

微型、超轻型中低空多光谱遥感设备

柳广宗¹ 陈延平¹ 张建寰¹ 任闽臻² 孔令华³ 易定容³

(1.厦门大学物理与机电工程学院, 福建 厦门 361005;

2.School of ECE, Georgia Inst. of Technology, GA 30000, USA;

3.卓巍科学仪器(厦门)有限公司, 福建 厦门 361015)

摘要:介绍了一种新型的多光谱遥感装备, 该遥感装备因其体积小、重量轻、造价低等显著特点而非常适用于中低空的目标探测, 该套设备在光谱成像方面采用棋盘式微滤片进行滤波。文章对微滤片的制备工艺过程、微滤片的几何、重量、光学等指标, 以及后续的无线图像传输系统的集成制作和对实验结果的分析、评价都进行了说明。

关键词:多光谱遥感; 中低空目标探测; 棋盘式微滤片

中图分类号: TP752 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4801(2012)02-030-04

多光谱技术是通过对所要找的目标用目标的指纹物质和与目标相关联的、作为背景物质的强吸收谱, 强反射谱或自发辐射谱的波长的光成像。所成影像的集合称作影像立方。这些影像应该是像素与像素对准的。这些影像的运算可以将背景完全消掉, 而只将指纹物质所标示的目标显露出来。多光谱是光影像的一种检测技术, 可以在分子层面上区分目标和背景^[1]。

多光谱技术/装置自 1967 年由美国航空航天局首次应用于对地面目标的观测、搜寻。从那时以来, 这种技术在各个不同门类的工业领域中的可行性都已得到证明。也就是说, 该项技术对各种工业应用来说都是可行的, 尤其是对低含量的分子目标有非常理想的灵敏度和客观性。所以它的应用是非常广泛的。多于半个世纪的多光谱技术的实践显示在未来几十年当中, 很难找到一项能如此普遍应用的检测、诊断、目标搜寻的技术来取代多光谱技术^[2]。

尽管多光谱技术在侦查、目标搜寻、检验等方面有普遍的实用性, 然而多光谱技术的装置存在着一些严重的缺陷: 体积比较大(一般最小的也有鞋盒那么大)、重量大(15kg 以上)、造价昂贵(至少几千~几十万美金)、结果不能做到真正的实时输出^[3]。如果多光谱仪器的运载工具是卫星和飞船, 则上述的缺陷可以部分地得到弥补。比如, 可以为多光谱仪器和设备配备高速计算机, 从计算速度上改进多光谱设备输出结果滞后的问题。但是, 如果具有上述特点的传统多光谱装置应用中低空遥感上, 就会导致以下几方面问题: 中低空遥感装置的运载工具多属于无人驾驶飞机、

飞艇等, 能耗很大, 污染严重。何况, 这些承载工具的飞行姿态大多数情况下比较复杂, 图像获取后中间处理过程耗时较多, 导致实时输出的决策滞后。另外整个遥感工具太昂贵, 目标也比较庞大。

本文介绍一种适用于中低空遥感的微型、超轻型多光谱遥感设备, 该设备体积小、重量轻、造价低, 而且真正实现了实时图像输出。

1 中低空遥感设备的制备

本文中的整套设备制备包括遥感核心部件微滤片的设计制备、微滤片与图像传感器的集成、无线通讯设备的集成三大部分, 下面将对这三部分的制作过程进行介绍。

1.1 微滤片的设计制备

微滤片的设计制备主要包括三个步骤:

1.1.1 目标的指纹物质波长选取

确定标志目标的指纹物质的波长。通常包括目标和与目标混杂在一块的背景物质在全光谱范围内的强吸收的波长或者是对自然光(白光/太阳光)的强反射的波长, 或者是自发辐射的特征波长, 比如说针对火灾中低空遥感探测的微多光谱技术的应用, 制备的微滤片的每一个像素的一组 5 个波长是由火灾烟雾、水蒸汽、草地植被对自然光在烟雾 480nm、水蒸汽 520 nm 和草地植被 580 nm 强吸收峰而确定的。2 个红外波段的波长 2105 nm 和 2155 nm 是由夜晚火心和灰烬而确定的^[4]。

1.1.2 滤光片设计制备

作者简介: 柳广宗(1986—), 男, 在读硕士, 研究方向: 中低空微型、超轻型多光谱遥感仪器的研究。

微滤片的主要技术指标如下：

1) 微光刻技术能将多道基模位置较准到亚微米量级。根据已经确定的参数进行腐蚀清洗，且不影响真空多层镀膜的附着力；

2) 真空镀多层膜技术。使用常规真空镀膜机，一批制作下来能制作约 20 多个基于硅片或树脂的甜饼，每个甜饼含 16 片微型多道光学滤光片。一共一批能制造光学滤光片约 300 片。其相应指标如下：

几何/重量/时间指标：

① 微型光学滤光片尺寸：根据不同应用可以匹配市场上有的各种型号的 CCD/CMOS 图像传感器，大致范围在 2~6 mm 长、2~7 mm 宽；

② 像素大小：2~20 μm；

③ 滤光片重量：低于 1g。

光学指标：

① 透光率：30%~60%；

② 透光带带宽：10~50 nm；

③ 透光范围：紫外到远红外(200~2200 nm)；

④ 透光道数：1~8 道，对于空间分辨率要求较低的产品，光学道数还可以更多^[5]。

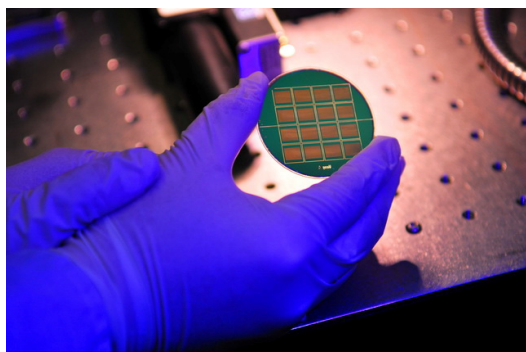


图1 微型窄带多道光学滤光片的甜饼

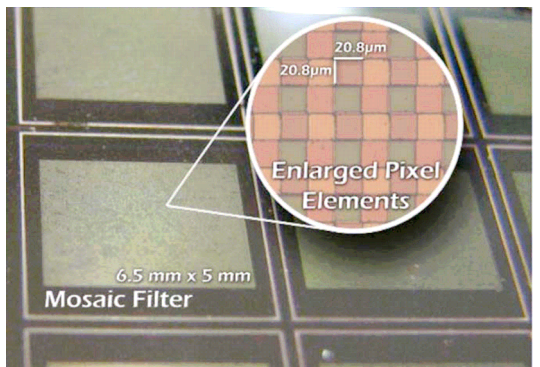


图2 局部放大后的滤光片

图 1、图 2 展示了由微制造制备的点阵式的微滤片。其中图 1 所示为研制并制造出的含 4×4

个微型窄带多道光学滤光片的甜饼。用同样工艺已经成功地制造适合于不同应用的、探测不同目标靶物质的(也就是说允许不同的窄带波段的光信号通过的)多道窄带光学滤光元器件。图 2 展示了局部放大的微型窄带多道光学滤光片。

1.2 微滤片与图像传感器的集成

滤光片与图像敏感单元之间的位置平动错位小于 0.5μm，角度错位低于万分之一弧度。目前已有多台微型多光谱图像处理单元组装完成，单元重量在 120 g 到常规 500 g 之间。

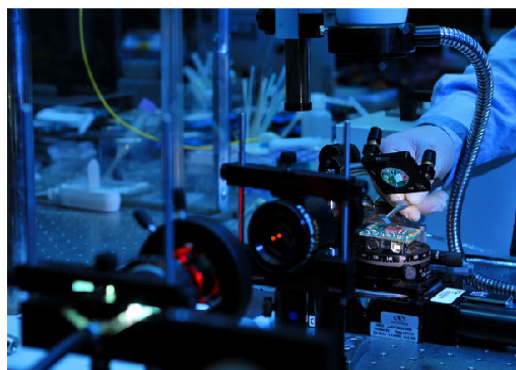


图3 集成环境和仪器

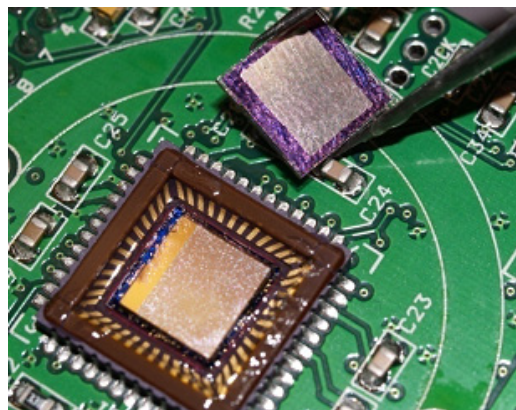


图4 微滤片与图像传感器集成



图5 集成完毕的成像设备

图3~图5展示了将微型多道窄带点阵式光学滤光片与CMOS/CCD图像传感器集成的环境和

结果^[6]。其中图3展示的是微集成环境和仪器,在光学洁净实验室使用计算机控制下高精度二维平动和旋转平台将滤光片和图像敏感元件集成。图4是切割后大小与即将对接的图像敏感元件匹配的滤光元件的放大图。图5是集成了微型窄带多道点阵光学滤光片的多光谱图像处理单元。

1.3 无线通讯设备的集成

如图6所示,微多光谱系统获得的多光谱图像通过无线电发射与接收器件传送给地面发射与接收器件,地面发射与接收器通过A/D转换器与地面计算机连接,地面计算机处理接受的图像通过互联网与地面上的其它计算机共享结果。所述计算机算法对不同波长的图像灰度值进行提取分析运算,并进行图像融合处理,自动实时得出探索目标是否存在的图像信息,唯一确定遥感被测目标随空间的分布,提供遥感被测目标随空间分布的客观报告,实现遥感技术的微型化实时输出的成像结果。



图6 无线电微多光谱遥感系统示意图

试验阶段其中一套微多光谱成像系统的样机选用的是KT&C公司生产的ACE-S560EH黑白微型摄相装置(尺寸:1.5"×1.5"×1")。该相机应用SONY1.3" SUPER HAD CCD,有效像素为768像素(垂直)×494像素(水平),该多光谱微滤片的每一个像素由四个试验波长650,525,460和577nm组成。

1.3.1 整个多光谱无线传输系统调试

首先将VC600USB连接器插入电脑,打开VC600软件,此时在屏幕上应该看不到图像(白噪声)。

然后给无线电接收器上电,LED灯应该亮黄灯。这时可以通过3-Cell的配套锂电池(11.1V)给无线电发射器供电。发射器上的整流器会产生3V电压提供给相机来工作。电池的极性非常重要,当极性匹配正确时,发射器上的LED灯就会被点亮。

因为锂电池电量有限,所以应该总是最后一个给无线电发射器上电,以此来节省电池的电量。



图7 搭载航模的无线电微多光谱遥感系统实物图

2 实验结果分析

当所有的模块均正常工作后,VC600图像采集卡就能够采集到从发射器传送来的图像信息,采集到的实时图像和用matlab程序分离、上伪彩色的图像如下面的两张图(图8、图9)所示。



图8 实时传输的图像

图8是使用无线电中低空遥感设备实时接收到的遥感图像,图9是使用matlab程序进行实时处理后的伪彩色图像,其中的软件程序包括按照微滤片上的4个波段进行的实时分离算法,及伪彩上色算法。

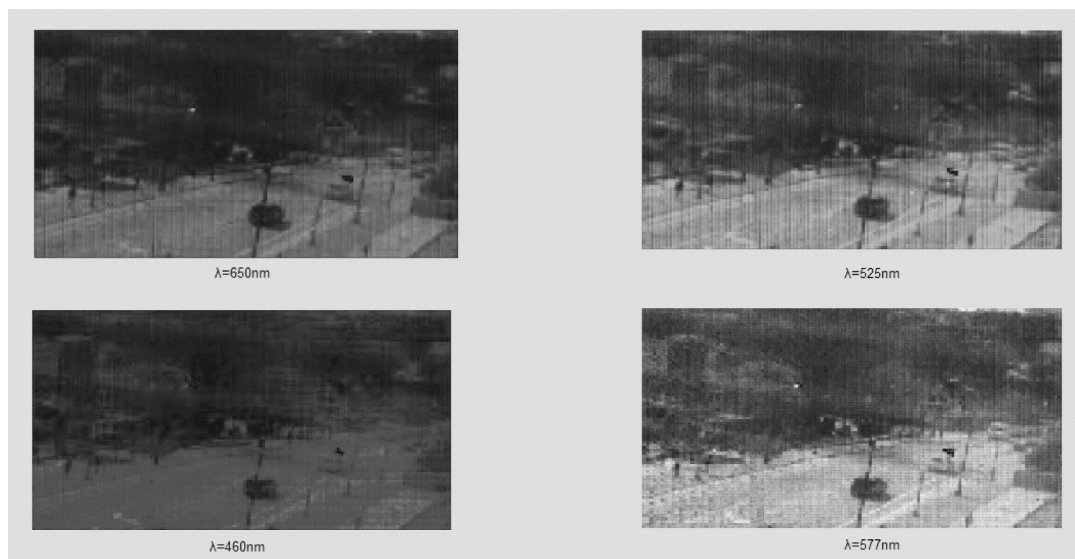
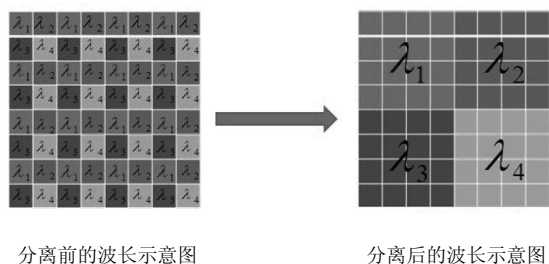


图 9 matlab 处理后的图像



分离前的波长示意图

分离后的波长示意图

图 10 分离算法示意图

程序中,使用如图 10 所示算法进行图像处理之后,各点处的灰度值图能够证明数据提取基本正确,当然,由于人眼的视觉分辨率及滤光片本

身的串扰问题的存在,目前已经实现了图像的成功分离,接下来将针对特定目标制作相应的滤光片并进行精确识别。

3 结束语

本文阐述了一种基于新工艺的用于中低空遥感的微型、超轻型多光谱遥感设备的设计、组装过程,该设备可以应用于农业、森林防火、地质勘察、海洋监察、目标探测等各种中低空遥感领域,最重要的是,该套设备大大降低了承载设备的承载负担,并取得了理想的实验结果。

参考文献:

- [1] 王斌永,舒嵘,贾建军,等.无人机载小型多光谱成像仪的设计[A],第十四届全国遥感技术学术交流会论文摘要集[C].青岛,2003:51-52.
- [2] 孙杰,林宗坚,崔红霞.无人机低空遥感监测系统[J].遥感信息,2003(1):49-50,27.
- [3] 郭允良.飞艇——重新崛起的航空器[J].航空知识.2005(1):16-9.
- [4] LINGHUA KONG, STEPHEN SPRIGLE, DINGRONG YI et al.MULTISPECTRAL IMAGING: CMOS imager with mosaic filter detects skin disorders[EB/OL].Lsder Focus World, 1/25/2009.
<http://www.laserfocusworld.com/articles/2009/01/multispectral-imaging-cmos-imager-with-mosaic-filter-detects-skin-disorders.html>
- [5] L. Kong et al., "Handheld erythema and bruise detector," "Medical Imaging 2008: "Computer-Aided Diagnosis," ed. M.L. Giger and N. Karssemaier, Proc. SPIE 6915, 69153K (2008).
- [6] L. Kong et al. Developing handheld real time multispectral imager to clinically detect early stage pressure ulcer in darkly pigmented skin[J]. in Proc. Int. Soc. Opt. Eng. (SPIE), 2010, p. 7557.