



纺织检测知识丛书

纺织品质量缺陷及 成因分析——显微技术法

Quality Assessment of Textiles—Damage Detection by Microscopy

(原书第二版)

■ [德] Karl Mahall 著

张嘉红 译

德国纺织界经典的“马哈尔的书”
方便、准确、低成本的检验分析方法
所需工具只是普通的显微镜



中国纺织出版社

纺织检测知识丛书

纺织品质质量缺陷及成因分析 ——显微技术法

Quality Assessment of Textiles

—Damage Detection by Microscopy

(原书第二版)

[德] Karl Mahall 著

张嘉红 译



中国纺织出版社

内 容 提 要

利用简便而有效的方法检测纺织品的质量,并通过对检测结果的分析,推断产生质量缺陷的原因,一直是生产企业控制产品质量、商贸企业之间明确质量纠纷责任以及科研机构攻克质量难关的重要手段。本书运用诸多实例,一是全面系统地介绍了利用显微镜法对纺织品进行质量缺陷分析的技术;二是详细说明了如何根据检测结果分析推断产生质量缺陷的成因。本书所介绍的知识对提高纺织行业工程技术人员的质量检测分析能力、提高产品质量具有积极意义。

本书可供从事纺织生产、贸易、科研教学和质量检测的工程技术人员作工具书或参考书。

原文书名 Quality Assessment of Textiles—Damage Detection by Microscopy(Second Edition)

著者原名 Karl Mahall

©原出版社,出版时间 Springer—Verlag Berlin Heidelberg,2003

本书中文简体版经 Fachverlag Schiele & Schön GmbH 授权,由中国纺织出版社独家出版发行。

本书内容未经出版者书面许可,不得以任何方式或任何手段复制、转载或刊登。

著作权合同登记号:01—2008—1058

图书在版编目(CIP)数据

纺织品质量缺陷及成因分析:显微技术法/(德)卡·马哈尔(Karl Mahall)著;张嘉红译. —北京:中国纺织出版社,2008.6
(纺织检测知识丛书)

ISBN 978—7—5064—4918—2

I. 纺… II. ①卡…②张… III. 显微技术—应用—纺织品—缺陷—质量检验 IV. TS107

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 040020 号

策划编辑:崔俊芳	责任编辑:曹长虹	特约编辑:翁 重
责任校对:陈 红	责任设计:何 建	责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

http://www.c-textilep.com

E-mail:faxing@c-textilep.com

三河市新科印刷厂印装 各地新华书店经销

2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开本:710×1000 1/16 印张:10.5

字数:126 千字 定价:45.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

第二版前言

显微镜法测试评定纺织品质量仍是纤维、纺织、服装工业不断改进工艺的重要手段之一。以当今纺织工业及其市场的国际互通互连程度之深,更需要功能清晰且适用于所有生产工艺的纺织品缺陷分析方法。

本书在研究所实验室、大专院校、纺织品化验员技师培训班以至工商界都大受欢迎,人们称之为“马哈尔的书”。现在是到了该推出新版的时候了。

本版的修订增补人,有马哈尔先生、继任人伊尔希德女士及所率班子。

接替亨克尔公司纺织技术部业务的科格尼斯谨此荣幸地向专家、学子以及所有热心读者推荐此新版书。

U. 克劳伯特博士(科格尼斯德国 GmbH 公司)

E. 芬尼莫尔教授(德国霍夫高级专科学校)

第一版前言

质量是纺织业国际竞争中的决定性评判准则,当今之时尤其如此。

款式流行周期的短暂导致产品品种的频繁变换,技术的进步要求不断调整生产工艺;质量的优良和稳定对于纺织品始终是至关重要的。当今质量已不再被认为是质量管理或缺陷矫正的结果,而被认为是生产过程中所有化学、物理或人力干预的必然结果;以质量管理体系的形式记录描述这些干预显得日益重要。尤其是由多家专业厂商分头进行的多工序纺织品生产与整理,很难追溯质量缺陷,特别是隐蔽缺陷的确切成因,然而这却是消除缺陷、保证工艺管理正确性的先决条件。

卡·马哈尔在他的书中描述了可能出现在某些纺织品原料中的缺陷以及纺织品生产和储存过程中可能发生的缺陷。为此他用了在亨克尔两合股份公司工作的40年时间,从所接触的生产线上仔细选取典型实例。书中特别阐述了如何运用显微镜测试法获取纺织品隐藏缺陷成因的关键线索。

卡·马哈尔作为杰出的专家知名已久,有大量讲稿、论文面世。本书以缜密的体系承载着作者的丰富经验,又保留着一贯深受读者欢迎的特有的叙事风格,其观察成果与见解非常引人入胜。我们希望本书能成为涉猎纺织品缺陷分析与质量保证的所有工商、教育界人士的有用参考书;而有意探索本领域真谛的同行专家,亦将欣赏本书言简意赅、图文并茂的风格。

GK. 克拉曼博士(亨克尔两合股份公司)

W. 莱依博士(德国国立纺织职业培训中心)

作者第二版序

本书是我在实用纺织品显微检测领域的经验实录,显微检测本来就是实用型技术。40年来,我在实验室里反复运用并创新织物探伤方法,成果多公诸报纸杂志,见书后列表。

本书第一版为德文,1989年由柏林希尔舍恩技术出版社出版。书很快售罄,一时成了纺织界经典。1993年,海德尔堡斯普林厄·弗尔勒出版社推出英文版,更便于全球流通。有鉴于世间对此书仍有需求,便推出第二版。

本书第二版承蒙科格尼斯德国有限公司的汉斯-约瑟夫·威泽先生给予特别的支持与鼓励。考虑到全球化的需要,科格尼斯公司拟出版英文版,海德尔堡斯普林厄·弗尔勒出版社表示愿意成全。

第二版新增一章,别处略有修正。新的一章为:

以禽鸟羽绒为填充料的床上用品和纺织品的疵点分析。

增补的理由是,天然羽绒并非仅作寝具填料,也可用于防寒服、睡袋等衣物。

染色试验和破坏反应所需的某些染料已不复可得或已改名,感谢伊尔希德·戈贝尔女士和伯索德·波普先生对市场上的一些替代品所做的可用性试验。

特别鸣谢曾在亚琛德意志羊毛研究所从事科研工作多年,现在德国霍夫高级专科学校执教纺织化学与织物测试的伊丽莎白·芬尼莫尔教授为本书所作的术语校勘及最后润色。

还要感谢海德尔堡斯普林厄·弗尔勒出版社的合作,对其印制彩色照片技艺之精,尤为敬佩。

卡·马哈尔

2002年6月,蒙海姆

译者序

经过多年的发展,我国已经成为世界纺织品生产大国,纺织产品的质量也在不断提高。纺织品的质量水平既是一个企业技术和管理水平的综合反映,也是企业市场竞争能力的关键。因此,努力提高产品质量是纺织业同行的共同奋斗目标。

通过产品质量检验及其结果的分析,推断质量缺陷的存在和成因,是质量诊断的有效方法之一。译者在纺织纤维和纺织产品专业检验机构工作多年,经常会遇到生产企业在出现质量问题时,或者贸易过程中出现质量纠纷时,需要通过检验的手段去确认质量缺陷的存在和判断其成因。因此,方便、准确、低成本的检验分析方法对解决上述问题具有重要意义。译者在美国进修期间,发现了由德国专家卡·马哈尔编著的这本纺织品质量缺陷检测与分析专著《Quality Assessment of Textiles—Damage Detection by Microscopy》一书,如获至宝。此书全面系统地介绍了如何用简便有效的显微技术方法,对纺织品的质量进行检测,并对质量缺陷形成的原因进行分析。这些技术的传播和普及,对提高纺织生产、纺织贸易等企业的工程技术人员和质量控制专业人员的技术能力以及提高产品质量具有积极意义。因此,译者把此书翻译成中文,供业界参考。

本书在翻译过程中,得到了英国染色学会副院士(MSc. CCol. ASDC)周俊华(William C. W. Chau)先生和蔡若衡先生的指导和帮助,在此表示衷心的感谢!

由于译者水平和经验有限,本书的编译难免有不足之处,恳请业内的专家、学者和广大读者批评指正!

译者

2007年1月10日

目 录

1 概述	(1)
1.1 必要的设备	(1)
1.2 纺织品样品的初步检验	(1)
1.3 常规的检验方法	(2)
1.4 制作显微镜载玻片大小的织物薄膜印痕图的准备	(3)
1.5 纤维和纱线热塑薄膜印痕图制作的准备工作	(4)
1.6 大面积印痕图的制作	(4)
1.6.1 实例——借助印痕图方法测定染色不匀	(5)
1.6.2 对织物上残留的机械润滑油或纺织用油的测定	(5)
1.6.3 实例——结构性疵点的检验	(5)
1.6.4 大面积印痕图所得检验结果分析	(5)
1.7 显微镜样品的切片	(6)
2 化学性质量损伤	(7)
2.1 羊毛的化学性质量损伤	(7)
2.1.1 Pauly(对氨基苯磺酸)试剂反应	(7)
2.1.2 羊毛或毛类纤维的碱性损伤	(9)
2.1.2.1 实例——由于羊毛损伤导致毛条出现染色不匀	(10)
2.1.2.2 实例——未经染整的毛纱由于羊毛纤维碱性损伤而 出现强度下降	(10)
2.1.2.3 实例——由于局部的羊毛纤维受碱性损伤导致涤/毛织物 出现染斑	(10)
2.1.2.4 Pauly 反应对测试严重碱性损伤的限制	(11)
2.1.3 羊毛的酸性损伤	(11)
2.1.4 羊毛的氯损伤	(12)
2.1.4.1 实例——羊毛毛毯(Gold Afghan)的氯化,光泽增加, 并呈金色效果	(12)
2.1.4.2 羊毛防毡缩整理的氯化	(13)
2.2 丝绸的化学性质量损伤	(13)
2.2.1 真丝纤维的化学组成和显微镜下的形态结构	(13)

2.2.2	用 Pauly 试剂检测真丝的化学性损伤	(15)
2.2.3	脱胶效果的控制	(15)
2.3	棉花的化学性损伤	(16)
2.3.1	棉花的显微镜法检测	(17)
2.3.2	氧化纤维素和水解纤维素的测定	(18)
2.3.3	由催化剂导致的漂白损伤	(19)
2.3.4	催化剂漂白损伤的不同现象	(21)
2.3.4.1	实例——漂白棉织物上的破洞	(21)
2.3.4.2	实例——漂白棉织物上的小孔	(21)
2.4	合成纤维的化学性损伤	(22)
2.4.1	实例——锦纶针织物的酸性损伤	(22)
2.4.2	实例——用印痕图检测锦纶的酸性损伤	(23)
2.4.3	实例——锦纶长筒袜的酸性损伤	(23)
2.4.4	实例——涤纶织物的酸性损伤	(23)
2.4.5	皂化醋酯纤维的检测	(24)
3	机械性损伤	(25)
3.1	羊毛的机械性损伤	(25)
3.1.1	实例——混纺织物在转笼上受到机械损伤	(25)
3.1.2	实例——羊毛织物上的光痕和色斑	(25)
3.1.3	实例——在剪羊毛过程中引起的羊毛纤维机械损伤而导致 的毛织物光斑	(26)
3.1.4	羊毛经撕扯带来的机械损伤与回收羊毛的比较	(26)
3.1.5	由羊毛蛀虫引起的羊毛纤维的机械损伤	(26)
3.2	真丝的机械损伤	(27)
3.3	棉纤维的机械损伤	(27)
3.3.1	实例——染黑的府绸织物上的条纹	(27)
3.3.2	实例——羽绒被褥套的机械损伤	(28)
3.3.3	经长时间使用后的棉织物的泛灰现象	(28)
3.3.4	实例——在一张波斯地毯中的棉纤维受到的机械损伤	(28)
3.3.5	实例——由于棉纤维受挤压而使织物产生深色斑	(29)
3.3.6	折痕	(29)
3.4	实例——在染色过程中,由于转笼的作用引起的再生纤维素纤维	

机械损伤而使织物变灰	(30)
3.5 对合成纤维的机械性损伤	(31)
3.5.1 实例——腈纶毛毯的变灰	(31)
3.5.2 实例——由腈纶制成的起毛毛毯材料变灰	(31)
4 合成纤维的热和热机械损伤	(32)
4.1 由直接加热引起的热损伤	(32)
4.1.1 合成纤维在定形过程中的热损伤	(32)
4.1.2 实例——在定形后的涤/毛织物上出现纬向条纹	(32)
4.1.3 实例——干燥后的维氯纶与腈纶混纺的人造毛皮变灰	(33)
4.1.4 卷曲变形引起的热损伤	(33)
4.1.5 实例——由于被碾平的熔融丙纶而导致印花棉织物出现光斑	(34)
4.1.6 合成纤维在烧毛过程中引起的损伤	(34)
4.1.6.1 实例——经烧毛和染色的华达呢出现暗斑	(35)
4.1.6.2 实例——由于涤纶热损伤和被碾平而导致出现织物暗斑和 织物薄表层	(35)
4.1.6.3 实例——经烧毛处理的涤/黏织物上出现斑纹	(35)
4.1.6.4 实例——由于涤纶的熔融导致烧毛后织物强度下降	(35)
4.1.6.5 实例——由于锦纶的熔融和染深色使已经烧毛和染色的 织物出现暗纹	(36)
4.1.7 由熨烫引起的损伤	(36)
4.1.7.1 实例——由熨烫引起的涤/毛织物上的光斑	(36)
4.2 由于摩擦热引起的合成纤维热损伤	(37)
4.2.1 实例——针织物中的腈纶受热机械损伤而出现条纹	(37)
4.2.2 实例——染色腈纶纱出现变灰现象	(37)
4.2.3 实例——由于热机械损伤而使涤纶缝纫线出现光斑	(37)
4.2.4 实例——由于纺速高而导致涤纶热损伤	(38)
4.2.5 实例——涤/棉纱的加捻过程形成纤维残屑	(38)
4.2.6 在涤/毛织物中由于涤纶的热机械损伤而产生的横条纹	(38)
4.3 由于撞击而导致合成纤维热损伤	(39)
4.3.1 实例——腈纶织物上由于“织梭印”而造成的浅色纱线段纹	(39)
4.3.2 实例——黑色涤纶织物中因“经斑痕”而造成的亮斑	(39)
4.3.3 实例——涤/腈织物上由“经斑痕”引起的白斑	(39)

4.4	合成纤维在剪切以及缝纫过程中的热损伤	(40)
4.4.1	锦纶短纤维切断端的热粘连	(40)
4.4.2	实例——腈纶长毛绒织物上形成的条纹	(40)
4.4.3	实例——锦纶丝绒毛毯上形成条纹	(40)
4.4.4	实例——丙纶丝绒毛毯上形成条纹	(41)
4.4.5	实例——锦纶针织物在切裁后互相粘连	(41)
4.4.6	通过对被切纤维末端的染色反应检测涤纶的切口损伤	(41)
5	由于纱线的差异和技术原因造成织物条斑和横纹	(42)
5.1	由于纱线体积或纱线线密度变化导致的斑纹	(42)
5.1.1	实例——黏胶短纤维织物出现平行于纱线方向的条纹	(42)
5.1.2	实例——由纱线线密度差异导致经向条纹	(43)
5.1.3	实例——由于加捻效果的差异造成丝光棉纱制成的圆筒形针织物出现条纹	(43)
5.1.4	实例——棉织物上由于纬纱的毛羽程度差异导致斑纹	(43)
5.1.5	实例——花式纱线由于捻度差异形成条纹	(44)
5.1.6	实例——由于纱线捻度不同引致涤/毛织物出现经向条纹	(44)
5.1.7	实例——由腈纶膨体纱制成的针织物由于纱线粗细(蓬松度)差异产生条纹	(44)
5.2	由于纱线混批而出现的平行于纱线方向的斑纹	(45)
5.2.1	实例——在染色后棉织物出现纬向横纹	(45)
5.2.2	实例——在毛/黏织物上出现纬向横纹	(45)
5.2.3	实例——由于纱线的来源不同导致腈纶织物出现条纹	(46)
5.2.4	实例——由于纱线混批织造导致锦纶织物出现经向条纹	(46)
5.2.5	实例——由于纺纱工艺不同导致棉织物染色不均	(46)
5.2.6	实例——由于纱线中棉纤维的差异导致织物出现经向条纹	(47)
5.2.7	实例——在染黑的羊毛织物上的经向条纹	(47)
5.2.8	实例——由于使用不同纺纱批次的原料导致二醋酸纤维缎带出现色差和条纹	(47)
5.3	由于纱线的其他质量问题而导致的斑纹	(48)
5.3.1	实例——由于丝光化不良而产生的条纹	(48)
5.3.2	实例——由于混色纱的差异引起织物条纹	(48)
5.3.3	实例——由于保护性捻度的消失而导致锦纶织物出现条纹	(48)

5.3.4 实例——由于变形加弹不良而出现经向条纹	(49)
5.4 起绒产品的条纹	(49)
5.4.1 实例——由于毛绒行深埋导致纯羊毛起绒毛毯出现条纹	(49)
5.4.2 实例——由于针刺行距差异引起纯羊毛起绒毛毯出现 平行于纱线方向的条纹	(50)
5.4.3 实例——有梭织机织造的地毯由于纱线差异而形成条纹	(50)
5.4.4 实例——由于毛绒纱线加捻状态的差异引起棉丝绒 织物产生条纹	(50)
5.4.5 实例——由于纱线的差异引起黏胶纤维长毛绒织物出现条纹	(51)
6 紧纱形成的原因及其效果	(52)
6.1 由于纱线含水率的差异引起羊毛织物中出现紧纱	(52)
6.1.1 实例——羊毛织物上的紧纱条纹	(52)
6.1.2 实例——羊毛织物经向的紧纱	(53)
6.2 实例——在黏胶纤维织物中出现的紧纱	(53)
6.3 实例——由于纱线加捻状态的差异产生的紧纱	(53)
7 纤维材料上的残留物和壳质层导致的斑点	(55)
7.1 利用油溶性染料染色试验测试油、滑脂、石蜡或蜡的残留	(55)
7.1.1 实例——锦纶织物的染色不良	(55)
7.1.2 实例——由于纺纱整理剂未清洗干净导致衬料织物 出现经向条纹	(56)
7.1.3 实例——全羊毛织物由于纤维上油的差异而导致的条纹	(56)
7.1.4 涤纶织物上油或滑脂污渍的检测	(56)
7.2 通过薄膜印痕图检测油、滑脂、蜡和石蜡残留物	(57)
7.2.1 实例——由于油渍污染使染色后的羊毛织物出现亮斑	(57)
7.2.2 实例——由于油污造成的棉织物污染	(57)
7.2.3 实例——由于上蜡不均匀而导致针织物出现条纹	(58)
7.3 用印痕图检测染料残留	(58)
7.3.1 实例——由于树脂的残留导致涤/棉织物出现斑点	(58)
7.3.2 由于石灰残留导致涤纶针织物形成灰斑	(59)
7.3.3 实例——在腈纶合股线上的染料污染	(59)
7.3.4 实例——由于未溶解的染料粒子使棉织物表面出现	

灰尘似的暗斑	(59)
7.3.5 实例——由于残留的低聚物使涤纶织物出现灰斑和亮斑	(60)
7.4 利用印痕图检验可成膜物质及膜状残留物	(60)
7.4.1 实例——由于残留的印花浆稠化剂导致手感发硬	(60)
7.4.2 实例——由于背胶渗透引起的羊毛织物被抓挠时出现白垩斑	(61)
7.4.3 由印花台板上的胶黏剂导致丝/黏印花织物出现硬化区	(61)
7.4.4 实例——涤/棉织物纬纱上的浆料残留	(61)
7.5 用着色法、纱线横截面图法和织物横截面图法检测残留物	(62)
7.5.1 利用碘液对淀粉浆料的着色反应检验浆料在纱线横 截面的分布	(62)
7.5.2 实例——经纱上浆过度	(62)
7.5.3 着色法测定耐久性抗静电剂	(63)
7.5.4 实例——漂白后的涤纶窗帘布出现黑色的斑点	(63)
8 纺织品的其他质量缺陷	(64)
8.1 实例——羊毛纱染色出现花毛	(64)
8.2 实例——羊毛织物印花不匀	(64)
8.3 在卷装染色过程中由于残留气泡的作用使织物出现小亮点	(64)
8.4 实例——涤纶针织物由于水滴残留引起染色不匀	(65)
8.5 实例——由于纱线各纤维组分分布不匀,使同一批纱线 出现染色不匀	(65)
8.6 实例——由于留有未腐烂的棉籽壳,使经染色的羽绒被褥 出现暗斑点	(65)
8.7 实例——由飞花导致的疵点	(66)
8.8 在一白色的黏胶短纤维织物上由于存在被染色、熔融和碾扁的 化学纤维飞花而出现红色斑点	(66)
8.9 实例——羊毛纱上发亮、不上染的硬毛纤维	(66)
8.10 实例——在针刺床单上出现灰色的点状斑点	(66)
8.11 实例——棉绒线织物出现连续条纹	(67)
8.12 实例——由毛羽的差异引起服装面料色泽的差异	(67)
8.13 实例——在梳棉机和并条机上出现的原液染色脆性腈纶	(67)
8.14 实例——由于存在棉花死纤维导致缩绒的毛巾织物出现亮点	(68)
8.15 实例——在交叉卷绕棉纱的筒管上出现纱线粘连现象	(68)

8.16	实例——由于棉纱上的毛羽使针织物在服装生产过程中 互相黏合在一起	(68)
8.17	实例——由于轧液效果不匀导致棉织物出现布边与 布中间的色泽变化	(69)
9	纤维受到的微生物性损伤	(70)
9.1	由真菌引起的损伤	(70)
9.1.1	实例——霉菌对棉纤维的侵害	(71)
9.1.2	实例——由麻纤维制成的竹节纱受霉菌侵害	(71)
9.1.3	实例——麻纤维制成的包装绳受霉菌侵害	(71)
9.1.4	实例——霉菌对黏胶纤维的侵害	(72)
9.1.5	实例——霉菌对漂白涤/棉织物的侵害	(72)
9.1.6	实例——上浆的涤纶织物上的霉菌	(72)
9.1.7	实例——涤纶纱上的霉菌	(73)
9.1.8	实例——由霉菌引起的羊毛织物上的暗斑点	(73)
9.1.9	实例——在交叉卷绕的羊毛纱筒上出现有棕色和 暗绿色的霉斑	(73)
9.1.10	实例——由锦/毛制成的经轴出现不同颜色的霉点	(74)
9.2	由细菌引起的损伤	(74)
9.2.1	实例——细菌对军用织物引起的侵害	(76)
9.2.2	实例——细菌对毛毯纱的侵害	(76)
9.2.3	实例——由于细菌侵害引起涤/毛染色织物出现条纹	(76)
10	以禽鸟羽绒为填充料的床上用品和纺织品的疵点分析	(77)
10.1	禽鸟羽绒的化学结构和形态结构	(77)
10.2	禽鸟羽绒的损伤测试	(78)
10.2.1	应用 Pauly 试剂检测禽鸟羽绒的损伤	(78)
10.2.2	应用 Neocarmin W 试剂检测禽鸟羽绒的损伤	(78)
图库		(81)
附录		(142)
参考资料		(146)

1 概述

在纺织品的生产和使用过程中,如果处理不当,可能会对其产生化学的、机械的或者热的损伤,也可能产生由微生物引起的损伤。而每一种都有不同的后果,并且对纺织品的服用性能产生很大的影响。通常情况下,产生损伤的原因不能单纯用人眼去确定,而利用显微镜法则常常能在很短的时间内得出确切的结果,从而为下一步如何调整生产提供依据。

实用的纺织品显微镜检测技术能够帮助搞清许多在纺织品生产过程中出现的疑难问题^[1]。由于各种新型化纤的不断出现以及广泛采用的纤维混纺技术,使得化学纤维材料的鉴别越来越复杂,特别是对于已经染色的织物^[2],如果不是用显微镜法结合溶解法、膨润法以及着色法等方法,是根本不可能区别不同的化学纤维的。在分析纺织品损伤的个案时,非常需要纺织生产中各方面的广泛的实践经验,以此准确判断用显微镜法所得出的检测结果,这非常有助于实践应用。

1.1 必要的设备

对于实用的纺织品显微镜法检测技术,所用的仪器设备就是有简单偏光装置的、放大倍数为 100 ~ 800 倍的标准显微镜。这台显微镜可以由训练有素的技术人员操作,也可以由普通的工人操作,其分辨率(解像度)比放大倍数更为重要。所谓分辨率就是显微镜的镜头系统对两个非常近的点的分辨能力,也就是说分辨率取决于镜头产生样品放大和反转图像的质量,通过显微镜的目镜,人的眼睛便看到样品的图像。而目镜本身是不能提高显微镜的分辨率的。另外,这台显微镜还应包括一个照相机和一个可变温显微装置(用于检测合成纤维的熔程)。具体的设备和所需试剂见附录。

1.2 纺织品样品的初步检验

正式进行显微镜检测之前的准备工作包括:

- (1) 对织物进行详细检查,以便确定织物的疵点是偶发性的还是规律性的;是分散性的还是整片出现的。
- (2) 要确定检测方法,是用透射光法、反射光法、偏光法还是紫外光(UV)法。例

如,一个初步的检验应确定缺陷(条斑疵点)的方向与纱线的方向是平行的、成一定角度的还是呈弯曲状态,并且应确定出现疵点的是经纱还是纬纱。这些初步的检验,对于下一步进行的显微镜检验以进一步确定造成质量问题的具体原因是非常重要的。

接下来是用放大镜、低倍显微镜或体视显微镜检验纺织品样品。用放大镜法是利用反射光检查样品。而一个6~40倍或者12~80倍放大倍数带有透射光和反射光装置的体视显微镜则可以用透射光、反射光或者组合光来检查样品。由于体视显微镜在任何放大倍数下都具有一个较大的操作空间,所以在大多数的样品初步检验工作中,它都是不可缺少的。

样品的初步检验还包括一张大幅的织物表面热塑薄膜印痕图(详见第1.6章节)。只有在对织物的所有的初步检验都完成以后,才开始深入到纱线或纤维的检验。此外,在对织物的破损区域进行检验以前,应首先进行纤维的成分分析。

1.3 常规的检验方法

在实际显微镜检验中,纺织纤维通常被浸在光学中性液体中,如甘油/水、石蜡油等,并且用透射光进行检验。由于纺织材料几乎都具有透光性,从纤维下方透出的光线经常使纤维表面的检验复杂化,尤其是对动物的毛发等有明显的表面结构和内部结构(毛髓结构)的纤维而言,其影响更为严重。另外,由于染料、纤维细胞间和纤维细胞内含有空气,因此用透射光观察纤维的毛髓是黑色的。因此,染成深色(如深蓝或黑色)的纤维,在透射显微镜上观察,其表面是不清晰的。

1927年,Herzog提出在玻璃上黏合一种热熔胶材料(树脂和石蜡的混合物),制作毛纤维印痕图的方法^[3],此法可得到一个更清晰的纤维表面鳞片细胞及其排列形态的图像。用这种显微检验方法,覆盖在玻璃上的混合物材料通过加热熔融成一薄层,附在经过预热的显微镜载玻片上,再通过加热该载玻片便可得到厚度一致的薄层,然后使纤维陷入这一软化的混合物材料中。冷却以后,用手或者镊子取走纤维,最后在显微镜下检验留在混合物上的印痕(这种材料在冷却以后不会变形),如图1(第81页)所示。

图2(第81页)所示为一根毛纤维浸在光学中性液体中用透射光检测的图片。图中可见,其表面结构不能清晰分辨,但其内部结构(如毛髓)则能看清。图3(第81页)所示为同一根毛纤维的热塑印痕图,图中纤维鳞片细胞表皮清晰可见。从此例可知:用热塑材料制作印痕图在显微镜检验中能取得良好的效果。但是,这种在载玻片上用混合材料制作的纤维印痕图也有一些缺点。因为这种混合材料在冷却后硬度比较大,取出纤维时容易使纤维断裂,并且图像的外围部分比较模糊。同时,这种混合

材料只适用于单根纤维(如羊毛或其他毛纤维),而不适合于面积较大的织物,因为很难用这种材料制作面积大而厚度一致的薄层。

1.4 制作显微镜载玻片大小的织物薄膜印痕图的准备

反射光显微镜适合于检验那些表面光滑而不透明的物体(例如金属的表面),但织物的表面几乎都不太光滑(有毛茸),特别是由短纤维纱织成的织物,其表面毛茸更多。因此,纺织品检验对反射光的显微镜的景深要求特别高。另外,由于纺织品具有或多或少的透明度,使反射光的强度不足,从而导致用反射光显微镜不一定能得到满意的织物表面图像,尤其对毛织物更明显。在这种情况下,就可以考虑应用软硬度适合的材料,如树脂和蜡的混合物、明胶、聚苯乙烯或者聚丙烯等材料^[4-7]制作印痕图的方法解决。

以聚苯乙烯和聚丙烯为材料制作的热塑薄膜比其他的薄膜形成介质更适合于各种耐高温(105~120℃)的纺织品^[8],因为这些薄膜本身就是厚薄均匀的,并且能用十分简单和快捷的方法制作印痕图,供在透光显微镜下进行检验。

采用印痕图法检验比直接观察样品具有如下优点:

——不需反射光显微镜,用透射光显微镜观察印痕图的方法与观察样品的方法相似。

——能取得好得多的景深。

——印痕图可以在显微镜下放大至理想的分辨率。

——由于没有染料的影响,故能清晰地看到纤维及已破损纤维(甚至已染成深色的纤维)的表面结构。

——在检验样品疵点时,可以完全避免由于材料本身的光泽对检验结果的干扰。

——一般不需要作其他的预处理,所以纤维本身不会受损。

制作热塑性显微镜载玻片规格的印痕图所需的材料和设备^[9]详见附录。

在检验时,首先将织物铺在薄膜上,然后将其放在上下两块表面光滑的金属块中间,并用螺栓拧紧,再将其放在温度为105℃(必要时温度可上升至120℃)的烘箱中加热20~30min,最后将其从烘箱中取出并尽快冷却(开窗或放入冰箱中),如果冷却太慢,印痕图会变得模糊。冷却以后,用手或者镊子把纺织材料取下。这时,得到的印痕图便可在透射光显微镜下进行观察,如图4(第81页)和图5(第82页)所示。有时候,用斜光观察印痕图效果更好,因为它有助于产生立体效果。用这种方法可以产生清晰的纺织品表面结构图像,如图6~图13所示(第82页~第83页),并且能用显微镜放大到理想的分辨率,如图13所示(第83页)。这里需要指出:印痕图技术有一