

纺织材料性能测试技术丛书

纺织材料 强力测试

李育民 李汝勤 王晓东 编

纺织工业出版社

纺织材料性能测试技术丛书

纺织材料强力测试

李育民 李汝勤 王晓东 编

纺织工业出版社

(京)新登字037号

内 容 提 要

本书主要介绍纺织纤维、纱线、织物等的力学(包括拉伸、压缩、弯曲、剪切、摩擦等)性质的测试方法、仪器和表达指标。介绍了机械式和电子式两大类型的各种典型仪器的组成、结构、测力原理、灵敏度、加载类型、主要特性的分析及有关知识。

本书可供纤维检验,纺织、染整和服装工业的生产、检验、贸易人员以及仪器研制、使用、计量等部门的技术人员和纺织院校师生阅读。

责任编辑:蔡秀卿

纺织材料性能测试技术丛书

纺织材料强力测试

李育民 李汝勤 王晓东 编

*

纺织工业出版社出版发行

(北京东直门南大街4号)

电话:4662932 邮编:100027

北京百善印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/32 印张:71 6/32 字数:168 千字

1993年4月第一版第一次印刷

印数:1—3000 定价:7.80元

ISBN 7-5064-0855-4/TS·0806

前 言

我国纺织工业已经步入一个崭新的时期，纺织加工能力和生产设备得到大幅度的发展；纺织产品的产量、纱锭与布机总数、原棉、蚕丝、苧麻、山羊绒等纺织原料的产量均占世界第一位；纺织工业产值、社会零售额、创汇率等在国民经济中有举足轻重的地位。由此，对纺织材料性能的检测技术提出了新的、更高的要求。这是因为：首先，纺织原料要保证优质优用，以利降低成本，并使工艺技术能对症下药，保证纺织生产过程顺利进行；其次，纺织产品品质要正确评价，以利按质论价；第三，需要对纺织半成品和成品进行品质检测，藉以检验工艺措施的效果，获取反馈信息；第四，纺织工艺过程的自动控制需要各种品质的检测信号等等。

纺织材料性能检测技术，如果从1875年勃雷德福（Bradford）会议算起，已有一百余年历史，特别是近20年来，获得了长足的发展。由于社会生产的需要，由于物理学、电子学、检测技术等相关学科有了较好的发展，而且对纺织材料的结构和物理、化学性能有了深入一步的了解，所以，纺织材料的各种形态学、力学、热学、电学、光学、工艺学等性能的测试技术和仪器设备，已经形成了一个相当规模的系统；并在经历了“由合到分”（由简单到复杂、由综合到分项、由少指标到多指标、由联合检测到单项检测）的长期发展之后，又重新出现“由分到合”（由多指标到少指标、由分项到综合、由分别测量到统一测量）。这方面的测试技术，无论在测试原理上、仪器结构上、机械化和自动化水平上，指标的合理性与科学性上都有了迅猛的提高。随着电子

计算机数据处理技术的应用，纺织材料性能的测试技术已逐渐发展成为一门涉及物质结构、物理学、电子学、机构学、近代测试技术、数理统计、计算数学等许多学科的综合性的新兴科学分支，成为纺织科学技术的一个重要领域。

在这个领域里，20多年来我国虽出版过部分教科书和专著，但因涉及面过广，读者不容易掌握某种测试技术的全貌及要点。经过长期酝酿和各方面的大力支持，我们组织编写了“纺织材料性能测试技术丛书”，约请各方面的专家，分头撰写纺织材料各个单项性能测试中的仪器和方法，力图较系统地介绍该种测试技术的基本特点、主要类别、典型方法与仪器，各种方法的检验原理、仪器的结构、性能及其检查、调试方法、测试计算的指标，以及在纺织工艺技术中的应用等。希望以较短的篇幅，使读者获得较全面的概念和必要的实用知识。

“纺织材料性能测试技术丛书”包括纤维长度、细度、强力；纱条均匀度；纺织材料回潮率、含脂率、密度、摩擦、静电、折射率、缩绒能力；纱线毛羽；棉纤维成熟度；织物磨损、风格、透通性、光泽、舒适性、阻燃性、耐热性、缩水率及捻度等内容，将按各个专题，陆续分册出版。

丛书之一的《纺织材料强力测试》由姚穆教授审稿，第一、二章由李育民，第三、四、五章由王晓东，第六、七、八、九、十章由李汝勤编写。本丛书的编写方法还只是一种尝试，敬希读者给予批评指正。

纺织工业出版社

“纺织材料性能测试技术丛书”

编审委员会

1992年

“纺织材料性能测试技术丛书”

编审委员会

主任 姚 穆

副主任 安瑞凤

编 委 刘增录 安瑞凤 沈志耕 赵书经

姚 穆 胡永梅 蒋素婵

37108

ISBN7-5064-0855-4/TS·0806

定价 7.80元

目 录

第一章 绪言	(1)
第一节 纺织材料力学(机械)性能测试的 意义.....	(1)
第二节 纺织材料力学性能指标的种类与 特点.....	(2)
第三节 纺织测力仪器测力方式的基本类别.....	(5)
第四节 纺织测力仪器的组成和要求.....	(6)
第二章 摆式力学测量仪器	(8)
第一节 原理分析.....	(8)
第二节 几种常用摆式测力仪的基本结构.....	(28)
一、Y161 单纤维强力仪.....	(28)
二、Y162 束纤维强力仪.....	(36)
三、YG015-SM 亚麻束纤维强力仪.....	(38)
四、Y361 纱线强力仪.....	(42)
五、Y741 复丝强力仪.....	(49)
六、Y371 缕纱强力仪.....	(52)
七、Y501-250 织物强力仪.....	(57)
八、YG003 织物撕裂仪.....	(63)
九、织物摩擦系数试验仪.....	(65)
第三节 摆式拉伸力仪量程系列选择.....	(67)
第四节 摆式拉伸力仪的动态校验.....	(73)
第三章 杠杆式力学测量仪器	(85)
第一节 马氏单纤维强力仪.....	(85)
第二节 多功能单纤维强力伸长仪.....	(88)

第三节	液体比重天平·····	(91)
第四章	斜面式拉伸力测试仪·····	(93)
第一节	乌斯特自动单纱强力仪·····	(93)
第二节	YG164型束纤维强力仪·····	(95)
第五章	其他机械式力学测试仪器·····	(99)
第一节	YG163型束纤维强力仪·····	(99)
第二节	Y151型纤维摩擦系数测定仪·····	(104)
第六章	电子式力学测量仪器概述·····	(106)
第一节	电子式力学测量仪器的基本特点·····	(106)
第二节	电子式强力仪的基本结构·····	(108)
第七章	测力传感器·····	(111)
第一节	电阻式测力传感器·····	(111)
一、	应变电阻效应·····	(111)
二、	粘贴式电阻测力传感器·····	(115)
三、	张丝式电阻测力传感器·····	(120)
四、	测力传感器的特性参数·····	(121)
第二节	测量电路·····	(123)
一、	测量电桥·····	(123)
二、	测量放大电路·····	(129)
第三节	电感式测力传感器·····	(133)
第八章	通用电子强力仪·····	(137)
第一节	材料试验机及其发展·····	(137)
一、	英斯特朗1122型电子万能试验机·····	(138)
二、	岛津DCS-500型电子万能试验机·····	(146)
第二节	动态疲劳试验机·····	(154)
第九章	纺织测试电子强力仪·····	(158)
第一节	纤维电子强力仪·····	(158)

一、YG001A型纤维电子强力仪·····	(159)
二、纤维细度比强度测试仪·····	(171)
第二节 纱线电子强力仪 ·····	(173)
一、YG022型自动纱线强力仪·····	(174)
二、其他型式的电子式自动单纱强力仪·····	(177)
三、长丝内应力试验仪·····	(184)
四、纱线动态摩擦系数测定仪·····	(189)
第三节 织物多项力学性质测试仪器 ·····	(192)
一、YG821型织物风格仪·····	(193)
二、KES-FB系列织物手感仪·····	(199)
第十章 试验条件及试验结果分析 ·····	(206)
第一节 试验条件对测试结果的影响 ·····	(206)
一、加载方式对测试结果的影响·····	(206)
二、试样长度对测试结果的影响·····	(210)
三、拉伸速度对测试结果的影响·····	(211)
四、环境条件变化对测试结果的影响·····	(219)
第二节 试验结果分析 ·····	(221)
一、强力测试结果的统计表示方法·····	(221)
二、典型实验数据举例·····	(226)
强力测试仪器产品简介 ·····	(229)
参考文献 ·····	(230)

第一章 绪 言

第一节 纺织材料力学（机械） 性能测试的意义

一、纺织材料的力学性能是纺织材料的主要技术性能

纺织材料（包括纤维、纤维条、粗纱、纱线、织物及其复合物等）的力学性能即其机械性能是纺织材料最重要的技术性能之一。拉伸断裂强度是材料牢度的基本指标，是各种纺织纤维、纱线、织物品质分等分级中内在性能的首要指标。因此无论在用途选择、原料混配、工艺控制、工商交接、商品结价、使用寿命等许多环节中都与其拉伸断裂强度有关，并列入了我国国家标准、企业标准和国际标准。国外的纺织产品标准和试验方法标准中亦列入此项目。

纺织材料的许多其他性质，如拉伸断裂伸长、屈服应力、屈服应变、拉伸初始模量、拉伸回弹率、压缩模量（刚度）、压缩回弹率、弯曲刚度、扭转刚度、剪切模量、摩擦系数、抱合系数等，对纺织加工工艺、疵点形成，纺织产品外观、手感、实际服用性能等均有极为重要的关系，决定了纺织产品的基本风格特征与用途。

因此，纺织原料和产品的各种力学性能测试历来最受重视。纺织材料力学性能的测试技术和测试仪器日新月异，测试原理和测试方式不断改进。从结构简单的机械式仪器到配备电子计算机的高精度自动化仪器，琳琅满目，比比皆

是。

二、纺织材料力学性能测试的经济意义

纺织材料的力学性能，不仅具有重要的技术意义，同时也具有重要的经济意义。纺织产品坚牢度的提高和使用寿命的延长，本身就具有重大的经济意义。纺织原料和半成品的力学性能又直接影响着纺织生产过程。拉伸断裂强力过低的纤维和纱线，在纺织生产过程中不可避免地产生和增加断头，使纺织设备的生产效率下降，停台增加，空转电能消耗，劳动强度增大，回丝废料增多，原料消耗增加，空气污染，机台保养工作量增加，而且必不可免地引起纱线毛羽增多，断疵增加，影响产品等级，减少有效经济收益。

三、纺织材料力学性能对纺织技术进步的影响

纺织材料力学性能的纷繁复杂，给纺织技术进步增添了许多困难，各类各项要求可能互相制肘，使技术发展受到许多限制。而且纺织生产过程中的断头成为纺织企业十足的“灾难”，成为纺织生产单机自动化，生产过程连续化的主要障碍。纺织工业近代机械化生产是工业革命的尖兵，纺织机械自动化和生产过程连续化本应名列前茅，正是因为断头的存在，直到现在许多重要工序的单机自动化尚未能完成，成为轻工业不轻，劳动比较密集的行业。

因此纺织材料力学性能测试具有重大的技术和经济意义。

第二节 纺织材料力学性能指标的种类与特点

纺织材料力学性能指标很多，从几个方面可以窥及概

貌。

一、按受力方向特征划分

1. 拉伸 包括沿轴向拉伸和沿横向拉伸等。
2. 压缩 包括单向压缩及多向压缩等。
3. 弯曲 包括简单弯曲及复杂弯曲（如织物的正反向弯曲）等。
4. 扭转 包括与弯曲的复合等。
5. 剪切 包括与弯曲的复合等。
6. 摩擦 包括抱合等。

二、按受力作用的速度划分

1. 慢速 常规力学性质。
2. 快速 包括冲击方式的作用。

三、按受力重复次数划分

1. 一次受力作用 包括一次受力作用甚至直至断裂的特性。
2. 多次受力作用 包括多次重复作用及疲劳等。

四、按参数指标体系划分

1. 应力或强度 包括拉、压、弯、扭等各种方式。
其中有：（1）破坏强力：如拉伸断裂强力、拉伸断脱强力、压缩破坏应力等；（2）屈服应力；（3）定变形应力等。
2. 应变或变形量 包括拉、压、弯、扭等各种方式。
其中有：（1）破坏应变：如断裂伸长率、断脱伸长率、压缩破坏变形率；（2）屈服应变；（3）定应力下变形量等。
3. 模量 包括拉、压、弯、扭等各种方式。
其中有：（1）初始模量：如拉伸初始模量、压缩初始模量；（2）卷曲模量；（3）任意点割线模量；（4）任意点

切线模量；（5）抗弯刚度和相对抗弯刚度；（6）抗扭刚度和相对抗扭刚度等。

4. 变形功 包括拉、压、弯、扭等各种方式。

其中有：（1）破坏功：如拉伸断裂功、压缩破坏功等；（2）一定力或一定变形下的变形功；（3）回弹中的恢复功等。

5. 弹性恢复率 包括拉、压、弯、扭等各种方式。

其中有：（1）急弹性恢复率；（2）缓弹性恢复率；（3）剩余变形率；（4）变形功恢复率等。

6. 蠕变和松弛 包括拉、压、弯、扭等各种方式。

其中有：（1）松弛时间和松弛时间谱；（2）推迟时间和推迟时间谱；（3）弹性模量；（4）损耗模量等。

7. 摩擦 其中有：（1）静摩擦系数；（2）动摩擦系数；（3）抱合系数；（4）交织阻力；（5）摩擦系数变异系数；（6）生丝抱合力等。

8. 其他 包括各种热机械性能等。

五、应力的某些概念

1. 名义应力 所受力除以未变形前的截面积。

2. 实际应力 所受力除以即时变形的实际截面积。

3. 名义比应力 所受力除以未变形前的线密度（ cN/tex ）。

4. 实际比应力 所受力除以即时变形的实际线密度（ cN/tex ）。

5. 实际负荷 即时所受的力。

第三节 纺织测力仪器测力方式的基本类型

一、按加负荷方式划分

1. 等加负荷类型 纺织材料实际承受的负荷按时间等速增加。

2. 等速应变类型 拉伸中的实例为等速延伸类型。纺织材料承受的负荷在增加的过程中，应变（伸长）按时间等速度增加。

3. 等速牵引类型 纺织材料承受的负荷在增加的过程中，主动引导运动源等速度位移。

4. 正弦应变类型 应变量按正弦方式变化的重复变形。

5. 特殊加载类型 如等速延伸拉伸与等速牵引回缩的重复变形，以及按等速延伸拉伸、等速回缩但逐次增大应变量等类型。

二、按测力方式划分

1. 机械式力学测量仪器 其中有：（1）摆式测力仪器；（2）杠杆式测力仪器；（3）斜面式测力仪器；（4）弹簧变形式测力仪器；以及其他形式的测力仪器。

2. 电子式力学测量仪器 其中有：（1）电阻应变式力学测量仪器；（2）电容应变式力学测量仪器；（3）电感式力学测量仪器，包括简单电感式和差动电感式等；以及其他形式的测力仪器，如差动变压器式力学测量仪器等。

第四节 纺织测力仪器的组成和要求

纺织测力仪器种类繁多，形式各异，但某些基本组成部分是一致的，基本要求也是一致的。

一、基本组成部分

1. 测力传感器
2. 纺织材料的夹持器
3. 测变形机构
4. 使力和变形产生的机械动力源（驱动部分）及其传动机构
5. 显示部分 力和变形的显示装置。
6. 程序控制部分
7. 计量检查和计量调整机构与装置
8. 其他装置 其中有：（1）测功装置；（2）安全保护装置；如机械、电气及防振防冲击装置；（3）数据处理及记录打印装置；（4）特殊附属部分：如同时测线密度、自动计算比强度等装置。

二、基本要求

- （1）适当的量程范围（包括负荷及变形）及其切换范围；
- （2）适当的灵敏度；
- （3）适当的频率响应或时间响应速度和必要的动态特性；
- （4）必要的稳定性与重复性，使重复性误差及再现性误差能控制在一定允差之内；

- (5) 必要的抵抗环境变化(电压波动、温湿度、机械振动)和抗电磁波干扰能力;
- (6) 操作简便;
- (7) 速度较快;
- (8) 其他要求,如附有自动记录和自动绘图,自动采样、数据处理和适当的显示及打印功能等。