

# 基于多传感器的纱疵检测新技术

杨 敏

(陕西长岭纺织机电科技有限公司, 宝鸡, 721006)

姬红兵 高新波

(西安电子科技大学电子工程学院)  
(西安电子科技大学电子工程学院)

**摘 要:**分析各种基于单一传感器的纱疵检测技术及其不足,阐述了引入多传感器技术的必要性和可行性,并给出瑞士 Zellweger Uster 公司和 Loepfe Brothers 公司的应用实例。提出一种电容传感器和图像传感器联合检测纱疵的新方案,可实现对“异性纱疵”的可靠检测。

**关键词:**多传感器 纱疵 纱疵检测

中图法分类号: TS 117 文献标识码: A

在纺织工业生产中,质量控制与检测非常重要。纱线作为“纺”的产品和“织”的原料,其检测是纺织工业检测的核心环节之一。在影响纱线质量的诸多因素中,在质量基本可控条件下,纱疵的影响尤为突出。因此,如何准确地检测纱疵是纺织生产质量控制中必须认真对待的课题。

随着纺织工业的发展和电子科技水平的提高,各种新型传感器技术被广泛应用于纺织工业中<sup>[1]</sup>,纱疵检测技术也因此有了令人瞩目的发展。本文在分析现有各种纱疵检测技术的基础上,提出基于多传感器的纱疵检测这一新概念,为实现高性能的纱疵检测奠定了基础。

## 1 基于单一传感器的纱疵检测技术

传统的纱疵检测都是利用某一种传感器将纱线某方面的物理属性转化为电信号,再根据电信号的变化规律来检测纱疵。将此类技术统称为“基于单一传感器的纱疵检测技术”。以下为其中主要几种。

### 1.1 光电检测

光电检测是指利用光电传感器来获取纱线信息的检测方法<sup>[2]</sup>。传统的光电检测原理如图 1 所示。光源发出的光通过测量区,被其中的纱线遮挡和吸收一部分,剩余部分到达光接收器(通常是光电管)。光接收器将接收到的光通量转化为电信号,经后级电路整理输出。当有粗细变化明显的疵点通过时,输出信号发生相应的幅度变化,据此可判断疵点的存在和大小。

在理想条件下,这种方法感知的是纱线沿光束方向的投影直径。其优点在于它是纱线外观的直观表达,接近视觉效果。但由于检测易受环境光线和检测区清洁度的影响,以及早期光电器件价格高、长周期稳定性差的因素,该方法在早期应用中效果并

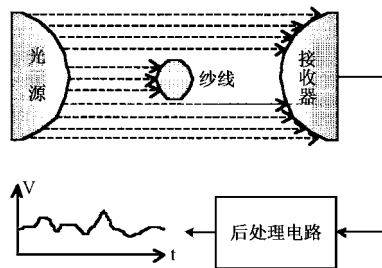


图 1 光电检测原理图

不理想。后来的设计者花费了大量心思在光源的选择上,如选用调制光或红外光等,旨在提高该方法的抗环境干扰能力。而原理性的不足仍无法改变:它无法感知纱线的材料,也无法检测到仅在光束法向投影上有直径变化的疵点(扁平疵)。

### 1.2 电容检测

电容检测是指利用平板电容传感器来获取纱线信息的检测方法<sup>[3]</sup>。其基本原理如图 2 所示。当满足一定的填充条件且忽略极板边缘效应时,电容器的容量与极板间的纱线质量近似成正比。疵点从极板间经过会引起电容量的改变,后接电桥电路将电容量的变化转换为电压信号的起伏,从而实现疵点的检测。

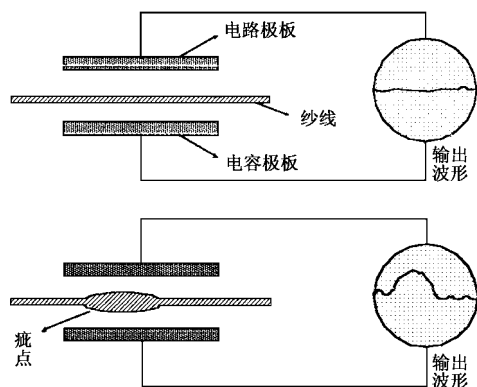


图 2 电容检测原理图

这种方法出现后,成功结合了 A/D 转换和数字

电路技术,加之低档电容传感器造价较低,相对稳定性好,从而得以推广和不断完善。目前电容检测仍是纱疵检测领域的主流技术。它克服了光电检测的诸项缺点,使检测精度大大提高,而且还可在一定程度上实现对纱线材料的检测。

需要指出的是该方法感知的不仅仅是极板间纱线片断的平均线密度,还会对极板间介质(空气和纱线)的介电系数的变化起反应。因此,环境温湿度变化成为影响检测准确性的最大问题。设计人员采取了各种措施如温湿度补偿、自适应调节等,但小的误差仍不可避免。此外,在与视觉效果的符合度方面,电容检测略逊于光电检测。

### 1.3 图像检测

图像检测是一种新兴的检测方式,它采用图像传感器来获取纱线信息<sup>[4,5]</sup>。虽然图像传感器也属于光电器件范畴,但其信号处理方法与传统光电检测原理不同,因此本文将它另归为一类。

图像传感器由多个感光敏元按阵列形式构成。每个感光敏元独立感知一个局部点的光线强度,处理电路将其量化为一个像素点的亮度值。多个感光敏元便可得到一组明暗不同的像素点阵,从而构成一帧数字点阵图像。

图像可以更细致地表现纱线的细节,如毛羽、异色纤维等。而且数字图像处理技术如边缘获取、自适应均衡等可使判断纱线直径在一定程度上不再受入射光强度的影响,比传统的光电检测前进了一大步。图像检测具有光电检测的各项优点,且提供了纱线的多维信息,可以实现纱疵的高精度检测。不过它也存在一些不足,如不能检测材料、价格较昂贵等。另外,数字图像处理的算法比较复杂,需要耗费较多的处理时间,使检测速度受限。

## 2 基于多传感器的纱疵检测技术

### 2.1 多传感器技术

多传感器技术是一种多源信息的综合技术<sup>[6]</sup>。它通过把来自不同传感器(信息源)的,在空间或时间上相互冗余、互补、关联的信息,依据某种准则进行分析综合,以获得对被测对象及其性质的最佳一致估计,使系统由此而获得比各组成部分的子集所构成的系统更优越的性能。

多传感器技术具有以下优点:提高了信息的可信度;增加了目标特征矢量的维数;降低了获得信息的费用、时间;提高了系统的容错能力和整体性能。

将多传感器技术引入纱疵检测当中,将使检测方式、范围、精度和信号处理方法都发生巨大的变

化,从而使纱疵检测技术产生本质的飞跃。

### 2.2 引入的必要性

2.2.1 日益增长的质量要求 基于单一传感器的检测技术虽已相当成熟,但仍无法满足人们对纱线和织物外观质量的与日俱增的要求。一方面,市场对于常规疵点的清除率要求越来越高;另一方面,还提出了一些新的要求,例如混入原棉中的异色异质纤维形成的疵点(称异性疵点)如今受到了前所未有的重视。传统的单一传感器无法同时感知纱线在色泽、材质、几何尺寸等多方面的属性。只有借助于多传感器技术,才可能真正实现对异性疵点的检测。正如眼睛只能看,耳朵只能听,而五官一起工作才能准确地感知事物。

2.2.2 纱疵种类多样化的需要 随着纺织工艺和材料的发展,纱线品种大大丰富。出现了许多前所未有的纱线种类,如:氨纶包芯纱、导电纱、花式纱等等。由此也产生了许多特种纱疵,如:包芯纱特有的空芯、露芯、空鞘;花式纱的花式异常等等。这类疵点从数量到种类大大增加,未来的纱疵检测必须将它们考虑进去。而唯一的解决途径也是依靠“多传感器技术”来提供更多更好、更全面细致的原始信息。

### 2.3 可行性

纱疵检测从系统设计到硬件实现,从算法优化到器件选择,涉及了许多的技术。只有这些相关支持技术都发展成熟了,检测才能从设想转化为现实。现在,开发“基于多传感器的纱疵检测技术”时机已基本成熟。

伴随着微处理器、传感器、信号与信息处理、微电子、集成制造等技术的迅猛发展,多传感器联合检测纱疵不仅在技术原理上成为可能,且其在速度、精度、资源、成本等方面的苛刻要求都得以满足。此外,各种电子元器件的性能日增而价格日减,这些都使从前不敢想象的多传感器联合检测纱疵成为了可行的现实。目前,国际上已经出现了采用电容传感器和色彩传感器联合检测纱疵的实例。

## 3 多传感器检测纱疵实例

### 3.1 Yarn Master 系列清纱器

瑞士 Loeplé Brothers 公司的 Yarn Master 系列清纱器采用电容传感器和色彩传感器联合检测纱疵。它利用一个堆叠式彩色光敏二极管来感知纱线的色彩和亮度;通过电容传感器感知纱线的线密度,融合两者的测试信息,实现了对异性疵点的检测。

### 3.2 Quantum Clearer 清纱器

瑞士 Zellweger Uster 公司的 Quantum Clearer 清

纱器结合了电容传感器、光电传感器和异质传感器 (foreign matter sensor), 不仅实现了对异性疵点的测量, 还可将无害的籽棉碎片、植物纤维和有害异纤区分开来, 以减少对无害异纤的切除, 从而在清除效率和生产效率之间找到平衡点。另外, 凭借多传感器的联合, Quantum Clearer 还可提供在线的纱线毛羽和匀整度信息, 给清纱器赋予了新的意义。

### 3.3 本文提出的一种方案

在多传感器融合的理论基础上提出一种电容传感器和图像传感器联合检测纱疵的方案, 该方案可以实现对异性纱疵和特种纱疵的检测。如果传感器精度足够, 还可作为纱线条干、毛羽、疵点等多项属性联合检测的实现方案。

电容传感器可测得纱线的线密度、疵点长度, 图像传感器可测得纱线的直径、色彩、色疵长度。它们的信息互为补充。因此, 这两种传感器的组合是简洁而有效的。两种传感器分别对纱线进行信息获取、处理, 最后在多传感器信息融合的基础上进行联合决策。

表 1 给出了联合判断疵点的方法示意, (假设疵点长度足够)。其中疵点类型用以下符号表示: 正常纱线 — N (normal); 常规粗节 — T (thick); 常规细节 — H (thin); 错支 — W (wrong); 扁平疵 — F (flat); 空心类疵点 — O (hollow); 本色或无色异质疵点 — Q1; 异色同质疵点 (污染纱) — Q2; 缠绕细丝状异色异质疵点 — Q3; 籽棉碎片等块状异色疵点 — Q4。

将多传感器技术引入纱疵检测当中, 可以获得更精确、更全面的纱线数据, 不仅可大大提高疵点的清除率, 实现对异性纱疵和特种纱疵的检测, 还可降低空切和误切率, 减少因传感器损坏而出现的漏疵, 甚至还可提供在线的条干、毛羽等多方面信息, 为清

纱系统功能的多样化奠定基础。

表 1 基于电容和图像传感器的联合决策方案

图像	电容线密度正常	电容线密度偏大	电容线密度偏小
直径正常 色彩正常	N	Q1 或 F	Q1 或 O 或 W
直径偏大 色彩正常	O	T	W 或 Q1
直径偏小 色彩正常	W 或 Q1	W 或 Q1	H
直径正常 色彩异常	Q2	Q3	Q3
直径异常 色彩异常	Q4	Q4	Q4

## 4 结 语

基于多传感器的纱疵检测技术, 可以提供全面、详实、充分的在线纱线数据。这不仅可减少实验室抽检带来的时间、试样的浪费, 降低环境差异造成的误差, 还可为前纺提供信息反馈并指导后续织造, 最终引导纱线检测走向在线化、集成化和智能化, 从而形成一个在线监控的闭环系统, 使纺织工业向智能化、自动化方向发展。

### 参 考 文 献

- 何志贵. 国外纤维和纱线试验仪器的近况. 现代商检科技, 1998(4): 55 ~ 59.
- J. Sloupensky Rieter 公司(瑞士). IQClean 清纱器. 国际纺织导报, 2001(3): 25 ~ 26.
- 周铮临. 电子清纱与纱疵分级的最新发展. 纺织器材, 2001(4): 217 ~ 220.
- 李为民等. 投影法测径系统的信号处理方法. 数据采集与处理, 2001(1): 98 ~ 100.
- 孙长明. 光电在线检测技术. 光电子技术与信息, 1995(2): 22 ~ 24.
- 李圣怡. 多传感器融合理论及在智能制造系统中的应用. 北京: 国防科技大学出版社, 1998.

## 2004 年《棉纺织技术》征订启事

《棉纺织技术》是由中国纺织信息中心和陕西省纺织科学研究所主办, 全国棉纺织科技信息中心、《棉纺织技术》期刊社编辑出版, 国内外公开发行的专业技术月刊。以从事棉纺织行业的工程技术人员为主要对象, 兼顾科研、教学的需要, 坚持理论与实践相结合、技术与经济相结合、当前与长远相结合、普及与提高相结合、国内与国外相结合为办刊方针, 形成了“高密度、大容量、实践强”的特色, 在纺织行业 and 教学、科研单位拥有最广泛的读者群。多次获得省、部、委的奖励, 连年多次被全国三大科技信息源选列为“全国中文核心期刊”, 被原纺织总会评为“优秀报刊奖”, 发行量一直居国家纺织工业局所属科技期刊之首。1998 年已入编《中国学术期刊(光盘版)》, 1999 年已入《万方数据资源系统 (Chinainfo) 数字化期刊群》网。2001 年入选首届“中国期刊方阵”, 成为“中国期刊方阵双效期刊”。

2004 年度《棉纺织技术》仍由邮局向全国发行, 邮发代号 52-43, 请广大读者到当地邮局订阅, 亦可向编辑部直接办理订阅手续, 订单函索即寄。每册 8 元, 全年 96 元。

地址: 西安市纺织城西街 138 号 单位: 《棉纺织技术》编辑部 邮编: 710038

电话: (029) 3524357

传真: (029) 3535770

Email: mfzjs@cctti.com