

胡凤玲 刘从九 姜晓悦 编著

棉纤维检验学

MIAN XIAN WEI
JIAN YAN XUE

中国纺织出版社

棉 纤 维 检 验 学

胡凤玲 刘从九 姜晓悦 编著

中国纺织出版社

棉纤维检验学

胡凤玲 刘从九 姜晓悦 编著

•
中国纺织出版社出版

(北京西城区太平桥大街4号)

江苏省国营新民洲印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092毫米1/32印张13.5插页 数字294千字

1989年9月北京第1版1989年9月第1次印刷

印数1—8,500

ISBN7-5050-0513-8/S·12

定价: 4.75元

前 言

《棉纤维检验学》是根据我国高等院校棉纤维检验专业的基本要求编写的。系统、详细地阐述了棉纤维结构、性能、品质指标及其检验的理论和方法；进出口棉、基层收购和棉短绒检验等内容。

本书以棉纤维检验技术人员为对象，为高校本科、专科教材，同时也可作为同类专业《专业证书》教学班、短训班、中等专业学校和从事棉纤维检验工作的人员教学和工作参考。

本书由安徽财贸学院商品学系胡凤玲、刘从九、姜晓悦三同志编著。第五、七、八、九、十、十一、十三、十六章和附录由胡凤玲编写；第一、二、十二、十五、十七章由刘从九编写；第三、四、六、十四章由姜晓悦编写；上官学进参与部分章节及图表的编写；周善文就制图也给予了帮助；最后由胡凤玲总纂定稿。

由于编者水平有限，书中缺点、错误之处，敬请指正。

编 著 者

一九八九年三月 于 珠 城

目 录

第一章 棉纤维检验学的对象和任务	(1)
第二章 棉纤维结构与性能	(4)
第一节 棉纤维的形成	(4)
第二节 棉纤维的结构	(7)
第三节 棉纤维的性能	(14)
第三章 棉纤维检验取样	(22)
第一节 取样原理	(22)
第二节 取样方法和数量	(23)
第三节 试验棉条制备	(29)
第四章 棉纤维类别类型检验	(35)
第一节 棉纤维类别检验	(35)
第二节 棉纤维类型检验	(37)
第五章 棉纤维品级检验	(40)
第一节 棉纤维品级	(40)
第二节 棉纤维品级检验标准	(42)
第三节 棉纤维品级检验方法	(52)
第六章 棉纤维长度检验	(67)
第一节 棉纤维长度	(67)
第二节 棉纤维长度的感官检验法	(74)
第三节 棉纤维长度的仪器检验法	(78)
第四节 各种长度指标之间的关系	(107)
第七章 棉纤维水分检验	(109)

第一节	棉纤维水分	(109)
第二节	棉纤维水分的直接检验法	(122)
第三节	棉纤维水分的间接检验法	(145)
第八章	棉纤维杂质检验	(172)
第一节	棉纤维杂质	(172)
第二节	棉纤维杂质检验方法	(173)
第九章	棉纤维成熟度测定	(188)
第一节	棉纤维成熟度	(188)
第二节	中腔胞壁对比法	(189)
第三节	偏振光测定法	(199)
第四节	其它测定法	(219)
第十章	棉纤维细度测定	(222)
第一节	棉纤维细度	(222)
第二节	棉纤维细度测定方法	(224)
第十一章	棉纤维马克隆值测定	(231)
第一节	棉纤维马克隆值	(231)
第二节	棉纤维马克隆值测定方法	(232)
第十二章	棉纤维强度测定	(251)
第一节	棉纤维强度	(251)
第二节	棉纤维强度测定方法	(255)
第十三章	进出口棉检验	(272)
第一节	世界棉纤维产销概况	(272)
第二节	世界主要产棉国简介	(283)
第三节	进出口棉的检验	(298)
第十四章	收购检验	(310)
第一节	一试五定法	(310)

第二节	直接检验法	(347)
第十五章	籽棉轧工质量检验	(353)
第一节	原棉疵点检验	(353)
第二节	其它项目检验	(355)
第十六章	棉短绒检验	(358)
第一节	棉短绒	(358)
第二节	棉短绒检验标准	(362)
第三节	棉短绒长度检验	(366)
第四节	棉短绒品级检验	(369)
第五节	棉短绒水分和杂质检验	(382)
第六节	棉短绒其它指标检验	(384)
第七节	棉短绒感官检验法	(396)
第十七章	棉纤维试验室	(399)
第一节	空气的组成及主要状态参数	(399)
第二节	恒温恒湿试验室	(404)
附录一	GB1103-72棉花(细绒棉)	(411)
附录二	数字修约规则	(418)
附表	检验最大值或最小值是否舍去的定性限值表 (Grubbs法)	(420)

第一章 棉纤维检验学的对象和任务

棉纤维是锦葵目锦葵科棉属植物种籽上被覆的纤维。连同棉籽的棉纤维称籽棉，除去棉籽的棉纤维称皮棉或原棉。人类生产和使用棉纤维已有悠久的历史。在我国，棉花一直是农业生产的主要经济作物，是纺织工业的主要原料，是国家的重要战略物资，在国民经济中占有重要地位。

棉纤维是进入流通领域的一种重要商品。而商品是为了交换的劳动产品，必须具有价值和使用价值。棉纤维的使用价值主要是纺纱织布，它是由棉纤维的成熟度、色泽、长度、细度、强度等自然属性所决定的。棉纤维主要自然属性的综合构成了原棉品质。

《棉纤维检验学》是研究棉纤维标准，棉纤维品质检验的理论、方法和测试手段的一门应用技术科学。其主要内容是以棉纤维的结构和性能为理论基础，以棉纤维的国家标准为纲，来研究棉纤维的取样、类别类型、品级、长度、水分、杂质、衣分、加工质量等各个项目的检验以及棉纤维物理性能试验等方面的方法和技术。它与棉纤维生产、棉纤维初加工、纺织材料学、棉检仪器学、棉纺工程等学科有着极为密切地联系。

棉纤维检验是确定棉纤维重量和对棉纤维品质进行综合评定的工作。它是棉纤维从生产、收购、加工到使用过程中不可缺少的重要环节，是贯彻国家按质论价政策的依据，是实现工农业产品标准化的具体体现。全国统一检验标准、方

法和制度，执行公证检验，能保证国家利益和农民的合理收益。同时促进了棉花生产的发展和棉纤维品质的提高，也有利于棉纺织厂加强生产管理和合理使用。另外，对进出口棉实行统一检验，可以达到维护国家利益和提高我国国际贸易信誉的目的。由此可见，棉纤维检验不单纯是一项技术性工作，也是一项政策性很强的工作，关系到农民以及工业、商业、外贸部门的经济核算和各方面的直接利益。

很久以前世界上就有棉花。早在公元前5000年甚至公元前7000年前，中美洲可能已开始利用棉纤维。以后随着棉花生产和纺织工业的发展，棉纤维的质量检验也应运而生。由于世界市场的需求，棉纤维往往经过长时间、长路途、多次周转才能到达使用者手里。棉纤维质量有何变化，需要加以鉴定，因此棉纤维质量检验就成了客观需要。国际上从1875年布雷德福会议协商棉纤维商业收售交付的若干规定以后，棉纤维检验项目不断增加，陆续选定回潮率、长度、细度、品级、含杂等作为必验项目，检验方法也不断完善，并逐步纳入常规检验中。部分国家还制定了棉纤维实物标准样品。20世纪60年代，国际标准化组织（ISO）拟订出一批棉纤维试验方法的国际标准，供各国参考采用。1980年又成立了国际棉纤维检验委员会。

我国棉纤维检验工作始于1901年（清光绪二十七年）。当时上海为我国最大口岸城市，每年有大宗棉纤维出口和国内交易。但棉纤维商人为了牟取暴利，往往在棉纤维中掺水掺杂，失去国际贸易的信誉，并增加了棉纤维市场上的纠纷。1901年上海外国纺织商，不顾我国主权，在上海市区设立水气检验所，逐步开展棉纤维检验业务。1929年国民党政府在

上海、天津、青岛、汉口、沙市、宁波等口岸城市设立商品检验局，向外商收回所有棉纤维检验工作，自己办理。1930~1935年期间中央试验所建立棉纤维分级标准并研究测试方法，中国棉纤维检验工作开始纳入科学测试范围。解放后棉纤维检验工作进入一个崭新的时期，中国共产党和人民政府为发展棉花生产和纺织工业，十分重视这项工作。1950~1951年颁布了棉纤维检验规程，作为全国统一标准，制定了棉纤维含水率、含杂率、品级、长度的标准，规定出相应的试验方法和测试仪器，公布了各类棉纤维的计价方法，同时颁布了棉纤维品级的实物标准。另外成立了棉纤维检验专业机构，并每年召开全国棉检会议，贯彻党的有关方针政策，交流棉检技术，总结工作经验等。1966年国务院设立棉纤维标准改革工作机构，1972年制订出现行中国细绒棉国家标准（GB1103—72）。1985年国务院有关领导同志在总结我国三十多年纺织纤维检验工作经验的基础上，下达了《国务院关于加强专业纤维检验工作的通知》，国务院通知明确指出“国家标准局纤维检验局改称中国纤维检验局，作为全国最高纤维检验管理机构，仍由国家标准局领导，属事业单位。”其主要任务“制订和修订棉、毛、麻、茧等纺织纤维的国家技术标准，制造、更新、仿制和保存各种纤维的实物标准。……”在中国纤维检验局的主持下，由有关省、市、自治区纺织纤维检验所等单位负责起草，并于1985~1986年期间，由国家标准局发布了有关棉纤维试验方法中九个项目的十二个国家标准（GB6097~6103—85和GB6498~6499—86）。另外还成立了修订棉纤维国家标准领导小组。使我国的棉纤维检验和棉纤维标准化工作取得很大的发展。

第二章 棉纤维结构与性能

第一节 棉纤维的形成

棉花大多是一年生植物。棉花的一生按生育周期，可分为苗期、蕾期、开花结铃、吐絮成熟四个时期。棉花各生育期所需时间长短不一，随品种特性、环境条件及栽培方法而不同。一般来讲，我国约在四、五月间开始播种，播种一、二星期后就发芽，以后生长、发育很快，最后形成棉株。棉株上的花蕾约在七、八月间陆续开花，开花期可延续一个月以上。花朵受精后就萎谢，花瓣脱落，开始结铃。棉铃由小到大，约45~65天后成熟。这时棉铃外壳变硬，裂开后棉絮外露，称为吐絮。吐絮后就可开始收摘籽棉。根据收摘时期的早迟，有早期棉、中期棉和晚期棉之分。

棉纤维是由胚珠（即将来的棉籽）表皮壁上的细胞，经过伸长和加厚而形成的。一个细胞就长成一根纤维，即每根棉纤维是一个植物单细胞。纤维的一端着生于棉籽表面，另一端成封闭状。棉籽上长满了棉纤维，一般陆地棉、每粒种子着生的纤维根数大约10000~15000根，每个棉铃内生长的种子和不孕籽共约20~40粒，不孕籽的粒数常占种子数的10~30%。种子上棉纤维根数的多少，主要决定于品种。优良品种根数多，退化品种根数少些。种子和不孕籽的总数随棉种而不同，一般陆地棉每瓣籽棉中的种子常为7~9粒，不孕籽的多少决定于胚珠受精率的高低。

棉纤维的发育是与棉铃的发育同时进行的。棉纤维的发育特点是先伸长，然后充实加厚细胞壁。整个棉纤维的形成过程，可以分为三个时期。

一、棉纤维伸长期

棉纤维发育的前半期是伸长阶段，表现为纤维细胞壁的伸长和初生壁的形成。在开花之前，胚珠的表皮细胞表面相当平滑，而当花冠开放后，胚珠还未受精前，胚珠的表皮细胞即有多处隆起，这表示有些表皮细胞已经在伸长，这些细胞就是纤维初生细胞。经过一昼夜，初生细胞可以伸长为其宽度的两倍。胚珠受精后，纤维初生细胞就迅速伸长。在伸长的同时，也加大细胞的宽度，细胞核也随着细胞向前移动。这一时期称为棉纤维的伸长期，约需25~30天。棉纤维一般在25天左右就可以伸长到应有的长度，见表2—1。但在构造上仍只有一层初生细胞壁，内部很少加厚。

表2—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	50天及到成熟
棉纤维平均长度(毫米)	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细胞，并不限于同一天内，而是在开花受精后10天内陆续发生，早发生的初生细胞发育良好，长度较长，成为具有纺纱价值的棉纤维。而在开花第三天以后从胚珠表皮细胞层所发生的初生细胞，往往不久即停止发育，因此短而密集，附在种子表面，成为短纤维，或称棉短绒。如果这个胚珠内的卵

细胞没有受精，纤维初生细胞就逐渐停止生长，胚珠死亡，成为不孕籽。原来在这个胚珠上开始伸长的表皮细胞，则成为附在不孕籽上的短纤维。

二、棉纤维加厚期

棉纤维发育的后半期是加厚阶段，表现为细胞壁加厚，中腔变小。当纤维初生细胞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，只是细胞壁由外向内逐日沉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。棉纤维加厚期也约为25~30天。

纤维的加厚生长与环境温度关系较大。纤维素的沉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。如果夜间温度低于20℃，则纤维素沉积就会受到影响，15℃以下纤维加厚就会停止。由于白天和黑夜气温相差很大，纤维素沉积时快时慢，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2—1。可见，棉纤维次生胞壁形成时，纤维素沉积具有昼夜周期性。如果在棉纤维加厚时期保持不变的适宜温度，就不会形成这种日轮。

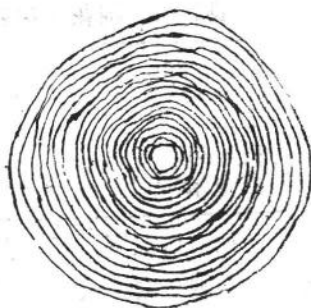


图2—1 棉纤维的日轮

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。由于棉纤维细胞壁沉积纤维素时，是以螺旋状原生形态层层分布的，并且螺旋方向时左时右，所以在纤维干燥收缩时，胞壁发生时左时右的螺旋形扭转，形成不规则的天然转曲。这一时期就称为棉纤维转曲期，约为15~20天。形成天然转曲的时期，一般在棉铃开始时呈现裂缝后的三~四天。未成熟的棉纤维细胞壁薄，几乎没有转曲。

第二节 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，前两者合称为微观结构。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纤维品质提供理论基础。

一、棉纤维的大分子结构

棉纤维中含有纤维素、多缩戊糖、蛋白质、脂肪与蜡质、水溶性物质、灰分等多种化合物。在棉纤维生长过程中，其化学组成是不断变化的，见表2—2。

成熟的棉纤维绝大部分由纤维素组成，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。纤维素的化学式为 $C_6H_{10}O_5$ ，元素组成为碳44.4%、氢6.2%、氧49.4%。分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，大分子结构式见图2—2。

表2—2 细绒棉纤维在生长过程中化学组成的变化

组成物质	组成物质含量 (%)				
	25天	35天	45天	60天	80天
纤维素	40.2	77.9	78.6	85.8	93.9
多缩戊糖	2.9	1.5	1.1	1.07	1.02
蛋白质	5.8	3.4	2.5	1.5	0.9
脂肪与蜡质	4.4	2.3	1.6	1.01	0.6
水溶性物质	40.8	11.9	—	9.8	3.3
灰分	4.3	3.09	2.6	1.8	1.12

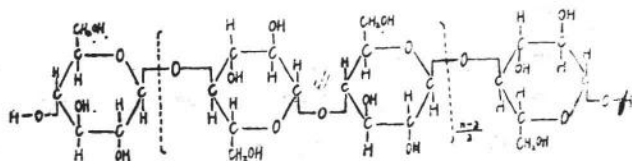


图2—2 纤维素大分子的结构式

纤维素是一种多糖物质，每个纤维素大分子是由 n 个葡萄糖剩基，彼此以1—4甙键（氧桥）联结而形成的。这个 n 为大分子的聚合度。棉纤维素的聚合度为10000~15000，即它是由10000~15000个葡萄糖剩基连成一个大分子。

纤维素大分子的基本链节（基本单元或单基）是葡萄糖剩基，在结构式中为六环形结构，也称氧六环。每两个氧六环

反向对称、一反一正通过氧桥($-\text{O}-$)连成一个重复单元,即大分子单元结构是纤维素双糖。但每一氧六环的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。氧六环的空间结构属于椅式结构。另外每个氧六环上有三个羟基,其中一个伯醇羟基($-\text{CH}_2\text{OH}$),两个仲醇羟基($=\text{CHOH}$),它们都具有一般醇羟基的特性,但在化学性质上略有差异。

纤维素大分子的官能团是羟基($-\text{OH}$)和醚键($-\text{O}-$)。羟基是亲水性基团,使棉纤维具有一定的吸湿能力,而醚键对酸敏感,所以棉纤维比较耐碱而不耐酸。此外,棉纤维素大分子的氧六环之间距离较短,大分子间羟基的作用又较多,故纤维素大分子的柔曲性较差,是属于较僵硬的大分子,棉纤维表现为比较刚硬,模量很高,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。大分子之间依靠分子结合力能形成多级的超分子结构。一般线型大分子直径约为1纳米(nm),几根直线链状大分子互相平行,按一定距离、一定位相、一定相对形状,比较稳定地结合在一起,成为结晶态的很细的大分子束,即直径约为1~3纳米的基原纤;若干根基原纤平行排列结合而成直径约为4~10纳米的微原纤;若干根微原纤基本平行地排列结合成更粗些的大分子束,即直径约为10~30纳米的原纤;由原纤基本平行地堆砌得更粗的大分子束,即直径约为0.1~1.5微米的巨原纤;由巨原纤堆砌成纤维。不同的纺织纤维从大分子开始结合成纤维,所具有的结构层次也不相同。棉纤维的微观结构认为是由数十个纤维素大分子聚集形成横

向尺寸约6纳米的微原纤，再由微原纤聚集成横向尺寸约10~25纳米的原纤，由原纤排列成日轮层，然后形成棉纤维。

纤维素大分子之间是依靠范德华力和氢键而结合的。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交角的平均数来量度。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。

纤维中大分子的排列是比较复杂的。纤维内某些区域由于大分子的侧吸引力使大分子排列比较整齐密实，缝隙孔洞较少，这称为结晶区。相反，另一些区域大分子排列比较紊乱，堆砌比较疏松，其中有较多的缝隙孔洞，密度较低，这称为非结晶区或无定形区。因此，棉纤维微观内部是一种多孔性的结构，并同时存在着结晶区和无定形区。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%的无定形区。其结晶结构的最小单元，即单元晶格（或称晶胞）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。其晶胞属单斜晶系，见图2—3。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 $a = 0.835$ 纳米， $b = 1.03$ 纳米， $c = 0.795$ 纳米， $\beta = 84^{\circ}$ ，称为纤维素I晶胞。粘胶纤维及丝光处理后的丝光棉纤维其单元晶格的 $a = 0.814$ 纳