



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103364011 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201310291915. 8

(22) 申请日 2013. 07. 11

(73) 专利权人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道 17 号

(72) 发明人 薛勋 张洁 胡丹丹 刘峰 高斌 赵建科 徐亮 赛建刚 陈永权 田留德 赵怀学 潘亮

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 胡乐

(51) Int. Cl.

G01C 25/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101949711 A , 2011. 01. 19, 全文 .

CN 102116641 A , 2011. 07. 06, 全文 .
CN 102519405 A , 2012. 06. 27, 全文 .
CN 103063410 A , 2013. 04. 24, 全文 .
CN 203364837 U , 2013. 12. 25, 权利要求第 1-7 项 .
US 5815267 A , 1998. 09. 29, 全文 .

审查员 沈新华

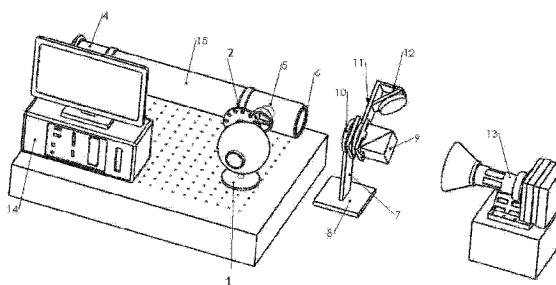
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

超大视场多目标景物模拟系统

(57) 摘要

本发明提供一种超大视场多目标景物模拟系统,包括光源系统、目标系统、准直系统、旋转分光系统以及控制系统;所述光源系统提供均匀面光源,该均匀面光源通过目标系统形成目标光束,目标光束经过准直系统后再通过旋转分光系统分为两路以上的平行光束,入射至被测成像系统;本发明可解决多个平行光管造成的造价昂贵、焦面处运动机构造成的景物模拟视场过小等问题,本系统结构简明,能够实现多目标、大视场景物的模拟,极大地节约了测试设备的购置成本。在不增加准直系统的情况下,巧妙地获得了双目标景物的模拟。通过对分光棱镜的扩充,还可以实现更多目标的模拟,在国内实属首创。



1. 一种超大视场多目标景物模拟系统,其特征在於:包括光源系统、目标系统、准直系统、旋转分光系统以及控制系统;所述光源系统提供均匀面光源,该均匀面光源通过目标系统形成目标光束,目标光束经过准直系统后再通过旋转分光系统分为两路以上的平行光束,入射至被测成像系统;

所述旋转分光系统包括分光棱镜、旋转机构、延长机构、第一折轴镜以及支撑架;所述分光棱镜位于准直系统的出射光束的光轴上,并与旋转机构和延长机构共同固定于支撑架上;分光棱镜与延长机构由旋转机构带动绕准直系统的出射光束的光轴旋转;

所述第一折轴镜安装于延长机构在分光棱镜分光方向上的延伸段,并与分光棱镜相对固定,折轴镜背面设置有一维调整倾斜机构,用以在一维方向上调节折轴镜反射光束的角度;延长机构的延伸距离可调,以实现第一折轴镜与分光棱镜之间距离的调节。

2. 根据权利要求 1 所述的超大视场多目标景物模拟系统,其特征在於:

所述准直系统为离轴反射光学系统,包括在镜筒中依次设置的主镜、第二折轴镜和可变光阑;目标光束依次经过第二折轴镜、主镜反射,再透过第二折轴镜并经可变光阑形成准直的出射光束。

3. 根据权利要求 1 所述的超大视场多目标景物模拟系统,其特征在於:

所述延长机构采用导轨式移动部件。

4. 根据权利要求 1 所述的超大视场多目标景物模拟系统,其特征在於:

所述目标系统包括多目标自动替换旋转台以及设置在多目标自动替换旋转台上的多种目标板;所述多种目标板包括鉴别率板、星点板以及黑白条纹板;所述鉴别率板和星点板均有多组,黑白条纹板与被测成像系统的相机的奈奎斯特空间频率相同。

5. 根据权利要求 1 所述的超大视场多目标景物模拟系统,其特征在於:

所述光源系统包括积分球、卤钨灯以及氙灯;所述卤钨灯以及氙灯设置在积分球的内壁上;所述控制系统与卤钨灯以及氙灯相连;所述卤钨灯以及氙灯配比得到的光的波段范围是 200 ~ 2500nm。

6. 根据权利要求 4 所述的超大视场多目标景物模拟系统,其特征在於:所述控制系统包括:用以控制光源系统输出辐亮度的光源控制模块、用以控制准直系统可变光阑调整的模块、用以控制旋转分光系统转动的模块、用以控制第一折轴镜背面倾斜调整机构运动的模块、用以控制延长机构进行运动的模块、以及用以控制多目标自动替换旋转台运行的模块。

7. 根据权利要求 1 所述的超大视场多目标景物模拟系统,其特征在於:所述分光棱镜的面形精度达到 $1/40 \lambda$, $\lambda = 632.8\text{nm}$ 。

超大视场多目标景物模拟系统

技术领域

[0001] 本发明属于光学领域,涉及一种超大视场多目标景物模拟系统,具体用于实验室中对大视场光学系统进行景物模拟。

背景技术

[0002] 在空间成像设备、舰船光学系统、靶场光电测量设备、武器控制系统以及激光通讯系统中,超宽视场光学系统作为其重要的组成部分起到了极其重要的作用。对超宽视场光学系统的成像质量、跟踪性能、星等探测能力等指标的检测时,需要使用专用检测设备。此设备一方面需要满足大视场的要求,另一方面需要进行运动目标的模拟,两者缺一不可。

[0003] 例如对大视场星敏传感器进行多视场星等模拟时,一般需要两个到多个平行光管准直系统来进行多目标的模拟,用以测试星敏传感器的定位精度。在测试过程中,需要模拟运动目标,从而验证其在轨工作时对卫星空间姿态的控制程度。一般有三种方式来模拟运动目标:一种是平行光管固定不动,将星敏传感器放置在一台高精度速率转台上,设定转台转动,则可以达到星点目标相对相机运动的效果;另外一种模拟方式是平行光管焦面处安装可移动式机构,该机构可以在焦面位置保证目标板二维方向运动,星敏传感器对运动星点成像,以这样的方式来模拟运动目标;第三种与第二种方式原理相同,不同之处在于,将可移动式焦面机构替换为液晶显示屏,通过计算机控制液晶屏幕上的运动图像,来模拟运动目标。

[0004] 上述三种方式中,第一种方式需要至少 2 个平行光管,才能完成两个目标的星等模拟,目标模拟数量与光管数量成正比。众所周知,光束平行性与系统波相差优良的平行光管造价比较高,为实现多目标模拟而建成的装置较为昂贵。第二种和第三种方式具有同样的缺点,因为平行光管的视场一般都比较小(仅有几分视场),这样的移动式机构运动可模拟的目标运动范围较小,对于大视场星敏传感器光学系统而言,只是在中心视场很小的范围内运动,不能满足星敏传感器全视场定位精度的验证需求。

[0005] 对于短焦距、大视场成像相机而言,亦需要在实验室内对不同视场、不同增益、不同曝光时间、不同目标辐亮度下,充分验证其对运动目标的成像能力。模拟方式如上所述,也存在同样的缺点。

发明内容

[0006] 为了解决背景技术中存在的诸如多个平行光管造成的造价昂贵、焦面处运动机构造成的景物模拟视场过小等问题,本发明提供了一种可最大限度节约成本、极大范围地提高景物模拟视场的双目标或多目标的超大视场景物模拟系统。

[0007] 本发明的技术解决方案是:

[0008] 一种超大视场多目标景物模拟系统,包括光源系统、目标系统、准直系统、旋转分光系统以及控制系统;所述光源系统提供均匀面光源,该均匀面光源通过目标系统形成目标光束,目标光束经过准直系统后再通过旋转分光系统分为两路以上的平行光束,入射至被测成像系统;

[0009] 所述旋转分光系统包括分光棱镜、旋转机构、延长机构、第一折轴镜以及支撑架；所述分光棱镜位于准直系统的出射光束的光轴上，并与旋转机构和延长机构共同固定于支撑架上；分光棱镜与延长机构由旋转机构带动绕准直系统的出射光束的光轴旋转；

[0010] 所述第一折轴镜安装于延长机构在分光棱镜分光方向上的延伸段，并与分光棱镜相对固定，折轴镜背面设置有一维调整倾斜机构，用以在一维方向上调节折轴镜反射光束的角度（可以调节使第一折轴镜的反射光轴与分光棱镜的透射光轴平行或者根据其他模拟需求成一定夹角）；延长机构的延伸距离可调，以实现第一折轴镜与分光棱镜之间距离的调节。

[0011] 基于上述基本方案，本发明还进一步作了如下优化限定和改进：

[0012] 上述准直系统为离轴反射光学系统，包括在镜筒中依次设置的主镜、第二折轴镜和可变光阑；目标光束依次经过第二折轴镜、主镜反射，再透过第二折轴镜并经可变光阑形成准直的出射光束。

[0013] 上述延长机构采用导轨式移动部件（这样能够精确地实现旋转分光系统分束光线的横移量）。

[0014] 上述目标系统包括多目标自动替换旋转台以及设置在多目标自动替换旋转台上的多种目标板；所述多种目标板包括鉴别率板、星点板以及黑白条纹板；所述鉴别率板和星点板均有多组，黑白条纹板与被测成像系统的相机的奈奎斯特空间频率相同。

[0015] 上述光源系统包括积分球、卤钨灯以及氙灯；所述卤钨灯以及氙灯设置在积分球的内壁上；所述控制系统与卤钨灯以及氙灯相连；所述卤钨灯以及氙灯配比得到的光的波段范围是 200 ~ 2500nm。

[0016] 上述控制系统包括：用以控制光源系统输出辐亮度的光源控制模块、用以控制准直系统可变光阑调整的模块、用以控制旋转分光系统转动的模块、用以控制第一折轴镜背面倾斜调整机构运动的模块、用以控制延长机构进行运动的模块、以及用以控制多目标自动替换旋转台运行的模块。

[0017] 上述分光棱镜的面形精度达到 140λ ， $\lambda=632.8\text{nm}$ （这样分光后几乎不会引入像差）。

[0018] 本发明的优点是：

[0019] 本发明的系统结构简明，能够实现多目标、大视场景物的模拟，极大地节约了测试设备的购置成本。

[0020] 本发明利用分光棱镜实现了对准直光束的分光效应，在不增加准直系统的情况下，巧妙地获得了双目标景物的模拟。通过对分光棱镜的扩充，还可以实现更多目标的模拟，在国内实属首创。

[0021] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统，可以通过对转动分光系统的控制，实现多种复杂动目标轨迹模拟的功能。

[0022] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统，可以覆盖光谱范围从 200 ~ 2500nm 范围运动目标的模拟。

[0023] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统，还能完成光学系统鉴别率、静态 MTF、动态 MTF 等光学指标的检测。

[0024] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统，光源选用积分球光源，提高了测试的稳

定性。

[0025] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统,目标系统选用多目标自动替换旋转台,可快速对目标靶板进行替换,极大的节省了测试时间。通过驱动电路,带动靶轮的转动,实现目标的更换,在每一个目标同轴方向有三个光电开关,用于编码检测,并将编码信息返回主控系统。

[0026] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统,光源选用卤钨灯、氙灯混合灯,可以实现宽波段的光谱能量配比以及多种色温组合。

[0027] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统,在准直系统出射窗口处安装有可变光阑,能够有效遮挡杂散光,消除准直系统引入的杂光误差;还可根据不同光学系统的通光口径大小调整准直系统出射光束的口径,以满足不同相机测试的需要。

附图说明

[0028] 图 1 是本发明提供的超大视场多目标景物模拟系统的结构示意图。

[0029] 其中:

[0030] 1- 积分球;2- 多组目标板;4- 主镜;5- 折轴镜;6- 可变光阑;7- 旋转分光系统;8- 支撑架;9- 分光棱镜;10- 旋转机构;11- 延长机构;12- 折轴镜;13- 被测系统;14- 控制系统;15- 准直系统。

具体实施方式

[0031] 参见图 1,本发明提供了一种,该超大视场多目标景物模拟系统包括光源系统、目标系统、准直系统 15、旋转分光系统 7 以及控制系统 14。准直系统设置在光源系统的出射光路上;旋转分光系统设置在准直系统的出光口处;控制系统与光源系统、准直系统、目标系统以及旋转分光系统相连。

[0032] 光源系统包括积分球 1、卤钨灯以及氙灯;所述卤钨灯以及氙灯设置在积分球的内壁上;所述控制系统与卤钨灯以及氙灯相连;所述卤钨灯以及氙灯配比得到的光的波段范围是 200 ~ 2500nm。

[0033] 准直系统 15 为离轴反射光学系统;所述离轴反射光学系统包括主镜 4、折轴镜 5 以及可变光阑 6;折轴镜、主镜依次设置在光源系统经目标系统后的出射光路上;待测空间光学系统设置在经主镜反射后的出射光路上;所述可变光阑设置在主镜与旋转分光系统之间;所述可变光阑是消杂散光光阑;所述离轴反射光学系统是口径是 $\Phi 100\text{mm}$ 以及焦距是 1000mm 的离轴反射光学系统。

[0034] 目标系统包括多目标自动替换旋转台以及设置在多目标自动替换旋转台上的多组目标板 2;所述多组目标板包括鉴别率板、黑白条纹板以及星点板;所述鉴别率板是五组;所述星点板是多组;所述的黑白条纹板与被测试成像相机奈奎斯特空间频率相同。

[0035] 旋转分光系统 7 包括大通光孔径的分光棱镜 9、旋转机构 10、延长机构 11、折轴镜 12 以及支撑架 8;所述的分光棱镜、旋转机构、延长机构和折轴镜都由支撑架支撑;所述的分光棱镜位于准直系统的出光口处;所述的延长机构将分光棱镜与折轴镜相连,延长机构可以在分光棱镜分光方向运动,实现折轴镜与分光棱镜之间距离的变化;旋转机构可带动分光棱镜、延长机构以及折轴镜绕准直系统光轴的方向旋转;折轴镜背面有一维调整倾斜

机构,可保证折轴镜反射的光束在一维方向调整角度,这样便可完成不同视场平行光束的模拟。

[0036] 上述控制系统 14 包括:用以控制光源系统输出辐亮度的光源控制模块;用以控制准直系统可变光阑调整的模块;用以控制旋转分光系统转动的模块;用以控制旋转分光系统中折轴镜背面倾斜调整机构运动的模块;用以控制旋转分光系统中的延长机构进行运动的模块。

[0037] 具体工作原理如下:

[0038] 卤钨灯、氙灯光源发出的光经过积分球后变为均匀面光源,均匀面光源照亮准直系统像面处目标板,根据测试需求转动目标转台至所需合适目标,准直系统将目标转置为无限远目标像,平行光束经过分光棱镜后,分为两路光束,一束沿原方向,另外一束沿垂直于原光束方向(延长机构方向)经由折轴镜反射,实现光束平移的效果,旋转机构可以绕准直系统光轴旋转,配合可移动式延长机构,可以完成面空间方向准直光束的平移。利用这个原理,实现对超大视场、双目标的景物模拟,增加旋转分光系统的数量,更可实现大视场、多目标的景物模拟。

[0039] 对被测光学系统进行鉴别率指标检测时,可以利用控制系统调整目标系统将栅格状目标板转动至准直系统焦面处,光源系统均匀照亮目标,被测光学系统对目标成像,查看拍摄图像,观察时直到在某一组上刚刚能把该组内四个方向的线条都分辨清楚,下一组内不能全分辨清楚时,那么这组线条间隔就是被测相机分辨率。

[0040] 对被测光学系统进行 MTF 检测时,利用上述步骤将目标板转换为黑白条纹目标板,黑白条纹板与被测试系统奈奎斯特空间频率相同,调节光源亮度和相机积分曝光时间,使光学系统 CCD/CMOS 器件工作在线性区且临近饱和;调节平行光管焦面的黑白条纹板,从成像器件输出数据可读出空间方向透光条带对应的亮条纹的强度 U_w 和不透光条带对应的暗条纹强度 U_D ;

[0041] 按公式(1)计算系统调制度;

$$[0042] \quad M(\gamma) = \frac{\overline{U}_w - \overline{U}_D}{\overline{U}_w + \overline{U}_D} \quad (1)$$

[0043] 式中 \overline{U}_w ——透光条带对应的平均输出值

[0044] \overline{U}_D ——不透光条带对应的平均输出值

[0045] γ ——空间频率 Lp/mm ;

[0046] $M(\gamma)$ ——系统调制度。

[0047] 数据处理:

[0048] 按照公式(2)计算系统 MTF:

$$[0049] \quad MTF = kM(\gamma) / M_1(\gamma) \quad (2)$$

[0050] 式中:k—黑白条纹卡的波形修正系数,一般取 $\pi/4$

[0051] $M_1(\gamma)$ —根据目标条纹板实际测试参数,在 0.98 以上时可以近似取为 1。

[0052] 对光学系统进行星等模拟检测时,通过光谱辐射度计对光源系统的的光谱信息进行采集,利用公式(3)、(4)计算准直系统出光口处光照度。

[0053]

$$E_{\text{光照度}} = K_m \int_{380}^{780} V(\lambda) E(\lambda) d\lambda \quad (3)$$

[0054] 其中：

[0055] K_m 是人眼对应明视觉最大光谱光视效能常数，所述 K_m 取 683lm/W；

[0056] $V(\lambda)$ 是人眼明视觉函数；

$$E(\lambda) = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d}{f'} \right)^2 \cdot L(\lambda) \cdot \tau \quad (4)$$

[0058] 其中：

[0059] d 是星点单元直径；

[0060] f' 是准直系统焦距；

[0061] $L(\lambda)$ 是辐亮度值；

[0062] τ 是准直系统的透过率；

[0063] 根据得到的光照度值 $E_{\text{光照度}}$ 进行计算得到视星等 m 值，其计算公式见公式(5)：

$$\lg E_{\text{光照度}} - \lg E_0 = 0.4(m-0) \quad (5)$$

[0065] 其中：

[0066] E_0 是零等星对应的光照度，所述 E_0 是 $2.648 \times 10^{-6} \text{lx}$ ；

[0067] 本发明的超大视场多目标景物模拟器可以完成对光学系统分辨率、MTF 以及星等模拟的检测，是一台应用范围广泛、测试精度优良的测试设备。

[0068] 本发明的超大视场多目标景物模拟器不需要多组平行光管，便可以解决多目标的景物模拟，大大降低了传统模拟器的造价，而且在仅仅使用一台平行光管的基础上，便可实现超大视场的景物模拟。背景技术中传统三种景物模拟器的诸如造价高、视场小的缺点均被完美的消除，其不仅是一台能在实验室内方便操作运用的设备，在工程应用领域也具有广阔的前景，值的被推广利用。

[0069] 本发明的超大视场多目标景物模拟系统，可以通过对旋转机构以及延长机构运动精度的升级来提高模拟景物的运动稳定度。该设备在光学系统成像质量测试、光电跟踪系统跟踪性能检测、星敏感系统星等探测等方面都具有非常广泛的应用，功用不可估量。

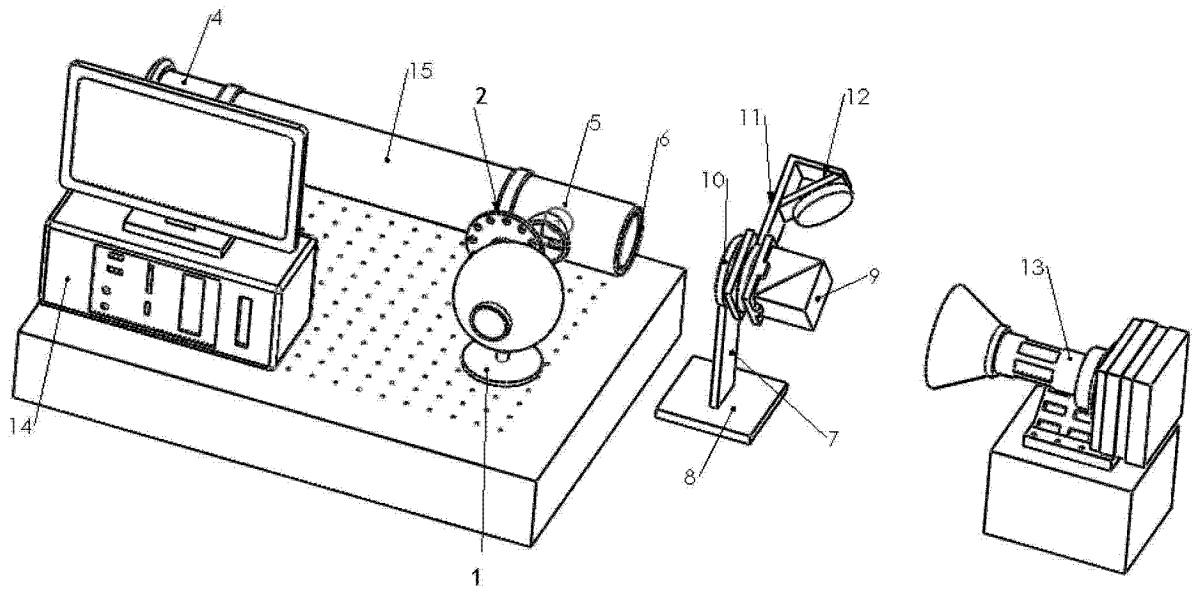


图 1