

文章编号:1002-2082(2007)01-0020-04

紫外指纹识别照相系统视场中心亮斑 的产生原因及分析

石峰, 程宏昌, 贺英萍

(西安应用光学研究所, 西安 710065)

摘要: 针对紫外指纹识别照相系统是目前从事公安刑侦工作者进行指纹识别和提取犯罪鉴定的一种重要手段, 而其视场中心亮斑严重影响着指纹图片的质量, 分析了该系统视场中心亮斑产生的原因, 指出其中心亮斑主要是由系统轴外杂散光引起, 通过对这些原因进行分析, 有针对性地提出了采用消光性能良好视场的物镜系统或者合适的视场光阑尺寸及位置; 或者给阴极输入面有效直径之外区域涂敷紫外吸收膜的方法, 消除了视场中心亮斑, 用以满足公安刑侦指纹识别、存储及其他领域对指纹、脚印等的识别与提取。

关键词: 指纹识别和提取; 中心亮斑; 照相系统; 紫外技术

中图分类号: TN23

文献标志码: A

The method for eliminating bright spot in the field of view center in UV fingerprint identification camera system

SHI Feng, CHENG Hong-chang, HE Ying-ping

(Xi'an Institute of Applied Optics, Xi'an 710100, China)

Abstract: UV fingerprint identification camera system is a very useful tool in the field of criminal investigation. But its image quality is often influenced by the bright spot in the FOV center of the system. In this paper, the operation principle of fingerprint identification and camera system is described. The generation of the bright spot is analyzed and some methods are given to eliminate it. It is pointed out that the phenomenon is mainly caused by off-axis stray light from the system. The methods to eliminate the bright spot include, adopting an object lens with higher extinction performance, using a view-field diaphragm with proper diameter and position, or evaporating a UV absorbing film on the input window surface outside the active area. The experimental result shows that the methods meet the fingerprint identification and storage requirements in criminal investigation.

Key words: fingerprint distinguish and pick-up; bright spot of view-field center; camera system; UV technology

引言

由于指纹具有终生不变性和互异性, 使得指纹识别技术得到了迅速发展, 尤其在公安刑侦上得到

了广泛应用。照相技术的完善和发展虽为人类获取外界图像信息奠定了良好的基础, 但乳胶片感光技术本身存在着致命的弱点, 它所敏感的辐射波段仅

收稿日期: 2006-09-15; 修回日期: 2006-11-10

作者简介: 石峰(1968—), 男, 陕西涇阳人, 西安应用光学研究所高级工程师, 主要从事微光夜视技术研究工作。E-mail: shfyf@126.com

限于可见光及其附近,加之,几十年来扩大乳胶感光光谱范围的研究工作收效甚微。然而,研制的紫外指纹识别照相系统通过日盲型紫外像增强器与照相技术相结合,从一定意义上讲扩展了乳胶片的感光范围,可满足公安刑侦指纹识别、存储及其他领域对指纹、脚印等的识别与提取。

1 紫外指纹识别照相系统

1.1 工作原理

由于人体汗液、血液、精液和唾液等体液以及违禁的火药和麻醉品等物品对紫外线具有特殊的吸收、反射、散射及荧光特性,从而使得紫外指纹识别技术在公安刑侦侦破方面大显身手。目前,对于清晰的指纹痕迹较易检测,轻微的和陈旧的指纹痕迹检测较为困难。而紫外指纹识别照相系统正是利用了体液所形成的指纹痕迹对紫外光所呈现出的特性来工作的,其工作原理如图1所示。

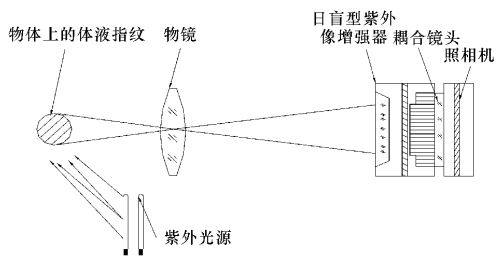


图1 紫外指纹识别照相系统工作原理图

Fig. 1 Working principle of camera system for UV fingerprint identification

从图1可见,紫外指纹识别照相系统采用主动式工作方式。当紫外光照射到存有体液指纹的物体表面上时,由于体液指纹痕迹和物体表面对紫外光反射和吸收的差异,从而导致成像物镜成像时,该镜输出的紫外光图像经日盲型紫外像增强器光电转换后,将紫外图像转换、增强为亮度适当的可见光图像供人眼观察或使乳胶片感光,最终得到指纹图像,实现对指纹的识别和提取。

1.2 系统组成及功能

紫外指纹照相系统由紫外物镜、日盲型紫外像增强器及其供电电池、照相机和紫外光源组成。紫外物镜构成的折射系统用以满足指纹识别时大视场、短焦距和像质好的要求。日盲型紫外像增强器(由日盲型光电阴极、MCP、荧光屏组成)与高压电

源封装在一起,用于实现微弱紫外光信号转变为亮度增强的可见光信号,供人眼直接观察或实现乳胶片感光。照相机用于实现指纹的识别和存储。紫外光源(主波长为254 nm的低压汞灯)用来照射指纹产生紫外发射光。

2 视场中心亮斑

紫外指纹识别照相系统的中心亮斑是指输入均匀紫外光后,输出图像中心一定区域($\Phi 3\text{ mm} \sim \Phi 5\text{ mm}$)的亮度较其他区亮度高5~6倍的现象,其图片如图2所示^[1]。在紫外指纹识别照相系统中,视场中心是分辨率最高的区域,然而中心亮斑的存在使指纹图片模糊,对指纹识别带来了极大困难。因此,必须消除系统中心亮斑,以提高指纹识别的准确性。

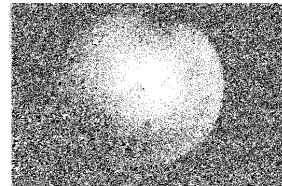


图2 视场中心亮斑

Fig. 2 Center bright spot of FOV

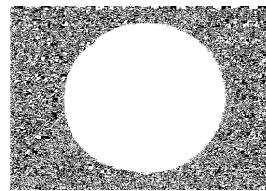


图3 视场中心没有亮斑

Fig. 3 FOV center Without bright spot

2.1 视场中心亮斑的产生

根据系统的组成及工作原理,视场中心产生亮斑有2种可能:1)组成系统的各组件存在视场中心亮斑现象;2)系统装配导致视场中心出现亮斑。经分析发现,物镜不会造成视场中心亮斑。而日盲型紫外像增强器是一种电真空光电成像器件,其工作原理^[2]如图4所示。由图可见,日盲型紫外像增强由光电阴极、MCP和荧光屏构成,其本身视场中心亮斑亦会带来整个日盲型紫外像增强器中心亮斑。

1) 光电阴极 在同一个系统中,如果光电阴

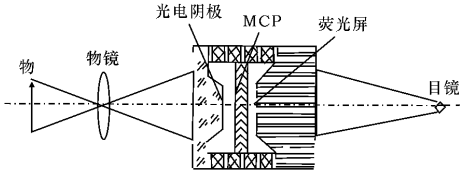


图4 日盲型紫外像增强器工作原理图

Fig. 4 Working principle of solar-blind UV image intensifier

极不均匀,那么中心区域的灵敏度将高于其他区域,这样一来其中心区域的光电转换能力相应增强。于是,相同辐射功率的紫外光入射到光电阴极输入面上时,通过光电阴极光电转换将产生不同数量的光电子。这些光电子经过MCP电子倍增后,数量差异就会变得更大,导致这些电子经过高压加速轰击到达荧光屏的输出亮度相差悬殊,出现了视场中心亮斑。为了验证分析正误,对S2#、S90#、S82# 3根管子的阴极灵敏度分区域进行了测量,用 $\phi 3\text{ mm}$ 、 $\phi 8\text{ mm}$ 和 $\phi 16\text{ mm}$ 测量光阑,测得的光电阴极灵敏度的结果如表1所示。

表1 利用3种光阑测得3根管子的光电阴极灵敏度一览表

Table 1 List of three photocathodes sensitivity measured from three diameter diaphragms

管号	$\phi 3/\text{mAW}^{-1}$	$\phi 8/\text{mAW}^{-1}$	$\phi 16/\text{mAW}^{-1}$
S2#	12.3	12.1	12.0
S90#	14.5	14.0	14.3
S82#	15.5	15.3	15.2

从表1可见,3种光阑的阴极灵敏度不等,但其偏差也仅仅为2.4%、3.4%和1.9%,均在灵敏度测量误差范围5%以内。由此可见,中心区域光电阴极灵敏度不高于其他区域,故光电阴极不会产生视场中心亮斑。

2) 微通道板(MCP) 日盲型紫外像增强器依靠MCP二次电子倍增作用实现亮度增强功能,从而使荧光屏输出亮度达到人眼观察或其他接收器接收水平。如果MCP中心区域的增益比区域外高,那么相同电子密度的入射电子在经过二次电子倍增后电子密度的差异将更大,从而使荧光屏中心产生亮斑。MCP在整个有效面积内增益的一致性一方面依赖于MCP制作工艺;另一方面依赖于MCP在综合制管工序电子清刷中各个区域增益下降的多少,最终表现为增益差异。

经过严格挑选和装配人员专门检测,可保证进入综合制管工序对前MCP有效面积内增益是均匀

的,由此可推知造成MCP有效面积内增益不均匀的唯一原因就是在综合制管工序电子清刷中导致了MCP视场中心增益比边缘高。通过对MCP电子清刷工艺进行分析,发现用LaB6电子枪或者钨合金电子枪作为电子源^[3]清刷MCP时,清刷的不均匀性主要由电子源发射电子密度的不均匀性造成。分析实际电子枪结构可知,电子源枪是均匀的,即使不均匀也一定是中心区域电子密度强于其他区域。这样,在MCP电子清刷时只会造成MCP中心增益比边缘下降多,最终出现视场中心增益较低,反映在荧光屏上输出亮度只会稍偏低,出现视场中心暗斑,不会出现中心亮斑。

3) 荧光屏^[4] 在紫外指纹识别照相系统中,荧光屏是指纹图像的输出元件,其本身发光不均匀将直接影响最终图像质量。荧光屏在进入综合制管工序前需做发光均匀性检验。检验发现:荧光屏本身发光确实不均匀,这种不均匀表现为亮点和暗点,但其位置不固定亦不集中,故不会出现视场中心亮斑。

4) 乳胶片的冲洗 指纹照片是乳胶片在暗室中经过化学冲洗方法得到的。同一张乳胶片,若采用的冲洗方法不同得到照片的质量就会截然不同。对S2#, S90#和S82#管子拍摄的乳胶片通过改变冲洗方法进行对比实验,发现得到的照片不同,但视场中心 $\phi 3\text{ mm}$ 区域图像亮度仍然比其他区域要亮得多,可见冲洗方法不会产生中心亮斑。

另外,系统的其他组件,如耦合透镜是经过精心设计的光学系统,不会产生中心亮斑。紫外光源为管型发光源,亦不可能在视场中心有大于其他区域5~6倍的输出辐射亮度。

2.2 系统分析

在对各组件分析后,认为它们的接口(图2中组件2和组件3之间)可能产生视场中心亮斑。为此选用一只视场中心无亮斑的日盲型紫外像增强器装入系统中,卸掉照相机,用人眼直接观察指纹图像,发现荧光屏视场中心仍然存在亮斑,从而确定产生视场中心亮斑的位置一定在组件2和组件3的接口处。

2.3 视场中心亮斑产生的光线传输过程分析

在确定了视场中心亮斑产生的位置后,对物镜和日盲型紫外像增强器接口处仔细分析,画出其光路图(见图5所示),研究其光线的传播方向。

从图5可见,紫外识别照相系统是近距离成像,故进入视场中的斜光束相对较多,如果系统设

计不合理,将会造成视场中心亮斑。

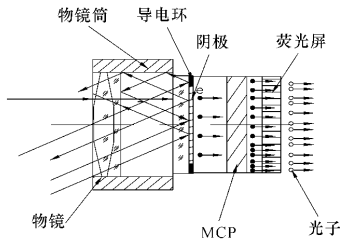


图5 物镜和日盲型紫外像增强器接口位置光路图

Fig. 5 Beam path diagram for interface site of object lens and solar blind UV image intensifier

2.3.1 物镜系统

物镜系统视场应与日盲型紫外像增强器光电阴极输入面有效直径相匹配,如果物镜系统视场过大或消杂散光性能不好,则可能导致进入视场杂散光在光电阴极输入面和物镜系统之间多次反射成像,造成视场中心亮斑。

2.3.2 孔径光阑

孔径光阑在系统中的位置或大小设置不当时也会造成过多的杂散光进入视场中,从而导致进入视场中的杂散光照射到光电阴极输入有效直径之外的导电环位置上。由于导电环在阴极输入窗口内表面镀制了金属层,使入射到其上的光线在导电环和物镜之间多次反射成像,最终使反射回光电阴极中心的光线比边缘强得多。这样,经过相同的光电转换-倍增-光电转换之后,视场中心亮度明显强于视场边缘,造成视场中心亮斑。

3 视场中心亮斑消除方法

针对视场中心亮斑产生的不同原因,分别采取相应措施。通过设计消杂光性能良好的视场,根据光电阴极有效面积确定孔径光阑的适当位置和合理尺寸,并进行精密装配以保证系统性能。如孔径光阑尺寸应与光电阴极输入面有效直径相同,并置于光电阴极输入面上;或者通过给光电阴极输入面有效直径之外的导电环位置涂敷紫外吸收膜的方法来解决。

4 效果分析

采用磁控溅射紫外吸收膜方法,对S2#,S90#和S82#进行实验,通过在像增强器阴极输入面有效面积外镀制紫外吸收层吸收系统轴外杂散光来消除中心视场的亮斑,获得了均匀的视场亮度,实验效果如图3所示。

5 结束语

紫外指纹照相系统视场中心亮斑对指纹识别和提取影响极大,应针对不同的系统具体分析产生的原因,采取相应的方法予以消除。本文主要针对系统轴外杂散光引起的中心亮斑进行了分析,并提出通过在光阴极有效面积之外镀制紫外吸收膜来解决此类中心亮斑的技术思路。经实验验证,该方法可以很好地解决紫外指纹识别系统的中心亮斑。

参考文献:

- [1] 刘广斌,杜秉初,应根裕,等. 像增强器荧光屏亮度均匀性自动测视系统[J]. 光学技术,1998,(4):30-35. LIU Guang-bin, DU Bing-chu, YING Gen-yu, et al. Auto-measurement system for brightness uniformity of the screen of image intensifier [J]. Optical Technique, 1998, (4): 30-35. (in Chinese)
- [2] 靳贵平,庞其昌. 紫外指纹检测仪的研制[J]. 光学精密技术,2003,11(2):98-102. JIN Gui-ping, PANG Qi-chang. Development of UV fingerprint identification device [J]. Optical and Precision Engineering, 2003, 11(2): 98-102. (in Chinese)
- [3] 真空电子器件专业工人教材编写组. 真空电子器件工艺[M]. 北京:电子工业出版社1984:218-221. Vacuum Electron Device Professional Worker Teaching Material Write Group. Vacuum electron device technique [M]. BeiJing: Electron Industry Press, 1984:218-221. (in Chinese)
- [4] 徐江涛,张兴社. 微光像增强器的最新发展动向[J]. 应用光学,2005,26(2):21-23. XU Jiang-tao, ZHANG Xing-she. Recent development in image intensifier tube [J]. Journal Applied Optical, 2005, 26(2): 21-23. (in Chinese)