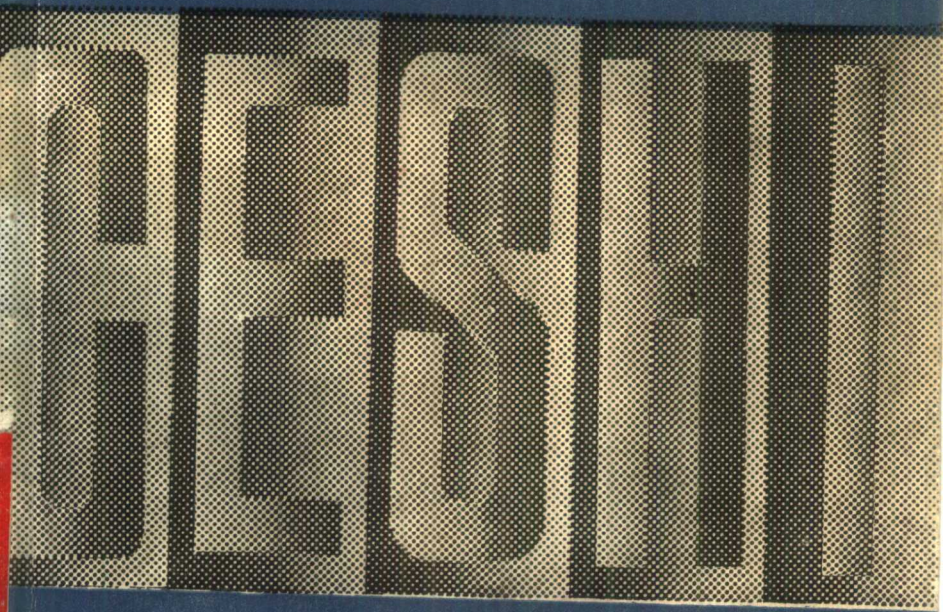


纺织材料性能测试技术丛书

纺织材料静电测试

秦家浩 钱樾成 编



纺织工业出版社

纺织材料性能测试技术丛书

纺织材料静电测试

秦家浩 钱桦成 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书是《纺织材料性能测试技术》丛书中的一种。介绍纺织纤维、纱线、织物、地毯等纺织材料静电性能的测试方法与仪器。着重介绍列入国内外标准的测试方法,以及国内研制的测试仪器的原理、基本结构、特点、操作方法和维护知识。

本书可供纺织、染整、化学纤维和服装工业的生产、检测、贸易人员,以及仪器研制和使用单位的技术人员和纺织院校师生阅读。

纺织材料性能测试技术丛书

纺织材料静电测试

秦家浩 钱樾成 编

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

河北省供销合作联合社保定印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张:4 8/32 插页:1 字数:91千字

1987年12月 第一版第一次印刷

印数:1—6,000 定价:1.00元

统一书号:15041·1590

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。在此第七个五年计划开始的时候，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，特别是近二十年来，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、由联合检测到单项分测）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，二十多年来我国虽出版过部分教科书和专著，但因涉及面过广，语焉不详，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、各种方法的检测原理、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。

本丛书的编写方法还只是一种尝试，而且以小册子方式出版，难免挂一漏万，敬希读者给予批评指正。我们殷切期望这套丛书在广大读者的共同努力下，能为祖国社会主义“四化”大业作出一点贡献。

纺织工业出版社

《纺织材料性能测试技术丛书》编审委员会

1986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 胡永洵 蒋素婵

目 录

第一章 纺织材料静电性能测试的目的及分类	(1)
一、目的及分类.....	(1)
二、国外纺织材料静电测试标准.....	(3)
第二章 纺织材料的静电性能	(6)
一、介电系数.....	(8)
二、介质损耗.....	(9)
三、电阻.....	(11)
四、带电量 and 电荷衰减速度.....	(12)
第三章 简便的静电性能测试方法	(13)
一、吸灰试验.....	(18)
二、张帆试验.....	(18)
三、吸附金属片试验.....	(19)
第四章 电阻的测试	(25)
一、纤维比电阻的测试.....	(25)
二、纱线比电阻的测试.....	(39)
三、织物比电阻的测试.....	(40)
第五章 摩擦法织物静电性能的测试	(53)
一、回转摩擦式静电测试仪.....	(53)
二、用法拉第计的摩擦带电测试法.....	(62)
三、摩擦法地毯带电的测试.....	(68)
第六章 电晕放电式织物静电测试仪	(78)
一、侯尼斯特静电测试仪.....	(78)
二、YG342型电晕放电式静电测试仪.....	(80)

三、LFY-4B型电晕放电式织物静电测试仪.....	(84)
四、BJZZ-781型 织物静电测试仪.....	(87)
第七章 现场测试用静电仪	(93)
一、直流放大式静电测量仪.....	(93)
二、交流放大式静电测量仪.....	(101)
主要参考文献	(125)

第一章 纺织材料静电性能

测试的目的及分类

一、目的及分类

随着纺织工业大量采用合成纤维作为原料，纺织产品的品种日益增多。合成纤维纺织品坚牢耐穿，美观大方，免烫快干，深受人们喜爱。但是合成纤维的憎水性和绝缘性，使其在纺织加工和服装穿着过程中产生带电现象，给生产或生活带来一些麻烦和困难，严重时甚至影响生产的正常进行或造成意外事故。因此纺织品的静电性能越来越引起人们的关切。

纺织材料在生产加工和穿着使用过程中，由于摩擦、接触分离或受其他因素的作用产生静电荷时，如电荷积聚到一定程度而不能迅速散失，就会给生产或使用带来困难。

在纺织生产加工中，纺织材料的带电现象常会导致纤维缠绕或堵塞机件（罗拉、压辊、胶辊、喇叭口、导纱器等），飞花增多，半制品或纱线发毛、断头，织造时经纱开口不清，织物折叠不齐等现象，影响生产的正常进行。

纺织材料上电荷的积聚速度大于散失速度时会不断增加带电量，达到一定值就会引起麻烦和障碍。天然纤维和吸湿性好的纤维带电后散失很快。气候潮湿则电荷容易散失，气候干燥则电荷容易积聚，带电现象就显得比较严重。

在纺织品穿着过程中，带静电的衣服容易吸附灰尘；穿着

或脱去时会产生火花，吸附在身上使人感觉不适；在有易燃易爆气体的场合会引起爆炸起火；在有电子仪器的附近会使仪器受到干扰而失灵。长期受带电现象的影响，有的人会皮肤过敏，引起皮疹，严重者会发生血相变化。

为了研究如何克服纺织材料的带电现象，需要正确评价和测定其带电性能。掌握了各种纺织材料的静电性能，便于研究采取相应措施消除静电现象，并鉴别措施的效果。

静电性能的测量仪器很多，本书重点叙述专门用于纤维和纺织品静电性能的测试方法和测试仪器。

纺织材料的静电现象是错综复杂的，影响其带电性能的因素也很多，采用不同的测试方法或测试仪器获得的数据往往有很大差异，测试条件稍有变化就会得出不同的结果，影响数据的可靠性和重现性。因此必须研究合理的测试方法和科学的测试仪器，并制订测试标准，规定统一的测试条件。

国内外可用于纺织材料的静电测试方法和测试仪器很多，根据其性能和用途，大致分类如下：

1. 按测试对象可分为测试纤维、纱线或长丝、织物、地毯、人体以及生产现场的在制品或机件等。

2. 按测试精度的要求大体可分为定性的和定量的两种方法。定性的测试法比较简单，不需要精密仪器，一般能表示大体的带电程度，不能表示出物理量的大小。定量的测试法使用比较精密的仪器，可给出具体的物理量来表示测试结果。

3. 按测试结果可分为表示电荷的极性、带电量、电阻、电压和半衰期等。

4. 按电荷的产生方法可分为摩擦式和电晕放电式等。摩擦式所用的磨料也各有不同。

此外, 还有在特定条件下进行测试的方法和仪器, 为科学研究工作提供所需数据。

我国开始逐步研究制订适合于纺织材料静电性能的测试标准, 目前已制订的有电晕放电式织物静电性能测试标准(FJ549—85)和生产现场测定方法标准(FJ550—85)等。根据向国际标准和国外先进标准靠拢的标准化工作原则, 国际标准化组织(ISO)和各国已经发表的一些标准可以作为我们的借鉴。

二、国外纺织材料静电测试标准

1. 电阻率测定

(1) 日本工业标准JIS L—1018—1977, 针织坯布试验方法, 参考方法B法, 表面泄漏电阻测定法。

(2) 日本工业标准JIS L—1021—1979, 地毯试验方法, 参考方法, 表面泄漏电阻测定法。

(3) 日本工业标准JIS L—1094—1980, 梭织物及针织物带电性能试验方法, 参考方法1, 表面泄漏电阻测定法。

(4) 美国国家标准ANSI/美国纺织化学与染色工作者协会标准AATCC84—1982, 纱线电阻率试验方法。

(5) 美国国家标准ANSI/美国纺织化学与染色工作者协会标准AATCC76—1982, 织物电阻率试验方法。

(6) 美国联邦试验法(标准191) 5930, 织物表面电阻的测定。

(7) 联邦德国工业标准DIN54345—1, 纺织品静电性能的评价, 电阻值的测定。

(8) 苏联国家标准ГОСТ19086—1974, 化学纤维电阻率测定法。

(9) 苏联国家标准ГОСТ19616—1974, 机织物和针

织物表面比电阻测定法。

(10) 苏联国家标准ГОСТ 22227—1976, 纤维和长丝束的电阻测试方法。

(11) 联邦德国工业标准DIN 54345—5, 纺织品静电性能的评价, 纺织物布条电阻的测定。

2. 电压测定

(1) 日本工业标准JIS L—1021—1979, 地毯试验方法, 参考方法, 地毯上步行时带电电压测定法。

(2) 日本工业标准JIS L—1094—1980, 梭织物及针织物带电性能试验方法, B法, 摩擦带电电压测定法。

(3) 美国国家标准ANSI/美国纺织化学与染色工作者协会标准AATCC 134—1982, 地毯静电性能测定法。

(4) 联邦德国工业标准DIN 54345—2, 纺织品静电性能的评价, 地毯步行试验。

(5) 联邦德国工业标准DIN 54345—3, 纺织品静电性能的评价, 地毯的仪器试验。

(6) 法国标准NF G35—025—1979, 纺织地板覆盖物的试验——起静电性的测定。

(7) 国际标准ISO/TR—6356—82E, 铺地织物——起静电性的评定——行走试验。

3. 吸附金属片测定法

(1) 美国国家标准ANSI/美国纺织化学与染色工作者协会标准AATCC 115—1980, 织物的静电吸附性试验方法(织物与金属的静电吸附性)。

(2) 日本工业标准JIS L—1094—1980, 梭织物及针织物带电性能试验方法, C法, 吸附金属片测定法。

4. 半衰期测定 日本工业标准JIS L—1094—1980,

梭织物及针织物带电性能试验方法，A法，半衰期测定法。

5. 摩擦带电电荷量测定

(1) 日本工业标准JIS L—1094—1980，梭织物及针织物带电性能试验方法，参考方法2，摩擦带电电荷量测定。

(2) 联邦德国工业标准DIN54345—4，纺织品静电性能的评价，织物带电试验。

第二章 纺织材料的静电性能

众所周知，物质是由非常微小的分子组成的，分子是物质保持基本性质的最小微粒。分子是由原子构成，各种元素的原子有规律地结合在一起，组成了世界上各种物质的分子。各种元素的原子都是由带正电的原子核和带负电的电子组成。原子核是由带正电的质子和不带电的中子组成。不同元素的原子虽然不同，但一切元素的电子都相同，都带同样多的负电荷。一切元素的质子也相同，所带的正电都跟电子带的负电数量相等。在通常情况下，原子核里的质子数与绕核旋转的电子数相等，所以原子核带的正电跟电子总共带的负电数量相等，故整个原子呈中性。

不同物质的原子束缚电子的本领不同。在外界因素的影响下，例如两个物体接触摩擦的过程中，受原子核吸引力较小的外层电子会从一个物体转移到另一个物体上，打破了原来每一物体的电性平衡。失去电子的物体因缺少电子而带正电，得到电子的物体因有了多余电子而带等量的负电。例如用丝绸与玻璃摩擦，玻璃的一些电子转移到丝绸上，玻璃因失去电子而带正电，丝绸因得到电子而带等量的负电。硬橡胶与毛皮相互摩擦时，毛皮的一些电子转移到硬橡胶上，使硬橡胶带负电，而毛皮带等量的正电。这种使物体带电的过程称为起电。

两个物体相互接触摩擦时，哪一个带正电而另一个带负电，是有一定规律的。根据原子核对电子吸引力的强弱，可

以排出各种物质的静电序列。原子核对其电子吸引作用较强的物质容易得到电子而带负电,在静电序列里,它被排在接近负端的位置。对电子吸引作用较弱的物质容易失去电子而带正电。在静电序列里,它被排在接近正端的位置。人们在实验中将各种材料互相摩擦后,按照带正、负电荷的次序,排出了静电序列。由于各自的测试条件不同,在文献中看到许多学者发表的静电序列不完全相同。在文献中常被引用的静电序列如下:

(+) ←—————→ (-)														
羊	锦	粘	棉	蚕	醋	维	涤	腈	氯	腈	偏	聚	氟	
毛	纶	胶		丝	酯	纶	纶	纶	纶	氯	氯	乙	纶	
			纤			纤						纶	纶	烯
			维			维								

上述静电序列是在空气温度为30℃、相对湿度在33%的条件下试验获得的。当两种纤维互相摩擦时,排在正端的纤维带正电荷,排在负端的纤维带负电荷。

虽然各人发表的静电序列中各种纤维的排列顺序不完全相同。但大体上都是聚酰胺类纤维、羊毛、蚕丝排在正端;纤维素纤维在中间;碳链纤维排在负端。试验条件稍有变化,或者纤维的表面状态不同,排列顺序就会发生变化。此外,纺织材料带电后,其各部位的电位有时并不相同,情况也比较复杂,有的部位带正电荷,有的部位却可能带负电荷。

利用这种静电序列表,我们可以大体知道各种材料相互摩擦后产生的电荷极性和带电程度。一般介电系数较高的物质在正端,介电系数较低的物质在负端。

反映纺织材料的电学性质,一般以介电系数、介质损耗、电阻、带电量 and 电荷衰减速度等表示。这些性质是相互

联系的。

一、介电系数

在电场里，由于介质的极化而引起相反的电场，会减少电场里两电荷间的作用力，减少电容器带电荷的极板之间的电势差，增加电容的电容量。介电系数一般指相对介电系数 ϵ_r ， ϵ_r 和介电系数的关系为：

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$$

式中 ϵ_0 为真空介电系数， $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$ （法拉/米），或者 $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9 \text{m/F}$ （米/法拉）。

可见，介质的相对介电系数 ϵ_r 即为：

$$\epsilon_r = \frac{\text{以某种材料为介质时电容器的电容量}}{\text{以真空为介质时电容器的电容量}}$$

纺织材料相对介电系数的测量，通常有电容测定法和时间常数法两种。

1. 电容测定法 将待测介质做成圆板状，厚度均匀而两表面平整，涂上一层极薄的凡士林，与相同直径的铝箔电极完全贴合，测量其电容量，并用下式计算相对介电系数：

$$\epsilon_r = \frac{36lC}{\pi d^2}$$

式中： d ——圆板型电容器直径（mm）；

l ——圆板型电容器厚度（mm）；

C ——圆板型电容器电容量（pF）。

2. 时间常数法 介质带电后的放电服从指数衰减规律：

$$V = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

且时间常数 $\tau = \epsilon \rho_v$ ，测量得到时间常数 τ 及体积电阻率 ρ_v 后，可以计算介电系数 ϵ ，则

$$\epsilon_r = \frac{\tau}{\rho_v \epsilon_0}$$

时间常数 τ 可用静电衰减测量仪测量。通常介质带电后，记录电位值，并同时计时，再记录放电衰减到原来电位一半时所需的时间（称为半衰期），记为 $T_{1/2}$ ，通过 $T_{1/2}$ ，可用下式计算时间常数 τ 。

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \quad (\ln 2 = 0.69315)$$

在工频条件下，真空介电系数等于1，空气介电系数接近1，干燥纺织材料的介电系数在2~5范围内，水的介电系数约等于80。当纺织材料的回潮率不同时，介电系数也不同。因此，用同等重量的不同回潮率的纺织材料作电容器介质时，电容器的电容量不同，其介电系数也不同。

此外，影响纺织材料介电系数的因素还有频率和温度等。频率对介电系数有重要影响，一般来说，频率增高，介电系数减小，它们的关系如图1所示。同时，纺织材料是各向异性材料，电场方向与纤维平行或垂直，对纤维的介电系数也有影响。纤维中杂质的存在也会改变其介电系数。因此在测定时必须加以注意。

二、介质损耗

介质在交变电场作用下发热而消耗的能量称为介质损耗。介质损耗和介质的介电性质有关，单位体积中的介质损耗 P 可按下式计算：