



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107192452 A

(43)申请公布日 2017. 09. 22

(21)申请号 201710388015.3

(22)申请日 2017.05.27

(71)申请人 中国科学院上海技术物理研究所  
地址 200083 上海市虹口区玉田路500号

(72)发明人 贾建鑫 王跃明 庄晓琼 姚祎

(74)专利代理机构 上海沪慧律师事务所 31311  
代理人 李秀兰

(51) Int. Cl.  
G01J 3/28(2006.01)

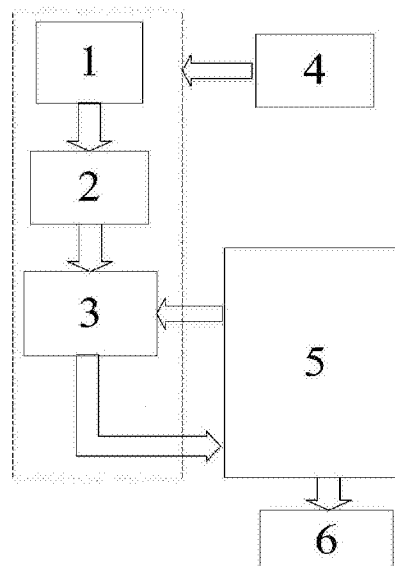
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种基于高光谱成像技术的枪口闪光光谱特性测量装置

## (57)摘要

本发明公开了一种基于高光谱成像技术的枪口闪光光谱特性测量装置。本测量装置包括镜头,光谱仪,探测器组件子系统,调整装置,主控系统以及显示设备。利用调整装置调整前端成像系统的位置,使光谱仪的线视场对准枪膛延伸线,瞬时视场包含枪口闪光或飞行弹丸,即空间采样间隔为闪光尺寸大小的3-5倍。其中,所述探测器采用短波、中波或长波红外高速面阵探测器,探测器帧频大于500Hz。本发明可以同时测量枪口闪光和飞行弹丸在不同时刻的光谱特性,相比于传统测量方法更加方便、高效。



1. 一种基于高光谱成像技术的枪口闪光光谱特性测量装置,包括镜头(1),光谱仪(2),探测器组件子系统(3),调整装置(4),主控系统(5),存储及显示设备(6),其特征在于:

所述镜头(1)是短波、中波或长波红外镜头;

所述光谱仪(2)为成像光谱仪,波段作用范围是 $0.9\text{--}12\mu\text{m}$ ,光谱分辨率短波红外不低于 $20\text{nm}$ ,中波红外不低于 $50\text{nm}$ ,长波红外不低于 $100\text{nm}$ ;

所述探测器组件子系统(3)包括探测器和驱动与采集电路,其中探测器采用短波、中波或长波红外高帧频面阵探测器,帧频大于 $500\text{Hz}$ ,驱动与采集电路采用高速低噪声电路;

所述调整装置(4)是一个四维位移台,具备三个维度的平移和俯仰方向的调节,位移灵敏度小于 $3\mu\text{m}$ ,负载大于 $2.5\text{Kg}$ ;

所述主控系统(5)采用单片机、DSP或FPGA逻辑控制芯片;

所述存储与显示设备(6)选用配有高速数据接口的PC机或工控机;

系统工作时,枪口闪光和飞行弹丸的红外信号通过镜头(1)收集到光谱仪(2)中,由光谱仪(2)分光后汇聚到探测器组件子系统(3)的探测器焦平面上;调整装置(4)用来调整前端成像系统的位置,使光谱仪(2)的线视场与枪膛延伸线重合;光谱仪(2)的瞬时视场包含枪口闪光或飞行弹丸,即空间采样间隔为闪光尺寸大小的3-5倍,成像方式是通过目标运动来获取目标的动态信息;驱动与采集电路驱动探测器工作,将图像信号转换为模拟信号,经采集处理和A/D转换后到达主控系统(5)的图像存储区;主控系统(5)的主要职能包括控制探测器组件子系统工作,实现图像存储,数据处理,完成图像输出至存储及显示设备(6)。

## 一种基于高光谱成像技术的枪口闪光光谱特性测量装置

### 技术领域：

[0001] 本发明涉及一种红外高光谱成像系统，具体涉及一种探测枪口闪光和飞行弹丸光谱特性的红外高光谱成像系统。

### 背景技术：

[0002] 20世纪90年代起，光电探测作为一种重要的军事探测手段开始应用于反狙击手对抗领域。近十几年来发展迅速，目前走在前列的美国、以色列、法国和俄罗斯等国开发出多种机理的反狙击手探测系统，按其工作机理划分为三类：声探测、红外探测和激光探测。

[0003] 声探测系统在响应时间上具有很大的滞后性，而且由于探测原理制约，声探测系统无法同时分辨出多个狙击手的位置。激光探测系统是靠光电探测器来对回波进行定位的，在处理远距离的回波时必然要求很高分辨率的成像系统，这一点往往很难做到，因此，激光探测的探测精度相对较低。另外，激光探测系统也无法区分具有与瞄准镜相同光学性质的透镜、玻璃等物体。相比较而言，红外探测系统具有较高的分辨率和很短的响应时间（基本上是实时响应），探测距离远，定位精度高，采用无源探测、被动接收的方式，工作隐蔽，不易受电子干扰。如美国马里兰实验室的“蝥蛇”探测系统，由凝视型中波红外探测器来探测枪口闪光，可在狙击手开枪70ms内探测到目标，探测概率超过95%，方位、水平误差精度低于0.2度，可探测5.66、7.62和12.7mm口径的狙击步枪。

[0004] 狙击枪开枪瞬间枪口产生的闪光温度达1000-2200K，产生高辐射强度的红外信号，而出膛后的飞行弹丸由于气动加热也会产生红外辐射信号。因此，红外反狙击手探测系统是通过探测枪口闪光和飞行弹丸的红外辐射信号来进行工作的。探究枪口闪光和飞行弹丸的光谱特性有利于探测系统选择最佳的探测波段和匹配帧频。传统探测枪口闪光光谱特性的方法是通过单点光谱仪来测试，但是由于视场角的限制，这种探测方法只能小范围地探测枪口闪光的光谱特性，对于飞行弹丸则无法探测。飞行弹丸的辐射特性是大都是通过模拟实验进行仿真计算的，这类仿真计算和真实弹丸的光谱特性都存在一定的误差。

[0005] 本发明基于高光谱成像技术可以同时测量枪口闪光和飞行弹丸的光谱特性，相比于传统测量方法更加方便、高效。本发明的测量方法不仅适用于狙击枪，还适用于各类手枪、步枪和炮弹等。

### 发明内容：

[0006] 本发明旨在提供一种利用高光谱成像技术同时获取枪口闪光和出膛弹丸光谱特性的测量装置，解决现有的单点光谱仪难以同时获取枪口闪光和出膛弹丸光谱特性以及飞行弹丸光谱特性难以测量的问题。

[0007] 本发明所采用的技术方案是：一种基于高光谱成像技术的枪口闪光光谱特性测量装置，包括镜头1，光谱仪2，探测器组件子系统3，调整装置4，主控系统5，存储及显示设备6。所述镜头1是短波、中波或长波红外镜头；所述光谱仪2为成像光谱仪，波段作用范围是0.9-12 $\mu$ m，光谱分辨率短波红外不低于20nm，中波红外不低于50nm，长波红外不低于100nm；所述

探测器组件子系统3包括探测器和驱动与采集电路,其中探测器采用短波、中波或长波红外高帧频面阵探测器,帧频大于500Hz,驱动与采集电路采用高速低噪声电路;所述调整装置4是四维位移台,分别是三个维度的平移和俯仰轴的调节,灵敏度小于 $3\mu\text{m}$ ,负载大于2.5Kg;所述主控系统5采用单片机、DSP或FPGA逻辑控制芯片;所述存储与显示设备6选用配有高速数据接口的PC机或工控机;

[0008] 系统工作时,枪口闪光和飞行弹丸的红外信号通过镜头1收集到光谱仪2中,由光谱仪2分光后汇聚到探测器组件子系统3的探测器焦平面上。调整装置4用来调整前端成像系统的位置,使光谱仪2的线视场与枪膛延伸线重合。光谱仪2的瞬时视场包含枪口闪光或飞行弹丸,即空间采样间隔为闪光尺寸大小的3-5倍,成像方式是通过目标运动来获取目标的动态信息。驱动与采集电路驱动探测器工作,将图像信号转换为模拟信号,经采集处理和A/D转换后到达主控系统5的图像存储区。主控系统5的主要职能包括控制探测器组件子系统工作,实现图像存储,数据处理,完成图像输出至存储及显示设备6。

[0009] 本发明的优点是:

[0010] 相比于传统测量方法,本发明基于高光谱成像技术可以同时测量枪口闪光和飞行弹丸在不同时刻的光谱特性,更加方便、高效。本发明的测量方法不仅适用于狙击枪,还适用于各类手枪、步枪和炮弹等。

#### 附图说明:

[0011] 图1本发明的基于高光谱成像技术获取枪口闪光和出膛弹丸光谱特性总框图。其中1是镜头,2是光谱仪,3是探测器组件子系统,4是调整装置,5是主控系统,6是存储及显示设备。

[0012] 图2本发明的基于高光谱成像技术获取枪口闪光和出膛弹丸光谱特性测量方法示意图。

#### 具体实施方式:

[0013] 下面结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0014] 按照本发明附图1展示的系统框图和附图2展示的方法示意图,本发明包括:

[0015] 镜头1:选用小F数镜头增强聚光,其他参数根据所需分辨率和观测距离选取。本实施例选用芬兰Specim公司的短波红外镜头S56-f/2.0 120601,焦距56mm,F数是2。

[0016] 光谱仪2:采用本单位自产的棱镜分光方式的成像光谱仪,狭缝宽度为 $30\mu\text{m}$ ,作用波段 $0.4-2.5\mu\text{m}$ ,视场角 $11.476^\circ$ ,其中可见近红外波段( $0.4-1.1\mu\text{m}$ )分为60波段(光谱分辨率约10nm),短波红外波段( $1.1-2.5\mu\text{m}$ )分为80波段(光谱分辨率约20nm)。

[0017] 探测器组件子系统3:选用大电荷增益面阵探测器,提高观测性能。本实施例选用法国Sofradir公司的 $500 \times 256$ MCT短波红外探测器。探测器采用两路读出,每路读出速率为8Mpixels/s,通过利用探测器开窗选行读出的功能,选取10行进行读出,最高帧频为1500Hz。驱动与采集电路包括偏压供给、探测器驱动、模拟信号采集以及A/D转换等。

[0018] 调整装置4:选用卓立汉光公司的TSMW-XYZT-1(L)整体式五轴位移台,用来实现三个维度的平移和俯仰轴的调节,灵敏度为 $3\mu\text{m}$ ,负载 $2.5\text{Kg}$ 。通过调整前端成像系统的空间位置,使得光谱仪的线视场对准枪膛延伸线。本实施例中,子弹由狙击枪水平方向射出,光谱仪的线视场包含枪口闪光和飞行弹丸大部分飞行轨迹,后端超出视场范围的飞行弹丸不予测量,如图2所示。

[0019] 主控系统5:本实施例选用Xilinx公司的Spartan6系列FPGA。主控系统向探测器提供驱动和采集时序,完成数据存储及向显示设备传输图像据。

[0020] 存储与显示设备6:选用配有高速数据接口的PC机、工控机,数据通信速率需满足图像输出速率要求。本例中假设帧频 $1500\text{Hz}$ ,则最快数据速率为: $500 \times 10 \times 16\text{bit} \times 1500\text{Hz} = 120\text{Mbit/s}$ ,该数据速率采用NI公司的高速PCI板卡NI6537接口来实现。

[0021] 本发明还包括电源管理、计算机参数配置软件、计算机数据传输与显示软件等环节。本实施例中,输入电源为直流 $28\text{V}$ ,通过DC-DC分供各个部分,由主控系统操作继电器,控制各个部分的通断电。参数配置软件在PC机上实现,采用VC6.0编写,通过RS422通信接口由PC机连接至主控系统,负责控制探测器、制冷机的开关。采集软件采用LabView编写,数据传输接口为高速PCI接口。

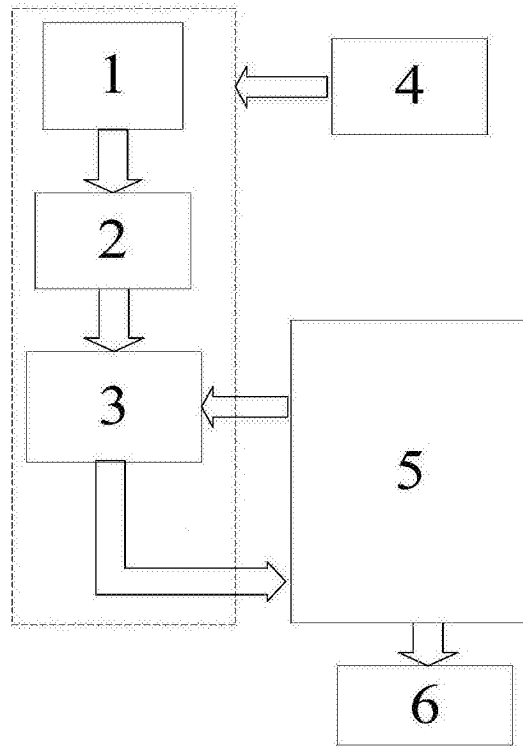


图1

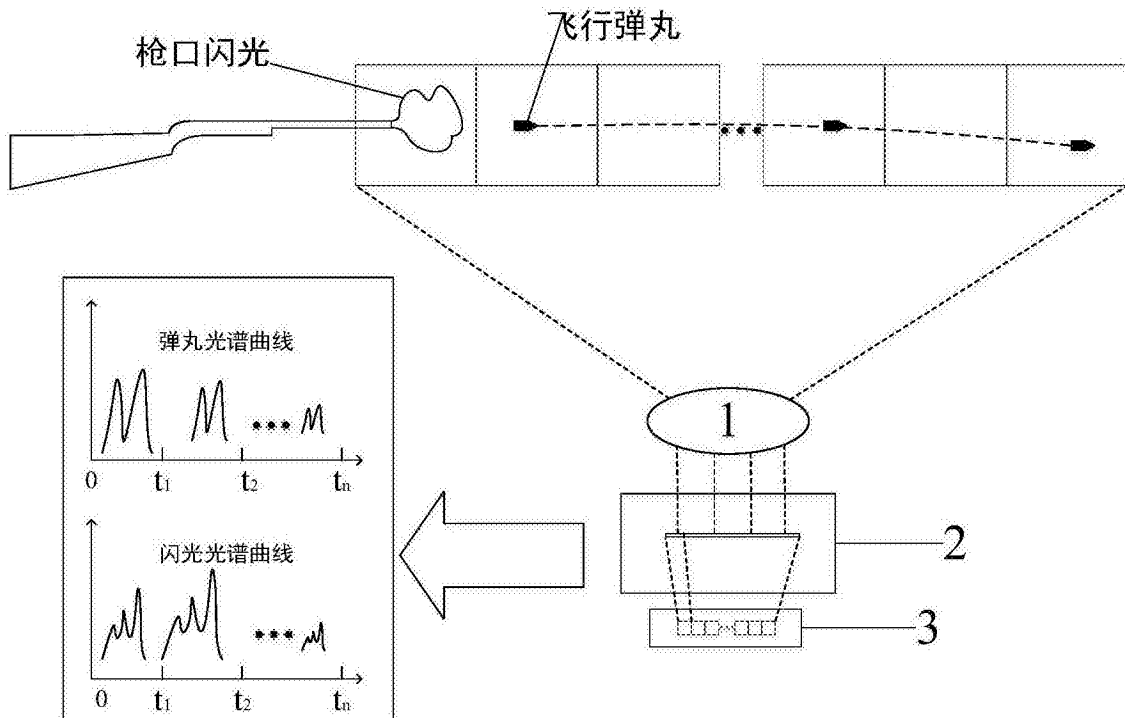


图2