

纺织材料性能测试技术丛书

纱条均匀度测试

王 贤 洁 编



纺织工业出版社

纺织材料性能测试技术丛书

纱条均匀度测试

王贤洁 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书主要阐述纱条均匀度测试方法；对均匀度测试的基本概念、工艺与统计分析基础、各种传统测试方法包括黑板目力检测条干及应用仪器测试等，都作了较详尽的探讨。其次，还对细纱中疵点，包括粗、细节与显性偶发纱疵的检测，作了分析叙述。

本书可供纺织科研人员、大专院校学生及纺织厂工程技术人员阅读参考。

责任编辑：郑剑秋

纺织材料性能测试技术丛书

纱条均匀度测试

王贤洁 编

•

纺织工业出版社出版

（北京东长安街12号）

纺织工业出版社印刷厂印刷

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：8 8/32 字数：182千字

1987年9月 第一版第一次印刷

印数：1—5,000 定价：1.75元

统一书号：15041·1552

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，已有一百余年历史，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 胡永禔 蒋素婵

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 均匀度测试的意义和任务	(1)
第二节 纱条不匀的内容与性质	(3)
第三节 纱条不匀的产生原因及其表现形式	(5)
第二章 纱条不匀的工艺与统计分析基础	(10)
第一节 纱条不匀率的统计意义与定义	(10)
第二节 随机不匀纱条的CV%值与U%值间的 关系	(16)
第三节 方差加法定理	(18)
第四节 并合原理	(22)
第五节 纱条不匀率的片段结构特征	(24)
第六节 理想纱条的极限不匀率	(37)
第七节 极限不匀率在纺纱工艺上的应用	(44)
第八节 相对不匀率——不匀指数和均匀常数	(47)
第九节 不匀指数 I 的参考值和诺谟图	(55)
第三章 纱条不匀率的测试	(60)
第一节 纱条不匀率测试的发展过程概述	(60)
第二节 测量纱条不匀率的切段称重法	(62)
第三节 机械检测式纱条均匀度仪	(67)
第四节 光电式均匀度测试仪	(74)
第五节 应用放射性射线检测纱条不匀率	(75)
第六节 气动式传感检测纱条不匀率	(77)
第四章 应用黑板检测纱条不匀	(78)
第一节 平行小黑板检验法	(79)

第二节	国外应用黑板检验棉纱的方法·····	(86)
第三节	平行大黑板检验法·····	(90)
第四节	梯形黑板检验法·····	(95)
第五节	感官检验方法的鉴定和感官检验人员 的选择·····	(96)
第五章	应用电容式均匀度仪检测纱条不匀率·····	(106)
第一节	电容式均匀度仪的应用·····	(106)
第二节	电容式均匀度仪的检测原理·····	(109)
第三节	检测电容极板宽度对不匀率测试的 影响·····	(114)
第四节	迟缓试验·····	(118)
第五节	乌斯特均匀度仪积分原理·····	(120)
第六节	纱条不匀率的试样长度·····	(125)
第七节	电容式均匀度仪测试方法·····	(130)
第六章	纱条不匀的数据分析·····	(136)
第一节	纱条不匀直观图的评定·····	(136)
第二节	不匀率数值的评定和比较·····	(138)
第三节	混纺纱条不匀率·····	(149)
第四节	纱条不匀率的参考值·····	(151)
第七章	纱条不匀的波谱检测·····	(159)
第一节	谱分析的意义·····	(159)
第二节	波谱仪的工作原理·····	(161)
第三节	理想纱条的谱分析和波谱图·····	(162)
第四节	实际波谱图的特征和分类·····	(167)
第五节	各种实际纱条的波谱图及其评定·····	(173)
第六节	波谱图疵病分析·····	(181)
第八章	细纱疵点的检测·····	(190)

第一节	细纱疵点的产生·····	(190)
第二节	疵点的测试和仪器·····	(194)
第三节	细纱疵点数的统计分析方法·····	(204)
第四节	1000m细纱疵点数的参考值·····	(211)
第九章	显性偶发纱疵的检测·····	(220)
第一节	显性偶发纱疵的产生·····	(220)
第二节	偶发性纱疵的测试与仪器·····	(223)
第三节	偶发性纱疵量的统计分析方法·····	(232)
附录	乌斯特UTI-b型均匀度仪功能检查与调整·····	(235)

第一章 概 述

第一节 均匀度测试的 意义和任务

纱条粗细均匀度测试，是常规生产的纺织品提高质量的主要内容之一。织物的质量与纱线粗细均匀度间有密切的关系：当半制品纱条粗细均匀度降低时，细纱的均匀度也相应降低；细纱粗细均匀度恶化时，纱线的强力及织物强度均会降低。本书研究的主要是这种粗细均匀度（以下均简称均匀度）。应用不均匀细纱制成织物时，在织物上会形成各种疵点及条档，影响其外观质量。针织生产中对纱条均匀度的要求，比机织物更为严格；在较高质量要求条件下，往往采用股线来代替单纱织制织物，以免由于单纱不匀率较高而产生的加工困难与成品质量低落。对于花式纱、花式线生产的机织物和针织物，则要求纱线在基本均匀的基础上叠加上具有某种规律的周期性不匀。它使纺织产品具有特殊的风格特征。

纱条均匀度不仅在很大程度上决定纺织品的外观和内在质量，而且还对纺织生产过程的稳定性有着重大的影响。在针织加工中，细纱中的细节往往会引起针织品裂孔，而过量不匀或纱疵的存在，则会使加工中正常的成圈过程遭受破坏；在有些情况下，会引起断针现象。在轮胎帘子线的制造中，细纱条干的过分不匀会使生产过程中发生螺旋疵现象，

即出现邻近纱线互相缠绕，从而使加工过程和产品质量都受到影响。此外，细纱均匀度的降低，会使纺纱及织造生产的断头率急剧增加，从而降低劳动生产率，并影响生产企业的大部分质量指标。

纱条均匀度测试的主要目的和任务：

1. 对纺纱过程中各工序半制品进行检测，以寻找各道纺纱工序的最佳工艺条件。例如研究梳棉机产量、针布型号、主要工艺参数和生条均匀度的相应关系，并条机的并合效果，细纱机的罗拉隔距、牵伸分配等对细纱不匀率的影响，从而求得各工艺的最佳工艺参数组合。

2. 用来对各工序机器或机组进行系统监视，使整个纺纱系统设备处于正常运行状态。

3. 用来对产品纱线进行品质控制，使纺织厂产品保持稳定而优良的品质。

4. 作为决定取舍或比较不同设备或工艺条件的评定标准。

5. 作为寻找各道工序所发生疵病根源的探试手段（发生这类疵病一般可分为连续出现的、间歇出现的或周期性出现的），以便迅速而有效地解决纺纱工程中出现的问题，从而进行工艺或设备改进。此外还可检查各工序半制品的不匀率，以保证最高度地发挥纺纱设备的效率，及时发现疵病根源所在，加以消除，以保证生产稳定进行。

6. 为对设备进行技术改造或更新作技术经济分析提供定量的依据。

7. 按国家标准规定的试验方法，对纱线均匀度作分等评定，并可作为商业验收的依据。

总之，通过纱条均匀度的检测，可以反映生产过程中纱

条质量水平及其波动情况，以便不断提高产品质量及生产稳定性，促进开发新品种，提高劳动生产率，节约原材料，使纺织生产取得更好的经济效益。

第二节 纱条不匀的内容与性质

纱条均匀度可用各项纱条不匀构成情况表征。纱条不匀，就广义来说包含下列几项：

1. 纱条沿长度方向上单位长度的重量不匀率，或称线密度不匀率，其中单位长度可按实际需要选取；当所选取单位长度较短时，即称短片段不匀率；而所选取单位长度较长时，则称长片段不匀率。

2. 纱条外观直径或纱条截面投影的不匀率，其程度和视觉相一致，并和织物表面所呈现的不匀有一定程度相关。

3. 纱条的捻回不匀。纱条的捻回不匀一方面和加捻机构的工作状态有关，另一方面又受纱条本身条干不匀影响。纱条捻回不匀对某些织物的表面不匀情况有一定程度的关联。

4. 纱线强力及伸长不匀。纱线强力及伸长不匀和纱线条干不匀及捻回不匀均有一定关系。

5. 纱线色泽不匀。纱线色泽不匀除受染整工序影响外，还受纱条内纤维混和不匀及捻回不匀的影响，而受条干不匀的影响则较少。混和不匀主要受纺纱生产中前道工序的机械和工艺影响，而并合过程则是改善纱条混和不匀的主要手段。混和不匀又可区分为纱条长度方向上混和不匀和径向混和不匀。

上述各项纱条不匀率之间是相互牵制的，但其中单位长度重量不匀率，尤其是纱条线密度短片段不匀率是主导而带

有独立性的。其产生原因是纤维配列的不均匀状态，即纱条各截面间纤维数量不匀，也是造成其他各项性能不匀的基本原因之一。例如度量细纱直径变化，它一方面取决于纱条截面内纤维量，但另一方面又受到所加捻度的影响。而纱条的捻回分布则和纱条截面内的纤维数量间存有一定的函数关系。这是由于捻度有向纱条细节集中的趋向，即保持纱条上各处捻回角为常值的倾向。而正由于捻回分布的影响，使细纱的外观直径不匀进一步显著化。因此，严格地说，纱条直径（由于实际纱条截面不一定呈圆柱形，故纱条直径应理解为垂直于检测目视的截面宽度投影值）和纱条截面内纤维数量之间，二者不呈线性关系。综上所述，可以认为除纱线的色泽不匀外，其他各项不匀均在一定程度上由纱条线密度不匀所产生。因此，测定纱条单位片段长度重量不匀，是表征纱条条干不匀率的最基本且适宜的方法，目前已被各国纺织学者及国际有关标准中普遍采用。在以后论述中，如不特殊说明，纱条条干不匀率总是指单位长度重量不匀率而言，而所取单位长度，即所谓片段长度，则随实际需要而决定。

还应指出，不匀检测的对象包括纺纱各工序的半制品及成品，即包含各种纤维纯纺及混纺纱的细纱、粗纱、条子等。这些通称其为纱条 (Strand)，其不匀率数值即称为纱条不匀率，当然也可分别称为细纱或粗纱不匀率等。此外，还应分清均匀度、不匀率与条干不匀率几个有关术语。均匀度与不匀率可指任何一个物理指标的离散度，但均匀度一般是表明一个质的概念，而不匀率则倾向于表示一个相对度量值，故在实用上一般不用伸长均匀度而称伸长不匀率。不匀率 (Irregularity) 和条干不匀率 (Unevenness) 的区别在于后者专指纱条沿长度方向上的线密度不匀程度。在习惯上有时

只要求不引起误解，也可将条干不匀率简称为不匀率 (Irregularity)。此外，在纺织生产中还通用“条干”或“条干均匀度” (Levelness或Yarn Levelness)，其意义一般亦和纱条线密度不匀率一致。

第三节 纱条不匀的产生原因 及其表现形式

在纺织生产的全部过程中，从原料纤维的选择、混配、梳理以及牵伸过程，都会产生各工序制品的不均匀现象；并合作用本身能降低纱条中所存在的不均匀性。但由于要纺成一定支数的纱条，并合必须以牵伸作用补偿，而牵伸过程又会产生新的不匀。因此，从总的纺纱效果而言，并合仅能改变纱条不匀的片段结构，而不能降低产品纱条的总不匀率。产生纱条不匀的原因，可大致分为：

1. 纤维原料性质的差异 所有天然纤维，无论在纤维长度方面或细度方面，都存在着一定程度的不匀，而现有各类纺纱机械，尤其是各道牵伸机构的设计，在很大程度上还不能同时对各种不同性能的纤维给予相同有效的控制。例如，各道牵伸机构对不同长度纤维的控制性能有所差异，从而产生短纤维失控和浮游现象，因此使纺制纱条条干恶化。应用化纤纺制的纱条，在纤维细度相接近的条件下，其纱条不匀率数值一般都较天然纤维为低。但另一方面，由于采用化纤等长切割纤维纺纱时，在牵伸过程中容易引起纤维成束运动现象，从而导致纺制纱条均匀度的恶化。因此具有一定程度的纤维非等长性，是有利于改善纺纱条干的。由经验获知，纤维长度对纱条不匀率的影响，只占其全部组成的较小部

分，其比重较一般估计的程度要小。同时纤维的长度及其不匀率只对纱条的短片段不匀产生较显著影响，而对纱条长片段不匀影响不大。

纤维细度对纺制纱条不匀的影响较长度的影响大。因为纤维细度将直接影响到纱条截面中的平均纤维数，而后者对纱条因纤维随机排列而引起的不匀率，有着极为显著的影响。纤维细度不匀率对纱条不匀的影响，较纤维细度平均值的影响要小得多。

纤维的脆性及其他先天性弱节缺陷等，常能导致纺制纱条均匀度的降低。其原因是，这些纤维性质差异会导致纤维在梳理和牵伸过程中的断裂现象增高，从而使纱条中短纤维率增多，恶化了牵伸过程。纤维的其他各项性能，如卷曲度、纤维截面形态、纤维摩擦特性和导电性能等都对纱条的均匀度产生一定的影响。这是因为有些因素能促使牵伸过程进行的顺利化，如在一定程度内提高纤维的摩擦系数值，使纤维的静摩擦系数和动摩擦系数相适应，以及提高纤维的导电性能等。在另一方面，有些纤维的性质差异，则会引起相反的不利作用，如纤维的卷曲度增加往往会导致纤维在牵伸过程中的不规则运动和弯钩现象，从而增加纱条的不匀率。由纤维性质不一致而造成的工艺性不匀率的增加，主要表现为牵伸波的形式。

2. 纤维的随机排列 根据近代应用短纤维纺纱的工艺原理，不可能纺制完全均匀的纱条，因在纱条中始终存在着由于纤维在纱条长度方向上随机排列而产生的不匀率，其数值主要取决于纱条截面中平均纤维根数。对于纺制同一支数纱条，采用纤维越粗，纱条截面中平均纤维就越少，则由这些纤维随机排列所造成的不匀率就越高。

3. 纺纱工艺参数选择不良 纺纱工艺参数，尤其是牵伸工艺参数及总并合数，对产生纱条不匀，有着很大影响。牵伸过程中如罗拉隔距过宽、皮辊加压不足及皮圈钳口过大或过小等，都会使短纤维纺制纱条中以牵伸波形式出现的不匀率增大。

4. 纺纱机械的缺陷 前纺机械缺陷所产生的不匀，表现于细纱的主要是长片段不匀，而细纱机械缺陷则产生短片段周期不匀。在牵伸装置中主要影响条干的缺陷是罗拉偏心、皮辊被覆材料弹性与压缩度差异，以及传动轮系不完善运转状态。前者使罗拉握持不稳定，后者则使罗拉回转速率不稳定，都会使纺纱条干恶化。

纱条的条干不匀率，除了纺纱过程所产生的不匀外，还包括在准备和织造工序中由于机械的物理性处理而对纱线所造成的附加不匀。此外，在织物整理过程中，如丝光染色等处理，均能产生一些新的不匀因素。但和纺纱各工序相比，这些后处理工序对纱条所产生的不匀，在数值上均很小，一般可以忽视。混纺纱条混和不匀，也在一定程度上影响纱条条干不匀率。

纱条不匀以其对于织物的影响所显现形式，对于纺纱的最终产品细纱而言，包括下列四种：

1. 短、中片段条干不匀率 一般纱条的总不匀率，尤其是细纱的总不匀率，根据其组分所占有的数值来分析，主要是由于纱条中纤维在短片段或中片段内排列不匀所产生的。此类不匀是持续呈现，即纱条上各横截面内纤维数量是经常不断地变化着，其特点是对布面产生普遍性的不匀印象。除了对特种织物有严格要求外，一般只需保持表征其不匀的 $U\%$ 或 $CV\%$ 值低于一定数值，就可满足织物外观质量的要求。

2.长片段不匀率或在生产中通称的支数不匀率 其来源多起于前道纺纱工序,对细纱总不匀率数值组成影响不大,但往往会造成织物外观产生横档等现象,其影响程度较短、中片段不匀率为大。

3.一般性粗、细节及棉结所构成的疵点 细纱中一般性疵点中的细节,其截面差异程度多在纱条平均截面的 -30% 至 -70% 之间;而粗节的差异程度,则在平均截面的 $+40\%$ 至 $+100\%$ 范围间变化。粗细节的长度大多在纤维平均长度1.5至2倍之间。这一类疵点,尤其是其中的粗节,对单纱织物的外观质量影响较大,但还不致达到使织物降等的程度,同时由于其发生机率较大,无法在产生后加以切除。纱条中一般性疵点数,通常可由疵点仪加以计数,并换算成每千米细纱中的总数目来加以表示。

4.偶发性显著纱疵,或简称偶发性纱疵 偶发性纱疵,是指细纱中偶然性存在的直径及长度超过一般性粗、细节疵点的纱疵,其存在机率甚小。在普通不匀率检测中,由于取样长度不足,往往很难发现,即使被检测到,其影响也只是使个别纱管不匀率数值偏高,对细纱的总不匀率值影响不大,故在不匀率测试中常被忽视。但从对织物表面外观的影响考虑,偶发性纱疵却有着极大的危害性,轻则影响后工序处理成本增加,重则使成品降等。

对前道各工序半制品,条干不匀主要包括短片段与长片段的重量不匀率。纱条内部纤维结构差异,如平行度及卷曲度等,一般均作外观不匀的形成原因考虑,不包含在条干不匀内。

此外,纱条不匀就其表现的规律性而言,还可分为随机性不匀与周期性不匀,一般纱条不匀多为随机性。一般说