

喷丝板疵点检测系统设计

刘会清¹,李德骏^{1,2},李广龙¹,周桂洋¹,程康¹,王成¹

(1.武汉纺织大学 电子与电气工程学院,湖北 武汉 430200;

2.武汉纺织大学 现代纺织学院,湖北 武汉 430200)

摘要:为实现准确判断聚酯纤维生产中喷丝板是否含有疵点,提高产品质量,设计了一种喷丝板疵点检测系统。该检测系统通过软件控制不同种光源的切换,利用 CCD 图像传感器来采集喷丝板工作状态,把采集到的多种光源图像通过计算机进行图像处理,将检测到疵点的图像与所对应的喷丝板进行标记存储。通过对现场数据的存储与分析,减少了人工对喷丝板疵点的误判和漏判,准确实现了判别喷丝板是否含有疵点的功能。

关键词:喷丝板;CCD 图像传感器;图像处理;疵点检测系统

中图分类号:TQ340.5

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2021)03-0037-04

生产聚酯纤维原料生成的熔体经过喷丝装置时,所形成的细丝容易在喷丝板处出现聚酯纤维熔体堆积现象,形成黑色结块、晶状结块、黄斑等不同的疵点,这些杂质会随着纺丝喷出影响成品丝的质量^[1-2]。现有的检测方法通常是人工将头伸向喷丝桶下方采用肉眼观看,来判别是否有疵点的产生。喷丝板所在位置喷丝速度快、温度高、光线暗,造成工人判别疵点的检测工作困难。为提高化纤工业生产自动化水平和检测工作的安全可靠,现提出一种聚酯纤维喷丝板疵点检测系统。

本系统是对聚酯纤维原料通过喷丝装置所产生的结块而影响丝束质量问题提出的解决方案。系统采用了无损检测技术,通过 CCD 图像传感器对喷丝板的工作状态实时取像监测,利用软件控制摄像头采集不同光源下的喷丝板图像,将不同光源下采集的图像上传至上位机进行图像处理分析,上位机将检测到的疵点信息通过工业网络传输至通信报警模块进行提示,方便值班工人及时进行修板清洗工作,避免了人工检测喷丝板发生安全事故和漏判、误判现象,提高了聚酯纤维的良品率以及检测过程的安全性。

1 系统设计方案

1.1 喷丝板疵点类型

喷丝板在长时间工作下主要产生 3 种疵点类型,分别是黑色结块、晶状结块以及黄斑,其中黑色结块、晶状结块是本系统检测的重点。3 种疵点样本见图 1、

图 2、图 3 标记出来的部分。黄斑辨识度极高,工人可通过取像的结果直接判断。



图 1 黑色结块

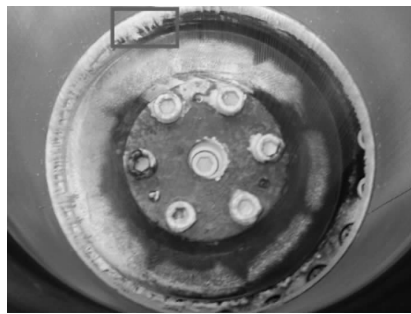


图 2 晶状结块



图 3 黄斑

收稿日期:2020-12-28;修回日期:2020-12-31

作者简介:刘会清(1996-),男,硕士研究生,主要研究方向为电子与通信系统、图像处理。

1.2 喷丝板疵点检测系统工作原理

喷丝板疵点检测系统主要体现了非接触、无损检测的理念,结合机器视觉技术,实现聚酯纤维生产过程中喷丝板工作状态的检测,以及显示检测过程中遇到的异常^[3-4]。

喷丝板疵点检测系统由图像采集模块、工控机 1 和工控机 2 三部分组成。其中图像采集模块和工控机 1 安装在可移动的推车上,工控机 1 与工控机 2 之间通过工业网络进行交互。系统结构如图 4 所示。

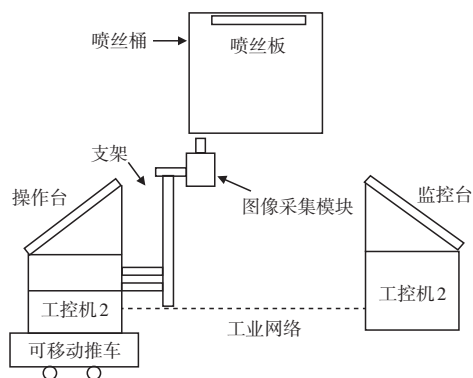


图4 喷丝板疵点检测系统结构图

由于工厂环境的特殊性,工人无法长期待在生产现场,所以工厂在一定距离内设置了岗位室。岗位室中的工控机 2 主要用来提醒值班工人是否需要示警以及储存分析工控机 1 传来的数据,便于判断喷丝板状态是否良好。工控机 2 与工控机 1 通过工业网络连接,工控机 1 配有图像采集模块、控制软件、图像处理软件。图像采集模块上的可调节云台和可切换式光源均可以通过工控机 1 中的摄像头控制软件进行调节。

2 喷丝板疵点检测系统硬件设计

喷丝板疵点检测硬件系统包含图像采集模块、图像控制处理模块和通信报警模块。图像采集模块是由长焦镜头、CCD 相机和可切换光源组成;图像控制处理模块主要采用的是计算机,通过计算机控制光源的切换和发送相机拍摄指令来采集多光源图像,并将采集融合处理后的图像进行疵点的定位和检测;通信报警模块是对疵点检测信息进行报警提示^[5-7]。系统实现的基础在于光源、相机和镜头的合理选型以及照明取像方案设计(图 5)。

2.1 光源

物体成像的显现度会因对不同波长光的敏感度不同而有差异。针对喷丝板疵点检测系统,选取的光源

应遵循 3 点要求。

(1)对比度要求。合适的光源能够更加突出喷丝板检测区域的细节,弱化噪声干扰。

(2)光强要求。光强需要控制在一定范围内,强度太高会在喷丝板面形成光斑,给喷丝板图像带来不必要的噪声;强度太低部分细节会被忽视,容易取不到想要的图像效果。

(3)稳定性要求。光源稳定可减少后期图像处理的干扰。

目前常见的疵点检测系统通常选择荧光灯、卤素灯和 LED 灯这 3 种光源。结合喷丝板的工作环境以及本系统在多次试验中得到的结论,选用可切换颜色 LED 背光源。

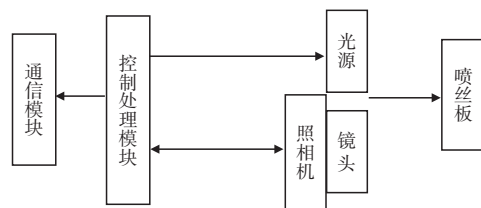


图5 系统硬件结构图

2.2 图像采集模块

图像采集模块是喷丝板疵点检测系统的重要部件,它直接影响检测系统的性能指标。图像采集传感器的选择需要根据喷丝板大小、喷丝板与相机安装点距离以及安装点的环境等来决定。

工业图像采集传感器根据成像方式分为面阵型和线阵型,像喷丝板单个的检测物体则采用面阵型相机。常见的图像采集传感器有 CCD 图像传感器和 CMOS 图像传感器,而喷丝板疵点检测环境对图像采集模块的要求是体积小、抗震、采集图像的分辨率高等。CCD 图像传感器与 CMOS 图像传感器相比,CCD 图像传感器更符合现场安装环境,而且一次可以捕捉整张图像,信号输出的一致性较高,输出信号的放大器带宽较宽,大大降低了系统带来的固定噪声,成像的质量更高。

图像采集传感器镜头也是增加喷丝板疵点检测效率的一个重要因素。图像采集传感器镜头的确定主要是通过待检测区域的面积大小来选择不同焦距镜头,面积小的待检测区域必须通过放大才能更好地显示细节,而面积大的待检测区域需要广角镜头才能全部囊括其中。系统因受生产线安装空间限制,需要选择长焦镜头才能保证图像采集传感器与喷丝板的正常工作。

根据喷丝板喷丝口的数量多、直径小,并且安装位

置必须与喷丝板保持一定距离,此处图像采集传感器选用像素为1 200万的长焦面阵CCD相机。

2.3 照明方案

在喷丝板疵点检测系统中,合适的照明方案也是影响系统性能的关键因素之一^[8]。照明方案的设计是为了喷丝板在工作状态中出现的黑色结块和晶状结块这2种疵点尽量突出,增强检测中瑕疵区域与正常区域的对比度,同时保证相机采像区域内亮度均匀。通过多组不同光源照射试验发现,喷丝板中不同疵点对不同波长光源的敏感度不同,故采用了不同波长的光源进行照射。根据喷丝板的工作环境,设计了2种主要照明方案进行比较,如图6所示。

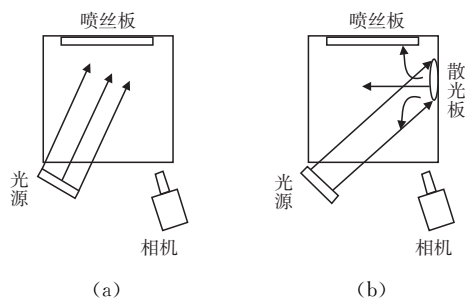


图6 2种不同的照明方案

喷丝桶的右侧背靠墙壁,在设计照明方案时主要考虑在左侧安装光源和相机。图6中方案(a)中采用光源直射方式对喷丝板进行照明,这种光照方式与喷丝板表面夹角几乎为零,不会出现较多的光发散现象,喷丝板成像清晰,细节表现清楚,但容易出现阴影影响成像结果,并且喷丝板表面不平整,可能会产生光晕现象,给最终成像带来一定的光斑,容易对喷丝板是否产生疵点造成误判。为了保证光源的可靠性,光源不能与高温丝束过近,容易损坏光源,还会影响丝束工艺质量。

方案(b)采用从喷丝桶右侧安装一块碗状的内面,经过碗状内面进行光的漫反射,散射出来的光无方向性,光线分布平均,色泽温和,不易产生光斑。同时在喷丝桶内安装一块散光镜,散光镜的体积很小不会对聚酯纤维丝束生产过程造成影响,故在本系统中选择方案(b)。

3 喷丝板疵点检测系统软件设计

3.1 图像采集控制软件

图像采集控制软件主要分两种操作界面,一种是给工人实时监控和切换不同种光源采集图像,另一种是给管理人员控制图像采集模块上的云台调节和疵点

检测参数。喷丝板检测光源切换软件界面参考和云台调节界面参考分别如图7和图8所示。

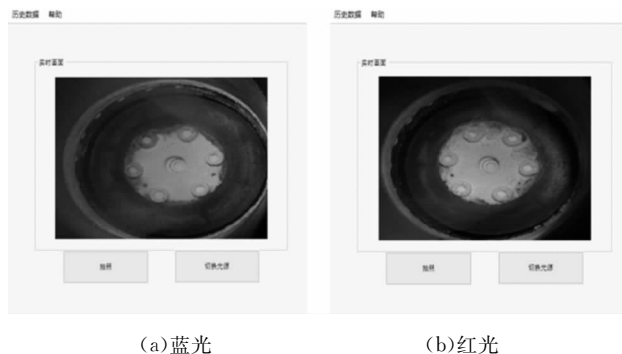


图7 喷丝板检测软件

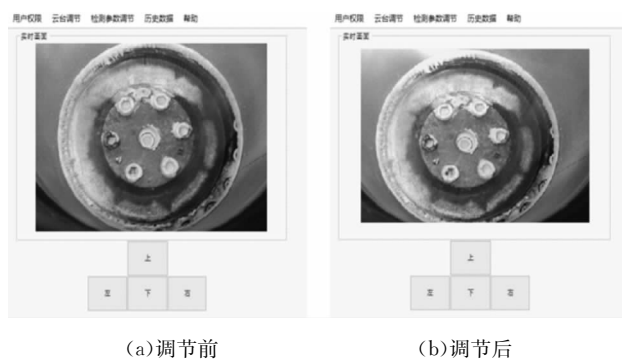


图8 云台调节界面

3.2 用户数据库管理系统

用户数据库管理系统主要是方便用户设置相机采集参数和检测参数,并且可以查询历史数据和告警记录。工人通过查询各时间段检测结果了解喷丝板的工作状态,能够及时判断是否需要检测的喷丝板进行修板清洗操作。用户管理系统构架如图9所示。

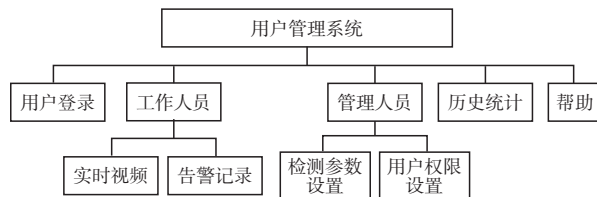


图9 用户管理系统构架图

4 结果与分析

根据物体对不同波长光的吸收程度不同而显现不同的颜色可知^[9-10],不同光源照射下的喷丝板背景不同,故不同疵点类型的检测需不同的光源去消除喷丝板图像的噪声干扰。针对喷丝板疵点检测试验,以常见的波长为450~465 nm白光为参考光源,将波长为615~650 nm红光、600~610 nm橙光、580~595 nm黄光、565~575 nm绿光、495~530 nm青光、450~

480 nm 蓝光、370~410 nm 紫光等 7 种光源进行对比试验。不同光源下喷丝板疵点成像试验结果见表 1。

通过大量的对比试验,这 2 种疵点在波长为 450~480 nm 蓝光、580~595 nm 黄光、615~650 nm 红光这 3 种光源的疵点检测对比试验中具有代表性。在蓝光、黄光、红光这一组对比试验中可看出,黑色结块疵点在蓝色光源下可以明显判断疵点位置,黄色和红色光源则无法判别。不同光源采集黑色结块疵点图像如图 10 所示。

表 1 不同光源下喷丝板疵点成像实验结果

光源	黑色结块	晶状结块
白光	模糊	清晰
红光	不清晰	模糊
橙光	模糊	模糊
黄光	模糊	清晰
绿光	不清晰	不清晰
青光	模糊	不清晰
蓝光	清晰	模糊
紫光	不清晰	不清晰

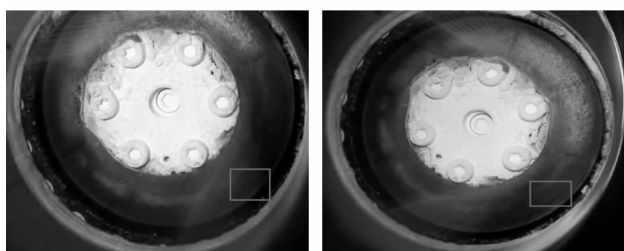


图 10 不同光源采集黑色结块疵点喷丝板图像



图 11 白色光源采集晶状结块喷丝板图像及细节

虽然蓝色光源能够检测到黑色结块疵点,但是喷丝板模糊不清不利于晶状结块疵点检测,反观黄色光源采集的喷丝板全景较为清晰。结合这一结论和晶状

结块疵点的物理特性,用白色参考光源直接采集含有晶状结块的喷丝板,发现白色光源采集的晶状结块细节非常清楚,基本没有其他噪声干扰。白色光源采集晶状结块疵点图像及细节如图 11 所示。

试验结果表明,在喷丝板疵点检测系统中,检测黑色结块疵点可采用与蓝色波长相似的光源,检测晶状结块疵点可采用与白色波长相似的光源。合适的光源图像采集可以给系统的研究减少大量的噪声干扰^[11-12]。

5 结语

为解决现有化纤工业喷丝板疵点检测低效率高风险的问题,研发了一种喷丝板疵点检测系统,通过多组光源对比试验确定了不同疵点采集光源,利用无损检测技术使喷丝板疵点检测工作不影响聚酯纤维的正常生产,并且建立了用户数据管理系统,方便工人调节图像采集参数和疵点检测参数,同时将检测结果存入历史数据库以便后期查询,增加喷丝板疵点信息提示告警。

虽然系统在工厂试用良好,但为了企业长久发展追求更好的产品质量,可以采用更高像素的相机来减少喷丝板疵点检测噪声的干扰,对于具体像素参数的选择将是下一步研究重点。

参考文献:

- [1] 张从容. 世界聚酯纤维生产现状及发展趋势[J]. 合成纤维工业, 2000, (1): 67-70.
- [2] 马凯. 聚酯纤维生产过程工艺参数的智能配置[D]. 上海: 东华大学, 2019.
- [3] 刘贵林. 喷丝板光电检测系统的研究与设计[D]. 长春: 吉林大学, 2010.
- [4] 韩士星, 李鹏飞, 张银河. 基于多分辨率的全局及局部显著性的色织物疵点检测[J]. 纺织高校基础科学学报, 2020, 33(2): 23-29.
- [5] 周露露. 基于机器视觉的纸页缺陷检测算法的研究[D]. 济南: 山东轻工业学院, 2012.
- [6] 温喜东. 在线纸病检测技术的新发展及应用[J]. 中国造纸, 2002, (2): 64-67.
- [7] 周文举. 基于机器视觉的在线高速检测与精确控制研究及应用[D]. 上海: 上海大学, 2014.
- [8] 胡良文. 线阵摄像机标定及其在三维图像重建中的应用[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2016.
- [9] 申晓彦, 王 鉴. 用于视觉检测的光源照明系统分析[J]. 灯与照明, 2009, 33(3): 7-9.

(下转第 52 页)