

|| 纺织检测知识丛书 ||

电容式条干仪在纱线 质量控制中的应用

李友仁 编著



中国纺织出版社



长岭纺电
CHANGLING

陕西长岭纺织机电科技有限公司
陕西长岭软件开发有限公司

亚洲著名的纺织电子仪器和设备生产基地，
集科研、生产、销售于一体的高新技术企业。
20多年的专业制造，
始终以超前的技术、出色的管理和高品质的产品领导中国纺织技术的发展，
拥有了在中国的领先地位。
系列化、多品种的高技术产品，
遍布全国的销售网络、真诚的服务，
架起了与用户互惠双赢的桥梁，不断地迈向世界。
通过ISO 9001:2000国际质量体系认证和CMC计量体系认证，
严格的品质塑造和质量管理，
提供完美的解决方案。
拥有立足科技前沿的研发队伍和已具规模的现代化装备，
在西安和本部建立技术开发中心，
产、学、研结合，
形成立足西北、网络全国的科研体系，
拥有国家级专家5人，多项国家专利，产品达到国际先进水平。
致力于“集团化、现代化、国际化”的发展战略，
努力建设一个多元化经营、高技术发展的国际公司。



纱线质量控制专家

长岭纺电二十年专注于纱线质量控制系统
为您提供更理想、性价比更高的纱线实验室仪器系列

长岭条干仪系列全方位检测纱线质量
集精确测量、高可靠性能、实时控制于一体
中文界面，操作方便，人性化设计



CT2000型条干均匀度测试分析仪



YG136A型条干均匀度测试分析仪



YG136型条干均匀度测试分析仪



YG135T型条干粗条干均匀度测试分析仪



YG136C型条干均匀度测试分析仪



GT1000S型纱线外观分析仪

序

纱线条干均匀度是绝大多数纱线(一般的棉纺纱线、毛纺纱线、麻纺纱线、绢纺纱线、蚕类生丝、化学纤维长丝等)性能考核的重要指标,也将发展成为特种纱线(节子纱线、节粗节细纱线、环圈纱线、小辫子纱线等花式纱线)的重要表征指标。纱线条干检测,不计算黑板绕排方法也已 70 多年,电容式条干检测仪器从雏形诞生到现在也已 60 多年,它为纱线条干检测提供了许多重要的信息。特别是近 20 年来,随着电子技术、电子计算机信息处理技术的进步,瑞士、日本、美国、德国、印度,特别是中国等对条干均匀度测试仪作了巨大的革新,发生了历史性的重大突破,产生了良好的效果。不仅提高了测试速度和数据处理速度;增加了许多特征指标:除条干不匀 CV 值之外,增加了多档细节、粗节、棉结(毛粒、颍结)数、波长谱图(变异·波长曲线,而且频道也有扩展和细化)、偏移率 DR 值及 DR 曲线、“纱线质量(重量)·片段长度”分布、大粗节频率分布;以及快速提供数据和打印、电子计算机自动服务的专家系统等。近年来,进一步发展到电容检测(片段重量)、光电检测(片段直径)、毛羽检测同步进行等技术。这些进步使纱条检测为暴露和提示纺纱加工设备与工艺的不完善之处及其产生原因,以及该纱线在后道(织造、针织)加工技术、织物设计中应予注意的地方等提供了重要的信息。在科学技术不断进步的过程中,现象及实验数据的收集、分析、探索、研究、原理考证等是人类认识进步的重要过程。李友仁同志 20 多年来不仅直接参加了条干仪的研制、设计、参数决策、功能校验等过程,详细了解仪器的结构、性能和局限性;而且深入纺纱生产过程的实际,捕捉纺纱生产过程引起异常的原因,并结合测试分析,掌握第一线数据;特别是不懈地进行探索、分析、研究,参加有关会议和研讨班进行研究讨论;在上述诸方面取得了显著的进展。本书是这些研究中凝聚和结晶的一部分。我相信本书的出版,不仅会对仪器结构、功能、设计的研究改

进,而且对仪器正确使用、操作以及对测试结果的认识和分析,都会起到启示和推动的作用。

科学技术的每一个进步,都是万里长征中征程的一步。科学技术会不断进步,永无止境。愿本书的出版为新的进步提出新的启示和更坚实的基础。

中国工程院院士
西安工程大学教授、博士生导师
姚 穆
2006年2月

序 二

随着现代纺织工业的发展,电容式条干仪已经成为纺织企业检测和控制纱线质量必备的仪器,为纺织企业提高纺纱水平、增强经济效益发挥着越来越重要的作用。

本书作者李友仁同志,是国家级有突出贡献的专家,长期从事精密纺织测试仪器的开发与应用研究。他在陕西长岭纺织机电科技有限公司长期的产品开发、应用研究及技术管理的工作实践中,不断学习新技术,进行大胆创新,并深入到纺织企业现场测试、跟踪,整理、收集了大量的测试数据,对电容式条干仪波谱图、不匀曲线图的技术分析与研究积累了大量丰富的经验,成为了国产条干仪技术和产品的开创者。

近几年,陕西长岭纺织机电科技有限公司不断推出新产品,而每一项新产品的应用、推广成为了李友仁同志工作中的重要组成部分。已近古稀之年的他老有所为,以他浓厚的纺织情结,依然作为陕西长岭纺织机电科技有限公司的培训专家奔赴在祖国各地,深入到纺织企业,与用户面对面交流,用丰富的理论和实践为用户如何用好新产品出谋划策,深受广大用户和纺织业内人士的敬爱。

《电容式条干仪在纱线质量控制中的应用》一书通过对电容式条干仪质量特征值、波谱图、不匀曲线等指标和图形的计算与分析,着重介绍了实际应用中异常图形的识别与纺纱工艺缺陷、故障解决的方法和思路,对纺织企业用户更好地发挥测试仪器的作用,提高产品质量和档次有着具体的指导作用,对提高中国纺织产品质量、提高企业经济效益将起到积极的促进作用。

本书是纺纱过程测试分析不可或缺的专业工具书,将会受到纺织企业技术和管理人员的欢迎。

在此,我们真诚地感谢李友仁专家,感谢他对陕西长岭纺织机电科技有限公司的贡献,感谢他对国产纺织测试仪器技术发展的贡献。

陕西长岭纺织机电科技有限公司

总经理 薛冬泉

2006 年 1 月

前言

电容式条干仪在纺纱质量控制中发挥着重要作用。20 世纪 80 年代国内已大量使用瑞士 UT—IB 和中国 YG—131 型条干仪,近 10 年来以中国 YG135、YG136 系列和瑞士 UT4 型为主的新一代条干均匀度测试分析仪更获得了广泛应用。

全过程纺纱质量保证日益要求将试验室测试分析与在线生产工艺和设备运行监控紧密结合,实施科学的闭环质量控制。新一代条干仪可使我们在很短时间(10 多分钟)内获取丰富的质量信息(包括各种数据、图形曲线、统计报表),科学地利用这些信息可帮助我们进行多层面的质量分析、质量评价、指导设备排除故障以及确定最佳的生产工艺。

遗憾的是直至现在,许多纺织企业虽然拥有条干仪但并未发挥出应有的作用,多数厂家仍只供作最终测试,所关心的也仅是 CV_m 均值和千米纱疵数。如何全面了解并开发利用新一代条干仪所提供的丰富信息,科学地评价纱线质量,将测试与分析紧密结合,从掌握基本概念和基本方法入手结合实际问题扩展分析思路指导实践是至关重要的。

本书主要讲述了三方面的内容:一是正确运用数理统计的有关方法,科学地评价纱线质量。《乌斯特条干均匀度仪使用手册》一书中曾以较多篇幅进行过说明,现联系我国纺织企业的生产实际,依据姚穆院士的建议将 99% 信度水平的“ t 检验”和“ F 检验”曲线加以扩展,增加 95% 和 99.9% 信度水平曲线。这对细化分析判断差异显著性问题有着重要的作用。二是就新一代条干仪所提供的衡量条干不匀的各项质量特征值、特征图、特征曲线给予较详细地解释和说明,特别是对供定量分析纱线不同片段长度随机不匀的变异—长度曲线、偏移率 DR 值及 DR 曲线的开发利用,以及质量频率分布图及大粗节频率分布图的应用做些实质性的探讨,以期对今后能更加全面地评价纱线质量有所帮助。三是有关纱条条干波谱分

析,针对纺织专业人员的实际需求,从必须掌握的基本概念、基本方法、基本思路入手进行了系统论述,并结合梳棉、精梳、并条、粗纱、细纱等各类典型实例拓宽思路加以分析,使之知其然又知其所以然。除棉纺外也列举一些毛纺、化纤长丝、桑蚕生丝、玻璃纤维纱的实例。希望由此可以使读者达到举一反三、提高独立分析能力的目的。

能否用好科技含量很高的条干仪系列产品的要素之一,是取决于用户和研制单位的密切配合。长岭纺织机电科技有限公司自1986年起每年不间断地在全国各地举办专题技术培训班,本书是作者历次讲课并不断同参加学习的专业人员研讨及到各地纺织企业走访时现场切磋实例的积累和总结。为此特对历年来曾积极参与并给予热情支持的中国华芳集团、江苏丹阳集团、上海第十七棉纺织厂、无锡庆丰股份有限公司、无锡一棉纺织有限公司、无锡信澳毛纺织有限公司、吴江恒力集团、东华大学纺织学院、南通纺织职业技术学院、常州纺织服装职业技术学院、江苏省纤维检验所、华茂纺织股份公司、河北常山集团、石家庄棉纺七厂、河北新大东工贸有限公司、天津天纺投资有限公司、鄂尔多斯羊绒集团、天山纺织集团、新疆金纺纺织股份有限公司、武汉一棉集团有限公司、湖北孝棉实业集团公司、武汉科技学院、南阳纺织集团、新野纺织集团、许昌裕丰纺织有限公司、郑州四棉有限公司、河南中原工学院、山东德棉集团纺织有限公司、山东魏桥纺织股份有限公司、山东潍坊四棉纺织有限公司、山东华润纺织有限公司、山东鲁泰纺织有限公司、孚日家纺股份有限公司、冠县冠星纺织集团、福建经纬集团公司、福建金源纺织有限公司、汕头弘益纺纱公司、普宁翔栩纺织有限公司、江门春燕纺织有限公司、东莞联发毛纺有限公司、番禺忠信世纪玻纤有限公司、陕西五环集团、宝鸡昌荣纺织有限公司等(恕不再一一列举)各单位表示感谢。特别强调的是,作者能较深地涉入该专业领域是与多年来西安工程大学(原西北纺织工学院)教授、中国工程院院士姚穆的指导和帮助分不开的,本书全稿又经姚穆仔细审阅并提出许多修改意见,在此表示深深感谢。

长岭纺织机电科技有限公司的马琪、刘惠艺同志为本书所举实例中的一些纱线样品测试及有关图形绘制做了许多细致工作;吕志华总工程师具体安排出版事宜,在这里也一并致谢。

希望此书有助于提高在纺织企业一线工作的工程技术人员、生产管理人员、质量检测人员的专业水平。本书也可作为纺织院校师生的参考资料。书中所述不尽正确,望予指正。

编著者
2006年5月

目 录

第一章 正确对待乌斯特统计值,科学地评价纱线质量	(1)
一、正确理解“质量”的含义	(1)
1. 质量意识的更新	(1)
2. 闭环质量控制	(1)
二、关于乌斯特统计值	(2)
1. 乌斯特统计值与各地区提供样品数量所占百分比有关	(2)
2. 乌斯特统计值不同于产品标准	(2)
3. 乌斯特统计值是进行质量水平对比的质量语言	(2)
三、正确对待乌斯特统计值,科学地评价纱线质量	(4)
1. 乌斯特统计值应用的限定条件	(4)
2. 正确应用乌斯特统计值及科学地评价纱线质量	(5)
四、纺织厂内的长期质量统计	(12)
1. 管理图是监督产品质量稳定性的重要工具	(12)
2. 管理图的基本格式	(12)
3. 纱线质量变异系数 CV_m 值管理图	(13)
4. 质量特性不符合正态分布时的管理图	(14)
5. 按照可允许的公差范围确定管理图	(15)
第二章 电容式传感器的检测原理	(17)
一、传感器检测电容量的变化与所填入纤维量之间的关系	(17)
二、电容式传感器——高频电桥	(20)
三、电容式传感器的检测范围	(20)
四、测试过程应注意的问题	(21)
五、电容条干与黑板条干的区别	(22)
第三章 衡量条干不匀的主要质量特征值、特征图、特征曲线及其应用	(24)

一、质量变异系数 CV_m	(24)
二、管纱间(或筒纱间)质量变异系数 CV_{mb}	(25)
三、相对线密度(支数) AF 及管纱间(或筒纱间)线密度(支数) 变异系数 CV_{AF}	(28)
四、不匀指数 I	(31)
1. 不匀指数 I 的定义	(31)
2. 不匀指数 I 与理论极限不匀率 CV_{lim} 、纱条线密度 Tt_g 的关系	(31)
3. 不匀指数 I 值图表制作方法	(32)
4. 不匀指数 I 的应用	(33)
五、常发性纱疵	(34)
1. 常发性纱疵概述	(34)
2. 常发性纱疵的定义及灵敏度水平的设定	(35)
3. 常发性纱疵在检测时数值波动原因分析	(37)
4. 测试结果的评定	(41)
六、变异—长度曲线	(47)
1. 变异—长度曲线的理论计算公式	(47)
2. 用 CV_m 值评价纱线质量的局限性	(48)
3. 变异—长度曲线统计上的可信性	(49)
4. 变异—长度曲线的基本分析方法	(49)
5. 应用实例	(52)
七、线密度频率分布图及大粗节频率分布图	(69)
八、偏移率 DR 值及 DR 曲线	(79)
1. 偏移率 DR 值的定义	(79)
2. 偏移率 DR 曲线	(80)
3. 偏移率 DR 与线密度频率分布图、质量变异系数 CV_m 之间的关系	(81)
4. DR 曲线的特点和应用	(84)
九、线密度不匀曲线图	(96)
1. 不匀曲线图的形成	(96)

2. 不匀曲线图的应用	(98)
十、统计变异—长度曲线及统计波谱图	(103)
1. 统计变异—长度曲线	(104)
2. 统计波谱图	(105)
十一、批次测试统计报表	(107)
 第四章 纱条条干波谱分析	(110)
一、基本概念	(110)
二、纱条的波谱图	(115)
1. 理想波谱图	(115)
2. 正常波谱图	(117)
3. 波谱图的格局	(119)
4. 纱条中出现周期性不匀时的波谱图	(120)
5. 最大覆盖波长范围	(122)
三、机械波的分析方法	(122)
1. 机械波的形成及特征	(122)
2. 基于传动比分析可能产生故障的部位	(123)
3. 根据设备的生产速度分析故障源	(127)
4. 实例说明	(128)
四、牵伸波的分析方法	(130)
1. 牵伸波的形成及特征	(130)
2. 根据牵伸波的基本波长分析故障源	(130)
3. 实例说明	(133)
五、波谱分析应注意的几个问题	(139)
六、实例分析	(142)
1. 梳棉与梳毛	(142)
2. 精梳	(152)
3. 并条	(172)
4. 粗纱	(185)

5. 细纱	(202)
第五章 纱线条干不匀对织物外观的影响	(261)
一、问题分析的难点	(261)
二、周期性不匀对织物外观的影响	(262)
三、随机性不匀对织物外观的影响	(267)
四、纱线不匀偏移率的指标测试与针织物外观的关系	(275)
五、今后的工作方向	(278)
附录 用统计变异—长度曲线全面评价纱线线密度不匀的程度	(280)
参考文献	(287)

第一章 正确对待乌斯特统计值, 科学地评价纱线质量

一、正确理解“质量”的含义

1. 质量意识的更新

长期以来在计划经济条件下,我们习惯以产品标准来作为唯一的质量保证依据。这种简单方式在我国商品经济不发达、商品品种数量较少期间尚可适应,但随着商品经济的发展,当今市场已进入一个新品种层出不穷的流行市场,每年都有多种新型纤维、新型纱线、新型织物出现,因此对许多新产品根本来不及制定国家标准,显然产品标准存在着滞后性和适应范围的局限性。解决的途径是采用“标准”与“协议规格”(或“合同质量承诺”)相结合的质量保证体系。而当今贸易交往中双方更是以“协议规格”为主。

在全球纱线市场激烈竞争中,成功的关键在于质量和价格。就评价纱线质量来说,为了更好地与国际接轨需要对我们自身的传统质量观念加以更新。

下面是近年来国际上有关质量的一些解释。

①质量是满足某一产品和某项服务的协议规格。

②质量意味着在长时期内不同批次的产品的全部有关质量特征保持最小的波动状态。为了企业的信誉与降低成本,超过规定的质量及低于标准或协议规格的质量都是不可取的。

③在质量保证过程中越来越要求将实验室测试分析与生产线设备的监控紧密结合。

2. 闭环质量控制

现代化的测试设备条干均匀度测试分析仪可使我们在很短时间内(约十多分钟)获取详尽的质量信息(包括各种数据报表和图形),充分利用这些信息可帮助我们科学地进行质量分析与质量评价,以便合理确定纺纱工艺及指导设备排除故障。

为使条干仪在纱线质量控制过程中真正发挥作用,关键要做到测试必须与分析相结合,实施“闭环质量控制”,其工作框图见图1-1。

值得关注的是,不少企业购置条干仪仅仅局限于最终测试,只是关心 CV_m 均值、千米纱疵数等少量指标的最终结果;在工作流程操作上也多是停留在取样和测试两个环节。就以取样来说,多数企业采取没有针对性地随机取样,或是机械地固定取

样。科学的取样方法应是规律性取样,即有计划地对逐道工序、逐台设备按一定周期进行取样,使设备的每锭、每眼皆在可控状态下运转(即使不能全部如此,也要做到保重点,即保重点生产线、重点品种、重点工序等)。

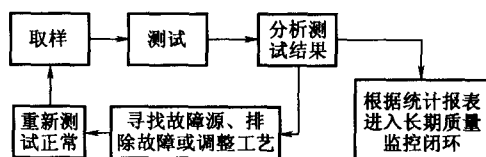


图 1-1 闭环质量控制框图

全面质量控制不仅需要最终测试,更要全过程地进行分析,这就要求获取更多的信息(既有直接信息也包括统计信息),高科技含量的新一代条干仪所提供的信息量很丰富。其中不少属新的课题,有待结合实际加以开发利用。这些信息不仅用于实时分析,而且在长期质量监控中也发挥着重要作用。

二、关于乌斯特统计值

1. 乌斯特统计值与各地区提供样品数量所占百分比有关

乌斯特统计值是瑞士乌斯特公司对世界各地主要纺纱厂提供的不同品种的纱线样品分类进行测试(按原料如棉纱、涤纶纤维纱、粘胶纤维纱、聚丙烯腈纤维纱、羊毛纱、混纺纱;按加工方式如环锭纺、转杯纺、紧密纺、喷气纺;按成形如管纱、筒纱;按用途如机织用纱、针织用纱等),将所得各种数据经综合处理后制成一系列统计图表供我们进行参考、对比。目的是用来评价自己所生产的纱线处于当今世界什么水平,达到信息沟通、知己知彼。

又由于被测样品来自世界不同地区,提供数量所占百分比也有多有少,严格讲乌斯特统计值反映的应是地区水平,不可不加区分地认为是世界水平。

2. 乌斯特统计值不同于产品标准

乌斯特统计值既然是一系列实测结果的综合,因而切勿将它误认为是“标准”。由于译词上的混淆使我们长期以来陷入概念上的误区。乌斯特统计公报给出的原文是“USTER STATISTICS as Benchmarks”并没有写成“USTER STATISTICS as Standards”。这里“Benchmark”一词为“基准标记”之意,是指在试验台上实测所得的结果,原意为“乌斯特统计值作为基准标记”,随世界各地纺织厂送样多少所占比例大小的不同该统计值也随之变化,它与产品标准(“Standard”)是完全不同的概念。

3. 乌斯特统计值是进行质量水平对比的质量语言

乌斯特统计值可看作是通用性的质量语言,使得在世界范围内各纺织厂进行直接的质量水平对比变得更加容易。

对纺织企业来说,借助统计公报来密切关注全球范围的纱线质量走势,从各方面及时做出反应(加速技术进步,改进管理,更新设备),通过不停地你追我赶,促使全球的纱线质量得以不断提高。

2001 版乌斯特统计公报给出了自 1957 ~ 2001 年世界范围纱线 CV_m 值(相应 50% 水平)的改善情况,见图 1-2 及表 1-1。

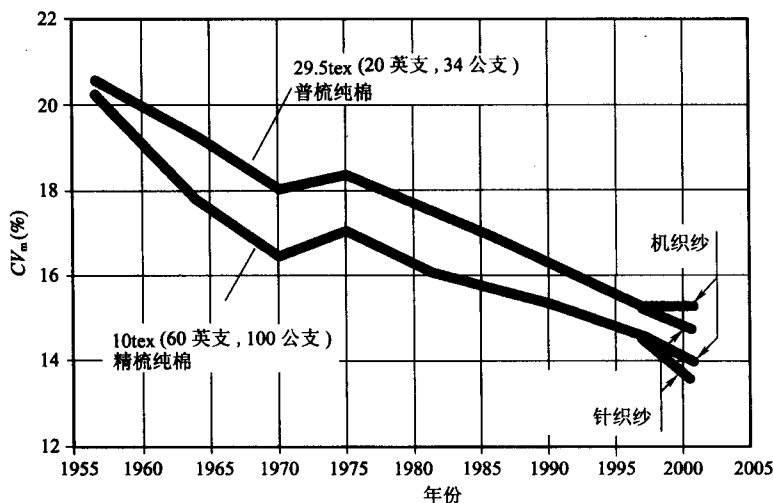


图 1-2 1957 ~ 2001 年世界范围纱线 CV_m 值(50% 水平)的改善情况

表 1-1 1957 ~ 2001 年世界范围纱线 CV_m 值的改善情况

纱线品种	CV_m (%) (50% 水平)								
	1960 年	1970 年	1975 年	1980 年	1985 年	1990 年	1995 年	1997 年	2001 年
精梳棉 10tex	19.2	16.5	16.9	16.25	15.75	15.3	14.8	14.6	14
普梳棉 29.5tex	20	18	18.3	17.75	17	16.3	15.6	15.25 (机织用纱)	

针对图 1-2 和表 1-1 有以下几点看法及说明。

①1970 ~ 1975 年期间纱线 CV_m 值略有上升,这与条干仪换代(此前用 GGP 型,以后换代为 UT—II、UT—I 型)有关,影响统计结果稍有偏差。

②1997 ~ 2001 年首次区分机织用纱和针织用纱并分别加以统计。显然针织用纱的条干均匀度较机织用纱更好一些,两者的区别取决于“捻系数”(α_{tex} 为特数制捻系