

MIANHUA JIANYAN XUE

棉花

MIANHUA JIANYANXUE

刘从九 徐守东 编著

检验学

安徽大学出版社

前 言

为推进我国棉花质量检验体制改革、促进棉花产业的健康发展,2007年6月5日,国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会批准发布了GB 1103—2007《棉花 细绒棉》,并于2007年9月1日起实施。为满足棉花检验专业教学和培训工作的需要,进一步提高我国棉花质量检验人员的理论水平和业务能力,安徽财经大学棉花工程研究所组织编写了《棉花检验学》。

本书依据现行细绒棉国家标准,结合多年的棉花检验专业教学、科研以及棉花检验工作的实践经验编写而成。全书共16章和3个附录。第一、二章是棉检基础知识部分,主要介绍棉纤维结构与性能、棉花检验取样;第三至第六章是棉花重量检验部分,主要介绍籽棉衣分检验、棉花回潮率检验、杂质检验、重量计算;第七至十五章是棉花品质检验部分,主要介绍棉花品级、长度、马克隆值、异性纤维、成熟度、细度、强度、疵点、含糖检验;第十六章是仪器化检验部分,主要介绍HVI棉纤维物理性能试验方法。总之,本书以棉纤维结构与性能为理论基础,以细绒棉国家标准为纲,围绕棉花质量的一系列特性指标,比较系统地阐述了棉花检验的理论和方法。

本书由安徽财经大学刘从九、徐守东同志编著。在编写过程中,安徽财经大学信息工程学院何晓峰、朱其祥,棉花工程研究所吴国新、张志贤等同志参与部分章节的讨论、修改和插图的绘制。中国纤维检验局吕善模、熊宗伟同志,总社郑州棉麻工程技术设计研究所万少安同志提供了参考资料。在出版过程中,得到中国棉花协会、中国纤维检验局、中国储备棉管理总公司、中储棉花信息中心、安徽财经大学、安徽财经大学成人教育学院、安徽财经大学科研处等单位领导及同志的支持和帮助。在此一并致谢。

由于编写时间比较仓促,如有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年10月

目 录

第一部分 棉检基础知识

第一章 棉纤维结构与性能	1
第一节 棉纤维的形成	1
第二节 棉纤维的组成	3
第三节 棉纤维的结构	5
第四节 棉纤维的性能	10
第二章 棉花检验取样	22
第一节 取样原理	22
第二节 取样数量和方式	23
第三节 取样方法	25
第四节 试验棉条的制备	27

第二部分 棉花重量检验

第三章 籽棉衣分检验	31
第四章 棉花回潮率检验	38
第一节 概 述	38
第二节 烘箱法(GB/T 6102.1)	39
第三节 电测器法(GB/T 6102.2)	49
第四节 棉包回潮率在线测试系统	54
第五章 棉花杂质检验	59
第一节 原棉杂质	59
第二节 原棉杂质分析机	60

第三节 原棉杂质检验方法	69
第六章 棉花重量计算	73
第一节 籽棉折合皮棉的公定重量	73
第二节 成包皮棉公定重量	74
 第三部分 棉花品质检验	
第七章 棉花品级检验	76
第一节 棉花类别类型	76
第二节 棉花品级	78
第三节 品级检验依据与方法	80
第八章 棉花长度检验	97
第一节 棉花长度	97
第二节 手扯尺量法	99
第三节 罗拉式分析法(GB/T 6098.1)	103
第四节 梳片法(GB/T 13779)	113
第五节 纤维照影仪法(GB/T 13781)	119
第九章 马克隆值检验	127
第一节 概 述	127
第二节 Y145C 型气流仪测定法	131
第三节 175 便携式气流仪测定法	133
第四节 MC 型气流仪	137
第五节 MJQS-175 电子式棉纤维气流仪	140
第六节 马克隆值试验方法(GB/T 6498-2004)	145
第七节 法勃洛耐(Fibronaire)气流仪测试方法	147
第十章 异性纤维检验	150
第一节 概 述	150

第二节 异性纤维含量检验	151
第十一章 棉花成熟度检验	153
第一节 概 述	153
第二节 中腔胞壁对比法(GB/T 6099.1)	155
第三节 显微镜法(GB/T 13777)	160
第四节 偏光成熟仪法	163
第五节 偏光显微镜测定法	177
第六节 染色测定法	179
第十二章 纤维细度测定	181
第一节 概 述	181
第二节 棉纤维线密度的测定方法	183
第十三章 棉纤维强度测定	190
第一节 概 述	190
第二节 断裂比强度测试仪器	193
第三节 断裂比强度测试方法	200
第十四章 原棉疵点检验	204
第一节 概 述	204
第二节 原棉疵点试验方法(GB/T 6103)	206
第十五章 棉纤维含糖测定	208
第一节 概 述	208
第二节 棉纤维含糖试验方法——定量法(GB/T 16258)	214

第四部分 仪器化检验

第十六章 HVI 棉纤维物理性能试验方法	219
第一节 概 述	219
第二节 HVI 棉纤维长度、强力测试	220

第三节	HVI 棉纤维马克隆值测试·····	227
第四节	HVI 棉纤维颜色、杂质测试 ·····	229
第五节	计算及试验报告·····	234
第六节	HVI 仪器维护·····	234

附 录

附录一	试验数据的处理·····	245
附录二	数值修约规则(GB8170-1987) ·····	253
附录三	GB 1103-2007《棉花 细绒棉》·····	257
参考文献	·····	272

第一部分 棉检基础知识

第一章 棉纤维结构与性能

第一节 棉纤维的形成

棉花的生长发育包括苗期、蕾期、花铃期和吐絮期四个阶段。棉纤维是胚珠（即将来的棉籽）的表皮细胞经过伸长和加厚而形成的，一个细胞就长成一根纤维，它的一端着生于棉籽表面，另一端成封闭状。棉纤维的形成过程，可以分为伸长、加厚和转曲三个时期。

一、棉纤维伸长期

棉纤维生长的前半期是伸长阶段，表现为纤维细胞的伸长和初生壁的形成。棉花开花前，胚珠的所有表皮细胞大小相近，胚珠表面光滑，但在花冠开放后、胚珠受精前，胚珠的表皮细胞就开始隆起伸长，这就是纤维的初生细胞，见图 1-1。经过一昼夜的时间，初生细胞可以伸长为其宽度的两倍。胚

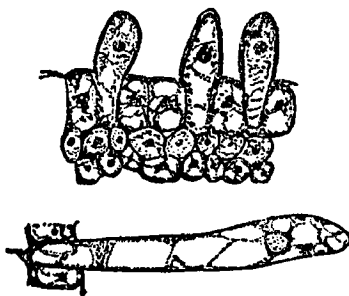


图 1-1 受精前胚珠的表皮细胞

珠受精后，初生细胞继续伸长直至纤维的最后长度。初生细胞在伸长的同时，也加大细胞的宽度，并很快达到其最后的周长。这一时期称为“棉纤维伸长期”，约需 25~30d。表 1-1 为棉花开花不同天数时纤维平均长度的变化。一般开花后第 6~21d，是伸长最快的时期，到第 25d 左右伸长基本完成。棉纤维的伸长天数因品种和水、土、肥等的不同而有较大差别。

表 1-1 棉花开花后棉纤维平均长度的变化

开花后天数	3	6	9	12	15	18	21	24	50d 及到成熟
棉纤维 平均长度 mm	0.25	2	6	11	16	23	29	30	30

在正常情况下,胚珠表皮细胞层中的细胞成为初生纤维,并不限于同一天内,而是在开花受精后 10d 内陆续发生。早发生的纤维生长良好,长度较长,成为具有纺纱价值的棉纤维。在开花第三天后从胚珠表皮细胞层所发生的纤维初生细胞,往往不久即停止发育,最后成为附在种子表面短而密集的棉短绒。如果这个胚珠内的卵细胞没有受精,胚珠上的纤维初生细胞就逐渐停止生长,胚珠死亡,成为不孕籽,原来已生长的纤维初生细胞成为附在不孕籽上的短纤维。

二、棉纤维加厚期

棉纤维生长的后半期是加厚阶段,表现为细胞壁加厚,中空变小。当纤维初生细胞壁伸长到一定长度以后,即开始细胞壁的加厚。这时纤维长度很少再增加,外周长也没有多大变化,只是初生细胞壁由外向内逐日淀积一层纤维素而逐渐增厚,形成次生细胞壁。最后成为一根两端较细、中间较粗的棉纤维。这一时期称为“棉纤维加厚期”,约需 25 ~ 30d。

棉纤维的加厚生长与环境温度关系较大。纤维素的淀积是在温度较高的时候进行的,在 20 ~ 30℃ 的范围内,温度愈高,加厚愈快。据研究,白天温度 32℃ 左右,夜间温度 20℃ 左右时,最有利于棉纤维次生细胞壁的淀积。如果夜间温度低于 20℃,则纤维素淀积就会受到影响,15℃ 以下棉纤维加厚就会停止。由于白天和黑夜气温相差很大,棉纤维素淀积时快时慢,因此在胞壁内形成明显的层次,层次的数目与纤维细胞壁的加厚天数相当,从而形成棉纤维的生长日轮,见图 1—2。可见,棉纤维次生细胞壁形成时,纤维素淀积具有昼夜周期性。如果在棉纤维加厚时期保持不变的适宜温度,就不会形成这种像树木年轮一样的日轮。

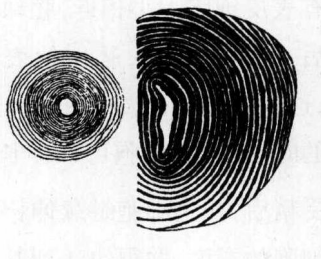


图 1-2 棉纤维的日轮图

三、棉纤维转曲期

棉纤维加厚期结束后,棉铃壳开始逐渐脱水干燥,内部由于棉纤维的成熟而膨胀,使棉铃裂开吐絮。棉纤维开始是管状细胞,吐絮后纤维暴露在空气中,纤维内水分蒸发引起表面收缩。由于棉纤维细胞壁淀积纤维素时,是以螺旋状原纤形态层层分布的,并且螺旋方向时左时右,所以在纤维干涸收缩时,胞壁发生时左时右的螺旋形扭转,形成不规则的天然转曲。这一时期称为“棉纤维转曲期”。形成天然转曲的时期,一般在棉铃开始呈现裂缝后的3~4d。这期间棉纤维完成后熟作用,拉伸强度增大。未成熟的棉纤维细胞壁薄,几乎没有转曲。

第二节 棉纤维的组成

棉纤维的主要组成物质是纤维素,其余为纤维素伴生物。棉纤维素及其伴生物的含量取决于棉纤维的成熟程度。完全成熟的棉纤维其纤维素的含量约占棉纤维总重的94%左右,伴生物含量较少。

一、棉纤维素

棉纤维素是一种碳水化合物,是在棉花生长过程中由二氧化碳和水经过光合作用而形成的。经过元素定量分析,得知纤维素是由碳(C)、氢(H)、氧(O)三元素组成,其组成比例为碳44.4%、氢6.2%、氧49.4%。

纤维素的分子式可以写成 $(C_6H_{10}O_5)_n$,其中 n 为聚合度,是指一个纤维素分子中含有的基本单元即 $(C_6H_{10}O_5)$ 的个数。棉纤维素的分子量和聚合度并不是每一个分子都是一样的,这是高分子化合物的特征之一,称为不均匀性或多分散性。有关资料上所载棉纤维素的分子量和聚合度是指一个样品中很多分子的平均值。棉纤维素的聚合度越高、分子量越大,棉纤维的某些物理机械性能也就越好。

根据棉纤维素在一定浓度的氢氧化钠溶液中溶解的不同情况,通过分离,可以得到聚合度和某些性质不同的纤维素,分别称为 α -纤维素、 β -纤维素、 γ -纤维素。

α -纤维素:是在室温(20℃)下不溶于17.5%氢氧化钠溶液中的纤维素,其聚合度在150以上。

β -纤维素:是在室温(20℃)下能溶于 17.5% 氢氧化钠溶液,再用醋酸中和沉淀出来的纤维素,其聚合度为 15 ~ 150。

γ -纤维素:是在室温(20℃)下能溶于 17.5% 氢氧化钠溶液,再用醋酸中和亦不沉淀的纤维素,其聚合度在 15 以下。

β -纤维素和 γ -纤维素也可以概括称为“半纤维素”,又叫“氧化纤维素”或“水解纤维素”。成熟度不好的棉纤维,半纤维素含量较高,则 α -纤维素含量相对降低。所以,用作军工或化工原料的棉短绒需要经过化验。 α -纤维素的含量越高,原料的利用率就越高。

二、棉纤维素伴生物

棉纤维素伴生物除天然有色棉的色素由于含量极微和一小部分其他物质尚未查明外,主要有下列几类。

脂肪和蜡质:棉纤维表面含有一层脂肪和蜡质,其含量随棉纤维成熟程度的提高而降低。它能保护棉纤维不易受潮并增润棉纤维的光泽,含量适当时在纺纱过程中能起润滑作用,但它妨碍棉纤维及其制品的着色能力。用乙醚、酒精和碱溶液溶解可以把它除去。

果胶物质:用水抽提棉纤维而得到的水溶性物质主要为果胶物质,所以也称为“水溶物”,果胶物质会妨碍棉纤维的毛细管作用,除去果胶物质后的棉纤维吸湿性高。

含氮物质:主要是蛋白质和其他含氮的化合物。随着棉纤维成熟度的提高,含氮物质含量则降低。把棉纤维放在水中加热或用碱液蒸煮即可除去。

糖类物质:是指多缩戊糖,在棉纤维中含量不多。用乙醚和热水抽取了脂肪、蜡质、有色物质以后剩下的能溶于稀碱溶液的物质,统称为“糖类物质”。它是以多缩戊糖为主,还有多缩己糖和多缩醛糖等的混合物。因为它们都属于多糖类,有着相似的化学性质,很难分离,因此在用化学分析方法测定时都按多缩戊糖计算。含糖较多的棉纤维在纺纱过程中容易引起绕罗拉、绕皮辊、绕皮圈等现象,影响纺纱工艺及产品质量。

灰分:棉纤维在生长过程中伴有灰分。它是铁、钙、镁、钠、钾等金属元素氧化物的总称。棉纤维成熟度愈高,灰分含量愈低。军工和化工用的棉短绒化验灰分含量,具有重要意义。

第三节 棉纤维的结构

棉纤维的结构一般包括大分子结构、超分子结构和形态结构。棉纤维的性能基本上由这些结构所决定。因此,了解棉纤维结构可为检验棉花品质提供理论基础。

一、棉纤维的大分子结构

成熟的棉纤维绝大部分由纤维素组成。纤维素是天然高分子化合物,其分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$,大分子结构式如图 1-3 所示。

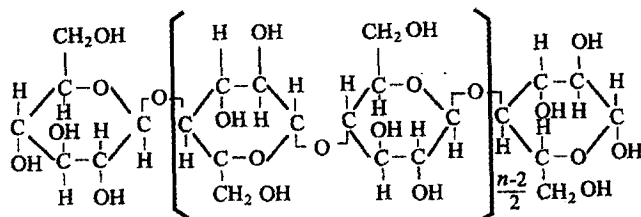


图 1-3 纤维素大分子结构式

纤维素是一种多糖物质,每个纤维素大分子都是由 n 个葡萄糖剩基,彼此以 1-4 苷键联结而形成的。所以,纤维素大分子的基本链节是葡萄糖剩基,在大分子结构式中为不对称的六环形结构,也称“氧六环”。相邻两个氧六环彼此的位置扭转 180° ,依靠苷键连成一个重复单元,即大分子单元结构是纤维素双糖,长度为 1.03nm ,是纤维素大分子结构的恒等周期。纤维素大分子的空间结构,如图 1-4 所示。

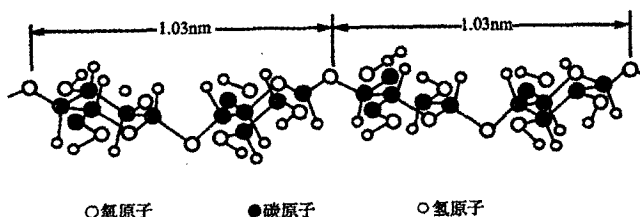


图 1-4 纤维素大分子空间结构示意图

纤维素大分子中,氧六环的空间结构属于椅式结构。每一氧六环的 21 个原子

并不在一个平面上,相邻两个氧六环的中心平面也不在一个平面上。另外每个氧六环上含有三个游离醇羟基,其中2,3位碳原子上是两个仲醇羟基,6位碳原子上是一个伯醇羟基,它们都具有一般醇羟基的特性,但在化学性质上略有差异。在纤维素大分子的末端1位碳原子上有一个性质与其他醇羟基不同的羟基,由于它的存在而产生醛基性质,具有还原性。

纤维素大分子的官能团是羟基和苷键。羟基是亲水性基团,使棉纤维具有一定的吸湿能力;而苷键对酸敏感,所以棉纤维比较耐碱而不耐酸。此外,纤维素大分子中氧六环之间距离较短,大分子间羟基的作用又较多,所以纤维素大分子的柔曲性较差,是属于较僵硬的线型大分子,棉纤维表现为比较刚硬,初始模量较高,回弹性质有限。

二、棉纤维的超分子结构

超分子结构是指大于分子范围的结构,又称“聚集态结构”。

(一) 大分子间的结合力

棉纤维中大分子之间是依靠分子引力(又称“范德华力”)和氢键结合的。

1. 分子引力

分子引力是永远存在分子间的一种作用力,是由偶极分子之间的静电引力、相邻分子之间诱导电动势引起的诱导力以及相邻原子上电子云旋转引起瞬时偶极矩产生的色散力综合组成。它的强度比共价键的强度小得多,而且与分子间的距离有关,作用距离约为0.3~0.5nm,当分子间距离大于0.5nm时,这种作用力可忽略不计。

2. 氢键

氢键是大分子侧基上(或部分主链上)极性基团之间的静电引力。它的结合力略大于分子引力,在作用距离约0.23~0.32nm条件下能使相邻分子较稳定地结合。

(二) 结晶态和非晶态

棉纤维中大分子之间依靠分子引力和氢键能形成多级的超分子结构。棉纤维的微观结构认为:由数个纤维素大分子聚集形成横向尺寸约6nm的微原纤;由微原纤聚集形成横向尺寸约10~25nm的原纤;由原纤聚集形成横向尺寸约0.1~1.5 μm 的巨原纤;再由巨原纤排列成日轮层;然后形成棉纤维。棉纤维中,微原纤内有

1nm 左右的缝隙和孔洞,原纤间具有 5~10nm 的缝隙和孔洞,次生胞壁中日轮层之间具有 100nm 左右的缝隙和孔洞,因而棉纤维微观内部也是一种多孔性的结构。

纤维中大分子的排列是比较复杂的,一般存在两种状态,即某些局部区域呈结晶态,另一些局部区域呈非晶态。纤维中大分子有规律地整齐排列的状态都叫“结晶态”,纤维中呈现结晶态的区域叫“结晶区”。在纤维的结晶区中,由于大分子排列比较整齐密实,缝隙孔洞较少,分子之间互相接近的各个基团的结合力互相饱和,因而纤维的吸湿较困难,强度较高,变形较小。棉纤维结晶区内结晶结构的最小单元,即单元晶格是由五个平行排列的纤维素大分子在两个氧六环链节长的一段上组成,中间的一个大分子与棱边的四个大分子是倒向的。不同种类的纤维素纤维其晶胞尺寸是不相同的。棉纤维和麻纤维单元晶格的尺寸为 $a = 0.835\text{nm}$, $b = 1.03\text{nm}$, $c = 0.795\text{nm}$, $\beta = 84^\circ$,称为“纤维素 I 晶胞”,如图 1-5 所示。粘胶纤维及丝光处理后的丝光棉纤维其单元晶格的尺寸为 $a = 0.814\text{nm}$, $b = 1.03\text{nm}$, $c = 0.914\text{nm}$, $\beta = 62^\circ$,称为“纤维素 II 晶胞”,如图 1-6 所示。

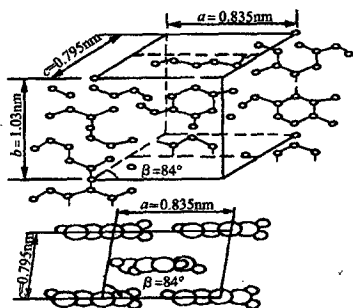


图 1-5 棉、麻纤维的晶胞结构示意图

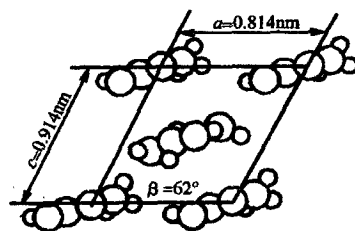


图 1-6 丝光棉、粘胶纤维晶胞结构示意图

纤维中大分子不呈结晶态那样规则整齐排列的状态都叫“非晶态”或“无定形态”,纤维中呈现非晶态的区域叫“非晶区”或“无定形区”。在纤维的非晶区中,大分子排列比较紊乱,堆砌比较疏松,其中有较多的缝隙与孔洞,密度较低。一些大分子表面的基团距离较大,联系力较小,没有完全饱和,表现为易于吸湿,易于染色,强度较低,变形较大。

(三) 结晶度和取向度

实际上棉纤维是结晶态和非晶态的混合物。在一根棉纤维中,同时存在着结晶区和非晶区。结晶部分占整根纤维的百分比称为“结晶度”。用重量百分比表

示的称为“重量结晶度”；用体积百分比表示的称为“体积结晶度”。棉纤维的结晶度约为 70%，即棉纤维内大约有 30% 的非晶区。纤维结晶度较高时，吸湿比较困难，强度较高，变形较小。

纤维素大分子的结构比较规整，大分子排列方向和纤维轴向有一定关系。一般把纤维内大分子链主轴与纤维轴平行的程度叫“取向度”，用各个大分子与纤维轴向夹角的平均数来量度。在正常情况下，细绒棉的倾斜角为 30° 左右；长绒棉 25° 左右；粗绒棉 35° 左右。通常倾斜角度越小，取向度越高，纤维强度越高，断裂伸长率越低。纤维的力学性质、光学性质、溶胀性等都因取向而呈各向异性。

三、棉纤维的形态结构

形态结构一般是指测试手段能观察辨认的具体结构，其尺寸随着测试手段的发展不断变小。形态结构又分微形态结构和宏形态结构。微形态结构是指电子显微镜能观察到的结构，如微纤、微孔和裂缝等。宏形态结构是指光学显微镜能观察到的结构，如纤维外观和截面形态等。形态结构对纤维的力学性质、光泽、手感、保暖性、吸湿性等均有影响。

(一) 外观形状

棉纤维是一种细而长的物体。一根成熟棉纤维的梢部、中部和基部的形态如图 1-7 所示。据研究，棉纤维梢部圆形成度最高，中部次之，基部最低；横截面积为中部最大，基部次之，梢部最小；周长则梢部最小，中部最大，基部次之。一般纤维顶端封闭，中部略粗，两端略细，纤维长度与宽度之比约为 1000 ~ 3000 倍。正常成熟的棉纤维，纵向外观上具有天然转曲，即棉纤维纵面呈不规则的而且沿纤维长度方向不断改变转向的螺旋形扭曲。天然转曲是棉纤维所特有的纵向形态特征，在纤维鉴别中可以从天然转曲这一特征将棉与其他纤维区别开来。天然转曲一般以棉纤维单位长度 (cm) 中扭转半周 (即 180°) 的个数表示。细绒棉的转曲数约为 39 ~ 65 个/cm，比正常成熟的长绒棉少。正常成熟棉纤维的转曲在纤维中部较多，梢部最少。成熟度低的棉纤维，则纵向呈薄带状，没有或很少转曲。过成熟的棉纤维外观呈棒状，转曲也少。天然转曲使棉纤维具有一定的抱合力，有利于纺纱工艺过程的正常进行和成纱质量的提高。但

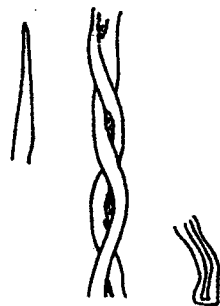


图 1-7 棉纤维的梢部、中部、基部形态

转曲反向次数多的棉纤维强度较低。

(二) 截面形状

棉铃吐絮前,纤维内含有较多水分,经过伸长并加厚以后,棉纤维成为不同厚薄的管状细胞,截面呈圆形。当棉铃裂开吐絮后,棉纤维干涸瘪缩,胞壁产生扭转,截面呈腰圆形,如图 1-8 所示。截面中次生胞壁的各个部位在结构上有显著不同,这种现象称为“棉纤维的双边结构”。

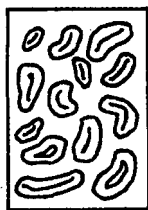


图 1-8 成熟棉
纤维的横截面

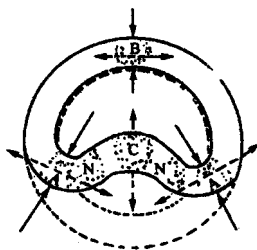


图 1-9 棉纤维瘪缩前、后
横截面变化示意图

在棉纤维的横截面上,次生胞壁的各个位置上密度发生变化,纤维素微原纤的集积方式也随之改变,因此试剂的可及性和原纤的膨化能力都不相同。如图 1-9 所示,截面中 A 区的曲率最大,密度最高,溶液渗入最难;B 区的结构和瘪缩前相近,溶液渗入比较容易;C 区因受挤而成内凹状,溶液容易进入,因此反应最为活泼。在 C 与 A 之间,化学反应的活泼程度自 C 至 A 逐渐递减,N 区形成中间区,反应能力中等。

(三) 截面结构

棉纤维的横截面由许多同心层组成,目前已可区分出 6 个层次,主要的有初生层、次生层、中腔 3 个部分。如图 1-10 所示。

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。皱纹的深度和间距约为 $0.5\mu\text{m}$,长度在 $10\mu\text{m}$ 以上。一般薄壁纤维的皱纹较深,厚壁纤维的皱纹则较平滑。在外皮之下才是纤维的初生胞壁,由网状的

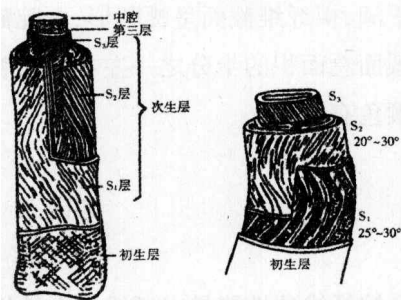


图 1-10 棉纤维截面结构示意图

原纤组成,其厚度很薄,约为 $0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$,

重量只占纤维重量的 2.5% ~ 2.7%。棉纤维初生胞壁中的纤维素呈原纤螺旋状结构,与纤维轴倾斜约 70°,有时发现与纤维轴几乎垂直。棉纤维中段初生胞壁恢复成圆形的外直径随棉花品种不同而异,陆地棉一般在 16 ~ 18 μm 左右,海岛棉为 13 ~ 15 μm 左右。初生层与棉纤维的表面性质密切相关。例如,棉蜡使棉纤维具有良好的适宜于纺纱的表面性能,但在棉纱、棉布漂染前要经过煮炼以除去棉蜡,保证染色均匀。

次生层:是棉纤维在加厚期淀积纤维素而成的部分,又可分为三个层次。在初生层下面是一厚度不到 0.1 μm 的 S_1 层,由微原纤紧密堆砌而成。微原纤与纤维轴呈螺旋状排列,倾斜角为 25 ~ 30°。这一层中几乎没有缝隙和孔洞。在 S_1 层下面是另一厚度约 1 ~ 4 μm 的 S_2 层,由基本同心的环状层叠合构成棉纤维的主体,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。接着 S_2 层的是厚度不到 0.1 μm 的 S_3 层,有与 S_2 层相似的特征。次生层决定了棉纤维的主要物理机械性质。

中腔:是棉纤维生长停止后遗留下来的内部空隙。同一品种的棉纤维,中段初生胞壁周长大致相等。当次生胞壁厚时,中腔就小;次生胞壁薄时,中腔就大。当棉铃成熟而尚未裂开时,棉纤维截面呈圆形,中腔亦呈圆形,中腔截面相当于棉纤维截面积的一半或三分之一。当棉铃自然裂开后,由于棉纤维内水分蒸发,纤维胞壁干涸,棉纤维截面呈腰圆形,中腔截面也随之压扁,压扁后的中腔截面仅为棉纤维截面总面积的十分之一左右。中腔内留有少数原生质和细胞核残余物,对棉纤维颜色有影响。

第四节 棉纤维的性能

棉纤维的性能是由纤维内在结构所决定的。棉纤维的结构和性能是同一事物的两个方面,结构决定性能,性能又是结构对外界的反映。因此,在了解棉纤维结构的基础上,研究棉纤维的性能及其相互关系,对于提高棉花检验质量,研制棉花检验新仪器,科学地制订棉花标准以及合理使用棉花原料都是十分重要的。棉纤维的性能包括化学的、物理的等多方面,它们是决定棉纤维质量和纺织使用价值的

重要因素。

一、棉纤维的化学性能

棉纤维的化学性能,主要决定于纤维素大分子中的官能团,即连接葡萄糖剩基的苷键以及每个葡萄糖剩基上的三个羟基。大分子中虽有少量其他基的存在,但对棉纤维的化学性能不可能有重大的影响。因此,棉纤维的化学性能主要是棉纤维在水、有机溶剂、染料、酸、碱、氧化剂、热、光以及微生物等作用下所表现出来的性能。

(一)水、有机溶剂和染料的作用

棉纤维虽然具有大量的亲水基团,但并不溶于水,仅能有限度地膨化。也不溶于一般有机溶剂,如酒精、乙醚、苯、丙酮、汽油等。表现出大多数高分子有机化合物所具有的化学稳定性。这主要是由于纤维素大分子间存在着较强的氢键和范德华力。当棉纤维被水湿润而膨胀后,其截面积增加可达45%~50%,但长度只增长1%~2%,呈各向异性。如果长时间的热蒸汽作用或浸在高温水中,会使棉纤维素氧化或成为水解纤维素。

当棉纤维用染料进行染色时,通常采用染料的水溶液来进行。其中水分除了用作染料的溶剂外,同时又是纤维的优良膨化剂。纤维被水膨化,染料分子能很好地进入原纤间的空隙,与大分子结合起来,使棉纤维着色。因此棉纤维的染色性能很好,一般染料均可染色,成熟好的棉纤维染色均匀,成熟不好的棉纤维染色较差。

(二)酸和碱的作用

棉纤维较不耐酸。主要是酸对纤维素大分子中苷键的水解起催化作用,使聚合度降低。一般无机酸对于棉纤维都有浸蚀作用,有机酸对棉纤维的作用比较缓和。酸对棉纤维作用的强弱根据酸的种类、浓度、时间及温度的不同而有所不同。例如,硝酸、硫酸、盐酸对棉纤维破坏强烈,磷酸较弱,蚁酸、醋酸次之,硼酸更弱。在室温下,棉纤维可溶于70%及以上的硫酸溶液中,而不溶于浓度为60%及以下的硫酸溶液中。所以,一般弱酸或稀酸对于棉纤维的破坏力要比强酸或浓酸小得多。另外,在其他条件相同时,酸溶液的温度高、作用时间长,对棉纤维的破坏力也强。

棉纤维比较耐碱。在常温下用浓度为9%以下的碱液处理棉纤维时,不发生变化;当浓度高于10%,棉纤维在常温下即开始膨化,直径增大,纵向收缩;如果浓