分散,颜色较均匀,重点黄染不易辨清。	纤维平顺,厚薄不匀,呈条块状,有水波形刀花,重点污染较明显。
疵 点	棉结、索丝较多,并有少量带纤维籽屑。	黄根较明显,有带纤维籽屑,破籽极少,有棉结、索丝。
杂 质	叶片、籽屑、不孕籽等较少。	棉籽、籽棉、破籽、籽屑、不孕籽、软籽表皮、叶片等较多。
长 度	稍 短	稍 长
整齐度	稍 好	稍 差
短绒率	较 低	较 高

3 棉纤维的种类

3.1 按棉花品系分

棉属植物很多,但对纺织业有经济价值的栽培种目前只有四种,即陆地棉、海岛棉、亚洲棉(中棉)和非洲棉(草棉或小棉),是一年生草本植物。

按照棉花的栽培种,结合纤维的长短粗细,纺织业将其分为长绒棉、细绒棉和粗绒棉三大品系,其性状见表 1-2,据此可鉴别原棉种类。

表 1-2 棉花的品系

品 系	细 绒 棉	长 绒 棉	粗 绒 棉
纤维色泽	精白、洁白或乳白,纤维柔软有丝光。	色白、乳白或淡黄色,纤维细软,富有丝光。	色白、呆白,纤维粗硬,略带丝光。
纤维长度(mm)	25~33	33 以上	23 以下
线密度(dtex)	1.67~2(5000~6000)	1.18~1.43(7000~8500)	2.5 以上(4000 以下)
纤维宽度(μm)	18~20	15~16	23~26
单纤强力(cN)	3~4.5	4~5	4.5~7
断裂长度(km)	20~25	33~40	15~22
天然转曲(个/cm)	39~65	80~120	15~22
适于纺纱品种	纯纺或混纺 11~100tex 的细纱	4~10tex 的高档纱和特种纱	粗线密度纱

注:表中括号内为公制支数。

(1) **细绒棉** 细绒棉是指陆地棉各品种的棉花,纤维细度和长度中等,一般长度为 25~33mm,细度为 5000~6000 公支。色洁白或乳白,有丝光,可用于纺制 10~100tex(60^s~6^s)的细纱。细绒棉占世界棉纤维总产量的 85%,也是目前我国主要栽种的棉种(占 93%)。

(2) **长绒棉** 长绒棉是指海岛棉各品种的棉花和海陆杂交棉,纤维特长,细而柔软,一般为 33~39mm,最长可达 64mm;细度为 7000~8500 公支。色乳白或淡黄,富有丝光,品质优良,是生产 10tex 以下棉纱的原料。海岛棉最初发现于美洲大西洋沿岸群岛,后传入北美洲东南沿海岛屿,因而得名。现生产长绒棉的国家主要有埃及、苏丹、美国、摩洛哥、中亚各国等。新疆等部分地区是我国长绒棉的主要生产基地。长绒棉又可分为特长绒棉和中长绒棉。

① **特长绒棉** 特长绒棉是指纤维长度在 35mm 以上的长绒棉,通常用于纺制 4~7.5tex(120^s~80^s)精梳纱、精梳宝塔线等高档纱线。

② **中长绒棉** 中长绒棉是指长度为 33~35mm 的长绒棉,品级较高的中长绒棉可用于纺制 7.5~10tex(80^s~60^s)的精梳纱、轮胎帘子线、精梳缝纫线等纱线。

(3) **粗绒棉** 粗绒棉是指中棉和草棉各品种的棉花,纤维粗短,富有弹性。此类棉纤维长度短而粗硬,色白或呆白,少丝光,使用价值和单位产量较低,在国内已基本淘汰,世界上也没有商品棉生产。其品种目前主要作为种源库保留。

3.2 按棉花的色泽分

(1) **白棉** 正常成熟的棉花,不管色泽呈洁白、乳白或淡黄色,都称为白棉。棉纺厂使用的原棉,绝大部分为白棉。

(2) **黄棉** 棉铃生长期受霜冻或其他原因,铃壳上的色素染到纤维上,使纤维大部分呈黄色,以符号“Y”在棉包上标示。一般属低级棉,棉纺厂仅有少量使用。

(3) **灰棉** 棉铃在生长或吐絮期间,受雨淋、日照少、霉变等影响,使纤维色泽灰暗,以符号“G”在棉包上标示。灰棉一般强力低,品质差,仅在纺制低级棉纱时搭用。

4 棉纤维特性

4.1 棉纤维的断面结构

棉纤维的横断面由许多同心层所组成,主要有初生层、次生层和中腔三部分,如图 1-6 所示。

(1) **初生层** 初生层是棉纤维的外层,即棉纤维在伸长期形成的纤维细胞的初生部分。初生层的外皮是一层极薄的蜡质与果胶,表面有细丝状皱纹。蜡质(俗称棉蜡)对棉纤维具有保护作用,能防止外界水分的侵入。

(2) **次生层** 次生层是在棉纤维加厚期间淀积纤维素所形成的部分,是棉纤维的主要构成部分,几乎全为纤维素组成。次生层决定了棉纤维的主要物理机械性质。

在初生层下面是厚度不到 0.1 μ m 的 S₁ 层,由微原纤紧密堆

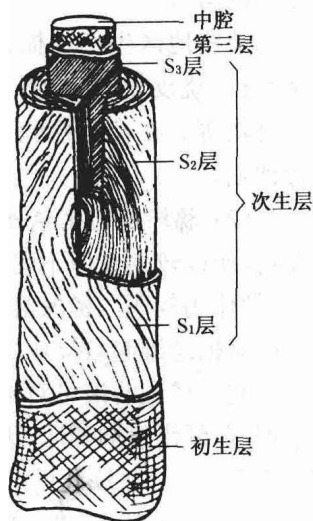


图 1-6 棉纤维的断面结构

砌而成。微原纤与纤维轴呈螺旋状排列,倾斜角为 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。这一层中几乎没有缝隙和孔洞。在 S_1 层下面是厚度约 $1 \sim 4 \mu\text{m}$ 的 S_2 层,由基本同心的环状层叠合而构成棉纤维的主体,全部为纤维素组成。微原纤与纤维轴的平均螺旋角约为 25° ,螺旋方向沿纤维长度方向周期性地左右改变,一根棉纤维上这种反向可在 50 次以上,不同品种棉纤维的反向次数也可不同。这一层中微原纤成为网状结构,相互镶嵌,在微原纤与原纤之间形成空隙,使棉纤维具有多孔性。位于 S_2 层以内的是厚度不到 $0.1 \mu\text{m}$ 的 S_3 层,具有与 S_2 层相似的特征。

(3) **中腔** 中腔是棉纤维生长停止后所遗留的内部空隙。中腔内有少数原生质和细胞核残余物,对棉纤维的本色有影响。随着棉纤维成熟度不同,中腔宽度有差异,成熟度高,中腔小。

4.2 棉纤维的组成物质与化学性质

(1) **棉纤维的组成物质** 棉纤维的主要组成物质是纤维素,正常成熟的棉纤维中纤维素含量约为 94%。此外,还含有蜡质、脂肪、糖分、灰分、蛋白质等纤维素伴生物,如表 1-3 所示。

表 1-3 棉纤维各组成物质的含量

组成物质	纤维素	蜡质与脂肪	果 胶	灰 分	蛋白质	其 他
含量范围(%)	93.0~95.0	0.3~1.0	1.0~1.5	0.8~1.8	1.0~1.5	1.0~1.5
一般含量(%)	94.5	0.6	1.2	1.2	1.2	1.3

纤维素伴生物的存在对棉纤维的加工使用性能有较大影响。蜡质、脂肪会影响棉纤维的毛细管效应,能防止外界水分立即侵入,除去脂肪的脱脂棉能提高纤维的吸湿性。棉蜡在纺纱过程中起润滑作用,是棉纤维具有良好纺纱性能的原因之一。但在高温时,棉蜡容易熔化,从而影响了纺纱工艺。棉纤维、棉纱线和棉织物在染整加工前,必须经过煮练以去除棉蜡,从而保证染色均匀。

某些地区生产的棉花,表面含有较多的糖分。含糖较多的棉花在纺纱过程中容易引起绕罗拉、绕皮辊、绕皮圈等现象,影响加工和产品质量。这些糖分主要是外来物,如昆虫的分泌物等。在棉花检验中应进行含糖分析或粘性测试,以确定其含量,对加工中的粘性进行评估。

(2) **棉纤维的化学性质** 由于棉纤维的主要组成物质为纤维素,而纤维素是一种碳水化合物,所以较耐碱但不耐酸。无机酸(如硫酸、盐酸、硝酸)对棉纤维有破坏作用,有机酸(如甲酸)的作用较弱。稀碱溶液在常温下对棉纤维不发生破坏作用,但会使纤维膨化。浓碱在高温下可对棉纤维起破坏作用。

利用稀碱溶液可对棉纱和棉布进行“丝光”处理。把棉纤维放在一定浓度的 NaOH 溶液中处理,纤维横向膨胀,天然转曲消失,截面由腰圆形变为圆形,纤维呈现丝一般的光泽,如图 1-7 所示。如果膨化的同时再给予拉伸,则在一定程度上可改变纤维内部结构,从而提高纤维强力,这一处理称为“丝光”,经丝光加工的纺织品,命名时冠以“丝光”,如丝光棉、丝光纱、丝光床单等。

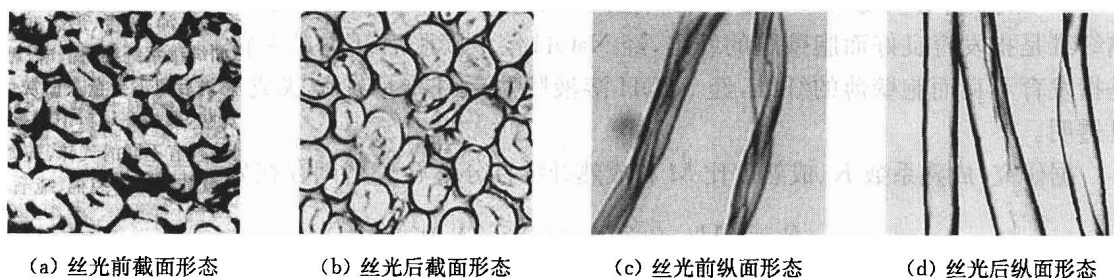


图 1-7 丝光前后棉纤维形态对比

4.3 棉纤维的成熟度

棉纤维的成熟度是指纤维胞壁加厚的程度和纤维中纤维素充满的程度。胞壁愈厚,纤维素淀积得愈多,成熟度愈高。

成熟度与棉花品种、生长条件有关,尤其受生长条件的影响。棉纤维成熟度不同,纤维形态则不同。成熟度高,则中腔小、胞壁厚,腔宽与壁厚的比值小。

4.3.1 棉纤维成熟度的指标与检验

表示棉纤维成熟度的指标有成熟系数、成熟纤维百分率和成熟度比等。

(1) **成熟系数 K** 根据棉纤维腔宽与壁厚比值的大小(与纤维形态有关,见图 1-8)所定出的相应数值,即将棉纤维成熟程度分为 18 组后所规定的 18 个数值,最不成熟的棉纤维的成熟系数定为“0”,最成熟的棉纤维的成熟系数定为“5”,以表示棉纤维成熟度的高低。棉纤维成熟系数与腔宽壁厚比值间的对应关系见表 1-4。

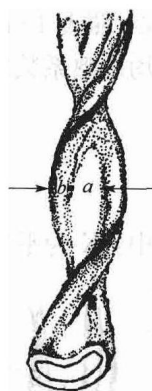


图 1-8 棉纤维的腔宽与壁厚

a—腔宽 b—壁厚

表 1-4 成熟系数与腔宽壁厚比值对照表

成熟系数	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25
腔宽壁厚比值	32~22	21~13	12~9	8~6	5	4
成熟系数	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75
腔宽壁厚比值	3	2.5	2	1.5	1.0	0.75
成熟系数	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	5.00
腔宽壁厚比值	0.50	0.33	0.20	0.00	不可察觉	

正常成熟的细绒棉的成熟系数一般为 1.5~2.0,低级棉的成熟系数在 1.4 以下。从纺纱工艺与成品质量来考虑,成熟系数在 1.7~1.8 时较为理想。长绒棉的成熟系数通常为 2.0 左右,比细绒棉高。

(2) **成熟度比 M** 指棉纤维细胞壁的实际增厚度(即棉纤维细胞壁的实际横截面积对相同周长的圆面积之比)与选定为 0.577 的标准增厚度之比。成熟度比越大,说明纤维越成熟。成熟度比低于 0.8 的纤维未成熟。