

文章编号: 0258-7025(2008)05-0788-04

# 棉结在线检测系统中的光源选择

俞晓磊<sup>1</sup> 赵志敏<sup>2</sup> 汪东华<sup>3</sup>

(南京航空航天大学<sup>1</sup> 自动化学院,<sup>2</sup> 理学院, 江苏 南京 210016)  
<sup>3</sup> 江苏省产品质量监督检验研究院, 江苏 南京 210029

**摘要** 梳棉机棉结检测系统是基于机器视觉理论提出的一种新型在线检测系统。光源在系统中起到照明的作用,是影响棉结检出率的重要因素。为满足棉结在线检测系统宽幅面、高速和高分辨率的检测要求,需要对光源系统进行优化设计。通过实验可以获知棉网上的棉结对何种波长范围的光具有最大的反射率,以及棉结和周边结构如何获得最好的对比度。在比较了传统的荧光灯、高压汞灯和发光二极管(LED)线光源的光谱曲线后,提出了采用 He-Ne 激光器与光学系统配合后进行照明的光源设计方案。实测结果表明,由于激光束的高亮度和高准直性的优点,这种光源较其他光源更适合棉结检测照明的实际环境,可以满足检测需要。

**关键词** 激光技术;机器视觉;光源选择;棉结;在线检测;He-Ne 激光

**中图分类号** TN 247;TN 249 **文献标识码** A

## Selection of Light Source for On-Line Nep Detection System

Yu Xiaolei<sup>1</sup> Zhao Zhimin<sup>2</sup> Wang Donghua<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College of Automation Engineering, <sup>2</sup>College of Science,  
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, Jiangsu 210016, China

<sup>3</sup>Jiangsu Provincial Supervising and Testing Research Institute for Products Quality, Nanjing, Jiangsu 210029, China

**Abstract** Nep detection system used in carding machine is a kind of new on-line detection system based on machine vision. The function of light source is illumination. Light source is an important factor for cleaning rate. The light source system should be optimized and designed to satisfy the broad surface, high speed and high sensitivity for on-line nep detection system. By experiments, we could know that the neps in cotton web would have the highest reflectivity illuminated by which kind of light source. Synchronously, we could know that the neps and surrounding structure how to get the best contrast. Compared with the spectral curve of traditional fluorescence lamp, high pressure mercury lamp and LED, the scheme of combination in He-Ne laser and optical system was adopted in this paper. Experimental results show that this light source, for the circumstance of nep detection in carding machine, is better than other light sources because of the high brightness and straightness of laser.

**Key words** laser technique; machine vision; selection of light source; neps; on-line detection; He-Ne laser

## 1 引言

棉结是由一根或多根纤维缠结,形成无一定组织的圆形小块状物。在外观质量方面,棉结被列为重要的考核指标,棉结的多少不仅影响纱线及坯布的外观质量,更重要的是由于棉结的存在,会直接影响染色效果造成染疵。如何减少纱布的棉结杂质,

提高织物的外观质量,是当代棉纺技术研究的重要课题<sup>[1~4]</sup>。

梳棉机棉结检测系统是基于机器视觉理论<sup>[5]</sup>提出的一种新型在线检测系统。其作用就是在梳棉机工作的过程中实时检测出棉网上的棉结,并通过计数及时将棉结信息通知操作人员,起到实时质量监

收稿日期:2007-08-16;收到修改稿日期:2007-11-01

基金项目:国家自然科学基金(10172043)、航空科学基金(05G52047)和教育博士点专项基金(20040287012)资助项目。

作者简介:俞晓磊(1981—),男,满族,江苏人,博士研究生,主要从事检测技术与自动化装置、机器视觉、通信导航等方面的研究。E-mail: xiaoleiyu@nuaa.edu.cn

导师简介:赵志敏(1955—),女,辽宁人,教授,博士生导师,主要从事检测技术与机器视觉的研究。

E-mail: zhaozhimin@nuaa.edu.cn (通信作者)

控的目的。系统主要包括光源系统、图像采集系统(含 CCD 相机、镜头、图像采集卡等)、图像处理单元(含图像处理软件)、计算机及显示器、通信/输入输出单元(I/O 卡)等部分。

光源的好坏是影响棉结检出率的重要因素,直接影响图像处理系统输入数据的质量和至少 30% 的应用效果<sup>[6~11]</sup>。为满足棉结在线检测系统宽幅面、高速和高分辨率的检测要求,需要对光源系统进行优化设计。光源及被测量物体表面的颜色的匹配决定了反射到摄像头的光能大小和波长。各种物质对光的反射都有特定的波长范围,本文通过实验获得棉网上的棉结对何种波长范围的光具有最大的反射率,以及棉结和周边结构在何种光源照射下具有最好的对比度。

## 2 典型光源的光谱分析

光源谱线测试系统(如图 1 所示)主要包括入射单色器、发射单色器、光电倍增管、狭缝等。

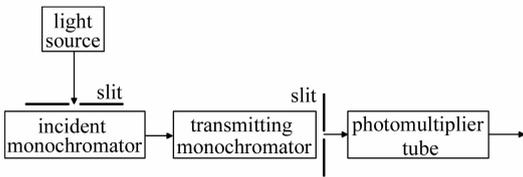


图 1 光源谱线测试系统

Fig. 1 Spectral curve testing system

选取了几种常用的典型光源:荧光灯、高压汞灯、白光及其他色发光二极管(LED)光源,其谱线如图 2 所示。

荧光灯发光分为两步,首先水银蒸气被激发主要发出紫外线,然后管壁上的荧光粉将紫外线转化为宽谱可见光。所以荧光灯在连续背景上有亮水银谱线,出现了 6 个波峰:367.9 nm, 408.0 nm, 438.6 nm, 479.7 nm, 548.7 nm 及 579.4nm, 以 438.6 nm 与 548.7 nm 最显著,小于 367.9 nm 或大于 650 nm 部分的谱线基本上不存在。

高压汞灯与荧光灯一样都属于气体发光光源类中的金属类光源,发光的原理相同。高压汞灯发出的是不连续的光谱,出现五处波峰:368.8 nm, 408.7 nm, 437.6 nm, 548.9 nm 及 580.2 nm。

LED 是一种半导体固体发光器件,利用固体半导体芯片作为发光材料。当两端加上正向电压时,半导体中的少数载流子和多数载流子发生重合,放出过剩的能量而引起光子发射,直接发出红、橙、黄、绿、蓝、紫、白色的光。从谱线图可以看出白光 LED

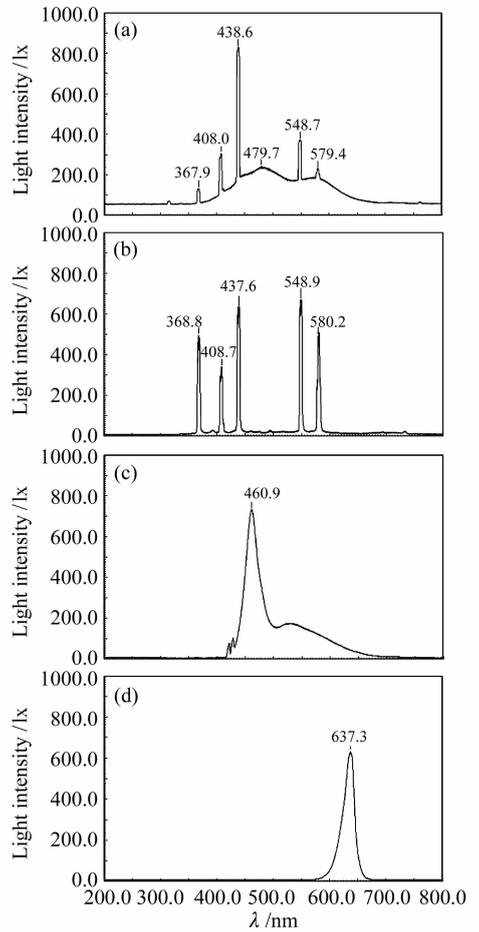


图 2 荧光灯(a),高压汞灯(b),白光 LED(c)和 LED-1(d)的谱线图

Fig. 2 Spectral curves of fluorescence lamp (a), high pressure mercury lamp (b), white LED (c) and LED-1 (d)

发出连续光谱,从 425~600 nm 谱线一片连续,在 460.9 nm 处出现一个波峰。

LED-1 在 600~650 nm 部分发出连续的光谱,在 637.3 nm 处出现一个波峰,谱线带宽较窄。

通过对荧光灯、高压汞灯、白光及其他色 LED 光源的谱线测量与分析可以看出,荧光灯和高压汞灯的单色性差;LED 光源具有较好的单频率光源特性,满足系统中提出的单色性的要求,但方向性差。与上面几种光源相比,激光光源具有单色性好(氦氖激光的光谱宽度达到了一亿分之一纳米)、亮度高、方向性强等特点,是用来研究光与物质的相互作用,从而辨认物质及其所在体系的结构、组成、状态及变化特点的理想光源。

## 3 激光与光学系统组合光源的设计

采用低功率的 He-Ne 激光作为光源,配以专门

设计的光学系统,实现了对被照物体的有效照明。光学系统的光路结构示意图如图 3 所示。

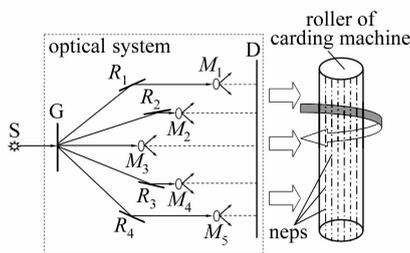


图 3 光学系统结构示意图

Fig. 3 Experimental setup of optical system

光源 S 发出 He-Ne 激光束 ( $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ ), 直接照射到分光器 G 上(分光器采用衍射光栅), 一束入射光经分光器作用后, 出射光为  $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm n$  级衍射光束, 根据需要选用了  $0, \pm 1, \pm 2$  级衍射光, 对 0 级外的衍射光, 采用全反射镜 ( $R_1 \sim R_4$ ) 转变光路方向, 使各级光平行照射到前方光阑 D 上。对这些平行光采用相同扩束比的扩束镜 ( $M_1 \sim M_5$ ) 扩束。由于扩束面积与光强成反比, 各级衍射光光强从 0 级向其他各级逐级递减, 因此, 各扩束镜到光阑距离为 0 级最远, 其他级逐级向光阑靠近。经过实验调整, 使照射到光阑上的光基本均匀。被照明物体为线状物, 光阑选用的是长矩形孔, 且与被照物相匹配, 使之照射到梳棉机辊筒上的光呈线状均匀分布。

#### 4 不同光源照射下棉网与棉结的实验图像

不同光源从相同角度照射下 CCD 照相机拍摄的同样一幅棉网与棉结的典型图像, 如图 4 所示。

从实验图像可以看出, 荧光灯和高压汞灯照明亮度不够, 棉网上的棉结(小白点)不易被识别出来; LED 照射下的棉结与棉网都很亮, 但特征不易区分, 这正是由于 LED 光源方向性差带来的后果; 而采用 He-Ne 激光器与光学系统配合后进行照明得到的图像, 棉结与棉网特征对比度高, 图像清晰, 为后续图像处理和棉结特征提取提供了方便。

#### 5 结 论

在比较了传统的荧光灯、高压汞灯和 LED 线光源的光谱曲线后, 提出了采用 He-Ne 激光器与光学系统配合后进行照明的方案。通过不同光源照射下棉网与棉结的实验图像分析可知, 由于激光束的高亮度和高准直性的优点, 这种由 He-Ne 激光器和光

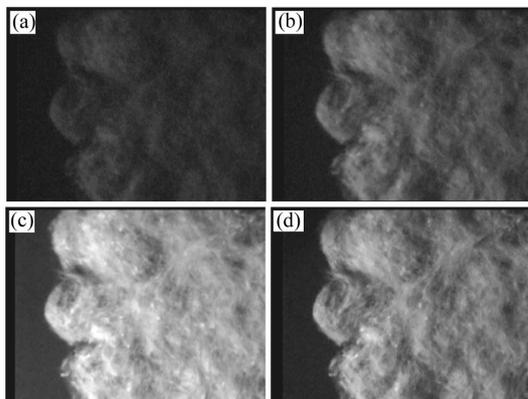


图 4 不同光源照射下棉网与棉结的实验图像。(a) 荧光灯照射; (b) 高压汞灯照射; (c) LED 照射; (d) He-Ne 激光加光学系统后照射

Fig. 4 Experimental images of neps and cotton web illuminated by different light sources. Illuminated by (a) fluorescence lamp, (b) high pressure mercury lamp, (c) LED and (d) He-Ne laser combined with optical system

学系统组合而成的光源较其他光源更适合棉结检测照明的实际环境, 满足检测需要, 可以应用于梳棉机棉结检测系统。

#### 参 考 文 献

- Qing Zhenjun. Discussion on neps in modern spinning engineering [J]. *Progress in Textile Science & Technology*, 2004, **32**(3): 29~34  
秦贞俊. 现代纺纱工程中棉结问题的讨论[J]. *棉纺织技术*, 2004, **32**(3): 29~34
- Liu Guoliang, Wei Tai, Ren Jiashi. The study of reducing neps in cotton spinning process [J]. *Chinese Journal of Zhongyuan Institute of Technology*, 2006, **17**(6): 34~39  
刘国亮, 魏泰, 任家智. 棉纺生产中棉结消除问题的研究[J]. *中原工学院学报*, 2006, **17**(6): 34~39
- Zhao Bo. Production of bamboo fiber/Modal fiber jacquard fabric[J]. *Chinese Journal of Textile Research*, 2005, **26**(5): 95~97  
赵博. 竹浆纤维/Modal 纤维提花织物生产实践[J]. *纺织学报*, 2005, **26**(5): 95~97
- Li Zhiyu, Shi Haoshan. Design of warp tension control system based on MC68331 [J]. *Electric Drive*, 2006, **36**(4): 39~40, 64  
李志宇, 史浩山. 基于 MC68331 的经纱张力控制系统设计[J]. *电气传动*, 2006, **36**(4): 39~40, 64
- Xi Bin, Qian Feng. Application of machine vision measurement system in the detection of industry process [J]. *Industrial Control Computer*, 2005, **18**(11): 75~76  
席斌, 钱峰. 机器视觉测量系统在工业在线检测中的应用[J]. *工业控制计算机*, 2005, **18**(11): 75~76
- Xu Yongzhao, Wang Zinan, Zhang Xia et al.. 10 GHz-spaced over 1100 channel flat supercontinuum source generated in a microstructure fiber [J]. *Chinese J. Lasers*, 2007, **34**(5): 675~678  
徐永钊, 王子南, 张震等. 基于微结构光纤的 10 GHz 超过 1100 信道的平坦超连续谱光源[J]. *中国激光*, 2007, **34**(5):

- 675~678
- 7 Shi Qiang, Tang Weichang, Li Fufeng *et al.*. Light source selection in tongue information objectification [J]. *Acta Universitatis Traditionis Medicis Sinensis Pharmacologiaeque Shanghai*, 2004, **18**(2):39~41  
石强, 汤伟昌, 李福凤等. 舌相信息客观化研究中光源选择初探[J]. 上海中医药大学学报, 2004, **18**(2):39~41
  - 8 Teng Shuyun, Liu Liren, Zu Jifeng *et al.*. Equivalence of talbot effect of the grating illuminated by the pulsed laser and continuous polychromatic light [J]. *Chinese J. Lasers*, 2004, **31**(10):1177~1182  
滕树云, 刘立人, 祖继锋等. 脉冲和连续多色光源照明下光栅泰伯效应的等价性[J]. 中国激光, 2004, **31**(10):1177~1182
  - 9 Kang Jun, Chen Shaohu, Zhu Jianqiang *et al.*. Highly stable second-harmonic pumping source with high conversion efficiency for optical parametric amplifier [J]. *Acta Optica Sinica*, 2006, **26**(4):611~615  
康俊, 陈绍和, 朱健强等. 高稳定高转换效率光参变放大器倍频抽运光源研究[J]. 光学学报, 2006, **26**(4):611~615
  - 10 Chen Wencheng, Lin Yandan, Shao Hong *et al.*. Discussion on criteria of light source selection for road lighting [J]. *Journal of Fudan University (Natural Science)*, 2003, **42**(6):950~955  
陈文成, 林燕丹, 邵红等. 道路照明光源选择依据的探讨[J]. 复旦学报(自然科学版), 2003, **42**(6):950~955
  - 11 Zhao Xin. Selection of light source for columnless canopy [J]. *Railway Standard Design*, 2005, (4):94~96  
赵欣. 无站台柱雨棚照明光源选择的研究[J]. 铁道标准设计, 2005, (4):94~96

## 中国光学学会 2008 年学术年会征稿通知

光学学会 2008 年学术年会将于 2008 年 11 月 20~25 日在福建省泉州市举办。该会议由中国光学学会主办, 华侨大学、泉州市人民政府、福建省光学学会联合承办。大会名誉主席: 王大珩、母国光, 大会主席: 周炳琨, 副主席: 徐至展、曹健林、王启明, 节目委员会主席: 庄松林、刘旭, 组织委员会主席: 王启明、谢树森, 大会秘书长: 倪国强。

会议共设 18 个学术研讨专题。

- 1) 工程光学和光学制造: 非成像光学系统及其优化设计, 自由曲面光学元件的设计、制造及测试技术, 衍射光学系统的设计、制造技术, 新型光学材料及其在光学系统中的应用, 光学系统超分辨及焦深延拓技术, 光学成像的矢量场理论, 高效光学加工工艺研究, 微纳光学制造技术;
- 2) 生物医学光子学: 组织光学与成像, 生物光子学与显微成像, 光子医学诊断与治疗;
- 3) 光电技术与系统: 光电器件、光电系统集成及应用, 光电成像与图像处理, 发光、显示与固体照明系统, 光电功能材料及其应用, 光电虚拟测试技术, THz 与超快光子学, 光子技术与光子集成技术, 光信息的获取、传输与存储;
- 4) 光学薄膜技术新进展;
- 5) 光纤与集成光学理论、器件及应用, 光纤与集成光学理论基础, 光纤与集成光学技术及新器件, 光纤与集成光学在信息和能源领域的应用;
- 6) 精密光学测量新进展;
- 7) 光传感器技术及其应用: 先进光传感器敏感材料技术(红外到紫外波段, 宏观和介观多层薄膜结构及新型光传感材料), 光敏芯片和电路芯片(设计、工艺和工艺检测技术), 焦平面组件封装和性能测试技术(非致冷焦平面组件、多光谱红外探测组件), 焦平面组件在光电系统中的应用(遥感系统、光谱仪等), 焦平面组件可靠性技术;
- 8) 非线性光学与介观光学: 非线性光学新效应和新应用, 波长、亚波长尺度下光传播、作用与调制, 介观光子学器件;
- 9) 光纤传感和光通信: 光纤传感与光通信器件及材料, 光纤传感与光通信用新型光纤, 光纤传感与光通信系统及网络;
- 10) 激光物理、技术与应用: 高功率激光与新型激光器, 超短脉冲激光与非线性光学, 激光器件与材料;
- 11) 激光制造技术及产业化;
- 12) 激光在医学领域中的应用与研究;
- 13) 全息与光信息处理: 光学全息技术及应用, 微纳结构光学及应用, 数字光学信息处理;
- 14) 瞬态光子学: 飞秒/阿秒技术和瞬态过程诊断技术, 光与物质相互作用的超快现象研究, 高速成像和高速图像处理技术;
- 15) 新型光学材料及其应用: 光学和激光晶体, 信息光存储材料与相关技术;
- 16) 颜色科学与成像技术: 颜色视觉、色差色貌评价, 颜色测量, 彩色图像处理技术;
- 17) 原子相干性及其应用;
- 18) 部分相干光学及其应用: 部分相干光束光谱和偏振变化的理论, 部分相干涡旋光束及其应用, 湍流大气中的部分相干光学。

参会者可通过会议指定网站递交摘要, 经专家评审录用后提交全文。会议摘要截止时间是 2008 年 6 月 20 日, 全文截止时间是 2008 年 9 月 10 日。

会议指定《光学学报》、《中国激光》、《光子学报》、《中国激光医学杂志》为会议优秀论文的收录发表期刊(正刊或增刊)。会议出版光盘版会议论文集。

有关会议投稿的相关信息见中国光学学会网站 [www.cncos.org](http://www.cncos.org)。