

青岛纺织工程与管理

QingDao Textile Engineering and Administration

2009年 第6期

青岛市纺织工程学会 主办
锦桥纺织网 协办

E-mail: qzbl949@sina.com

青岛市国家级信息化和工业化融合试验区启动 三家纺织服装企业列入青岛市国家级两化融合示范企业 邱兆宝被聘为青岛市国家级两化融合试验区专家

2009年6月4日，青岛市国家级信息化和工业化融合试验区启动仪式在八大关小礼堂举行。仪式由国家工业和信息化部、青岛市人民政府主办，青岛市信息产业局承办。

参加启动仪式的有：国家工业和信息化部杨学山副部长、省经济和信息化委员会党组书记孙志恒、市政府吴经建副市长等领导以及有关专家、市政府有关部门、市属各区（市）分管领导、各区（市）信息化主管部门负责人，市直有关企业负责人，两化融合服务机构负责人等 200 余人。

启动仪式上，市政府吴经建副市长致辞；市信息产业局吴海川局长部署了“两化”融合试验区2009年的重点工作；国家工信部杨学山副部长为我市授予了“国家级信息化和工业化融合试验区”牌匾。

青岛纺联控股集团、青岛红领集团、青岛宏大纺机列入青岛市国家级两化融合示范企业；青岛红领集团、青岛东佳纺机的项目列入青岛市国家级两化融合示范项目。

青岛市纺织工程学会秘书长邱兆宝被聘为青岛市国家级两化融合试验区专家。

本期目录

【青岛市纺织工程学会 会员论文选】

偏振光快速测试棉纤维成熟度比的研究 张志杰 严漂 宋琦 宋钧才

锦纶/粗纱(丽赛纤维+涤纶长丝)包覆纱的开发及其性能研究 关永红 陈明超 邢明杰

竹原纤维的热稳定性分析 杨庆斌, 孙亚宁

【史料】

六十年代青岛纺织企业的“小三线”建设

【青岛市纺织工程学会 会员论文选】

偏振光快速测试棉纤维成熟度比的研究

张志杰 严漂 (东华大学信息学院)
宋琦 宋钧才 (青岛市纺织工程学会)

摘要：将 1000 根左右的棉纤维平行排列在两片载玻片之间，应用偏振光测试装置可快速测试棉纤维试样的成熟度比。本文分概述，原理与设计，计算处理和测试情况四个方面叙述。

关键词：偏振光 成熟度比 棉纤维

将 1000 根左右的棉纤维平行排列在两片载玻片之间，形成一薄层的纤维须丛，应用偏振光测试装置，可求得棉纤维试样的成熟度比，这种测试方法比国际标准 ISO4912-1981《棉纤维成熟度的测定——偏振光显微镜法》，快速，准确，并避免了视觉评定的误差。

1. 概述

仪器的光路原理如图所示：

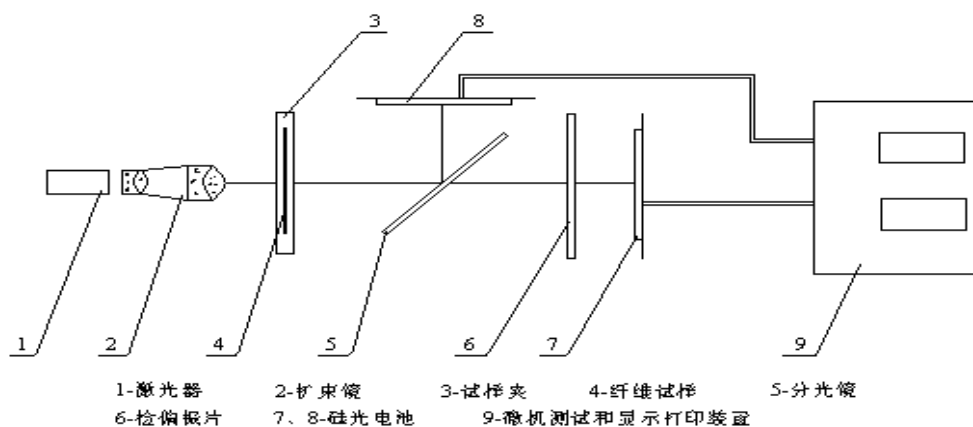


图 1 偏光成熟度仪光路原理图

光源采用了偏振度极好的激光器（可省去起偏振片），采用双光路测试，即在检偏振片前设置一个成 45°角的分光镜，一束光将代表纤维数量信息投射到硅光电池上；另一束光通过检偏振片后的纤维透射光强度投射到另一个硅光电池上，两个硅光电池连接到微计算机控制电路，自动计算显示和打印测试结果，并可用标准棉纤维自动进行校准。

准备试样时，仅需要将一薄层的棉须（约 1000 根左右）平直整齐地夹入两载玻片中（纤维几何轴与载玻片宽的方向平行），剪去露出载玻片外的纤维，再放入试样夹子内。测试时，先将试样夹子插入仪器窗口里（18mm*18mm），再按规定的操作步骤，仪器测得载玻片上试样纤维数量和透过检偏振片的相对光强，然后由微处理器求得该试样的成熟度比。

2. 原理与设计

成熟度比是棉纤维壁的增厚程度对人为选定等于 0.577 的标准增厚程度之比^[1]，其关系式为^[2]：

$$M = \frac{Q}{0.577} \quad [1]$$

$$Q = \frac{A}{A_0} \quad [2]$$

式中：M ---- 成熟度比；

Q ---- 胞壁增厚程度比；

A ---- 纤维胞壁截面积；

A₀ ---- 与纤维胞壁截面积周长相同的圆面积。

纤维胞壁截面积与胞壁厚度的关系式：

$$A = \frac{P}{4}(D^2 - d_0^2) \quad [3]$$

另外：
$$t = \frac{D - d_0}{2} \quad [4]$$

式中： D --- 纤维理论直径（微米）；

d_0 --- 纤维中腔理论直径（微米）；

t --- 胞壁厚度（微米）。

由 A_0 的定义可知：

$$A_0 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 p = \frac{p}{4} D^2 \quad [5]$$

将[3][4][5]式代入[2]中，可得：

$$Q = \frac{4t(D - t)}{D^2} \quad [6]$$

将[6]式代入[1]式得：

$$M = \frac{4t(D - t)}{0.577D^2} \quad [7]$$

$$= \frac{D^2 - (D - 2t)^2}{0.577D^2} \quad [8]$$

化简：
$$t = \frac{D}{2} \left(1 \pm \sqrt{1 - 0.577M}\right) \quad [9]$$

因为 $t \leq \frac{D}{2}$ ，所以式中“ \pm ”只取“-”，

即：
$$t = \frac{D}{2} \left(1 - \sqrt{1 - 0.577M}\right) \quad [10]$$

棉纤维光程差与胞壁厚度和成熟度比之间的关系为：

$$D = 1000 \cdot 2t(n_e - n_0) \quad [11]$$

式中：

D --- 光程差（毫微米）；

$n_e - n_0$ --- 棉纤维双折射。

双折射晶体的光程差与透过检偏振片光的强度的关系为（在起偏振片光轴与检偏振片光轴正交的情况下）：

$$I_A = I_p \sin^2 2a \sin^2 \frac{d}{2} \quad [12]$$

或
$$= I_p \sin^2 2a \sin^2 \frac{pD}{l} \quad \left(\text{因为 } d = \frac{2pD}{l}\right) \quad [13]$$

式中：

I_A --- 透过检偏振片光的光强（简称透射光）；

I_p ---入射光的光强；

λ ---入射光的波长；

a ---晶体光轴与起偏振片光轴间的夹角；

d ---相位差。

将[10]式代入[11]式后，再代入[12]式得出：

$$I_A = I_p \sin^2 2a \sin^2 \frac{p \times 1000 (1 - \sqrt{1 - 0.577M})(n_e - n_o)}{l} \quad [14]$$

对于一定品种的棉纤维来说，棉纤维的理论直径 D 和双折射 $(n_e - n_o)$ 为一常数。因此，如果 I_p 和 λ 为一定， a 角也为一定时，透射光的光强与成熟度比成一定关系，这就是应用偏振光快速测定棉纤维成熟度比的原理。

在仪器设计上还有两个关键问题：

(1) 仪器标尺的制定

如上所述， D ， $(n_e - n_o)$ ， a 均为常数，如果 I_p 和 λ 为一定时，则：透射光光强与成熟度比成正弦平方曲线关系。

鉴于细绒棉和长绒棉的理论直径和双折射率有显著差别，偏光成熟度仪必须分别设计两个标尺，即细绒棉标尺和长绒棉标尺。

(2) 纤维数量的修正

上述理论公式和实验所得的仪器标尺是在同一个纤维数量的前提下建立的。当同试样的纤维数量增加或减少时，则其透射光的相对光强会随之增加或减弱。如果要求每次测量时的纤维数量必须一致，势必造成工作繁琐，达不到快速检验的目的。为解决这一问题，根据实验求得纤维数量影响透射光相对光强的修正系数，进而得出实际测量时透射光相对光强的修正值。

3. 计算处理

根据上述设计原理，可设计一套计算机控制电路，实现对棉纤维成熟度比的快速测定。基本电路原理如下：

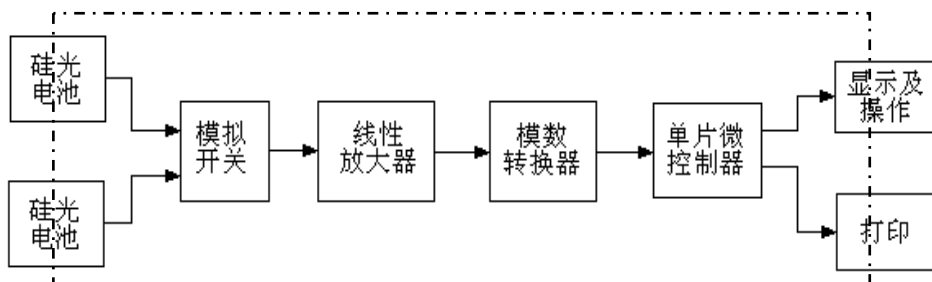
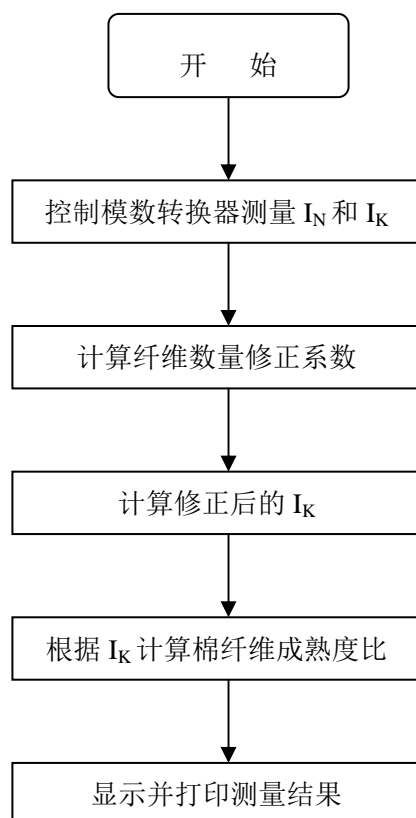


图2 计算机控制电路原理图

图 2 中的两个硅光电池即为图 1 中的 7、8 两个元件，虚框即为图 1 中的 9-微机测试和显示打印装置。由激光器发出的激光透过棉花试样须丛后，一路由分光镜投射到一个硅光电池上（代表纤维数量），另一路通过分光镜后的检偏振片再投射到另一片硅光电池上（代表纤维的透射光强度）；两片硅光电池产生的电流通过模拟开关切换后分时送入线性放大器进行信号放大；由模数转换器将放大后的光电流信号转换成数字信号；经单片微控制器的运算处理后算出棉纤维试样的成熟度比。

基本控制程序框图如下：



4. 测试情况

1. 测试精度：与标准样品标定值之差 ≤ 0.02 ；
2. 测试速度快、效率高；

3. 试样代表性大，每个试样（载玻片上纤维须丛），可测试 1000 根左右，每根纤维测试 15mm。

锦纶/粗纱(丽赛纤维+涤纶长丝)包覆纱的开发及其性能研究

关永红，陈明超，邢明杰
(青岛大学，山东青岛，266071)

摘要：丽赛纤维(Richcel)是一种新型的高湿模量纤维素纤维，具有优异的综合性能。文章主要对锦纶/(丽赛纤维+涤纶长丝)粗纱包覆纱进行纺制，并对其成纱性能进行测试和分析。

关键词：锦纶 丽赛纤维 涤纶纤维 粗纱 包覆纱

包覆纱是一种以有捻或无捻纤维为纱芯，外面包缠连续长丝的复合纱。且包覆纱成纱过程中，芯纱及外包纱自身几乎不加捻，成纱蓬松性好，手感柔软，外观丰满，且具有一定光泽。

新型的高档纤维素纤维丽赛(Richcel)，是具有优异综合性能的植物纤维素纤维，其织物导湿透气，手感柔软清爽、有身骨，悬垂性好，弹性极佳，染色鲜艳，富有光泽，可设计出外观美、内在质量优、服用性能佳的高档面料。因此，我们对锦纶/丽赛纤维粗纱包覆纱进行了纺制，并测试和分析了其成纱性能。

1 丽赛纤维生产工艺流程

1.1 纺纱工艺流程

丽赛纤维的纺纱工艺流程为：

丽赛纤维—→A002C自动抓棉机—→A006B自动混棉机(附A045B)—→A034六滚筒开棉机—→A036C梳针式开棉机(附A045B凝棉器)—→A062电器配棉机—→A092自动给棉机(附A045B凝棉器)—→A076C成卷机—→A186F梳棉机—→FA304并条机(三道)—→A453B粗纱机改造型—→A453B粗纱机(二次加捻，加入涤纶长丝，且无牵伸)—→HKV141D-I型包覆丝机

1.2 各工序主要工艺参数及生产技术关键

1.2.1 开清棉

开清棉工序主要的两个指标就是棉卷的正卷率要高，棉卷的重量不匀要好。由于丽赛纤维包合力差，其体积比电阻较高，成卷过程中产生一定的静电，棉卷易粘附，造成卷率极低，由于缠绕，易粘附，使棉卷纵向不匀增大，为此我们采取主攻措施：(1)严格控制生产环境的温度与相对湿度，减少静电的影响；(2)棉卷定量拟偏轻掌握，卷子过重过长会造成里层粘卷现象严重；(3)增加防粘粗纱装置，严格规范操作，提高正卷率；(4)适当降低打手速度。经过采取以上措施，棉卷成卷顺利，棉卷重不匀为 0.90%。

特别注意丽赛纤维长度长，整齐度好，不含杂质和短绒，针对这一特点清梳联合机的相关隔距与速度跟纺纯涤纶短纤维差不多，不要过分打击纤维，无须排除纤维杂质及短绒。可跳过 A036B 豪猪式开棉机，减少一个打击点，A036C 的打手速度也相应减慢，为使棉层均匀，增加风扇速度，另外为减少返花、翻滚，防止纤维纠缠成团，棉箱储棉高度缩小 1/3，V 型帘子口适当放大。

A002D 型自动抓棉机 — A006B 型自动混棉机 — A036C 型开棉机 — A076C 型成卷机。

表 1 开清各主要工艺参数

项目	生条定量 (g/5m)	容量 (g/m)	A036C 打手速度 (r/min)	A076C 打手速度 (r/min)	A036C 给棉罗拉 打手隔距 (mm)	A076C 打手 天平罗拉隔距 (mm)
工艺参数	18.73	435	480	990	8	10

1.2.2 梳棉

梳棉工序主要是工艺参数要合理，使生条成条顺利，纤维在梳理过程中长度不受损伤，条干均匀度好。为此，制定工艺参数时应注意：(1)生条定量偏轻掌握，牵伸张力控制适当，使棉网清晰、不落网、不缠绕、条干均匀度好；(2)为保护丽赛纤维长度不受损伤，适当降低刺辊速度，放大盖板与锡林隔距，减少长度损伤而造成棉结。

表 2 梳棉主要参数指标

项目	生条定量 (g/m)	锡林速度 (r/min)	道夫速度 (r/min)	刺辊-锡林隔距 (mm)	锡林-盖板隔距 (mm)
工艺参数	18.73	300	20	0.35	0.37 0.35 0.35 0.30 0.30

1.2.3 并条

尽管经清梳联工序后，纤维已处于单纤维状态，但经梳棉锡林与道夫之间剥取作用后，纤维存在弯钩，且生条纤维伸直平行度还较差。因此，有必要经过并合牵伸，以提高纤维伸直平行度、整齐度及降低重量不匀率。采用三道并条，每道最多可 8 根并合，但要防重叠。

选用合理的牵伸分配，头道并条后区牵伸为 1.732 倍，末到道并条后区牵伸为 1.455 倍。罗拉隔距及摇架加压适当偏大，以减少纺纱过程中的绕花现象。主要工艺参数如下表所示：

表 3 并条工艺参数

项目	定量 (g/10m)	后区牵伸倍 数	罗拉隔距 (mm)	罗拉加压 (Kg)	前罗拉速度 (r/min)
头道并条	19.03	1.732	13×20	30×6×32×30	806
二道并条	17.26	1.515	13×20	30×6×32×30	806
三道并条	16.24	1.455	13*20	30*6*32*30	806

1.2.4 粗纱

考虑到丽赛纤维长度长，且纤维与纤维之间摩擦因数大，另外针对丽赛纤维在加工过程中有吸湿性的特点，应适当加大粗纱的捻系数，车速采用低速度，并控制身长率偏小，减少须条意外的牵伸，保证纱线条干均匀。主要工艺参数见下表：

表 4 粗纱工艺参数

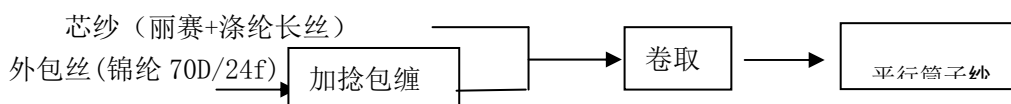
项目	粗纱定量 (g/10m)	粗纱 捻系数	伸长率 (%)	后区牵伸 倍数	罗拉隔距 (mm)
工艺参数	4.14	66.7	1.18	1.14	32×35

经过反复试验证明，以此种形式的粗纱直接喂入包覆机进行包覆纺纱时，粗纱条易断头，使得包覆过程无法正常进行。因此，我们考虑在粗纱机上将粗纱重新加一次捻（无须牵伸），并加入一根 30D/24f 的涤纶长丝，以提高粗纱条的强力。

2 包覆纱成纱机理

包覆纱又称包缠纱，以一根纱或长丝无捻平行纤维条作纱芯，外包长丝成纱，经加捻包缠成纱后卷绕在筒子上，一般是利用空心锭子进行纺纱的一种新型纺纱方法。

包覆丝机的包覆工艺流程可概括为：



2. 1 工艺参数：包覆度 250 圈/m、 350 圈/m、 400 圈/m 锭速 11000r/min;

2. 2 在包覆机上喂入时卷取率为 90%;

2. 3 增设粗纱喂入装置，包括支撑架和张力盘。粗纱从支撑架上退绕后，经张力盘，从空心锭杆中心喂入，在包覆丝机中的成纱区中与外包锦纶汇合经导丝钩作用包缠成纱。使用垫圈式张力盘的目的是为了稳定粗纱退绕时的张力变化。

包覆纱分为单、双包覆两种，区别在于包覆层数和外包覆层每米圈数不同。

纺纱时，芯纱从空心锭子中心引出，而外包覆丝在空心锭子的高速回转下，使套在锭子上的双边筒子上的外包覆丝随高速回转而退解。在气圈导丝钩的作用下，外包覆丝就加上一个捻回，随着空心锭子的连续回转和芯纱——粗纱连续被牵引输出。外包覆丝就不断地被加捻，并包缠到粗纱上形成粗特包覆纱。由此成纱过程可看出，此种纱实为一种混纤型复合纱，即芯纱短纤维+外包锦纶长丝形成包缠纱。

3 成纱性能分析

3.1 成纱线密度测定

纱线线密度为单位长度纱线的质量。因此，在标准条件下称量，经计算即可得线密度。

引用标准：GB/TL4743 标准

试样初张力：1.0+0.2CN/tex

$$N_t = M * (1 + K\%) * 1000 / L$$

式中：N_t—包覆纱的细度

M—绞纱质量 (g)

L—绞纱长度 (m)

表 5 实验测试数据

纱种类		100m 纱的质量 (mg)					平均值	线密度 (tex)
锦/Richel	250 圈/m	1155	1185	1130	1164	1091	1145	114.5
包覆纱	400 圈/m	1260	1245	1254	1253	1238	1250	125.0

3.2 成纱拉伸性能测试

将以上各种纱线在 YG061 型电子单纱强力测试仪上进行纱线拉伸性能测试。试验条件：

标准：GB/T 3916-1997 试验长度：500mm 拉伸速度：500mm/min

试验温湿度：20.5℃、57%

以下为测试结果：

表 6 锦/Richel 包覆纱

包覆度 (圈/m)	250	400
断裂强力 (cN)	243.3	231.6
断裂强度 (cN/tex)	20.0	18.5
断裂伸长率 (%)	12.9	12.6
初始模量 (cN/tex)	0.075	0.066

由实验数据可得，锦/Richel 包覆纱在包覆度分别为 250 圈/m、400 圈/m 时的强力-伸长特性曲线如下：

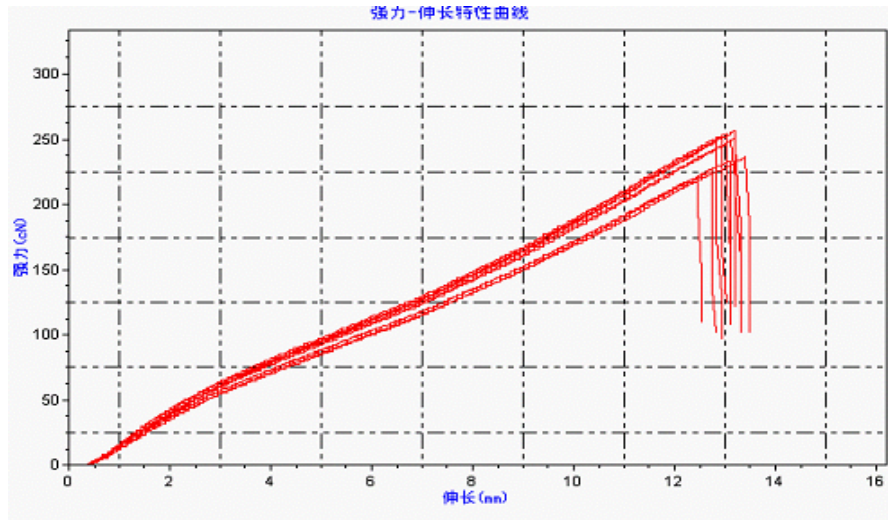


图 1 包覆度为 250 圈/m 强力-伸长特性曲线

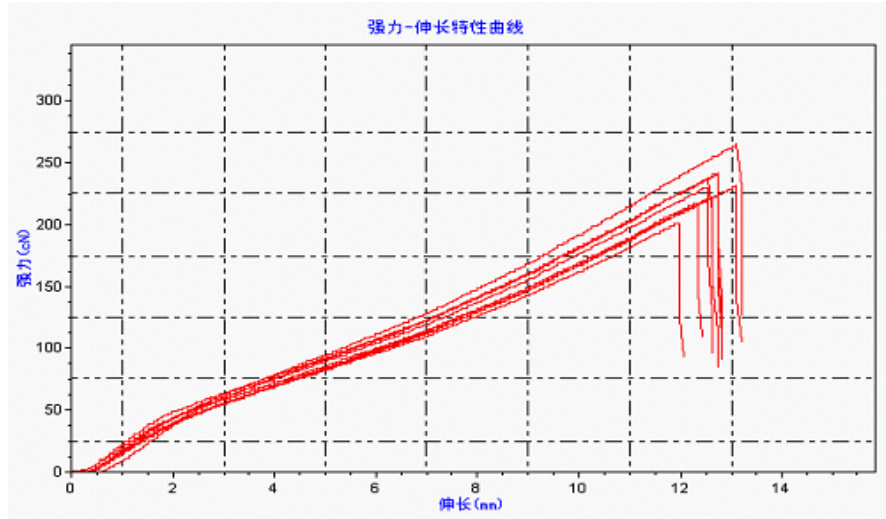


图 2 包覆度为 400 圈/m 强力-伸长特性曲线

由上图可明显看出，包覆纱的断裂强力在一定范围内是随包覆度增加而增加的，但当包覆度达到一定程度时成纱强力就明显开始下降。这是由于包覆度的进一步增大使长丝包缠螺旋角也增大，而使它在纱轴上承受的有效分力减小，成纱强力反而不断下降。

4 结论

通过以上对锦纶/丽赛包覆纱的纺纱工艺及成纱性能的研究和分析，我们得出以下结论：

1. 为了减少丽赛粗纱条在包覆过程中的断头现象，使纱线的包覆过程顺利进行，我们将从粗纱机上出来的纱线在包覆之前再加一次捻，同时喂入涤纶长丝，从而大大增加了纱的强力，改善了包覆时的

断头现象。但这一方法也有问题存在，即长丝的加入使纱的柔软手感变差了。我们推测如果粗纱机工作情况能够再改善一些，纺纱张力均匀，捻度足够，这样强力能保证，涤纶长丝就不用加入了，纱的手感将大大改观。

2. 包覆纱包覆度的大小直接影响着成纱的性能、外观和手感。我们纺制了包覆度在 250 圈/m-400 圈/m 之间的锦纶/丽赛包覆纱。经分析可看出，包覆度小的纱线纱体较为松散，看起来较为蓬松丰满，且手感柔软；相反，包覆度大的纱线结构较为紧凑，手感较硬挺。所以得出，包覆度在 250 圈/m-300 圈/m 之间的包覆纱的仿羊绒手感、外观较好，其中包覆度为 250 圈/m 的包覆纱的仿羊绒手感、外观最佳。

参考文献：

1. 狄建锋. 新型纺纱产品开发. 中国纺织出版社. 1998, 7, 248-274
2. 张玉清, 邢明杰. HKV141D— I 型包覆丝机的性能特点与实践. 纺织机械. 2004, 3, 13-15
3. 张玉莲. 绿色纤维. 中国纺织出版社. 1998, 17-21
4. 马秀凤, 张玉清, 邢明杰. 包覆纺纱技术的现状及发展趋势. 纺织导报. 2005, 10

竹原纤维的热稳定性分析

杨庆斌 孙亚宁

(青岛大学纺织服装学院 山东青岛 266071)

[摘要] 对天然竹纤维进行热处理实验, 得出断裂强度、断裂伸长、初始模量、断裂功的变化与热处理温度和热处理时间的关系, 并与竹浆纤维的实验结果进行对比。结果表明, 在温度不超过 110℃ 时温度对天然竹纤维的力学性能影响不大, 但在高温处理时力学性能显著变差, 温度和时间对力学性能均有影响, 热处理时间超过 20 分钟, 力学性能显著变差。

[关键词] 天然竹纤维; 拉伸性能; 初始模量

The Mechanical Property of Natural Bamboo Fibers Under Heat Treatment

YANG Qing-bin, SUN Ya-ning

(College of Textile, Qingdao University, Shandong, Qingdao, 266071)

Abstract: The natural bamboo fibers are processed under heat treatment. The change of the strength, initial modulus and work with the temperature and time are analyzed. The experimental data are compared with that of the chemical bamboo fibers. The results indicate that the temperature has remarkable effect to the mechanical properties when the temperature is higher than 110°C and the effects of the processed time to the soybean protein fibers is very serious when it is exceeds 20 minutes.

Key words: natural bamboo fiber; tensile property; initial modulus

1 引言

竹原纤维是指采用独特的工艺从竹子中直接分离出来的纤维。一般是根据纺织厂采用的纺纱系统的不同, 将天然的竹材锯成生产上所需要的长度, 采用机械、物理的方法去除竹子中的木质素、多戊糖、竹粉、果胶等杂质, 从竹材中直接提取竹原纤维。竹原纤维与采用化学处理的方法生产的竹浆粘胶纤维(再生纤维素竹纤维)有着本质上的区别。目前, 有关竹浆纤维的研究主要是针对纤维本身性能和织物基本性能来进行^[1-6], 有关竹原纤维的研究较少, 主要是基于其纺纱工艺和成纱性能进行研究^[7-9]。纺织品在后整理加工和使用中经常要受到热的作用, 适宜的热处理条件对实际生产是非常重要的, 本文正是基于此目的, 通过对不同热处理温度和时间下竹原纤维力学性能的分析确定后加工条件。

2 实验样品、实验仪器及实验条件

2.1 实验样品

试验用竹原纤维为浙江丽水缙云南方竹木有限公司提供的采用物理,机械的方法制得的细度为6.01dtex的竹原纤维。

试验用竹浆纤维规格为河北省吉藁化纤公司生产的细度为1.67dtex,长度为38mm的棉型竹浆纤维。

2.2 实验仪器及实验条件

2.2.1 竹原纤维的基本拉伸性能

试验仪器型号: YG001N型电子式单纤维强力仪

试验条件: 拉伸力学性能测试按照 GB/T14337—1993 进行。试样的夹持长度为10mm, 拉伸速度以试样拉伸至断裂所用时间为20 (± 2) 秒为宜, 竹原纤维设定为 2mm/min, 竹浆纤维设定为 7mm/min, 预加张力为0.5cN/tex, 每试样拉伸50次。

2.2.2 竹原纤维热处理后的力学性能

试验仪器型号: 熔点仪、YG001N型电子式单纤维强力仪。

试验条件: 纤维试样呈伸直状由玻璃片夹持, 放置于熔点仪上, 考虑到纺织纤维在实际加工和服用中的情况, 选定70、100、120、140、160、180℃作为温度测试点, 选定10、20、30分钟为热处理时间。对经过热处理并冷却48h的纤维在YG001N型电子式单纤维强力仪上进行拉伸性能测试, 测试指标包括: 断裂强度、断裂伸长率、断裂功、初始模量。

3 实验结果及结果分析

3.1 竹原纤维基本力学拉伸性能

3.1.1 竹原纤维一次力学拉伸性能实验结果

实验结果: 竹原纤维一次拉伸性能实验结果见表1。

表1 竹原、竹浆纤维干态与湿态拉伸性能对比表

项目	纤维种类	断裂强度 (cN/dtex)	断裂伸长率 (%)	初始模量 (cN/dtex)	断裂功 (μj)
干态	竹原纤维	6.86	5.24	248.09	106.45
	竹浆纤维	2.32	24.7	52.35	50.22
湿态	竹原纤维	4.93	5.70	177.39	71.72
	竹浆纤维	2.13	28.1	34.60	43.67

测试结果表明, 竹原纤维为高强低伸长型纤维, 在常温常态下, 竹原纤维具有很高的强度, 达到6.86cN/dtex, 且竹原纤维有很高的初始模量, 但它的伸长率低, 仅有5.24%。吸湿后竹原纤维的强伸度发生变化。润湿态的竹原纤维的断裂强度是干态时的71.9%, 断裂伸长率比干态

时高8.78%，湿态时的初始模量和断裂功较之干态时也有明显下降。

常态下的竹原纤维的强度明显大于竹浆纤维，约为后者的2.96倍，而断裂伸长率却仅为竹浆纤维的21.2%。润湿态时竹原纤维的强度、断裂伸长率、初始模量、断裂功等的变化与竹浆纤维的趋势相同。润湿态时竹原纤维的强度是竹浆纤维的2.31倍，断裂伸长率为竹浆纤维的20.3%。图1为竹原纤维和竹浆纤维干湿态拉伸曲线，从拉伸曲线的类型来说，竹原纤维和竹浆纤维的拉伸类别不同，竹原纤维属于高强低伸长类型，但竹浆纤维属于低强高伸长类型。此外竹原纤维初始模量较大，说明具有较大抵抗变形的能力。

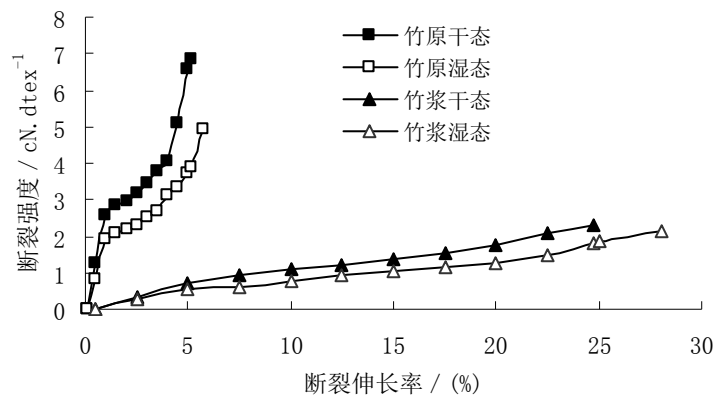


图1 竹原纤维和竹浆纤维干湿态拉伸曲线

3.2 热处理对竹原纤维力学性能的影响

3.2.1 热处理对竹原纤维强度的影响

热处理温度和时间对竹原纤维和竹浆纤维强度影响实验结果见表2、表3。

表2 不同热处理温度和时间后竹原纤维断裂强度 (cN/dtex) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	7.02	6.64	6.19	6.31	5.39	5.49
20 分钟	6.13	6.13	6.36	5.83	5.23	4.90
30 分钟	5.78	5.82	5.70	5.43	4.84	4.14

表3 不同热处理温度和时间后竹浆纤维断裂强度 (cN/dtex) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	2.28	2.24	2.10	2.18	1.54	1.32
20 分钟	2.20	2.17	2.26	1.80	1.82	1.32
30 分钟	2.12	2.16	2.00	1.64	1.59	1.20

测试结果表明，随着热处理温度逐渐上升，竹原纤维和竹浆纤维的断裂强度均呈下降趋势，且下降的程度很明显。竹浆纤维在180℃处理30分钟后强度下降了47.4%，竹原纤维在180℃处

理30分钟后强度下降了36.7%，竹浆纤维处理温度低于120℃时强度下降不明显，而高于此温度纤维强度随温度和时间增加显著降低。竹原纤维在处理温度低于140℃时强度下降平缓，而高于此温度纤维强度显著下降，竹原纤维在140℃处理10分钟后强度为原值的92%，而在160℃处理10分钟后强度为原值时的78%。

3.2.2 热处理对竹原纤维断裂伸长率的影响

热处理温度和时间对竹原纤维和竹浆纤维伸长率影响的实验结果见表4、表5。

表 4 不同热处理温度和时间后竹原纤维断裂伸长率(%) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	4.66	4.84	4.80	4.68	4.57	4.31
20 分钟	4.62	4.39	4.52	4.49	4.34	3.98
30 分钟	4.30	4.12	4.12	4.09	3.98	3.61

表 5 不同热处理温度和时间后竹浆纤维断裂伸长率(%) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	23.70	22.30	21.51	22.70	18.01	16.80
20 分钟	22.71	24.30	23.52	18.31	17.71	17.21
30 分钟	22.61	25.51	21.50	16.32	14.73	16.30

表4、表5表明，随着温度上升及处理时间的增加，竹原纤维、竹浆纤维断裂伸长率基本呈下降趋势，这种趋势不及强度明显，下降程度也不大。竹原纤维在140℃以前，断裂伸长率变化并不明显，但温度超过140℃时，随处理时间的增加断裂伸长表现出下降趋势。在热处理时间达到30分钟条件下，竹原纤维断裂伸长率随温度的升高有明显的下降。

3.2.3 热处理对竹原纤维初始模量的影响

热处理温度和时间对竹原纤维及竹浆纤维初始模量影响的实验结果见表6、表7。

表 6 不同热处理温度和时间后竹原纤维初始模量(cN/dtex) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	239.58	198.77	186.66	199.48	181.28	176.96
20 分钟	220.69	215.15	199.52	191.19	173.55	170.29
30 分钟	234.80	212.73	195.81	170.49	178.11	167.36

表 7 不同热处理温度和时间后竹浆纤维初始模量(cN/dtex) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	35.21	35.11	34.91	34.75	34.21	30.50
20 分钟	34.30	34.20	34.50	33.51	32.37	29.81
30 分钟	33.92	32.64	32.21	30.51	29.63	28.74

表6、表7表明，竹原纤维热处理时，热处理时间一定，随热处理温度的升高，初始模量呈

下降趋势，下降程度较大。处理温度一定时，不同处理时间对初始模量没有明显的影响。

竹浆纤维热处理时初始模量没有较明显的变化，只有在大于180℃高温时才表现出下降趋势。

3.2.4 热处理对竹原纤维断裂功的影响

热处理温度和时间对竹原纤维和竹浆纤维断裂功影响见表 8、表 9。

表 8 不同热处理温度和时间后竹原纤维断裂功 (μJ) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	92.01	90.47	89.08	84.91	69.85	65.84
20 分钟	86.75	77.20	83.65	75.82	66.84	57.38
30 分钟	71.01	73.76	54.90	61.97	55.08	43.11

表 9 不同热处理温度和时间后竹浆纤维断裂功 (μJ) 数值

项目	70℃	100℃	120℃	140℃	160℃	180℃
10 分钟	48.21	47.21	46.20	43.19	29.13	21.60
20 分钟	46.29	43.32	52.32	34.97	27.73	20.19
30 分钟	44.19	42.69	36.16	27.12	22.10	18.08

如表8、表9所示，竹原纤维的拉伸断裂功随热处理温度的升高和时间的延长都呈下降趋势，热处理温度达到140℃、热处理时间达到20分下降程度很显著，例如在180℃处理30分钟后断裂功下降了60%。

竹浆纤维的拉伸断裂功随热处理温度升高而下降，同断裂伸长一样，处理时间在低于120℃时断裂功的变化不明显，超过此温度随处理时间的延长而明显降低。且在高温较长时间处理后断裂功的损失很大。

4 结 论

4.1 竹原纤维一次拉伸性能

竹原纤维为高强低伸型纤维，在常温干态下，竹原纤维具有很高的强度，达到6.86cN/dtex，且竹原纤维有很高的初始模量，但它的伸长率低，仅有5.24%。吸湿后竹原纤维的强伸度发生变化。湿态的竹原纤维的断裂强度是干态时的71.9%，断裂伸长率比干态时高8.78%，湿态时的初始模量和断裂功较之干态时也有明显下降

4.2 不同热处理温度、时间对竹原纤维的力学性能影响

4.2.1 热处理对竹原纤维强度的影响

随着热处理温度逐渐上升，竹原纤维的断裂强度呈下降趋势。当热处理温度低于140℃时，竹原纤维断裂强度下降平缓，而高于此温度纤维强度显著下降。

在一定温度时,竹原纤维的强度随热处理时间的增加而下降,处理竹原纤维时,长时间高温热处理作用使其强度明显下降。

4.2.2 热处理对竹原纤维断裂伸长率的影响

随着热处理温度和热处理时间的增加,竹原纤维断裂伸长率呈下降趋势,在温度低于140℃,竹原纤维断裂伸长率变化并不明显,但温度超过140℃时,随处理时间的增加,断裂伸长表现出明显下降趋势。

4.2.3 热处理对竹原纤维初始模量的影响

竹原纤维热处理时,处理时间一定,随热处理温度的升高,初始模量呈下降趋势,下降程度较大;处理温度一定,不同处理时间对初始模量没有明显的影响。

4.2.4 热处理对竹原纤维断裂功的影响

竹原纤维的拉伸断裂功随热处理温度的升高和热处理时间的增加都呈下降趋势。

参考文献

- [1] 张涛,鲍文斌,俞建勇. 竹浆纤维鉴别方法的研究[J]. 纺织学报, 2004, 25(5):28~29.
- [2] 宋会芬,盛杰侦,李绍东,杨秀琴. 竹浆纤维及其织物的性能研究[J]. 河南纺织高等专科学校学报, 2005,17(2):10~11.
- [3] 张涛,鲍文斌,俞建勇. 竹浆纤维力学性能的模拟分析[J]. 纺织学报, 2005, 26(1):28~29,32.
- [4] 阎贺静,徐水,龙家杰. 再生竹纤维的结构和热性能测试[J]. 丝绸, 2004, (8):48~50.
- [5] 闫红芹,李龙. 竹纤维力学性能的研究[J]. 新纺织, 2004,(6):10~12.
- [6] 李瑞洲,刘亚利,孙占宾. 竹浆纤维性能分析[J]. 纺织学报,2004, 25(3):76 ~77.
- [7] 张素俭,许玉妹,高美芬. 竹原纤维 / 毛交织花呢的开发[J]. 毛纺科技, 2005, (5):40~41.
- [8] 陶丽珍,蔡苏英,蒋耀兴. 丝光碱缩工艺对竹原纤维纱线性能的影响[J]. 印染, 2005,(14):21~24.
- [9] 陶丽珍. 竹原纤维混纺纱强伸性能与混纺比的关系[J]. 棉纺织技术, 2005, 33(6):30~33.

【史料】

六十年代青岛纺织企业的“小三线”建设

1964年7月，青岛第三棉纺织厂先后派出管理干部84人、工程技术干部14人、技工98人，投资192.63万元，在原临清棉纺织厂的基础上扩大规模，兴建青岛第三棉纺织厂临清分厂。分厂占地13641平方米，厂房建筑面积74568平方米。青岛第三棉纺织厂置入棉纺锭12064枚、棉织机240台，1965年1月建成投产。1971年，分厂与老厂脱钩，交聊城地区管理，恢复临清棉纺织厂旧称。

1966年1月，青岛第九棉纺织厂投资113万元，先后选调管理干部、工程技术人员等110人到菏泽市东郊筹建青岛第九棉纺织厂菏泽分厂。分厂占地70000平方米，厂房建筑面积7984平方米。九厂移去纱锭20000枚、织布机400台，同年12月建成投产。1971年，分厂与青岛第九棉纺织厂脱钩，更名为菏泽棉纺织厂，由菏泽地区直接管理。

1966年2月，青岛第七棉纺织厂在济宁市太白楼东路投资225万元建设青岛第七棉纺织厂济宁分厂。分厂占地67633.3平方米，厂房建筑面积11793平方米，棉纱锭9984枚，织布机196台，梳棉机36台。青岛第七棉纺织厂援助管理人员11人、技术干部7人、技术工人154人。同年9月建成投产，当年生产棉纱518吨、布48.2万米，创产值214.27万元。1970年3月，分厂交给济宁地区管理，更名为济宁棉纺织厂。

1966年4月，青岛第五棉纺织厂投资121.29万元，调配管理干部、工程技术人员、技术工人128人，在诸城县河西兴建青岛第五棉纺织厂诸城分厂。分厂占地18009平方米。青岛第五棉纺织厂移置棉纺锭5824枚、织布机145台。同年10月建成投产，主要生产18支纱、18×18粗平布，当年创产值387万元。1971年，分厂交给昌潍地区管理，更名为诸城棉纺织厂。

1966年3月，青岛第四棉纺织厂投资253.84万元，选调44名管理干部、26名技术干部、262名技术工人在惠民地区北镇(滨州)兴建青岛第四棉纺织厂北镇分厂，分厂占地47426平方米。第四棉纺织厂移置纱锭31208枚、织布机814台。1967年建成投产，当年生产棉纱4028.5件、棉布208.5万米，创产值313万元。1972年分厂与青岛第四棉纺织厂脱钩，交给惠民地区管理，更名为国营滨州第一棉纺织厂。

1967年3月，青岛第二棉纺织厂投资256.86万元，选调28名管理人员、20名技术干部和338名技术工人在平阴县兴建青岛第二棉纺织厂分厂。分厂占地48900平方米，厂房建筑面积6235平方米；棉纱锭10816枚，织布机240台。1968年5月建成投产，主要生产18支纱和18×18平布，当年创产值294.08万元。1973年1月分厂与青岛第二棉纺织厂脱钩，由泰安地区管理。

1967年1月，青岛第一棉纺织厂投资536.26万元，选调管理人员54名、技术人员和技术工人128名，在枣庄市齐村区兴建青岛第一棉纺织厂枣庄分厂。分厂占地71000平方米，厂房建筑面积16199平方米，拥有棉纺锭20384枚、织布机446台。1968年7月建成投产，当年产纱596.24吨、棉布182.32万米，创产值229万元。1970年12月，分厂与第一棉纺织厂脱钩，更名为国营枣庄市棉纺织厂。

1967年11月，青岛第八棉纺织厂选调管理干部21人、技工25人、熟练工59人到临沂西郊接收济南第二棉纺织厂援建的临沂棉纺厂续建任务。青岛第八棉纺织厂投资244.28万元，置纱锭20000枚、织布机666台。当年12月建成，部分投入生产，称青岛第八棉纺织厂临沂分厂。分厂占地12000平方米，厂房建筑面积5242平方米，年创总产值400.66万元。1971年7月，青岛第八棉纺织厂将临沂分厂交给临沂地区

管理，更名为临沂棉纺织厂。

1968年8月，青岛东方红棉织厂选调17名管理干部、4名技术人员、41名技术工人到惠民县城东选址筹建青岛东方红棉织厂惠民分厂。投资175.64万元，占地186274平方米，厂房建筑面积45817平方米，置纱锭20000枚、织布机850台。1969年10月建成投产，产品有灯芯绒、华达呢、粗布等，当年创产值278.51万元。分厂于1971年12月交给惠民地区直接管理，更名为惠民棉纺织厂。

1970年3月，青岛第六棉纺织厂选调48名管理干部、18名工程技术人员、213名技术工人到蒙阴桃花沟筹建青岛第六棉纺织厂蒙阴分厂。分厂占地98558平方米，厂房建筑面积12695平方米。第六棉纺织厂投资309.3万元，置纱锭12000枚、织布机400台。1972年12月建成投产，主要生产棉纱和平布。1975年5月，分厂与第六棉纺织厂脱钩，更名为蒙阴棉纺织厂。

1966年9月，青岛印染厂投资360.35万元，选调管理干部26人、工程技术人员6人、技术工人131人、其他人员19人，调出印染设备61台，在济宁市西郊兴建年产印染布设计能力为3000万米的青岛印染厂济宁分厂。分厂占地面积20319平方米，厂房建筑面积5553平方米。1967年8月，棉布染色生产线投产；1968年7月，棉布印花生产线投产。1968年创产值1434万元，销售收入1344万元，利税总额150.56万元。1970年12月，青岛印染厂与济宁分厂脱钩，分厂更名为济宁印染厂。

1966年4月，青岛第二针织厂抽调22名行政管理人员、2名工程技术人员、38名技术工人，投资125万元，在泗水县泉林镇建起厂房7648平方米，调拨棉毛机6台、罗纹机15台，兴建青岛第二针织厂泉林分厂。初建设计能力为年产针织内衣100万件。1968年5月建成投产，产品主要有卫生衫裤、棉毛衫裤。1970年12月，分厂与青岛第二针织厂脱钩，更名为山东泉林针织厂。

1967年5月，青岛第一针织厂选调管理干部、工程技术人员和技术工人共50名，到临沂市临西八路兴建青岛第一针织厂临沂分厂。投资140万元，分厂占地47372平方米，厂房建筑面积7036平方米。置配针织机46台、漂染机17台、缝纫机67台。1970年7月建成投产，当年创产值176万元。1971年5月，分厂交给临沂地区管理，更名为临沂针织厂。

1966年9月，青岛第一纺织配件厂投资109.82万元，选调管理人员、工程技术人员和技术工人102名，调拨生产设备29台，在济宁市改建青岛纺织配件一厂济宁分厂。占地22000平方米，厂房建筑面积1965平方米。初期设计能力，年产20万枚细纱锭子。1972年1月，分厂与青岛第一纺织配件厂脱钩，改由济宁地区管理，1973年更名为济宁纺织配件厂。

1966年10月，青岛纺织器材厂先后选调管理人员、工程技术人员、技术工人486人，投资42.42万元，调拨和搬迁设备419台，在济宁市太白楼东路占地16923平方米，兴建济宁分厂。厂房建筑面积3596平方米，年产木梭7.2万只、木管120万只。1967年建成投产，当年产木管32.96万只、木梭8.44万只，年总产值52万元。1971年9月，青岛第一纺织配件厂根据山东省轻工业局1970年6月的决定，将木梭、木管两个产品的机械设备全部搬迁济宁分厂。分厂形成年产木梭50万只、木管600万只的生产能力。1979年1月，济宁分厂与青岛第一纺织配件厂脱钩，更名为济宁纺织器材厂。